

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño de rehabilitación vial con emulsión asfáltica en acceso a El Mate (1.7km),
cantón Daule, Guayas

INGE-2901

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Daniel Sebastián Álvarez Casal

Mayra Alejandra Viteri Villarreal

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo con toda gratitud a mi familia, por ser mi mayor inspiración y fortaleza, y por acompañarme incondicionalmente en cada paso de este camino.

Daniel Sebastián Álvarez Casal

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia y a mis amigos, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida, motivándome a superarme día tras día.

De manera especial, agradezco a la Ing. Carola Gordillo por su guía y compromiso como mentora a lo largo de este proceso, así como a mi compañera de tesis, Mayra, por su esfuerzo y apoyo constante.

Daniel Sebastián Alvarez Casal

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico a Héctor,
Mayra, Mario, Tito y Mailo.

Mayra Alejandra Viteri Villarreal.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres Héctor y Mayra por su amor y apoyo incondicional. A mis hermanos Mario y Tito por ser mis compañeros de vida.

Al Ingeniero Gustavo Martínez y a la Ingeniera Carola Gordillo, por ser mis mentores de Tesis. A mi compañero de tesis Daniel.

Mayra Alejandra Viteri Villarreal

Declaración Expresa

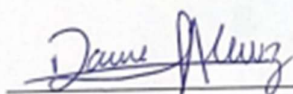
Nosotros DANIEL SEBASTIAN ALVAREZ CASAL y MAYRA ALEJANDRA VITERI VILLARREAL acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

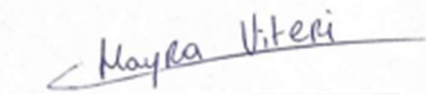
La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 20 de mayo del 2025.



Daniel Sebastián Álvarez Casal.



Mayra Alejandra Viteri Villarreal.

Evaluadores

Ing. Lenin Dender

Profesor de Materia

Ing. Carola Gordillo

Tutor de proyecto

Resumen

El proyecto tiene como objetivo rehabilitar la vía de acceso al recinto El Mate, en el cantón Daule, aplicando técnicas sostenibles que mejoren la movilidad y respalden la actividad agrícola de la comunidad. Se propone una solución estructural con emulsión asfáltica, más favorable que los métodos tradicionales por su eficiencia técnica, económica y ambiental. La propuesta se justifica en la importancia de asegurar la conectividad rural como elemento esencial para fortalecer la producción y mejorar la calidad de vida de los habitantes. El proyecto incluyó el levantamiento de información de campo, ensayos de laboratorio y la aplicación del método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos. Se emplearon materiales reciclados (RAP), emulsión asfáltica y equipos de laboratorio para evaluar la resistencia y durabilidad de las mezclas. Los resultados definieron espesores de 41 cm en la capa de mejoramiento, 25 cm en la capa de RAP y 5,1 cm en la carpeta asfáltica, además de un porcentaje óptimo de emulsión de 4,25 %, un contenido de asfalto del 2,55 % y una estabilidad Marshall de 3431 lbs. En conclusión, la rehabilitación con emulsión asfáltica se considera la opción más adecuada por integrar desempeño estructural, sostenibilidad y beneficios sociales.

Palabras Clave: Emulsión asfáltica, Rehabilitación vial, Pavimento Flexible, Pavimentos reciclados (RAP)

Abstract

The project focuses on rehabilitating the access road to the El Mate community, in Daule canton, through sustainable techniques that improve mobility and support the agricultural activity of the population. Its main objective is to design a structural solution that extends the service life of the road, considering that the use of asphalt emulsion is more advantageous than conventional methods due to its technical, economic, and environmental benefits. The proposal is justified by the need to ensure rural connectivity as a key factor to strengthen agricultural production and improve the quality of life of the inhabitants. The project included field surveys, laboratory tests, and the application of the AASHTO 93 method for pavement design. Reclaimed Asphalt Pavement (RAP), asphalt emulsion, and laboratory equipment were used to evaluate the resistance and durability of the mixtures. The results defined layer thicknesses of 41 cm for the subgrade improvement, 25 cm for the RAP layer, and 5.1 cm for the asphalt surface, along with an optimal emulsion content of 4.25 %, asphalt content of 2.55 %, and a Marshall stability of 3431 lbs. In conclusion, asphalt emulsion rehabilitation is considered the most suitable option for flexible pavements, as it combines structural performance, efficiency, and social benefits.

Keywords: Asphalt emulsion, Road rehabilitation, Pavement recycling, Flexible pavement.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VIII
Simbología	Error! Bookmark not defined.
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
ÍNDICE DE PLANOS	XIV
Capítulo 1	15
1.1 Introducción.....	16
1.2 Antecedentes.....	19
1.3 Descripción del Problema.....	20
1.4 Justificación del Problema.....	21
1.5 Objetivos.....	22
1.5.1 Objetivo general	22
1.5.2 Objetivos específicos.....	22
Capítulo 2	23
2. MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1 Revisión de literatura.....	25
2.1.1 Tipos de Vías.....	25
2.1.2 Pavimento flexible y Rígido.....	26
2.1.3 Pavimento reciclado	27
2.1.4 Emulsión Asfáltica	28
2.1.5 Método de Marshall modificado	28

2.1.6	Diseño con Método AASHTO 93	28
2.1.7	TPDA	29
2.1.8	PCI.....	30
2.2	Área de estudio	30
2.2.1	Ubicación geográfica.....	30
2.2.2	Descripción física o técnica del sitio.....	31
2.3	Trabajo de campo y laboratorio.....	32
2.3.1	Inspección en sitio.....	32
2.3.2	TPDA – Aforo vehicular.....	36
2.3.3	Toma de muestra de Calicatas.....	41
2.3.4	Estudios de laboratorio.....	47
2.3.5	Levantamiento Topográfico	67
2.4	Análisis de datos.....	69
2.4.1	Resultado del Conteo de tráfico	69
2.4.2	Resultados Ensayo Granulometría	74
2.4.3	Resultados Ensayo Límites de Atterberg	83
2.4.4	Resultados Ensayo Proctor.....	89
2.4.5	Resultados del Ensayo CBR.....	92
2.5	Análisis de alternativas.....	99
Capítulo 3		102
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	103
3.1	Análisis y estudios preliminares	103
3.1.1	Periodo de Diseño	103
3.1.2	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	104
3.1.3	Tráfico Promedio Diario Anual Futuro	107
La ecuación que se utilizara para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Futuro es:		107

3.2	Diseño definitivo	110
3.2.1	Cálculo de ESAL's de diseño.....	111
3.2.2	Nivel de confiabilidad (R).....	114
3.2.3	Nivel de serviciabilidad (PSI)	114
3.2.4	Coeficiente de drenaje (mi).....	114
3.2.5	Desviación normal estándar (ZR)	115
3.2.6	Desviación estándar del sistema (So).....	116
3.2.7	Módulos Resilientes	117
3.2.8	Diseño de Pavimento Flexible con AASHTO 93.....	121
Capítulo 4		127
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	128
4.1	Descripción del proyecto	128
4.2	Línea base ambiental	129
4.2.1	MEDIO NATURAL.....	130
4.2.2	MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	131
4.3	Actividades del proyecto	132
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	133
4.4.1	Valoración de impactos ambientales.....	135
4.5	Medidas de prevención/mitigación.....	138
4.6	Conclusiones.....	140
Capítulo 5		141
5.	PRESUPUESTO	142
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	142
5.2	Especificaciones Técnicas	143
5.2.1	Desbroce, Desbosque y Limpieza	143

5.2.2	FRESADA DE CARPETA ASFÁLTICA (E=5-10 CM) SIN BARREDORA, CON ACARREO DEL MATERIAL FRESADO A 15 KM.....	144
5.2.3	CARGADA Y ACARREO DE MATERIAL RAP (DISTANCIA HASTA 15 KM). 145	
5.2.4	BASE CLASE 1	146
5.2.5	MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE BASE Y RAP ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFALTICA DE CURADO LENTO.....	152
5.2.6	TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM.....	154
5.2.7	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA.....	155
5.2.8	RIEGO DE LIGA	156
5.2.9	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=12.5 CM (5")	158
5.2.10	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (UNIDERECCIONALES Y BIDIRECCIONALES).....	159
5.2.11	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS).....	161
5.2.12	SEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS).....	163
5.2.13	DESMONTAJE DE SEÑALES VERTICALES	166
5.2.14	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (900X900).....	167
5.2.15	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	168
5.2.16	MONITOREO DE RUIDO	168
5.2.17	MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)..	169
5.2.18	TANQUE DE 55 GALONES (PARA BASURA).....	169
5.2.19	BATERIA SANITARIA PORTATIL (UNIDAD X MES)	170

5.2.20	ESCOMBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)	171
5.3	Rubros y análisis de precios unitarios	171
5.4	Cantidades de obra.....	173
5.5	Costo del proyecto	175
5.6	Cronograma de obra	177
Capítulo 6		179
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	180
6.1	Conclusiones.....	180
6.2	Recomendaciones (máximo 750 palabras).....	182
7.	Bibliografía	184
PLANOS Y ANEXOS		186

Abreviaturas

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

ASTM American Society for Testing and Materials

AASHTO American Association of state Highway and Transportation

TPDA Tráfico Promedio Diario Anual

MTOP Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Índice de figuras

Figura 1. <i>Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.</i>	27
Figura 2. <i>Mapa georreferenciado de la vía de acceso a El Mate.</i>	31
Figura 4. <i>Punto de inicio del tramo de acceso a El Mate.</i>	33
Figura 5. <i>Estado actual de la vía baches tapados con piedras.</i>	34
Figura 6. <i>Presencia de “Baches profundos en medio de la vía.</i>	34
Figura 7. <i>Presencia de “baches, hundimientos”.</i>	35
Figura 8. <i>Presencia de “Piel de cocodrilo y baches”.</i>	35
Figura 9. <i>Formato para conteo del Aforo Vehicular.</i>	36
Figura 10. <i>Conteo de aforo vehicular Punto 1.</i>	37
Figura 11. <i>Conteo de Aforo vehicular Punto 2</i>	38
Figura 12. <i>Valores de tasa de crecimiento vehicular</i>	41
Figura 13. <i>Primera calicata realizada.</i>	42
Figura 14. <i>Estratigrafía de la primera calicata</i>	43
Figura 15. <i>Segunda calicata realizada in-situ</i>	44
Figura 16. <i>Estratigrafía de la segunda calicata</i>	45
Figura 17. <i>Tercera calicata realizada in-situ</i>	46
Figura 18. <i>Recolección de material en sacos.</i>	47
Figura 19. <i>Secado de la muestra expuesta al sol.</i>	48
Figura 20. <i>Cuarteo y pesado de la muestra</i>	49
Figura 21. <i>Lavado de la muestra</i>	50
Figura 22. <i>Peso de la muestra</i>	51
Figura 23. <i>Tamices utilizados en el ensayo de granulometría</i>	51
Figura 24. <i>Muestra colocada en la tamizadora de material grueso</i>	53
Figura 25. <i>Muestra colocada en la tamizadora eléctrica de material fino</i>	53
Figura 26. <i>Tamizado de la muestra seca</i>	55
Figura 27. <i>Material pasante por el tamiz No. 40 (200g)</i>	56
Figura 28. <i>Agregado de agua a la muestra</i>	57
Figura 29. <i>Colocar la muestra en la Copa de Casagrande.</i>	57

Figura 30. <i>Trazado de canal con el ranurador</i>	58
Figura 31. <i>Golpes con la manivela</i>	59
Figura 32. <i>Hilos de 3.2 mm de diámetro de la muestra de suelo</i>	60
Figura 33. <i>Ensayo Proctor realizado en laboratorio</i>	62
Figura 34. <i>Muestras separadas para una calicata</i>	62
Figura 35. <i>Muestras de cada mezcla húmeda para secar en el horno</i>	63
Figura 36. <i>Molde compactado con 5 capas</i>	64
Figura 37. <i>Ensayo CBR en laboratorio</i>	66
Figura 38. <i>Levantamiento topográfico de la vía</i>	69
Figura 39. <i>Curva granulométrica Muestra 1</i>	81
Figura 40. <i>Curva granulométrica Muestra 2</i>	81
Figura 41. <i>Curva granulométrica Muestra 3</i>	82
Figura 42. <i>Gráfica Límite Líquido y Plástico Muestra 1</i>	87
Figura 43. <i>Gráfica Límite Líquido y Plástico Muestra 2</i>	88
Figura 44. <i>Gráfica Límite Líquido y Plástico Muestra 3</i>	88
Figura 45. <i>Gráfica Contenido de humedad vs Densidad seca (Muestra 1)</i>	91
Figura 46. <i>Gráfica CBR (Muestra 1)</i>	93
Figura 47. <i>Gráfica CBR/DENSIDAD SECA (Muestra 1)</i>	94
Figura 48. <i>Gráfica CBR (Muestra 2)</i>	95
Figura 49. <i>Gráfica CBR (Muestra 3)</i>	97
Figura 50. <i>Gráfica CBR/DENSIDAD SECA (Muestra 3)</i>	98
Figura 51 <i>Modulo Resiliente subrasante</i>	118
Figura 52 <i>Modulo Resiliente base</i>	119
Figura 53 <i>Modulo Resiliente Carpeta Asfáltica</i>	120
Figura 54 <i>Número estructural (SN) de la capa subrasante</i>	123
Figura 55 <i>Número estructural (SN) de la capa existe mejoramiento</i>	124

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación Tipo de vías en base al TPDA</i>	25
Tabla 2. <i>Coordenadas UTM de la vía de acceso a El Mate</i>	31
Tabla 3. <i>Factores mensuales</i>	39
Tabla 4. <i>Conteo de Tráfico</i>	69
Tabla 5. <i>Resumen de conteo de Tráfico</i>	73
Tabla 6. <i>Datos de granulometría Muestra 1</i>	74
Tabla 7. <i>Datos de granulometría Muestra 2</i>	75
Tabla 8. <i>Datos granulometría Muestra 3</i>	76
Tabla 9. <i>Resultados granulometría Muestra 1</i>	77
Tabla 10. <i>Resultados granulometría Muestra 2</i>	78
Tabla 11. <i>Resultados granulometría Muestra 3</i>	79
Tabla 12. <i>Límite Líquido y Plástico Muestra 1</i>	83
Tabla 13. <i>Límite Líquido y Plástico Muestra 2</i>	84
Tabla 14. <i>Límite Líquido y Plástico Muestra 3</i>	85
Tabla 15. <i>Resumen de resultados Límites</i>	89
Tabla 16. <i>Ensayo Proctor Muestra 1. Densidad Húmeda.</i>	90
Tabla 17. <i>Resumen de resultados de Proctor Modificado</i>	91
Tabla 18. <i>CBR (Muestra 1)</i>	92
Tabla 19. <i>Resumen de resultados CBR (Muestra 1)</i>	93
Tabla 20. <i>CBR (Muestra 2)</i>	94
Tabla 21. <i>Resumen de resultados CBR (Muestra 2)</i>	95
Tabla 22. <i>Gráfica CBR/DENSIDAD SECA (Muestra 2)</i>	96
Tabla 23. <i>CBR (Muestra 3)</i>	96
Tabla 24. <i>Resumen de resultados CBR (Muestra 3)</i>	97
Tabla 25 <i>Alternativas de rehabilitación de la vía.</i> ^[OBJ]	100
Tabla 26. <i>Factores de importancia utilizados</i>	100
Tabla 27 <i>Resultados de la Evaluación de alternativas. Fuente: Elaboración propia.</i>	101

Tabla 28 <i>Periodo de diseño recomendado (AASHTO)</i>	103
Tabla 29. <i>Periodo de diseño recomendado</i>	104
Tabla 30 <i>Resumen de conteo de Tráfico</i>	104
Tabla 31. <i>Resultado de Factor diario</i>	106
Tabla 32. <i>Factores mensuales</i>	106
Tabla 33. <i>Resultado del Tráfico Promedio Diario Anual.</i>	107
Tabla 34. <i>Valores de tasa de crecimiento vehicular</i>	108
Tabla 35. <i>Proyección del TPDA para 15 años</i>	109
Tabla 36. <i>Resumen de Resultados proyección vehicular</i>	110
Tabla 37 Cantidad de vehículos según tipo FHWA.....	111
Tabla 38 Niveles de Confiabilidad (R)	114
Tabla 39 Niveles de serviciabilidad	114
Tabla 40 Tiempo estimado de evacuación del agua.....	115
Tabla 41 Tiempo en que pavimento está expuesto a humedad.....	115
Tabla 42 Desviación normal estándar (ZR)	116
Tabla 43 Desviación estándar del sistema.....	116
Tabla 44 Datos iniciales para el diseño.....	122
Tabla 45. Matriz de Causa - Efecto.....	134
Tabla 46. Rango de calificación de Impacto Ambiental	136
Tabla 47. Colores para la valoración de Impacto Ambiental	136
Tabla 48. Valoración de Impactos Ambientales	137
Tabla 49 Requisitos Emulsiones Asfálticas Cationicas	153
Tabla 50 Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	159
Tabla 51 Requerimientos de Calidad del Material Termoplástico (AASHTO M-249).....	161
Tabla 52 Gradación de Micro-esferas de Vidrio.....	162
Tabla Requerimientos de Calidad del Material Termoplástico (AASHTO M-249).....	164
Tabla Gradación de Micro-esferas de Vidrio.....	164
Tabla . <i>Resumen de rubros y precios unitarios</i>	172
Tabla . <i>Cantidades de obra del proyecto</i>	173

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Plano de Planta General

PLANO 2 Perfil Longitudinal de la Vía

PLANO 3 Secciones Transversales de la Vía

Capítulo 1

1.1 Introducción

La infraestructura vial representa uno de los pilares fundamentales para el desarrollo integral de un país, ya que su función trasciende la simple conexión entre puntos geográficos y se convierte en un motor esencial para la movilidad de personas, el intercambio comercial, la integración territorial y el acceso a servicios básicos, elementos clave para mejorar la calidad de vida y fomentar el crecimiento económico sostenible (Villegas et al., 2022). En este sentido, la adecuada planificación, diseño, construcción y mantenimiento de la red vial son actividades prioritarias para garantizar la funcionalidad y durabilidad de estas vías.

En Ecuador, la red vial presenta una estructura jerárquica conformada por vías primarias, secundarias y terciarias, cada una con funciones específicas dentro del sistema de transporte nacional. Las vías primarias conectan ciudades principales, zonas estratégicas como puertos, fronteras y centros económicos, mientras que las vías secundarias enlazan zonas productivas y cabeceras cantonales con estas arterias principales (AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 1993a). Finalmente, las vías terciarias o rurales tienen la función vital de conectar comunidades aisladas, zonas agrícolas y territorios con baja densidad poblacional, que muchas veces se enfrentan a dificultades significativas para mantener su accesibilidad, afectando directamente el bienestar de sus habitantes (Zambrano Mesa et al., 2020).

El diseño y la clasificación de estas vías también responden a las características geográficas y topográficas del terreno. En particular, la red vial en la Costa ecuatoriana, donde se ubica el área objeto de estudio, se caracteriza por terrenos ondulados a planos, con pendientes que oscilan entre el 0% y 6%, lo que influye de manera directa en las consideraciones técnicas para el diseño y rehabilitación de pavimentos

La rehabilitación vial se posiciona entonces como una intervención técnica indispensable para restaurar la funcionalidad y extender la vida útil de las infraestructuras viales existentes. Esta comprende un conjunto de acciones dirigidas a mejorar las condiciones estructurales y funcionales de las vías, tales como el reciclaje de pavimentos deteriorados, la reposición o estabilización de materiales, y el uso de técnicas avanzadas como las emulsiones asfálticas (Alkins et al., 2008).

La rehabilitación con emulsión asfáltica en particular destaca por ser una solución sostenible, económica y eficiente, que permite reutilizar materiales existentes, reducir el consumo de recursos naturales y minimizar el impacto ambiental asociado a la construcción vial (Chou & Lee, 2015). En el contexto latinoamericano, y específicamente en Ecuador, el uso de emulsiones asfálticas para la rehabilitación vial ha mostrado resultados positivos en términos de durabilidad y costos. Estudios realizados en países con condiciones climáticas y de suelo similares han demostrado que la aplicación de mezclas con emulsión asfáltica, incluyendo materiales reciclados como caucho o asfalto reclamado, contribuyen a mejorar la resistencia mecánica del pavimento y su comportamiento frente a cargas repetidas (Cardoza-Zambrano et al., 2019)

Estos avances técnicos permiten diseñar soluciones adaptadas a las características específicas de vías rurales y secundarias, especialmente en zonas de la costa, donde la combinación de factores ambientales y de tránsito requiere materiales con alta capacidad de respuesta y bajo mantenimiento (Cardoza-Zambrano et al., 2019). Además, la aplicación de emulsiones asfálticas presenta beneficios ambientales importantes, tales como la reducción del consumo energético y las emisiones de gases contaminantes durante la rehabilitación, al reutilizar los materiales existentes in situ, lo cual es especialmente relevante en el marco de una gestión sostenible de la infraestructura vial (Chou & Lee, 2015).

En Ecuador, el estado actual de la red vial demanda intervenciones inmediatas en muchos tramos, particularmente en vías terciarias y de acceso a comunidades rurales, donde el deterioro afecta severamente la conectividad y el desarrollo social. El diseño de proyectos de rehabilitación que incorporen técnicas como el uso de emulsiones asfálticas contribuye a optimizar los recursos disponibles, mejorar las condiciones de tránsito y fortalecer el desarrollo territorial (Zambrano Mesa et al., 2020).

La aplicación de estos métodos requiere, sin embargo, un análisis riguroso que considere las características específicas del pavimento, el clima, la topografía y el tránsito esperado, garantizando así la viabilidad técnica y económica del proyecto.

En este marco, la presente investigación se centra en el diseño de rehabilitación vial con emulsión asfáltica en el acceso a El Mate, cantón Daule, Guayas, una vía de aproximadamente 1.7 km ubicada en la zona costera con características de terreno ondulado a plano. Este estudio pretende aportar una solución técnica sostenible y eficiente que permita restaurar la funcionalidad del tramo vial, prolongar su vida útil y mejorar las condiciones de movilidad para la población local, alineándose con las mejores prácticas internacionales y con las necesidades específicas del contexto ecuatoriano.

En resumen, la rehabilitación vial mediante emulsión asfáltica constituye una alternativa técnica viable y necesaria para enfrentar los desafíos actuales de la red vial en Ecuador, que combina aspectos económicos, sociales y ambientales, y que se encuentra respaldada por investigaciones y aplicaciones exitosas en países con características.

1.2 Antecedentes

La red vial provincial administrada por el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas abarca una longitud total de 6,419.57 km, de los cuales únicamente 1.52 km corresponden a pavimento rígido y 726.65 km a pavimento flexible, siendo el 84% de estos últimos tramos concesionados. En contraste, cerca del 88.66% de la red está constituida por vías no pavimentadas, conformadas por 5,095.17 km con superficie de lastre y 596.24 km en superficie de tierra, lo que evidencia una significativa brecha en cobertura de infraestructura vial básica y una alta demanda de soluciones sostenibles de mejoramiento estructural.

El diagnóstico funcional de esta red revela que apenas un 22% se encuentra en buen estado, mientras que el 66% presenta condiciones regulares y un 12% está en mal estado. Esta situación afecta la movilidad rural, encarece los costos de operación vehicular y limita la integración productiva y social del territorio provincial. En este contexto, las intervenciones tradicionales en vías sin pavimentar, como el uso de material granular de préstamo, han resultado de corta duración, generando un ciclo recurrente de deterioro, mantenimiento reactivo y altos costos acumulativos, sin lograr una mejora sostenible en la estructura de la vía.

Dentro de las soluciones propuestas en los últimos años, el uso de emulsiones asfálticas ha ganado relevancia en la rehabilitación de carreteras, al ofrecer ventajas como reducción en el consumo de materiales vírgenes, disminución de costos de transporte, ahorro energético y menores emisiones contaminantes, lo cual se traduce en beneficios ambientales y económicos (Aurangzeb & Al-Qadi, 2014).

El reciclaje in situ con emulsión asfáltica permite reutilizar los materiales existentes del pavimento deteriorado, evitando la necesidad de transportar grandes volúmenes de nuevos agregados y asfalto, lo que reduce significativamente los costos logísticos de los proyectos viales

(Copeland, 2011) . Además, estas técnicas de rehabilitación permiten extender la vida útil de las vías existentes, adaptándose a las condiciones específicas de tránsito, clima y suelo de cada región (Cardoza-Zambrano et al., 2019).

La aplicación de estas metodologías ha sido documentada en diversos estudios internacionales y locales, consolidando su viabilidad técnica como una solución sostenible para mejorar la red vial, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso donde las técnicas tradicionales resultan económicamente inviables (AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 1993a).

1.3 Descripción del Problema

La vía de acceso al recinto El Mate, ubicada en la parroquia Santa Lucía, cantón Daule, tiene una longitud de 1.7 km y un ancho de calzada de 7 metros, siendo esta una vía de tipo IV. Actualmente presenta condiciones deficientes con baches, deformaciones, hundimientos. El mal estado de la vía genera un impacto negativo para la comunidad, dificulta el transporte de productos agrícolas y mercaderías, obstaculiza el desarrollo económico de los buses zona, incrementa el riesgo de accidentes de tránsito, se produce un deterioro de los vehículos y, entre otros.

Aunque actualmente se realiza mantenimiento correctivo mediante bacheo con mezcla asfáltica, esta solución no resulta sostenible ni efectiva a largo plazo, ya que el problema persiste. Por esta razón, se propone llevar a cabo un estudio integral de la vía con el objetivo de plantear una solución técnica que sea sostenible y permita extender la vida útil de la infraestructura existente.

Este proyecto se realiza con el apoyo de la Prefectura del Guayas, institución interesada en mejorar la conectividad vial de las zonas rurales mediante soluciones técnicas que sean sostenibles y de bajo costo. Se plantea su rehabilitación mediante una solución estructural que incluya

pavimentación, siendo clave mejorar el comportamiento de los materiales existentes mediante técnicas de estabilización. Como alternativa técnica, se propone la estabilización con emulsión asfáltica para optimizar la resistencia estructural del paquete inferior, asegurar una adecuada transferencia de cargas y prolongar la vida útil de la vía.

El principal reto es determinar los espesores óptimos y validar el desempeño del material tratado según el tipo de suelo, tránsito y condiciones locales. Este proyecto busca evaluar y optimizar el material mediante estabilización con emulsión asfáltica, integrándolo al diseño del pavimento y aportando soluciones sostenibles y replicables para la red vial provincial.

1.4 Justificación del Problema

La vía de acceso al recinto El Mate forma parte del cantón Daule, el cual ha experimentado un notable crecimiento poblacional en los últimos años. De acuerdo con el censo realizado en el año 2022 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el cantón Daule cuenta con una población de 222.446 habitantes (NEC, 2018).

La infraestructura vial en Ecuador se ve afectada negativamente por las condiciones climáticas propias del clima tropical. Se presentan épocas de invierno con lluvias intensas que, en conjunto con el tráfico pesado, provocan el deterioro acelerado de las vías. Entre los daños más comunes se encuentran hundimientos, baches, ahuellamientos de la carpeta asfáltica y otras afectaciones que representan un riesgo constante para la comunidad.

El diseño de rehabilitación con estabilización de materiales granulares mediante emulsión asfáltica surge como una alternativa innovadora y ambientalmente responsable. Esta técnica permite reducir el uso de materiales tradicionales, aprovechando la estructura existente de la vía y reemplazando parte del asfalto convencional por emulsión asfáltica.

La rehabilitación de esta vía de acceso contribuirá significativamente al fortalecimiento de la conectividad entre las zonas rurales y urbanas, facilitando la movilidad y promoviendo el intercambio comercial, social, económico y cultural, lo que impactará positivamente en el desarrollo local y regional.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar una solución estructural de rehabilitación para la vía de acceso al recinto El Mate, en el cantón Daule, mediante la estabilización de materiales granulares con emulsión asfáltica, proporcionando una base técnica adecuada para la futura pavimentación y contribuyendo a la sostenibilidad de la red vial provincial del Guayas.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la calidad de los materiales existentes mediante ensayos de laboratorio, con el fin que se determine su aptitud en el proceso de estabilización con emulsión asfáltica.
2. Determinar el porcentaje óptimo de emulsión asfáltica mediante pruebas de laboratorio como el ensayo Marshall, con el propósito de que se garantice un buen desempeño estructural del material estabilizado.
3. Diseñar la estructura de pavimento considerando las propiedades mejoradas del material estabilizado, a fin de que se garantice su capacidad estructural frente al tránsito previsto en la vía.
4. Elaborar el presupuesto referencial de la solución propuesta basado en los costos unitarios de materiales y procesos de estabilización, con el fin de que se estime una inversión necesaria en la ejecución del proyecto.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Tipos de Vías

Para el diseño de vías se relaciona el aforo de tránsito proyectado con el tipo de vía que pueda satisfacer las necesidades de la comunidad. De acuerdo con el Reglamento Ley Sistema Infraestructural Vial del Transporte terrestre las vías se pueden clasificar en los siguientes:

Por su diseño en: autopistas, autovías, vías rápidas, carreteras, caminos vecinales, urbanas y también por su Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) (NEC, 2018).

Tabla 1. *Clasificación Tipo de vías en base al TPDA*

Tipo de vía	TPDA inicial.
Carretera RI, RII	>8000 Vehículos
CARRETERA CLASE I	3000 < Vehículos < 8000
CARRETERA CLASE II	1000 < Vehículos < 3000
CARRETERA CLASE III	300 < Vehículos < 1000
CARRETERA CLASE IV	100 < Vehículos < 300

Nota. Fuente: NEC-2018

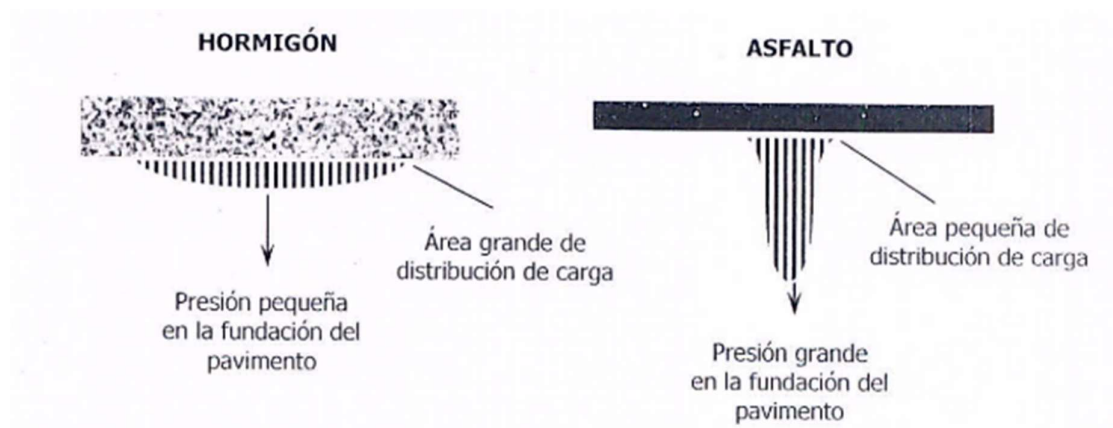
En base al TPDA que se obtuvo y la Tabla de clasificación de vías, podemos definir la vía de acceso a El Mate como una Carretera CLASE IV.

2.1.2 Pavimento flexible y Rígido

Los pavimentos se dividen en rígidos y flexibles dependiendo de sus capas y de la forma en la que sus cargas se transmiten a la subrasante. El pavimento rígido soporta la mayor distribución de cargas en la losa de hormigón dando como resultado tensiones bajas en la subrasante. Los pavimentos flexibles mediante sus capas distribuyen las fuerzas hasta que llegue a un nivel aceptable a la subrasante ya que es un sistema de varias capas, siendo la capa de asfalto la de mayor calidad. (Ver Figura 1).

Para la inspección del índice de condición de pavimento flexible las fallas que se pueden encontrar son: piel de cocodrilo, fisura de bloque, fisura en arco, fisura transversal, fisura longitudinal, fisura de esquina, fisura de borde, desnivel de carril - berma, ahuellamiento, abultamiento, hundimiento, depresión, desplazamiento, corrugación, bache, peladura, exudación, parchado, entre otras (ASTM D6433-03, n.d.).

Figura 1. Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.



Nota. Fuente: AASHTO 93

2.1.3 Pavimento reciclado

El material de la capa asfáltica y base de la vía se pueden reutilizar y estabilizar para elaborar una composición de mezcla asfáltica y emulsión, proporcionando cohesión, permeabilidad, flexibilidad a la mezcla y así aumentando la resistencia mecánica soportando la aplicación de cargas (estabilidad) sin deformarse de forma excesiva o fatigarse (fluencia). El uso de material granular reciclado permite reducir los gastos de material y transporte (Maylle Paima & Avila Tarma, 2023).

La carpeta asfáltica es triturada mecánicamente, en este proceso se pierden en gran medida sus propiedades iniciales y probablemente haya cumplido con su tiempo de vida útil. Sin embargo, este material es mezclado y estabilizado con emulsión, se coloca con ligante asfáltico como nueva capa (Leiva Villacorta, 2018).

2.1.4 Emulsión Asfáltica

La mezcla de emulsión asfáltica y pavimento se basa en el estudio de Marshall donde se determina la deformación de la muestra a la carga aplicada, contenido de humedad óptimo, resistencia al esfuerzo, porosidad, para posteriormente obtener un diseño resistente, flexible y duradero. Las capas de baja calidad recicladas al ser estabilizadas permiten obtener una capa a nivel estructural que sea adecuada para la capacidad de carga demandada.

2.1.5 Método de Marshall modificado

La muestra de agregados se pasa por el tamiz 1 ½" y se preparan especímenes estándar de 64mm de altura y 102 mm de diámetro, siguiendo la norma técnica de la AASHTO T 245 y ASTM D1559, posteriormente se compactará con 50 golpes de cada lado con el martillo estándar de caída libre 18" y de 10 lb. Se evalúa la estabilidad-flujo que mide la resistencia a deformarse bajo la carga para poder obtener las propiedades mecánicas de la muestra. También se evalúa la relación densidad-vacíos de los especímenes compactados (Instituto del Asfalto, 1997).

2.1.6 Diseño con Método AASHTO 93

El método AASHTO considera variables como el tránsito acumulado proyectado en Ejes Simples Equivalentes de 18 kip (ESALs), la capacidad de soporte de la subrasante (CBR o R-Value), el nivel de confiabilidad, la desviación estándar (S_o), y la pérdida permisible de condición de servicio (ΔPSI) (Huang, 2004). Estos parámetros, junto con los coeficientes estructurales de cada material (a_1 , a_2 , a_3), permiten calcular el Número Estructural (SN), necesario para asegurar el desempeño del pavimento durante el período de diseño (AASHTO (American Association of State Highway

and Transportation Officials), 1993a). La ecuación general que integra estos factores es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{1.5}{1094}} - 2.32 \log_{10}(MR) + 8.07 \quad (2.1)$$

En proyectos de rehabilitación, como el presente, es fundamental evaluar la capacidad estructural residual del pavimento existente mediante ensayos de deflexión, como la viga Benkelman, para determinar los espesores adicionales (AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 1993b). La utilización de materiales estabilizados con emulsión asfáltica permite mejorar las propiedades mecánicas de las capas recicladas, incrementando su módulo resiliente (MR) y su coeficiente estructural (a_2), optimizando el diseño y extendiendo la vida útil del pavimento (Huang, 2004).

2.1.7 TPDA

El TPDA corresponde al promedio diario de vehículos que circulan por una vía durante un año completo, y constituye uno de los principales datos de entrada para el diseño vial (Pedro Ortega). Su cálculo parte de aforos vehiculares clasificados realizados en campo durante varios días, considerando diferentes horarios de operación (Municipalidad de Guayaquil).

Los volúmenes observados se ajustan mediante factores de corrección que toman en cuenta variaciones semanales, estacionales y propias del sector estudiado. Posteriormente, el TPDA se proyecta al periodo de diseño aplicando tasas de crecimiento vehicular, lo que permite estimar el volumen de tránsito futuro que será transformado a ejes equivalentes (ESALs) para el diseño estructural del pavimento (Pedro Ortega; Municipalidad de Guayaquil).

2.1.8 PCI

El Pavement Condition Index (PCI) es un indicador numérico entre 0 y 100, utilizado para evaluar el estado superficial de los pavimentos mediante inspección visual de deterioros como fisuras, baches y desprendimiento de agregados (ASTM D6433-03, n.d.). Su cálculo se basa en la identificación, clasificación y cuantificación de los daños dentro de unidades de muestra previamente definidas.

La aplicación de esta metodología, siguiendo la norma ASTM D6433, ha sido implementada en estudios realizados en Ecuador, permitiendo el registro de fallas superficiales, su clasificación por severidad y el cálculo de los deduct values correspondientes (Solis, 2020). Adicionalmente, el PCI puede complementarse con mediciones estructurales como las deflexiones de viga Benkelman para una mejor definición de las intervenciones de mantenimiento necesarias (Sánchez et al., 2024).

El PCI constituye una herramienta clave para planificar intervenciones viales, permitiendo priorizar recursos según el nivel de deterioro identificado (ASTM D6433-03, n.d.).

2.2 Área de estudio

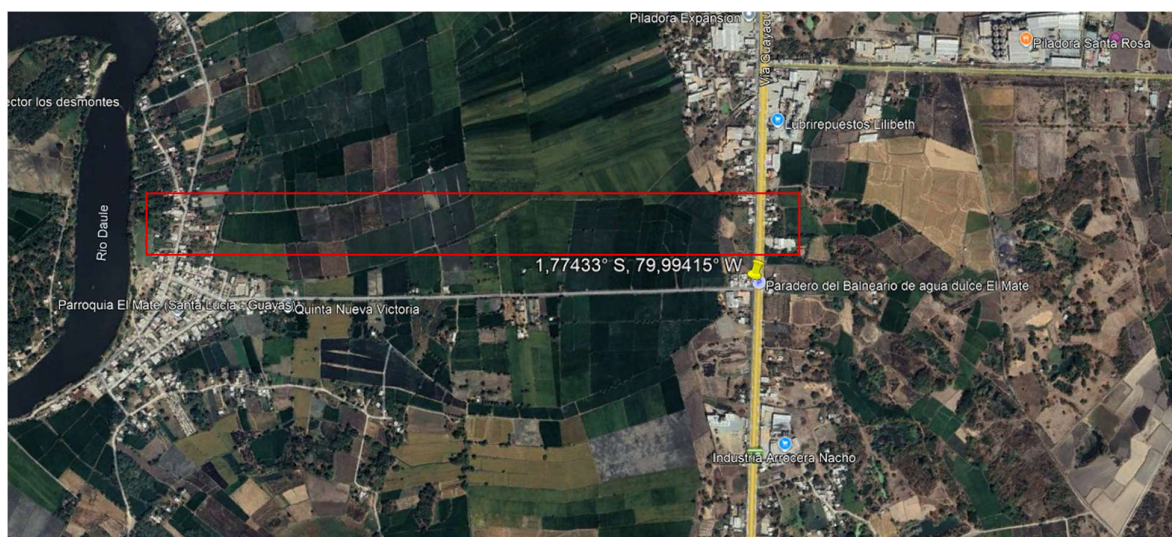
2.2.1 Ubicación geográfica

La vía para rehabilitar se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, cantón Daule, parroquia El Laurel, recinto El Mate. Con una Longitud de 1.7 km de vía. Sus coordenadas UTM se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. *Coordenadas UTM de la vía de acceso a El Mate*

Coordenadas	
Zona	17 M
Este	611877.22 m E
Sur	9803843.46 m

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 2. *Mapa georreferenciado de la vía de acceso a El Mate.*

Nota. Fuente: Google Earth

2.2.2 Descripción física o técnica del sitio

El cantón Daule tienen un régimen pluvial tropical semihúmedo típico de la región costa del Ecuador, durante todo el año tiene una temperatura cálida que varía de 25 a 35 grados Celsius y sus temporadas son verano e invierno, la época de invierno es la más lluviosa y esta se extiende de

diciembre a mayo, en esos meses la vía sufre más daños ya que el agua daña la carpeta asfáltica existente (Pourrut & Gómez, 1995).

Esta vía tiene un tránsito vehicular medio y es una carretera de clase IV. Este acceso vial beneficia mayormente a los agricultores y a la comunidad del Mate, ya que en casi todo el tramo de la vía existen cultivos de arroz. Se observó que el nivel freático está a los 1.20 metros de profundidad.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Inspección en sitio

Para la primera visita se inspeccionó de forma visual y se entrevistó a las personas de la comunidad. Se inició el recorrido en la intercepción de la vía Santa Lucía- Recinto el Mate.

Se verificó las dimensiones de la vía de ancho y longitud, se cuenta con dos carriles de 3.65 m cada uno, una berma de aproximadamente 80 cm con vegetación a los costados. Los taludes de la vía se encuentran en buen estado, la subrasante diseñada originalmente fue de relleno, la actividad comerciante que predomina en toda la vía es sembríos de arroz.

Figura 3. *Punto de inicio del tramo de acceso a El Mate.*



Nota. Fuente: Fotografía tomada in-situ (2025)

Se observaron baches de profundidad que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios que utilizan esta vía, por lo que los baches fueron tapados con piedras como solución emergente. También se observaron varias fallas en la capa de rodadura como piel de cocodrilo, hundimientos, baches, peladura, descascaramiento, exudación y algunas otras.

Para esta primera inspección que recorrió toda la vía y se socializó con la comunidad para saber las necesidades a satisfacer, los moradores del sector dieron a conocer que el problema de la carretera se presenta todos los inviernos, que si se han llevado mantenimientos de bache pero que el problema sigue existiendo todos los años.

En las figuras 4,5,6 y 7 se pueden observar algunas fotos de la vía en mal estado.

Figura 4. *Estado actual de la vía baches tapados con piedras.*



Nota. Fuente: Fotografía tomada in- situ (2025)

Figura 5. *Presencia de “Baches profundos en medio de la vía.*



Nota. Fuente: Figura tomada in situ (2025)

Figura 6. *Presencia de “baches, hundimientos”.*



Nota. Fuente: Figura tomada in situ (2025)

Figura 7. *Presencia de “Piel de cocodrilo y baches”.*



Nota. Fuente: Figura tomada in situ (2025)

2.3.2 TPDA – Aforo vehicular

Para la rehabilitación de la vía es necesario actualizar el flujo vehicular que ha cambiado desde que la vía fue construida, el tráfico actual permite determinar qué tan conveniente es la rehabilitación y el volumen al que estará expuesta la vía. Para la ingeniería de tránsito existen diferentes metodologías para el conteo de tráfico, entre estas: conteo manual in-situ, conteo automático, encuesta origen-destino (Monetti et al., 2018).

Para la caracterización de tráfico en este proyecto se realizó conteo manual durante 3 días, 6 horas seguidas cada día, con el formato definido por el MTOP.

Figura 8. Formato para conteo del Aforo Vehicular.

CONTEO DE TRÁFICO													
ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA DE ACCESO AL RECINTO EL MATE, PARROQUIA EL LAUREL, DAULE, GUAYAS													
PROYECTO:													
UBICACIÓN:		EL MATE											
ESTACIÓN:													
FECHA:		DÍA DE LA SEMANA:											
		DIRECCIÓN DEL TRÁFICO:											
Hora	LIVIANOS			CAMIONES									SUMA
	Automóviles	Camionetas	Buses	2D	3A	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3		
8:00 - 9:00													
9:00 - 10:00													
10:00 - 11:00													
11:00 - 12:00													
12:00 - 13:00													
13:00 - 14:00													

Nota. Fuente: Nomenclatura vehicular definida por el MTOP

Figura 9. *Conteo de aforo vehicular Punto 1.*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (Viteri, 2025)*

Figura 10. *Conteo de Aforo vehicular Punto 2*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (Alvarez, 2025)*

Para el cálculo de TPDA se utilizarán las siguientes ecuaciones.

Cálculo de Tráfico Promedio Diario:

$$TPD = \frac{\#TOTAL\ DE\ VEHÍCULOS}{\# DE\ DÍAS\ DE\ CONTEO} \quad (2.2)$$

Cálculo de Tráfico Promedio Diario Semanal:

$$TPDS = \frac{5}{7} \cdot \Sigma \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \cdot \Sigma \frac{De}{m} \quad (2.3)$$

Donde:

Dn : Días entre semana (lunes - viernes)

De: Días fin de semana (sábado y domingo)

m: cantidad de días

Cálculo de Tráfico Promedio Diario Anual:

$$TPDA = TPDS \cdot Fm \cdot Fd \quad (2.4)$$

$$Fd = \frac{TPDS}{TD} \quad (2.5)$$

Donde:

Fm : Factor mensual

Fd: Factor diario

Tabla 3. *Factores mensuales*

Factor mensual	
Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974

Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0953
Diciembre	0.878

Nota. Fuente: MTOP

Tráfico desarrollado:

$$Td = T.P.D.A. actual * 5 \% \quad (2.7)$$

Tráfico generado:

$$Tg = T.P.D.A. actual * 25 \% \quad (2.8)$$

Tráfico asignado:

$$Ta = T.P.D.A. actual + T. desarrollado + T. generado \quad (2.9)$$

Tráfico a Futuro

$$tp = t_a * (1 + i)^n \quad (2.10)$$

Ta : Tráfico actual (TPDA)

n: años de servicio a futuro del pavimento

i: Tasa de crecimiento vehicular

tp: Tráfico proyectado

Figura 11. Valores de tasa de crecimiento vehicular

Año		TRAFICO FUTURO							
		TIPO DE VEHICULOS							
	n	Crec. %	Livianos	Crec. %	Buses	Crec. %	Pesados	Crec. %	Extrapesados
2017		3,75	307	1,99	44	2,24	152	2,24	4
2018	1	3,75	318,51	1,99	44,88	2,24	155,40	2,24	4,09
2019	2	3,75	330,46	1,99	45,77	2,24	158,89	2,24	4,18
2020	3	3,37	341,59	1,80	46,59	2,02	162,10	2,02	4,27
2021	4	3,37	353,10	1,80	47,43	2,02	165,37	2,02	4,35
2022	5	3,37	365,00	1,80	48,28	2,02	168,71	2,02	4,44
2023	6	3,37	377,31	1,80	49,15	2,02	172,12	2,02	4,53
2024	7	3,37	390,02	1,80	50,04	2,02	175,59	2,02	4,62
2025	8	3,06	401,95	1,63	50,85	1,84	178,83	1,84	4,71
2026	9	3,06	414,25	1,63	51,68	1,84	182,12	1,84	4,79
2027	10	3,06	426,93	1,63	52,53	1,84	185,47	1,84	4,88
2028	11	3,06	439,99	1,63	53,38	1,84	188,88	1,84	4,97
2029	12	3,06	453,46	1,63	54,25	1,84	192,36	1,84	5,06
2030	13	3,06	467,33	1,63	55,14	1,84	195,89	1,84	5,16
2031	14	3,06	481,64	1,63	56,04	1,84	199,50	1,84	5,25
2032	15	3,06	496,37	1,63	56,95	1,84	203,17	1,84	5,35
2033	16	3,06	511,56	1,63	57,88	1,84	206,91	1,84	5,44
2034	17	3,06	527,22	1,63	58,82	1,84	210,72	1,84	5,55
2035	18	3,06	543,35	1,63	59,78	1,84	214,59	1,84	5,65
2036	19	3,06	559,98	1,63	60,75	1,84	218,54	1,84	5,75
2037	20	3,06	577,11	1,63	61,74	1,84	222,56	1,84	5,86
									870,00

Nota. Fuente: MTOP

2.3.3 Toma de muestra de Calicatas

Se tomó tres muestras de calicatas en diferentes ubicaciones de la vía. El trabajo fue realizado con una maquinaria mecánica comúnmente llamada gallineta. Todas las calicatas fueron de 1 metro de profundidad y de 80 cm de ancho, con el fin de poder observar la estructura de las capas existentes. Sin embargo, para el muestreo de laboratorio se utilizó los primeros 20 cm de cada calicata, ya que eran las de interés para el ensayo Proctor y CBR.

Se utilizó todo el equipo de protección personal, es decir, botas de punta de acero, chaleco reflectivo y casco para cumplir con la normativa de seguridad correspondiente.

La primera calicata fue en el punto 0+500 m en el eje de la vía, en la figura 13 se puede apreciar notoriamente cada una de las capas existentes, estas son, carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante.

Figura 12. *Primera calicata realizada.*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (Viteri, 2025)*

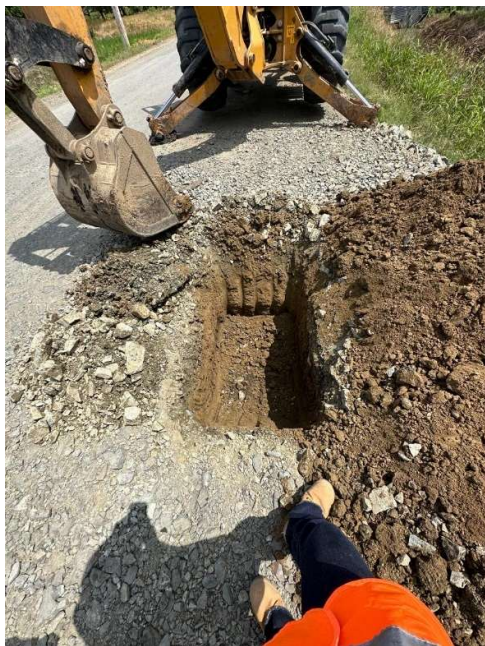
Figura 13. *Estratigrafía de la primera calicata*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (2025)*

La segunda calicata fue en el punto 0+800 m y se realizó en el lado derecho de la vía a 1 m desde el eje de esta. La tercera calicata fue en el punto 1+100 en el lado izquierdo de la vía, a una distancia de 1 m desde el eje. Cada calicata fue correctamente cerrada inmediatamente después de la obtención de la muestra, con el fin de no obstaculizar el paso de los usuarios. En total se obtuvieron 2 sacos de 50 kg por cada calicata, en total 6 sacos para muestreo.

Figura 14. *Segunda calicata realizada in-situ*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (2025)*

Figura 15. *Estratigrafía de la segunda calicata*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (Alvarez, 2025)*

Figura 16. *Tercera calicata realizada in-situ*



Nota. *Fuente: Figura tomada in situ (Viteri, 2025)*

Figura 17. *Recolección de material en sacos.*



Nota. Fuente: Figura tomada in situ (2025)

2.3.4 Estudios de laboratorio

2.3.4.1 Granulometría

El objetivo del ensayo de granulometría es poder conocer el porcentaje pasante por los tamices No. 4 y No. 200, junto con los coeficientes de curvatura y uniformidad. De esta forma se puede clasificar el material de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y al MOP2002 (MTOP)

Para la medida de uniformidad del suelo C_u , C_c , se toman los valores de graduación de la muestra D_{10} , D_{30} y D_{60} , que son los tamaños donde pasa el 10%, 30% y 60% de la muestra respectivamente. Estos valores se obtienen a partir de la curva granulométrica.

El procedimiento que se realizó fue el siguiente: Una vez llevado el material en sacos de 50 kg al laboratorio, se extendió la muestra al sol para que secara por completo y se desintegró las fracciones apelmazadas sin fracturar partículas enteras

Figura 18. *Secado de la muestra expuesta al sol.*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

A continuación, se dividió la muestra por el método de cuarteo y se tomó una muestra representativa de 5.7 kg

Figura 19. *Cuarteo y pesado de la muestra*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Álvarez, 2025)

Posteriormente se lavó la muestra hasta llegar a ver que el agua que sale por el tamiz No. 200 sea clara.

Figura 20. *Lavado de la muestra*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Viteri, 2025)

Se procedió a pesar la muestra y a secarla en el horno a 110 grados Celsius durante 24 horas, posteriormente se pesó la muestra seca antes del tamizado.

Figura 21. *Peso de la muestra*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Álvarez, 2025)

Se colocó el material en la tamizadora eléctrica durante 5 minutos y se pesó el material parcial que se retenía en cada tamiz. Posteriormente se armó una torre de tamices para el material fino desde el tamiz No. 4 hasta el tamiz No. 200, se utilizó la tamizadora eléctrica durante 3 minutos y se pesó el material retenido en cada tamiz. Los tamices utilizados para el material fueron:

Figura 22. *Tamices utilizados en el ensayo de granulometría*

# Tamiz	Abertura (mm)
3	75
2 1/2	63

2	50.8
1 1/2	38.1
1	25.4
3/4	19
1/2	12.5
3/8	9.5
4	4.75
8	2.38
16	1.19
30	0.6
50	0.297
100	0.15
200	0.075
Fondo	

Nota. *Fuente: Normativa ASTM D2487*

Figura 23. *Muestra colocada en la tamizadora de material grueso*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

Figura 24. *Muestra colocada en la tamizadora eléctrica de material fino*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Viteri, 2025)

Para los cálculos de granulometría se utilizarán las siguientes ecuaciones:

- Peso Total = Suma de los pesos retenidos en cada tamiz
- Compara el Peso Total con el peso antes de ser tamizado
- %Retenido en cada tamiz:

$$\%Retenido = \text{Peso} \frac{\text{Parcial}}{\text{Total}} * 100 \quad (2.11)$$

- %Retenido acumulado:

%Ret. Acumulad = Suma de los %Retenidos en los tamices de mayor tamaño

(2.12)

- %Pasante Acumulado:

$$\%Pasan. Acumulada = 100\% - \%Retenico Acumulado \quad (2.13)$$

Para la curva granulométrica, donde la abscisa es la abertura de la malla en escala logarítmica y la ordenada es el %Pasante Acumulado previamente calculado.

Para el Coeficiente de Uniformidad (Cu) y el Coeficiente de Curvatura (Cc), se utilizará las ecuaciones:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2.14)$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} \quad (2.15)$$

2.3.4.2 *Límites de Atterberg*

Preparación de la muestra

Una vez secado completamente el material al sol por 24 horas, se obtiene una muestra representativa de 1 kg mediante el método de cuarteo. Se procede a secar la muestra en el horno a 110 °C por 16 horas. Posteriormente se tamiza la muestra y se separan 200g del material pasante por el tamiz No. 40.

Figura 25. *Tamizado de la muestra seca*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Viteri, 2025)

Figura 26. *Material pasante por el tamiz No. 40 (200g)*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

Límite líquido (LL)

Se colocó en un mortero de porcelana una parte de la muestra, alrededor de 120 g y se agregó hasta 20 ml de agua gradualmente, se procede a mezclar con la espátula hasta obtener una mezcla homogénea y suave.

Figura 27. *Agregado de agua a la muestra*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

Posteriormente se utiliza la Copa de Casagrande, con una espátula se toma una porción de masa y se coloca en forma de luna en la Copa de Casagrande presionando el material hasta el fondo.

Figura 28. *Colocar la muestra en la Copa de Casagrande.*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Viteri, 2025)

Se trazó un canal con el ranurador, desde el borde más alto hasta el más bajo de la copa desde el centro, se pasa el ranurador 7 veces.

Figura 29. *Trazado de canal con el ranurador*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Viteri, 2025)

Se levantó y dejó caer la manivela que se encuentra a la derecha de la Copa de Casagrande a razón de 1.9 a 2.1 caídas por segundo, hasta que las dos mitades del canal se unen una longitud de 13 mm y se anota el número de golpes totales que se dieron hasta que el canal se uniera. Luego se marca con dos líneas horizontales la porción de suelo que se unió y se remueve con ayuda de la espátula.

Posteriormente se coloca en un recipiente, se anota el peso de la muestra, se anota el código y el peso del recipiente. Finalmente se llevan las muestras al horno de secado a 110 °C. Se

repitió el mismo proceso para cuatro muestras con distinta cantidad de golpes y distinto contenido de humedad.

Figura 30. *Golpes con la manivela.*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Viteri, 2025)

Límite Plástico (LP)

Para la determinación del límite plástico se tomó una porción de la muestra a una cantidad de humedad que permitiera que la consistencia manipulable sin que se pegara a las manos o a la placa de vidrio. Se tomó porciones de 2g aproximadamente y manipuló con ambas manos hasta tener una forma elipsoidal.

Cuanto alcanzó un diámetro de aproximadamente 3.2 mm sin que se agrietara, se rompió el hilo en 6 pedazos, se amaso y se repitió. Una vez que la muestra no pueda rolarse hasta 3.2mm de diámetro, es decir que aparezcan estrías en el hilo estará lista para que los rollos sean pesados y secados, el peso mínimo de la muestra es 6 gr. Se tomó nota del peso de la muestra, del código y del peso del recipiente.

Figura 31. *Hilos de 3.2 mm de diámetro de la muestra de suelo*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

Se colocó todos los recipientes en una sola bandeja y se llevó al horno de secado a 110 °C por 24 horas. Una vez que el espécimen alcanzó su masa seca se sacó el material del horno y se pesó en la misma balanza que se empleó inicialmente. Se Registró todos los valores y se realizó la curva.

2.3.4.3 Ensayo Proctor

El ensayo Proctor permite determinar la relación entre la humedad del suelo y su densidad seca máxima, con el fin de establecer condiciones óptimas de compactación. Este parámetro es esencial para garantizar la estabilidad estructural de las capas del pavimento, especialmente en la subrasante.

Una vez extraído el material, se transportó al laboratorio de suelos de la FICT, donde se procedió al secado al aire libre, esparciendo el suelo sobre una superficie limpia hasta que perdiera su humedad natural. Luego, el material fue tamizado a través del tamiz de 3/4" para remover partículas gruesas, y se realizó el cuarteo, dividiendo el suelo en ocho partes iguales para obtener muestras representativas.

En el caso de la calicata 1, se prepararon seis muestras de aproximadamente 5,7 kg cada una, de las cuales cuatro fueron seleccionadas para el ensayo Proctor estándar. A estas muestras se les añadió agua en cantidades de 450 g, 550 g, 650 g y 750 g, respectivamente, con el fin de obtener diferentes contenidos de humedad. Cada muestra húmeda fue mezclada homogéneamente y dividida en cinco capas iguales.

Figura 32. *Ensayo Proctor realizado en laboratorio*



Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Alvarez, 2025)

Figura 33. *Muestras separadas para una calicata.*



Fuente: Fotografía tomada en laboratorio. (2025)

Para cada muestra, se compactaron las cinco capas dentro del molde, aplicando 56 golpes por capa, distribuidos uniformemente con el pisón del equipo Proctor. Antes de la compactación,

se tomó una porción de cada mezcla húmeda y se colocó en el horno para determinar posteriormente el contenido de humedad exacto mediante el método gravimétrico.

Figura 34. *Muestras de cada mezcla húmeda para secar en el horno.*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

Una vez compactadas, las muestras fueron desmoldadas y pesadas, registrando los datos necesarios para el cálculo de la densidad húmeda y, con la humedad real, la densidad seca.

Finalmente, se graficó la curva humedad–densidad, identificando el punto máximo de la parábola, correspondiente a la humedad óptima (HO) y la densidad seca máxima (DMS) del material.

Figura 35. Molde compactado con 5 capas.



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (2025)

Este ensayo se repitió para las otras calicatas bajo el mismo procedimiento. Los valores obtenidos de HO y DMS son utilizados como referencia para los criterios de compactación en obra y para los ensayos posteriores como el CBR, asegurando condiciones representativas del terreno real.

2.3.4.4 CBR

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) es una prueba de laboratorio que permite medir la capacidad de un suelo compactado para resistir una carga aplicada, simulando las condiciones que enfrentaría en el campo cuando forma parte de la estructura de un pavimento. El resultado

obtenido, expresado en porcentaje, se compara con la resistencia estándar de un material de referencia, y es utilizado comúnmente para determinar la calidad de la subrasante y la necesidad de refuerzo mediante capas superiores.

Para realizar este ensayo, se emplea una muestra de suelo previamente clasificada y acondicionada al contenido de humedad óptima, el cual se determina mediante el ensayo Proctor. El material se compacta en un molde cilíndrico utilizando cinco capas de igual espesor. Cada capa es compactada con un número uniforme de golpes con un pisón metálico. Este proceso busca reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación que se esperan alcanzar en obra.

Luego de compactar el suelo, se acondiciona la muestra para el ensayo de remojo, se colocan filtros en la parte inferior y superior del suelo dentro del molde. Estos filtros permiten un adecuado drenaje y evitan la pérdida de partículas finas, el cual tiene como finalidad simular condiciones de saturación similares a las que ocurren en épocas de lluvia o en suelos con mal drenaje. Para ello, se sumerge el molde con la muestra durante un período de 96 horas, a una sobrecarga vertical que representa el peso de las capas superiores del pavimento. Durante este tiempo también se mide la expansión vertical del suelo para evaluar su comportamiento frente al agua.

Finalizado el periodo de remojo, se ensaya la muestra utilizando una prensa que aplica carga a un pistón metálico, el cual penetra verticalmente en el suelo a una velocidad constante. Durante esta penetración se registran las fuerzas necesarias para alcanzar profundidades estándar, y con esos datos se calcula el índice CBR, comparando la resistencia medida con los valores estándar de referencia.

El resultado obtenido puede representar dos condiciones: el CBR sin remojo, correspondiente a suelos ensayados en seco, y el CBR con remojo. Estos valores permiten estimar

el grado de soporte del terreno en distintas condiciones de humedad, y son utilizados como insumo en el diseño de pavimentos mediante el método AASHTO 1993. Junto con otros parámetros como la densidad seca y el contenido de humedad, el CBR proporciona información clave para definir el espesor necesario de las capas superiores en función del desempeño esperado del pavimento.

Figura 36. *Ensayo CBR en laboratorio*



Nota. Fuente: Fotografía tomada en el laboratorio (Álvarez, 2025)

2.3.4.5 Ensayo Marshall

El ensayo Marshall es un método de laboratorio tradicional para el diseño y control de calidad de mezclas asfálticas, que ha sido adaptado para el uso con emulsión asfáltica en rehabilitaciones de pavimentos. El ensayo consiste en compactar probetas cilíndricas en un molde estandarizado mediante una serie definida de golpes, que simula la compactación en campo. Posteriormente, las probetas son curadas y ensayadas en un equipo de carga que mide la estabilidad Marshall —máxima resistencia que alcanza la probeta antes de deformarse— y la fluencia —la deformación vertical que sufre hasta ese punto de falla (Huang, 2004).

En el proceso de laboratorio, primero se prepara la mezcla utilizando áridos seleccionados y emulsión asfáltica a la temperatura y proporción óptima. Esta mezcla es colocada en moldes cilíndricos y compactada en dos caras con 50 a 75 golpes por lado, según la normativa empleada. Una vez compactadas, las probetas se curan para eliminar la humedad y permitir el desarrollo de la cohesión entre el árido y la emulsión. Posteriormente, se sumergen en agua a temperatura controlada durante un tiempo determinado y luego se ensayan en la prensa Marshall para determinar su estabilidad y flujo (Huang, 2004).

La importancia del ensayo Marshall en proyectos de rehabilitación vial con emulsión asfáltica radica en que permite determinar las proporciones óptimas de emulsión y árido que garanticen una mezcla estable, duradera y con adecuada trabajabilidad. Asimismo, este método permite controlar la calidad en campo y prever el comportamiento del pavimento ante cargas repetidas y condiciones climáticas, asegurando que la rehabilitación proporcione una mejora en la capacidad estructural y prolongue la vida útil de la vía.

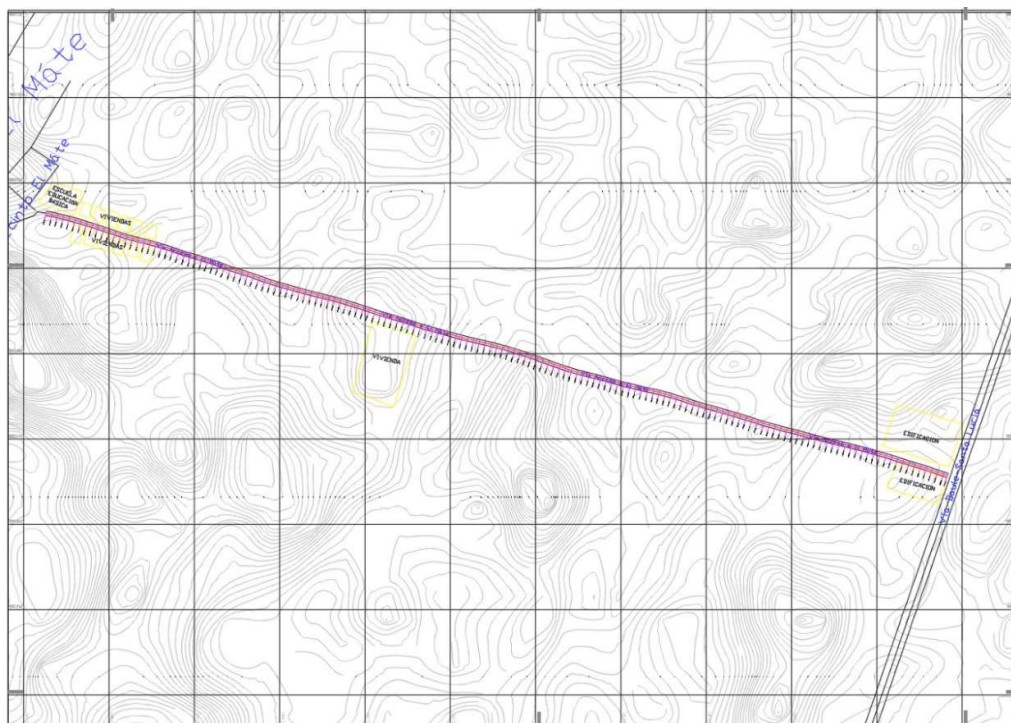
2.3.5 Levantamiento Topográfico

En proyectos de ingeniería civil, como la construcción o rehabilitación de vías, es muy importante contar con datos topográficos confiables, especialmente para conocer bien las alturas del terreno. Además de los métodos tradicionales, como el levantamiento con estación total o GPS, actualmente es posible aprovechar herramientas como Google Earth. Este programa utiliza imágenes satelitales y modelos del terreno que permiten obtener información del relieve y trazar la geometría de una carretera sin necesidad de estar en campo. Esto es útil en estudios preliminares, ya que facilita comprender las condiciones físicas del sitio, estimar las pendientes y ubicar el

alineamiento de la vía con rapidez y a bajo costo. Sin embargo, es importante considerar que la precisión depende del tipo de terreno, y que en zonas con mucha vegetación o cambios bruscos puede haber variaciones en la exactitud, debido a que la vía de acceso no hay cambios bruscos y es una vía sin curvas es posible utilizar este método (Sharma & Gupta, 2014).

Para el levantamiento topográfico de la vía de acceso a El Mate, se utilizó Google Earth Pro para trazar la geometría del eje vial a partir de imágenes satelitales. Mediante esta herramienta se obtuvo las coordenadas georreferenciadas a lo largo del recorrido, capturando puntos suficientes para describir correctamente el alineamiento horizontal y los cambios que presente la vía. Una vez definida la ruta completa, la información será importada a AutoCAD para generar un plano detallado que sirva como base en el desarrollo del proyecto. Esta representación inicial es clave para comprender las condiciones físicas del camino y permite continuar con las siguientes etapas del estudio, como el análisis del perfil longitudinal y el diseño geométrico del pavimento.

Figura 37. Levantamiento topográfico de la vía



Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

2.4 Análisis de datos

2.4.1 Resultado del Conteo de tráfico

Se observa en la Tabla 4 que la gran parte de vehículos que pasan por la vía de acceso son autos, camionetas, buses y camiones 2D.

Tabla 4. Conteo de Tráfico

RESULTADOS DEL CONTEO DE TRÁFICO			
PROYECTO:	DISEÑO DE LA VÍA DE ACCESO AL RECINTO EL MATE, DAULE, GUAYAS		
UBICACIÓN	EL MATE		
ESTACIÓN:	0+000	DÍA DE LA SEMANA:	Jueves

11:00 -	5	10	2	4	1	0	0	0	0	0	0	21
12:00												
12:00 -	8	6		5	0	0	0	0	0	0	0	19
13:00												
13:00 -	4	2		5	0	0	0	0	0	0	0	11
14:00												
TOTAL												99

ESTACIÓN:	0+000	DÍA DE LA SEMANA:	Sábado
FECHA:	14-Jun-25	DIRECCIÓN:	E48
			Santa
			Lucía -
			El Mate

Hora	LIVIANOS			CAMIONES									SUMA
	Automóviles	Camionetas	Buses	2D	3A	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3		
8:00 - 9:00	5	1		4	0	0	0		0	0	0	0	10
9:00 - 10:00	11	8	1	2	0	0	0		0	0	0	0	22
10:00 -	7	12			0	0	0		0	0	0	0	19
11:00													
11:00 -	12	7		3	0	0	0		0	0	0	0	22
12:00													
12:00 -	9	2	2		0	0	0		0	0	0	0	13
13:00													
13:00 -	16	2		1	0	0	0		0	0	0	0	19
14:00													
TOTAL													105

ESTACIÓN:	1+400	DÍA DE LA SEMANA:	Sábado
------------------	-------	--------------------------	--------

FECHA:		14-Jun-25			DIRECCIÓN:			El Mate-E48 Santa Lucía					
Hora	LIVIANOS			CAMIONES									SUMA
	Automóviles	Camionetas	Buses	2D	3A	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3		
8:00 - 9:00	2	1			0	0	0		0	0	0	0	3
9:00 - 10:00	5	6		1	0	0	0		0	0	0	0	12
10:00 -	14	10			0	0	0		0	0	0	0	24
11:00													
11:00 -	12	8			0	0	0		0	0	0	0	20
12:00													
12:00 -	9	9	1		0	0	0		0	0	0	0	19
13:00													
13:00 -	7	7	1		0	0	0		0	0	0	0	15
14:00													
TOTAL													93

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Tabla 5 se observa un resumen del conteo de tráfico:

Tabla 5. Resumen de conteo de Tráfico

FECHA	DÍA	LIVIANOS			CAMIONES								TOTAL
		AUTOS	CAMIONETAS	BUSES	2D	3A	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	
JUN 12	JUE	96	108	4	60	1	0	0	0	0	0	0	269
JUN 13	VIE	110	87	9	46	1	0	0	0	0	0	0	253
JUN 14	SAB	109	73	5	11	0	0	0	0	0	0	0	198

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

2.4.2 Resultados Ensayo Granulometría

A continuación, en las Tablas 5, 6, 7 se presentan los datos obtenidos de pesos retenidos de las 3 muestras:

Tabla 6. Datos de granulometría Muestra 1

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (Kg)
3"	75	0
2 ½"	63	0.000
2"	50.8	0.000
1 ½"	38.1	0.226
1"	25.4	0.614
¾"	19	0.618
½"	12.5	0.480
3/8"	9.5	0.140
Nº 4	4.75	0.280
Nº 8	2.38	0.641
Nº 16	1.19	0.494
Nº 30	0.6	0.292
Nº 50	0.297	0.272
Nº 100	0.15	0.621
Nº 200	0.075	0.327
Fondo		0.050

Total	5.055
-------	-------

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 7. Datos de granulometría Muestra 2

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (Kg)
3"	75	0
2 ½"	63	0.000
2"	50.8	0.390
1 ½"	38.1	0.216
1"	25.4	0.422
¾"	19	0.268
½"	12.5	0.452
3/8"	9.5	0.214
Nº 4	4.75	0.266
Nº 8	2.38	0.090
Nº 16	1.19	0.070
Nº 30	0.6	0.119
Nº 50	0.297	0.053
Nº 100	0.15	0.362
Nº 200	0.075	0.643
Fondo		0.141
Total		3.706

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 8. Datos granulometría Muestra 3.

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (Kg)
3"	75	0
2 ½"	63	0.518
2"	50.8	0.482
1 ½"	38.1	0.000
1"	25.4	1.330
¾"	19	0.534
½"	12.5	0.496
3/8"	9.5	0.234
Nº 4	4.75	0.360
Nº 8	2.38	0.183
Nº 16	1.19	0.103
Nº 30	0.6	0.640
Nº 50	0.297	0.605
Nº 100	0.15	0.101
Nº 200	0.075	0.460
Fondo		537.700
Total		543.745

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Una vez obtenidos los datos del peso retenido, se procedió calcular el porcentaje retenido con la ecuación 2.16:

$$\%Retenido = \frac{\text{Masa retenida en el tamiz}}{\text{Masa total seca de la muestra}} * 100 \quad (2.16)$$

Posteriormente se calcula el porcentaje Retenido Acumulado con la ecuación 2.17:

$$\%Retenido\ Acumulado = \%Retenido\ Acumulado_{i-1} + \%Retenido_i \quad (2.17)$$

También se obtiene el Porcentaje Pasante Acumulado con la ecuación 2.18:

$$\%Pasante\ Acumulado_i = 100 - \%Retenido\ Acumulado_i \quad (2.18)$$

Tabla 9. Resultados granulometría Muestra 1

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado
3"	75	0	0.00	0	100.00
2 ½"	63	0.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.000	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.1	0.226	4.47	4.47	95.53
1"	25.4	0.614	12.15	16.62	83.38
¾"	19	0.618	12.23	28.84	71.16
½"	12.5	0.480	9.50	38.34	61.66
3/8"	9.5	0.140	2.77	41.11	58.89
Nº 4	4.75	0.280	5.54	46.65	53.35
Nº 8	2.38	0.641	12.68	59.33	40.67

N° 16	1.19	0.494	9.77	69.10	30.90
N° 30	0.6	0.292	5.78	74.88	25.12
N° 50	0.297	0.272	5.38	80.26	19.74
N° 100	0.15	0.621	12.28	92.54	7.46
N° 200	0.075	0.327	6.47	99.01	0.99
Fondo		0.050	0.99	100.00	0
Total		5.055			

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 10. Resultados granulometría Muestra 2

# Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (Kg)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa Acumulado
3"	75	0	0.00	0	100.00
2 ½"	63	0.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.390	10.52	10.52	89.48
1 ½"	38.1	0.216	5.83	16.35	83.65
1"	25.4	0.422	11.39	27.74	72.26
¾"	19	0.268	7.23	34.97	65.03
½"	12.5	0.452	12.20	47.16	52.84
3/8"	9.5	0.214	5.77	52.94	47.06
N° 4	4.75	0.266	7.18	60.11	39.89
N° 8	2.38	0.090	2.43	62.55	37.45

N° 16	1.19	0.070	1.89	64.44	35.56
N° 30	0.6	0.119	3.21	67.65	32.35
N° 50	0.297	0.053	1.43	69.08	30.92
N° 100	0.15	0.362	9.77	78.85	21.15
N° 200	0.075	0.643	17.35	96.20	3.80
Fondo		0.141	3.80	100.00	0
Total		3.706			

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 11. Resultados granulometría Muestra 3

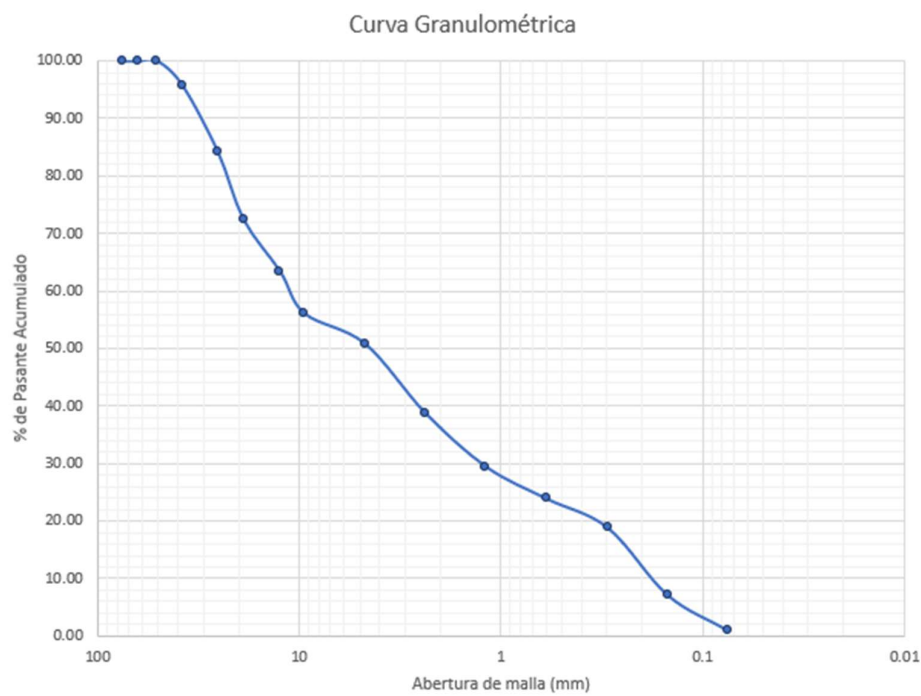
# Tamiz	Abertura	Peso	% Retenido	% Retenido	% Pasa
	(mm)	Retenido (Kg)		Acumulado	Acumulado
3"	75	0	0.00	0	100.00
2 ½"	63	0.518	0.10	0.10	99.90
2"	50.8	0.482	0.09	0.18	99.82
1 ½"	38.1	0.000	0.00	0.18	99.82
1"	25.4	1.330	0.24	0.43	99.57
¾"	19	0.534	0.10	0.53	99.47
½"	12.5	0.496	0.09	0.62	99.38
3/8"	9.5	0.234	0.04	0.66	99.34
N° 4	4.75	0.360	0.07	0.73	99.27
N° 8	2.38	0.183	0.03	0.76	99.24

N° 16	1.19	0.103	0.02	0.78	99.22
N° 30	0.6	0.640	0.12	0.90	99.10
N° 50	0.297	0.605	0.11	1.01	98.99
N° 100	0.15	0.101	0.02	1.03	98.97
N° 200	0.075	0.460	0.08	1.11	98.89
Fondo		537.700	98.89	100.00	0
Total		543.745			

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

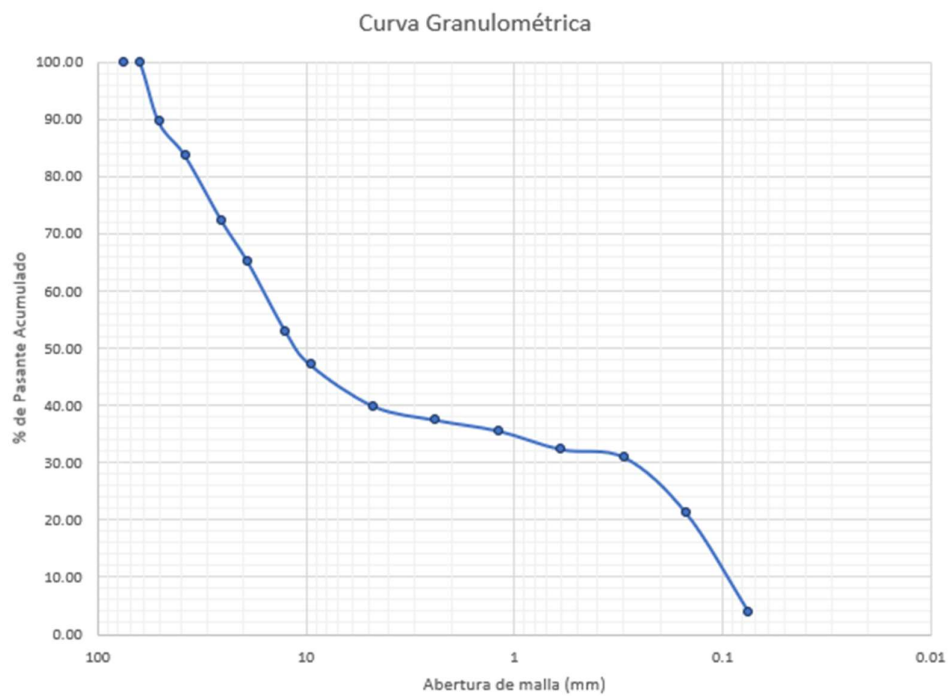
Posteriormente se calculará los coeficientes de uniformidad y curvatura, para conocer la medida de dispersión de tamaños y la forma de la curva. Se construyó una curva de distribución semilogarítmica, donde la abscisa es el diámetro de las partículas en mm y la ordenada es el porcentaje pasante en escala logarítmica. Los saltos en la curva indican posibles mezclas de agregados de grava y arena, también conocido como Grap-graded.

Figura 38. *Curva granulométrica Muestra 1*



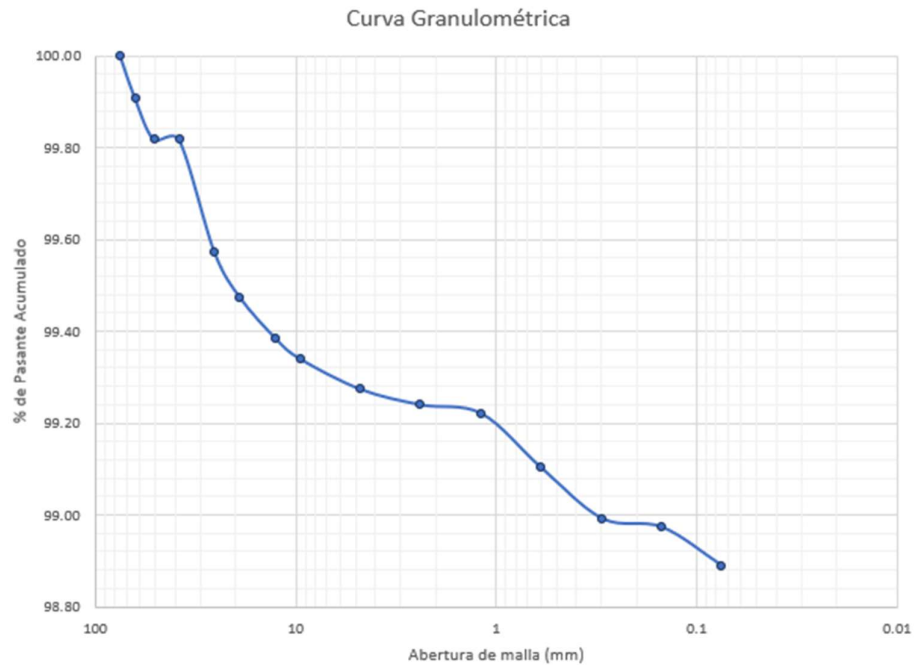
Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. *Curva granulométrica Muestra 2*



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Curva granulométrica Muestra 3



Nota. Fuente: Elaboración propia.

2.4.3 Resultados Ensayo Límites de Atterberg

Se obtuvieron los datos de Límites de Atterberg en el laboratorio de suelos de la Facultad de ingeniería en Ciencias de la Tierra, con el fin de conocer el comportamiento de los suelos finos en base a su contenido de humedad. También se obtuvo el Índice de Plasticidad (IP) con la ecuación:

$$IP = LL - LP \quad (2.19)$$

A continuación, en las Tablas 11, 12, 13 se presenta los datos obtenidos:

Tabla 12. *Límite Líquido y Plástico Muestra 1*

DATOS LÍMITE LÍQUIDO				
	1	2	3	4
ID recipiente	76	24	6	50
Recipiente + peso humedo (gr)	14.45	13.56	14.02	12.07
Recipiente + peso seco (gr)	12.6	11.8	12.2	10.5
Peso del recipiente (gr)	6.16	6.08	6.27	5.79
Peso del agua (gr)	1.85	1.76	1.82	1.57
Peso seco (gr)	6.44	5.72	5.93	4.71
# de golpes	34	27	23	16
Humedad (%)	28.727	30.769	30.691	33.333
DATOS LÍMITE PLÁSTICO				

	1	2
ID de recipiente	60	30
Recipiente + peso humedo (gr)	14.08	12.31
Recipiente + peso seco (gr)	12.7	11.3
Peso del recipiente (gr)	6.05	6.42
Peso del agua (gr)	1.38	1.01
Peso seco (gr)	6.65	4.88
Humedad (%)	20.752	20.697

RESULTADOS

Limite líquido	30.880
Limite plástico	20.724
Índice de plasticidad	10.156

Notas. Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. *Límite Líquido y Plástico Muestra 2*

DATOS LÍMITE LÍQUIDO				
	1	2	3	4
ID recipiente	57	72	46	4
Recipiente + peso humedo (gr)	12.77	15.34	10.59	14.04
Recipiente + peso seco (gr)	11	13	9.3	11.6
Peso del recipiente (gr)	6.02	6.17	5.99	5.99

Peso del agua (gr)	1.77	2.34	1.29	2.44
Peso seco (gr)	4.98	6.83	3.31	5.61
# de golpes	28	34	20	14
Humedad (%)	35.542	34.261	38.973	43.494

DATOS LÍMITE PLÁSTICO

	1	2
ID de recipiente	19	126
Recipiente + peso humedo (gr)	9.86	10.72
Recipiente + peso seco (gr)	9.2	9.9
Peso del recipiente (gr)	6.17	6.1
Peso del agua (gr)	0.66	0.82
Peso seco (gr)	3.03	3.8
Humedad (%)	21.782	21.579

RESULTADOS

Limite liquido	38.067
Limite plastico	21.681
Indice de plasticidad	16.387

Notas. Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. *Límite Líquido y Plástico Muestra 3*

DATOS LÍMITE LÍQUIDO

	1	2	3	4
ID recipiente	36	26	67	80
Recipiente + peso humedo (gr)	14.2	13.49	13.5	14.39
Recipiente + peso seco (gr)	12.2	11.7	11.6	12.2
Peso del recipiente (gr)	6.28	6.17	6.18	6.06
Peso del agua (gr)	2	1.79	1.9	2.19
Peso seco (gr)	5.92	5.53	5.42	6.14
# de golpes	28	36	25	16
Humedad (%)	33.784	32.369	35.055	35.668

DATOS LÍMITE PLÁSTICO

	1	2
ID de recipiente	71	121
Recipiente + peso humedo (gr)	10.96	12.36
Recipiente + peso seco (gr)	10.1	11.2
Peso del recipiente (gr)	5.98	6.16
Peso del agua (gr)	0.86	1.16
Peso seco (gr)	4.12	5.04
Humedad (%)	20.874	23.016

RESULTADOS

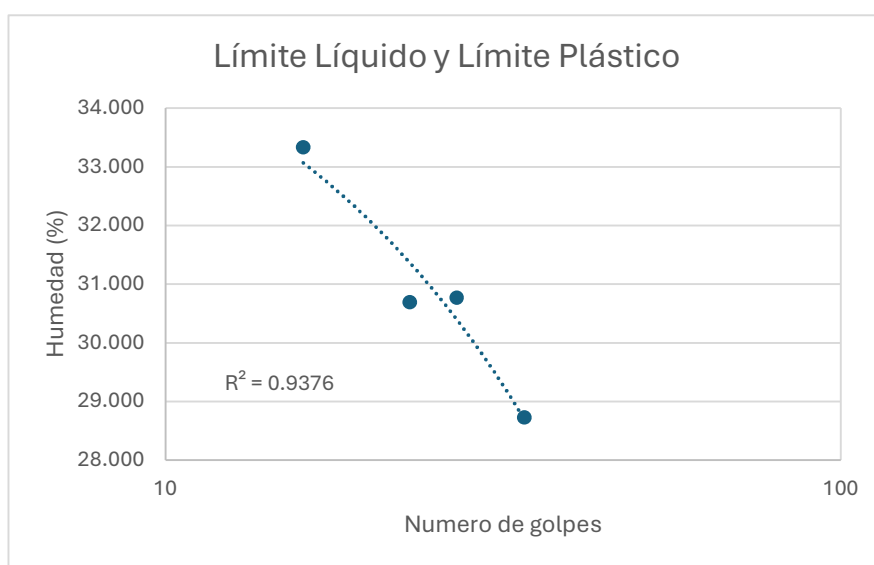
Limite liquido	34.219
----------------	--------

Límite plástico	21.945
Índice de plasticidad	12.274

Notas. Fuente: Elaboración propia

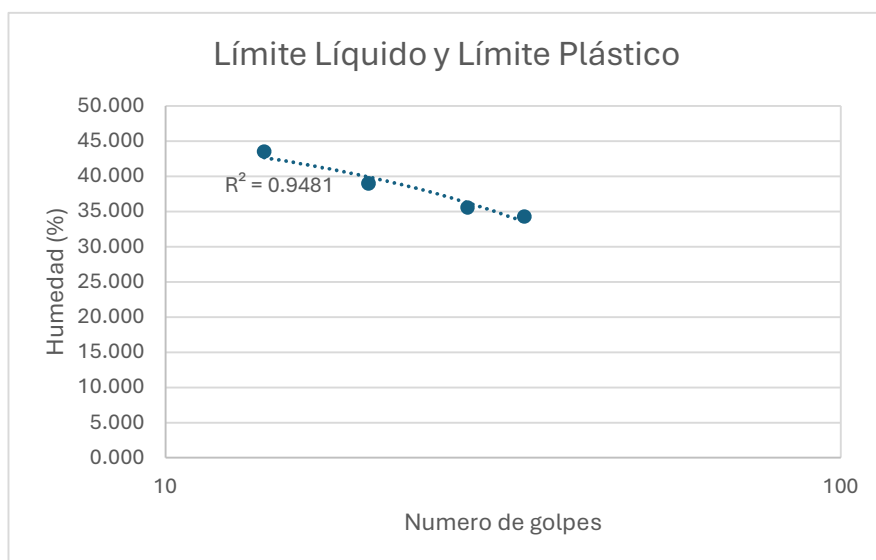
En las gráficas realizadas se puede observar que la línea de tendencia de los datos experimentales se encuentra entre 0.90 y 1, por lo que se interpreta que el ensayo es confiable y aceptables.

Figura 41. Gráfica *Límite Líquido y Plástico Muestra 1*



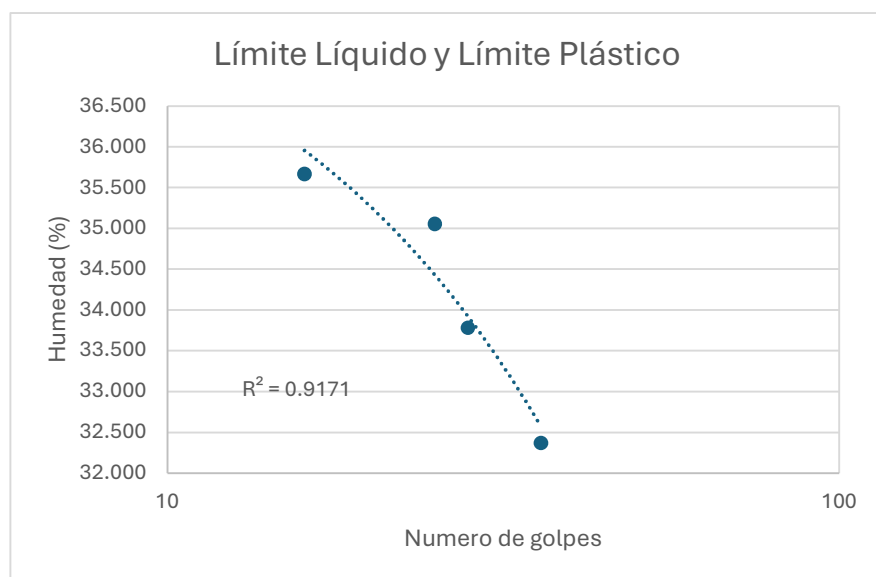
Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 42. Gráfica *Límite Líquido y Plástico Muestra 2*



Nota. Fuente: *Elaboración propia (2025)*

Figura 43. Gráfica *Límite Líquido y Plástico Muestra 3.*



Nota. Fuente: *Elaboración propia (2025)*

Tabla 15. *Resumen de resultados Límites*

Resultados Límites de Atterberg	
Límite líquido	34.39
Límite plástico	21.44
Índice de plasticidad	12.94

Nota. *Fuente: Elaboración propia (2025)*

2.4.4 Resultados Ensayo Proctor

En las tablas 16 se pueden observar los resultados obtenidos en el ensayo Proctor Modificado, se realizó este con el fin de determinar la densidad seca a distintos contenidos de humedad y la humedad óptima. Se aplicó la normativa ASTM D1557.

Para la determinación de la Densidad húmeda, con la ecuación 2.20:

$$Densidad\ húmeda = \frac{(Masa\ compactada + molde) - (Peso\ del\ molde\ vacío)}{Volumen\ del\ molde} \quad (2.20)$$

Se utilizó la ecuación 2.21 para calcular la determinación de la humedad:

$$Contenido\ de\ Humedad(\%) = \left(\frac{Masa\ de\ agua\ evaporada}{Masa\ de\ suelo\ seco} \right) * 100 \quad (2.21)$$

Finalmente, para determinar la densidad seca se utilizó la ecuación 2.22:

$$Densidad\ seca = \frac{Densidad\ húmeda}{1 + (Contenido\ de\ humedad/100)} \quad (2.22)$$

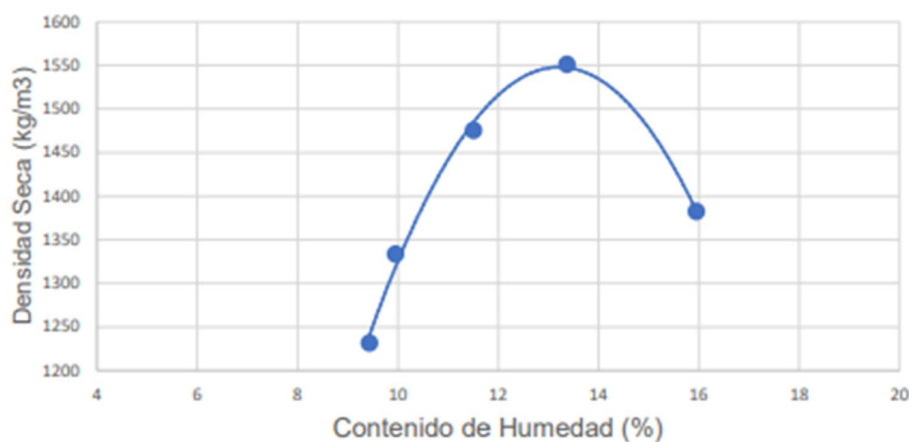
Tabla 16. Ensayo Proctor Muestra 1. Densidad Húmeda.

Determinación de la densidad húmeda						
# Punto	Masa compactada + molde			Densidad humeda (AB)/V		
	A (kg)			(kg/m3)		
Punto 1	5.48			1347.8		
Punto 2	5.59			1466.38		
Punto 3	5.76			1645.31		
Punto 4	5.86			1758.6		
Punto 5	5.72			1602.96		
Punto 6	-			-		
HUMEDAD						
Id del recipiente	Masa del recipiente	Masa de suelo	Masa de suelo seco	Masa de evaporada	Masa de suelo seco	Humedad
	A (g)	húmedo + recipiente	+ recipiente	D = B - C		F=D/E*100
		B (g)30.82	C (g)	(g)		(%)
71	30.82	198.37	183.93	14.44	153.11	9.43
22	30.06	191.15	176.57	14.58	146.51	9.95
60	30.89	194.38	177.51	16.58	146.62	11.51
45	31.68	189.75	171.11	18.64	139.43	13.37
77	30.73	195.69	173.00	22.69	142.27	15.95
-	-	-	-	-	-	-

Determinación de la Densidad Seca		
# Punto	$A = (F+100)*0.01$	Densidad seca (kg/m ³)
Punto 1	1.09	1231.65
Punto 2	1.10	1333.66
Punto 3	1.12	1475.54
Punto 4	1.13	1551.22
Punto 5	1.16	1382.48
Punto 6	-	-

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 44. Gráfica Contenido de humedad vs Densidad seca (Muestra 1)



Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 17. Resumen de resultados de Proctor Modificado

Humedad Óptima (%)	Densidad máxima (kg/m ³)
13.2	1547

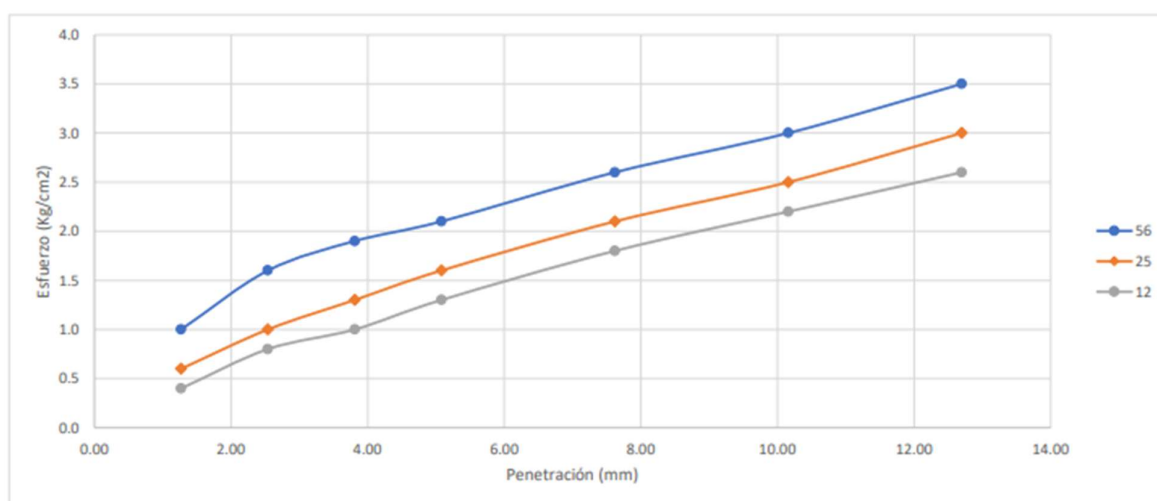
Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Muestra:	C-01		
Descripción de la muestra:	Arcilla arenosa con algo de grava color café		
HUMEDAD Y DENSIDAD			
INICIAL			
Golpes por capa	56	25	12
#Recipiente	87	29	38
Masa de s húmedo + recip. B (g):	193.96	202.05	199.86
Masa de s seco + recip C (g):	178.6	186.0	183.43
Masa del recipiente. A (g)	30.72	30.83	30.84
Masa de agua D = B - C (g)	15.4	16.1	16.4
Masa de suelo seco E = C - A (g)	147.9	155.2	152.6
Humedad F = D/E*100 (%)	10.4	10.3	10.8
#Recipiente	87	29	38
Masa compactada + molde B (Kg)	12.522	11.745	11.485
Masa del molde B (Kg)	8.782	8.291	8.231
Volumen del recipiente V (m3)	0.002196	0.002196	0.002196
C = (F+100)*0.01	1.1	1.1	1.1
Densidad humeda (B - A)/V (kg/m3)	1703.1	1572.9	1481.8
Densidad seca = densidad humeda/C	1542.5	1425.4	1337.7
HINCHAMIENTO			
Golpes por capa	56	25	12
Hincado (mm)	Carga (Kg)		
RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN EN PRENSA			
Esfuerzo (Kg/cm2)			

Lectura inicial (mm)	0.0010	0.0010	0.1480		56	25	12	56	25	12
Lectura final (mm)	0.2800	0.3500	0.4500	1.27	20	12	8	1.0	0.6	0.4
(%)	5.580%	6.980%	8.980%	2.54	30	20	15	1.6	1.0	0.8
				3.81	36	25	20	1.9	1.3	1.0
				5.08	41	30	25	2.1	1.6	1.3
				7.62	50	40	34	2.6	2.1	1.8
				10.16	59	49	42	3.0	2.5	2.2
				12.70	68	58	50	3.5	3.0	2.6

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 45. Gráfica CBR (Muestra 1)

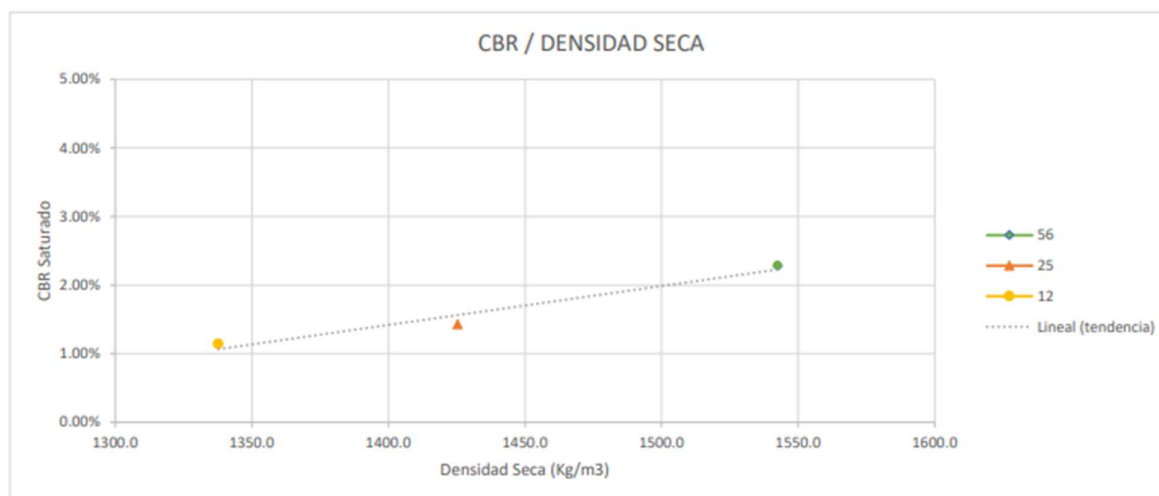


Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 19. Resumen de resultados CBR (Muestra 1)

No. De Golpes	56	25	12
CBR (2.54 mm)	2.29%	1.43%	1.14%
Densidad Seca (Kg/m3)	1542.5	1425.4	1337.7
Densidad al 100% del Proctor	1547.0	Kg/m3	
CBR	2	%	

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 46. Gráfica CBR/DENSIDAD SECA (Muestra 1)

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

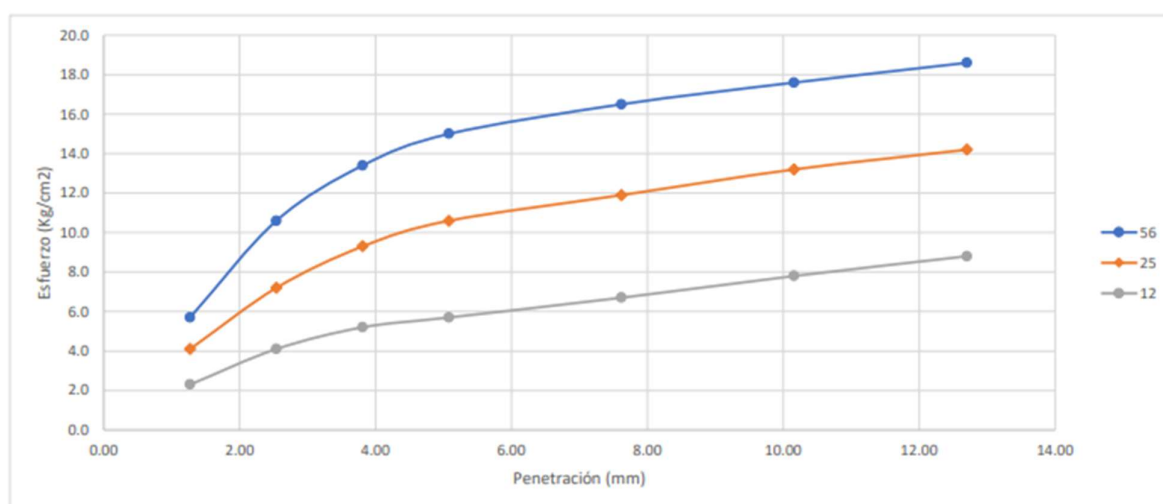
Tabla 20. CBR (Muestra 2)

Muestra:	C-02							
Descripción de la muestra:	Limo con grava y algo de arena color rojizo							
HUMEDAD Y DENSIDAD								
INICIAL				HUMEDAD	FINAL			
Golpes por capa	56	25	12		Golpes por capa	56	25	12
#Recipiente	73	22	71		#Recipiente	2	5	3
Masa de s húmedo + recip. B (g):	186.02	188.19	187.94		Masa húmedo inicial + morde B (Kg)	12.950	12.203	12.117
Masa de s seco + recip C (g):	172.0	174.0	173.9		Masa húmedo final + morde B (Kg)	13.322	12.705	12.646
Masa del recipiente. A (g)	30.72	30.04	30.81		Masa del molde B (Kg)	8.780	8.232	8.290
Masa de agua D = B - C (g)	14.0	14.2	14.0		Masa húmedo inicial (Kg)	4.170	3.971	3.827
Masa de suelo seco E = C - A (g)	141.3	144.0	143.1		Masa de agua absorbida (gr)	372.0	502.0	529.0
Humedad F = D/E*100 (%)	9.9	9.9	9.8		% de agua absorbida	8.92%	12.64%	13.82%
#Recipiente	73	22	71		DENSIDAD			
Masa compactada + molde B (Kg)	12.950	12.203	12.117					
Masa del molde B (Kg)	8.780	8.232	8.290					
Volumen del recipiente V (m3)	0.002196	0.002196	0.002196					
C = (F+100)*0.01	1.1	1.1	1.1					
Densidad humeda (B - A)/V (kg/m3)	1898.9	1808.3	1742.7					
Densidad seca = densidad humeda/C	1727.8	1646.0	1587.0					
HINCHAMIENTO				RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN EN PRENSA				
Golpes por capa	56	25	12	Hincado (mm)	Carga (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)		

Lectura inicial (mm)	0.0010	0.0010	0.1480		56	25	12	56	25	12
Lectura final (mm)	0.2800	0.3400	0.4150	1.27	110	80	45	5.7	4.1	2.3
(%)	5.580%	6.780%	8.280%	2.54	205	140	80	10.6	7.2	4.1
				3.81	260	180	100	13.4	9.3	5.2
				5.08	290	205	110	15.0	10.6	5.7
				7.62	320	230	130	16.5	11.9	6.7
				10.16	340	255	150	17.6	13.2	7.8
				12.70	360	275	170	18.6	14.2	8.8

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 47. Gráfica CBR (Muestra 2)

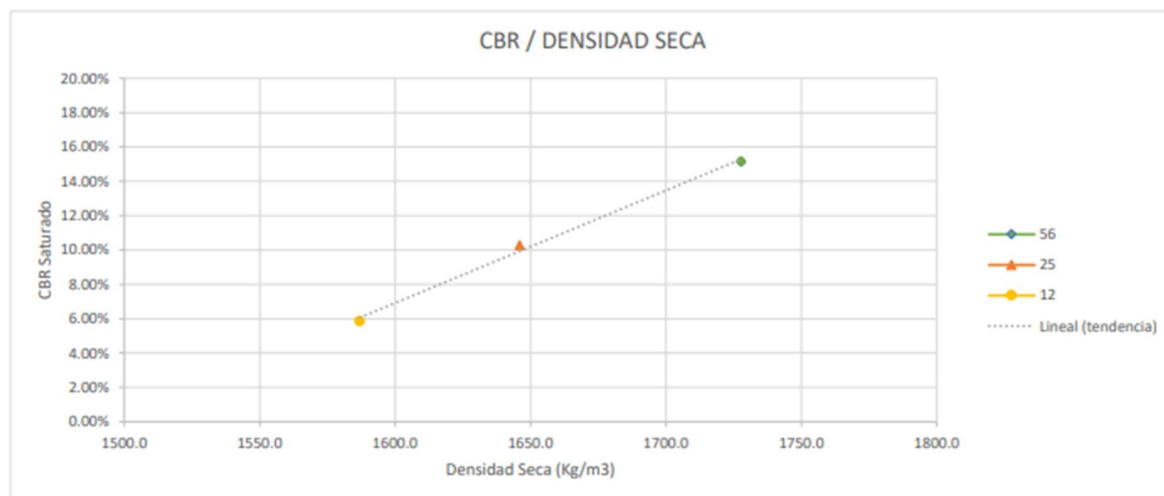


Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 21. Resumen de resultados CBR (Muestra 2)

No. De Golpes	56	25	12
CBR (2.54 mm)	15.14%	10.29%	5.86%
Densidad Seca (Kg/m3)	1727.8	1646.0	1587.0
Densidad al 100% del Proctor	1730.0	Kg/m3	
CBR	15	%	

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 22. Gráfica CBR/DENSIDAD SECA (Muestra 2)

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

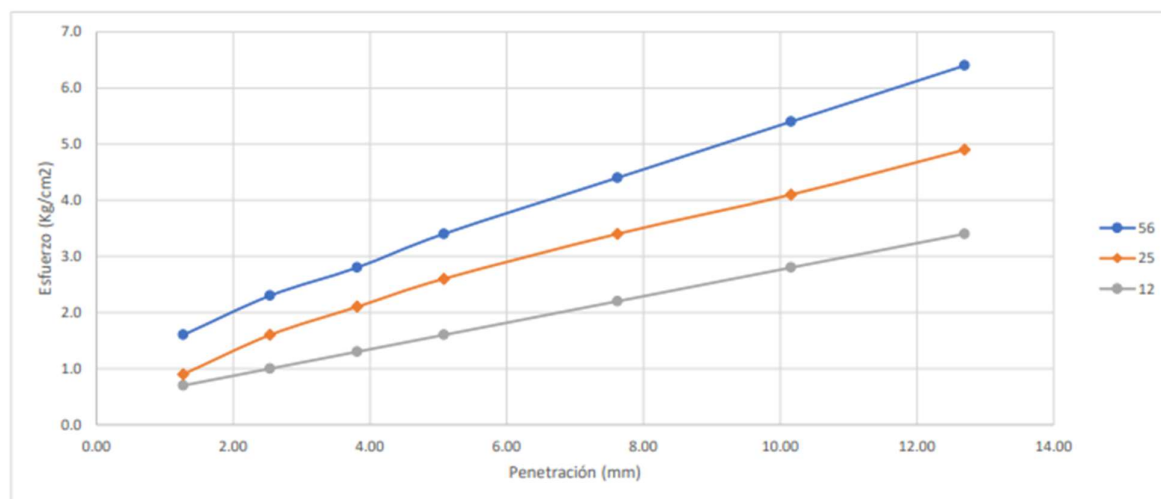
Tabla 23. CBR (Muestra 3)

Muestra:	C-03							
Descripción de la muestra:	Arcilla arenosa color café							
HUMEDAD Y DENSIDAD								
INICIAL				FINAL				
Golpes por capa	56	25	12	HUMEDAD	Golpes por capa	56	25	12
#Recipiente	60	22	71		#Recipiente			3
Masa de s húmedo + recip. B (g):	179.14	173.66	177.98		Masa húmedo inicial + morde B (Kg)	11.732	12.095	12.052
Masa de s seco + recip C (g):	168.9	164.0	167.71		Masa húmedo final + morde B (Kg)	12.291	12.751	12.780
Masa del recipiente. A (g)	30.86	30.04	30.82		Masa del molde B (Kg)	8.050	8.666	8.787
Masa de agua D = B - C (g)	10.3	9.7	10.3		Masa húmedo inicial (Kg)	3.682	3.429	3.265
Masa de suelo seco E = C - A (g)	138.0	134.0	136.9	Masa de agua absorbida (gr)	559.0	656.0	728.0	
Humedad F = D/E*100 (%)	7.4	7.2	7.5	% de agua absorbida	15.18%	19.13%	22.30%	
DENSIDAD				DENSIDAD				
#Recipiente	60	22	71					
Masa compactada + molde B (Kg)	11.732	12.095	12.052					
Masa del molde B (Kg)	8.050	8.666	787					
Volumen del recipiente V (m3)	0.002196	0.002196	0.002196					
C = (F+100)*0.01	1.1	1.1	1.1					
Densidad humeda (B - A)/V (kg/m3)	1676.7	1561.5	1486.8					
Densidad seca = densidad humeda/C	1560.8	1456.4	1383.0					

Golpes por capa	HINCHAMIENTO			RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN EN PRENSA						
	56	25	12	Hincado (mm)	Carga (Kg)		Esfuerzo (Kg/cm ²)			
Lectura inicial (mm)	0.0010	0.0010	0.0010		56	25	12	56	25	12
Lectura final (mm)	0.1100	0.1350	0.1550	1.27	30	18	13	1.6	0.9	0.7
(%)	2.180%	2.680%	3.080%	2.54	45	30	20	2.3	1.6	1.0
				3.81	55	40	26	2.8	2.1	1.3
				5.08	65	50	32	3.4	2.6	1.6
				7.62	85	65	43	4.4	3.4	2.2
				10.16	105	80	54	5.4	4.1	2.8
				12.70	124	95	65	6.4	4.9	3.4

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 48. Gráfica CBR (Muestra 3)



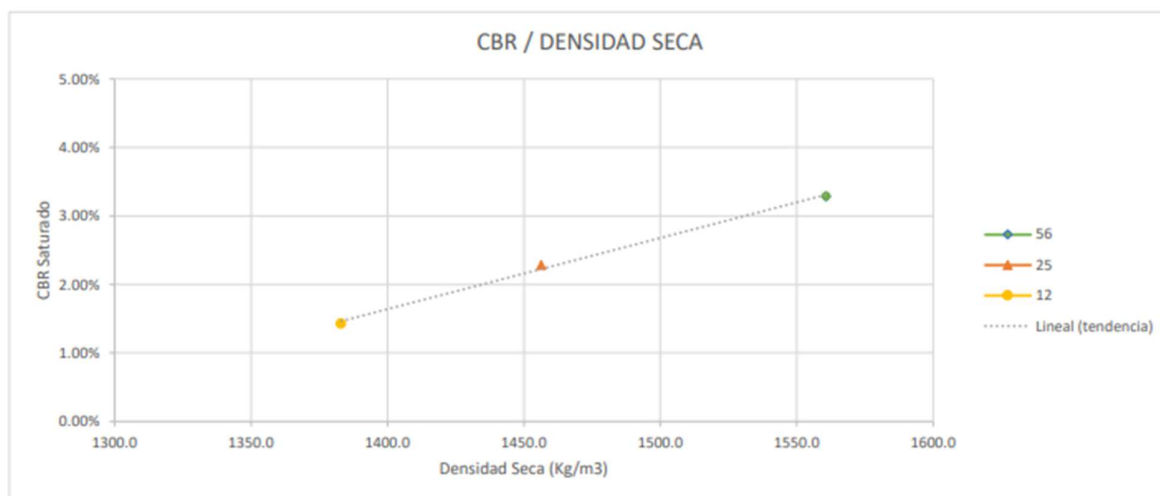
Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 24. Resumen de resultados CBR (Muestra 3)

No. De Golpes	56	25	12
CBR (2.54 mm)	3.29%	2.29%	1.43%
Densidad Seca (Kg/m³)	1560.8	1456.4	1383.0
Densidad al 100% del Proctor	1627.0	Kg/m ³	
CBR	4	%	

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 49. Gráfica CBR/DENSIDAD SECA (Muestra 3)



Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

2.4.6 Resultados ensayo Marshall

A continuación, se presentan los resultados del reporte base de hormigón asfáltico mezclado en planta con material fresado y base granular. Se observa los diferentes porcentajes de emulsión utilizados.

Figura 50. Resultado ensayo Marshall

PROPIEDADES MARSHALL DE LA BASE ASFÁLTICA ESTABILIZADA (MS-14 TABLA F-1)																							
		Peso específico del asfalto Gb =			1,015	Constante de KN a Lbf				224,61									Número de golpes por lado		50		
MUESTRA	PORCENT. DE EMULSION	PORCENT. DE ASFALTO	P.E. BULK AGREGADO GSB	P.E. EFECTIVO AGREGADO GSE	% C.A. ABS. POR AGREGADO	PESO MUESTRA				DENSIDAD		% EN VOLUMEN			V.A.M. %	V.A.F. %	% C.A. EFECT. EN LA MEZCLA	FACTOR CORREC.	ESTABILIDAD		LUGO		
						AIRE SECO	AIRE S.S.S	AGUA S.S.S	VOLUMEN c.c.	PROBETA BULK	RICE	AGREG.	TOTAL DE VACIOS	VACIOS DE AIRE					LECTURA Kilonewton	Estabilidad Lbs. No Corregida		Estabilidad Lbs. Corregida	
1	2,00	1,20				1064,0	1069,0	532,0	537,0	1,981								0,93	11,74	2639	2455	10	
2						1067,0	1074,0	554,0	520,0	2,052								1,00	14,41	3240	3240	12	
3						1069,0	1075,0	546,0	529,0	2,021									0,96	14,59	3280	3149	13
2,302						2,412	2,00			2,018	2,373	86,59	19,55	10,67	21,25	7,98	-0,78				2,948	12	
1	3,00	1,80				1050,0	1057,0	534,0	523,0	2,008								0,96	15,59	3505	3365	14	
2						1056,0	1060,0	535,0	525,0	2,011								0,96	14,36	3228	3099	16	
3						1055,0	1060,0	535,0	525,0	2,010								0,96	15,68	3525	3384	10	
2,302						2,404	1,86			2,010	2,346	85,71	19,96	8,65	23,26	14,20	-0,03				3,283	13	
4	4,00	2,40				1047,0	1049,0	525,0	524,0	1,998								0,96	16,27	3658	3511	13	
5						1047,0	1049,0	517,0	532,0	1,988								0,96	15,04	3381	3246	14	
6						1043,0	1046,0	526,0	518,0	2,014								1,00	16,08	3615	3615	13	
2,302						2,388	1,58			1,993	2,313	84,49	21,40	6,16	26,16	18,23	0,86				3,457	13	
7	5,00	3,00				1065,0	1073,0	534,0	539,0	1,976								0,93	15,81	3554	3305	21	
8						1072,0	1076,0	537,0	539,0	1,989								0,93	16,12	3624	3370	22	
9						1068,0	1070,0	532,0	538,0	1,985								0,93	15,76	3543	3295	19	
2,302						2,374	1,33			1,983	2,282	83,55	21,70	4,69	27,91	22,24	1,71				3,324	21	
PUNTO DE COMPROBACION																							
1	4,25	2,55				1047,0	1049,0	527,0	522,0	2,006								1,00	14,26	3206	3206	16	
2						1068,0	1070,0	532,0	538,0	1,985								0,93	13,85	3114	2896	16	
3						1069,0	1075,0	538,0	537,0	1,991								0,93	13,54	3044	2831	14	
2,302						2,387	1,56			1,994	2,308	84,39	23,08	6,03	27,50	16,1	1,03				2,977	15	

Nota. Fuente: Emuldec (2025)

2.5 Análisis de alternativas

Se evaluaron diferentes alternativas como solución a la problemática que se enfrenta la vía de acceso al El Mate cada invierno, con el fin de elegir la opción más eficiente, viable, de mejor relación costo-beneficio, se plantearon parámetros que se ajustan a la necesidad del proyecto. Estas alternativas son:

A1: Estabilización con pavimento reciclado y emulsiones asfálticas

A2: Saneamiento de baches y curar fisuras, seguido de colocar recapado de asfalto

A3: Fresado en frío in situ. Reutiliza el pavimento deteriorado mezclándolo con cemento.

Para la Alternativa 1, **Estabilización con pavimento reciclado y emulsiones asfálticas**, consiste en una mezcla estabilizada con emulsión, agua y agregado reciclado que permite obtener un diseño resistente, flexible y duradero. El porcentaje de emulsión varía entre el 4% al 6%. Espesor de capa de 5 a 7 cm.

Este método extiende la vida útil de la vía 5 años. Esta alternativa es sostenible ya que reduce residuos, reduce la emisión de CO₂ ya que no se utilizan fletes para transportar el material agregado.

Minimiza los costos de transporte y compra de material de agregado, menor tiempo de ejecución 3 a 4 días. Temperatura de aplicación entre 100 a 120 grados Celsius. El cliente ya ha

realizado este proceso con anterioridad por lo cual tiene personal capacitado con experiencia y la maquinaria, que es dos rodillos, volquetas, finisher, Stabilizer, camión cisterna.

Para la Alternativa 2, **Saneamiento de baches y curar fisuras, seguido de colocar racapado de asfalto.** Solo mejora la superficie de la vía, no la estructura de esta. Tiempo de vida útil, 6 meses. Aplicación de asfalto diluido de curado rápido: RC – 70 e caliente y compactado. (Severich & Valenzuela Galindo, 2010)

Para la Alternativa 3, **Fresado en frío in situ. Reutiliza el pavimento deteriorado mezclándolo con cemento.** El contenido de cemento ronda entre el 3% al 7%. Es curado tarde 7 a 28 días para que llegue a la resistencia a la compresión requerida. Temperatura de curado 20 a 30 grados Celsius. Espesor de capa de 5 cm. Extiende la vida útil de la vía 3 años. El cliente cuenta con algunas máquinas para la ejecución de este método.

Tabla 25 Alternativas de rehabilitación de la vía. ^[OBJ]

Descripción	A1	A2	A3
Costo	8	9	6
Obtención de materiales y maquinaria	10	8	8
Tiempo de vida útil	10	6	10
Tiempo de ejecución	10	9	7
Trabajabilidad	8	8	8

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 26. Factores de importancia utilizados

Descripción	PORCENTAJE
-------------	------------

Costo	85
Obtención de materiales y maquinaria	70
tiempo de vida útil	90
Tiempo de ejecución	95
Trabajabilidad	75

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 27 Resultados de la Evaluación de alternativas. Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS				
Descripción	A1	A2	A3	
Costo	6.8	7.65	5.1	
Obtención de materiales y maquinaria	8.5	6.8	6.8	
tiempo de vida útil	8.5	5.1	8.5	
Tiempo de ejecución	8.5	7.65	5.95	
Trabajabilidad	6.8	6.8	6.8	
TOTAL	7.82	6.8	6.63	

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Análisis y estudios preliminares

3.1.1 Periodo de Diseño

Se seleccionó un periodo de diseño de 15 años para una estructura de pavimento flexible que cumpla con la normativa AASHTO 93 y los estudios previamente realizados, con fin de garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento flexible bajo la demanda de carga permitida.

La carretera de clase IV que se pretende intervenir es pavimentada de baja intensidad de tránsito, por lo cual como se observa en la Tabla 21 se escoge un valor por normativa de 15 años. Adicional a esto también se utiliza la Tabla 29, donde también se escoge el periodo de diseño de 15 años, pero basándose en TPDA inicial que se especificó en el capítulo anterior, siendo este menor a 1000.

Tabla 28 *Periodo de diseño recomendado (AASHTO)*

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de Tránsito elevado.	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimento de baja intensidad de tránsito	15-20
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

Nota. Fuente: AASHTO, *Guide for Designing Pavement Structure*

Tabla 29. *Periodo de diseño recomendado*

Tipo de Carretera	Tránsito promedio diario inicial	Periodo de diseño Rango recomendado (Años)
Autopistas y otras carreteras interurbanas principales	>5000	20 - 25
Colectoras interurbanas y vías rurales principales	1000-10000	15 - 20
Caminos rurales de tránsito medio	<1000	10 - 15

Nota. Fuente: *Pavimentos asfálticos de carreteras (2016)*

3.1.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Se utilizará la Tabla de resumen de aforo vehicular realizado en campo

Tabla 30 *Resumen de conteo de Tráfico*

No	DÍA	LIVIANOS					CAMIONES						TOTAL
		AUTOS	CAMIO	BUSE	2	3	2S	2S	2S	3S	3S	3S3	
			NETAS	S	D	A	1	2	3	1	2		
1	JUE	96	108	4	60	1	0	0	0	0	0	0	269
2	VIE	110	87	9	46	1	0	0	0	0	0	0	253
3	SAB	109	73	5	11	0	0	0	0	0	0	0	198

Nota. Fuente: *Elaboración propia (2025)*

Cálculo de Tráfico Promedio Diario:

$$TPD = \frac{\#TOTAL DE VEHÍCULOS}{\# DE DÍAS DE CONTEO} \quad (3.1)$$

$$TPD = \frac{720}{3} = 240 \left[\frac{\text{vehiculos}}{\text{día}} \right]$$

Cálculo de Tráfico Promedio Diario Semanal:

$$\begin{aligned} TPDS &= \frac{5}{7} \cdot \Sigma \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \cdot \Sigma \frac{De}{n} \\ &= \frac{5}{7} \cdot \left(\frac{269}{2} + \frac{253}{2} \right) + \frac{2}{7} \cdot \left(\frac{198}{1} \right) = 243 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Donde:

Dn: vehiculos de entre semana (lunes - viernes)

De: vehiculos de fin de semana (sábado - domingo)

m: Días entre semana (lunes - viernes)

n: Días de fin de semana (sábado - domingo)

$$TPD = 240$$

$$TPDS = 243$$

Cálculo de Tráfico Promedio Diario Anual:

Factor diario

$$Fd_0 = \frac{TPDS}{TPD} = \frac{243}{240} = 1.01 \quad (3.3)$$

$$Fd_1 = \frac{Total * día}{TPD} = \frac{269}{240} = 1.1 \quad (3.4)$$

Tabla 31. *Resultado de Factor diario*

Día	Total * Día	Fd
1	269	1.1
2	253	1.1
3	198	0.8

Nota. Fuente: *Elaboración propia (2025)*

Fm: Factor mensual

Se utiliza la Tabla 25 que corresponde al factor de ajuste mensual

Tabla 32. *Factores mensuales*

Factor mensual	
Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Nota. Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2016)

$$Fm = 1.03$$

Factor horario:

Se realizó un conteo de 6 horas cada día, por lo cual se utilizará un factor horario para hacer la transformación de las horas de conteo a 24 horas, este factor varía entre 1.10 y 1.4 ya que se tiene una carretera de tránsito medio, se tomará el valor de 1.10:

$$Fh = 1.10$$

Tabla 33. Resultado del Tráfico Promedio Diario Anual.

No	LIVIANOS			CAMIONES								TOTAL
	AUTO	CAMIONE	BUS	2D	3A	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3	
	TA											
1	117	131	5	73	1	0	0	0	0	0	0	327
2	137	108	11	57	1	0	0	0	0	0	0	314
3	99	66	5	10	0	0	0	0	0	0	0	180
PROM.	118	102	7	47	1	0	0	0	0	0	0	

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025).

3.1.3 Tráfico Promedio Diario Anual Futuro

La ecuación que se utilizara para el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Futuro es:

$$TPDA_p = t_a * (1 + i)^n \quad (3.5)$$

Donde:

TPDA_p: Tráfico Promedio Diario Anual Futuro

t_a: TPDA

i: Tasa de crecimiento del tráfico

n: Tiempo proyectado (años)

Para el cálculo de Tráfico futuro se utilizará la Tabla 27 que corresponde a la tasa de crecimiento de los tipos de vehículos: livianos, buses y camiones proporcionada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, tomando en cuenta que la proyección se realiza para 15 años, es decir para el año 2040 se tomará el último rango.

Tabla 34. *Valores de tasa de crecimiento vehicular*

Valores de crecimiento Anual de Tráfico Vehicular (Guayas)			
Años	Livianos	Buses	Camiones
2015 - 2020	5.56	3	3.33
2020 - 2025	4.95	2.67	2.96
2025 - 2030	4.45	2.4	2.67
2030 - 2035	4.04	2.18	2.43

Nota. Fuente: Departamento de Factibilidad (MTO, 2012)

Se calcula el Tráfico Promedio Diario Anual Futuro con los datos previamente definidos y la ecuación 3.5:

$$TPDA_{p_{autos}} = 118 * \left(1 + \frac{4.04}{100}\right)^{15} = 214$$

$$TPDA_{p_{camionetas}} = 102 * \left(1 + \frac{4.04}{100}\right)^{15} = 185$$

$$TPDA_{p_{bus}} = 7 * \left(1 + \frac{2.18}{100}\right)^{15} = 10$$

$$TPDA_{p_{2D}} = 47 * \left(1 + \frac{2.43}{100}\right)^{15} = 67$$

$$TPDA_{p_{3A}} = 1 * \left(1 + \frac{2.43}{100}\right)^{15} = 2$$

Tabla 35. *Proyección del TPDA para 15 años*

TPDA Proyectado						
Periodo	Año	LIVIANOS			CAMIONES	
		Automóviles	Camionetas	Buses	2D	3A
2025	0	118	102	7	47	1
2026	1	123	107	8	49	2
2027	2	128	111	8	50	2
2028	3	133	115	8	51	2
2029	4	139	120	8	52	2
2030	5	144	125	8	53	2
2031	6	150	130	8	55	2
2032	7	156	135	9	56	2
2033	8	162	141	9	57	2
2034	9	169	146	9	59	2
2035	10	176	152	9	60	2
2036	11	183	158	9	62	2
2037	12	190	165	10	63	2
2038	13	198	171	10	65	2
2039	14	206	178	10	66	2
2040	15	214	185	10	68	2

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 36. Resumen de Resultados proyección vehicular

	Livianos			Camiones		Total
Tipo de vehículo	Automóviles	Camionetas	Buses	2D	3A	
TPDA ACTUAL	118	102	7	47	1	275
TPDA PROYECTADO	214	185	10	68	2	479
% Vehículos	42.91	37.1	2.55	17.1	0.37	100
% Vehículos por categoría	44.68	38.63	2.09	14.2	0.42	100

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

3.2 Diseño definitivo

3.2.1 Cálculo de ESAL's de diseño

Dado que el proyecto no contó con bandas de pesaje, el conteo de tráfico fue realizado de forma manual, clasificando los vehículos conforme a las categorías de la FHWA, considerando únicamente aquellos correspondientes a vehículos de Clase 5 o superior, es decir, camiones pesados que representan mayor incidencia en el deterioro del pavimento.

Tabla 37 Cantidad de vehículos según tipo FHWA

	Livianos	Buses	Camión 2 ejes mediano	Camión 3 ejes	Total Vehículos	Total vehículos pesados
No. Vehículos	220	7	47	1	275	55
Porcentaje General	80%	3%	17%	0%	100%	%Vehiculos Pesados
% Distribución Vehiculos considerados para diseño		13%	85%	2%	100%	20%

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Finalmente, los ESALs proyectados se calcularon mediante la siguiente fórmula recomendada por la normativa AASHTO:

$$ESAL = TPDA \times \%CP \times GF \times DD \times LD \times TF \times 365 \quad (3.6)$$

Donde:

- TPDA: Tráfico promedio diario anual inicial

- %CP: Porcentaje de camiones pesados (Clase 5+)
- GF: Factor de crecimiento de tráfico pesado (ecuación: $[(1+gv)^n-1]/gv$)
- DD: Factor de distribución direccional
- LD: Factor de distribución por carril
- TF: Factor camión obtenido del análisis ponderado

Tabla 38 Valores de tasa de crecimiento vehicular

Valores de crecimiento Anual de Tráfico Vehicular (Guayas)			
Años	Livianos	Buses	Camiones
2015-2020	5.56	3	3.33
2020-2025	4.95	2.67	2.96
2025-2030	4.45	2.4	2.67
2030-2035	4.04	2.18	2.43

Nota. Fuente: MTOP (2016)

$$Tasa\ g = \frac{2.43}{100} = 0.0243$$

$$GF = \frac{(1 + 0.0243)^{15} - 1}{0.0243} = 17.841 \quad (3.7)$$

Factor de distribución por dirección:

En el método de diseño de pavimentos AASHTO 93, el Factor de Distribución por Dirección es un coeficiente que permite repartir el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) entre las dos direcciones de circulación de una vía. Generalmente toma valores entre 0,50 y 0,60, dependiendo de qué porcentaje del tráfico total se mueve en la dirección de diseño.

Un valor de 0,50 significa que el flujo vehicular se distribuye de manera equilibrada, es decir, que la mitad del tráfico total circula en un sentido y la otra mitad en el sentido opuesto. Para este caso se utilizará un valor de:

$$DD = 0.5$$

Factor de distribución por carril:

En el método de diseño de pavimentos AASHTO 93, el Factor de Distribución por Carril representa la proporción del tráfico de la dirección de diseño que circula específicamente por el carril más cargado, es decir, el carril que soporta la mayor cantidad de vehículos y cargas.

Tabla 39 Factor de distribución por carril

Número de carriles en cada dirección	LD
1	1.00
2	0.80-1.00
3	0.60-0.80
4	0.50-0.75

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

En este caso, al existir solo un carril por dirección, se utiliza un valor de 1.0, ya que todo el tráfico de esa dirección necesariamente transita por ese único carril. Esto permite que el diseño del pavimento considere la carga máxima que soportará el carril.

$$LD = 1$$

Finalmente, se calculara el valor de ESAL final mediante los valores que se obtuvieron anteriormente:

Tabla 40 Calculo de ESALs

Tiempo Años	Año	Livianos	Buses	Camión 2 Ejes Mediano ZDA	Camión 3 Ejes 3-A	ESAL	CUMESAL
	2025	220	7	47	1	49,082	49,082
1	2026	233	7	49	1	51,268	100,350
2	2027	247	7	51	1	53,552	153,902
3	2028	262	8	54	1	55,937	209,839
4	2029	277	8	56	1	58,430	268,269
5	2030	292	8	58	1	60,744	329,013
6	2031	307	8	61	1	63,151	392,164
7	2032	323	8	63	1	65,653	457,817
8	2033	340	9	66	1	68,255	526,072
9	2034	358	9	68	1	70,960	597,032
10	2035	375	9	71	2	73,485	670,517
11	2036	393	9	73	2	76,100	746,618
12	2037	412	9	76	2	78,809	825,427
13	2038	431	10	79	2	81,614	907,041
14	2039	452	10	81	2	84,519	991,560
15	2040	471	10	84	2	87,260	1,078,820

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

3.2.2 Nivel de confiabilidad (R)

El nivel de confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento cumpla o exceda su vida útil de diseño bajo las condiciones esperadas de tránsito y ambiente. Se expresa como porcentaje.

Tabla 38 Niveles de Confiabilidad (R)

Tipo de vía	Confiabilidad (%)
Autopistas principales	85%-95%
Vías colectoras/ urbanas	80%-90%
Vías rurales de bajo volumen	50%-80%

Nota. Fuente: Diseño Pavimentos AASHTO 93

3.2.3 Nivel de serviciabilidad (PSI)

Es el nivel mínimo de condición superficial aceptable al final de la vida útil del pavimento, expresado en un rango de 0 a 5 (0 = inservible, 5 = nuevo). Es recomendable utilizar valores de serviciabilidad inicial (P_o) de 4.2 y serviciabilidad final (P_t) de 2.0 en base a la siguiente tabla:

Tabla 39 Niveles de serviciabilidad

Tipo de vía	Pt recomendado
Autopistas Principales	2.5-3.0
Vías secundarias/ rurales	2.0-2.5

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

La pérdida de servicio está establecida por la ecuación 3.8:

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (3.8)$$

Siendo el valor de ΔPSI para este caso con un valor de 2.2.

3.2.4 Coeficiente de drenaje (mi)

El coeficiente de drenaje ajusta el aporte estructural de la capa granular o sub-base según las condiciones de humedad y drenaje. AASHTO proporciona rangos típicos de m en función de:

- La calidad del drenaje.
- El porcentaje de tiempo saturado en el año.

Tabla 40 Tiempo estimado de evacuación del agua

Condiciones de drenaje	Tiempo estimado de evacuación del agua
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no drena

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

Tabla 41 Tiempo en que pavimento está expuesto a humedad

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1% hasta 5%	5% hasta 25%	>1%
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
Malo	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Muy malo	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

3.2.5 Desviación normal estándar (ZR)

Valor estadístico que corresponde al nivel de confiabilidad y define la probabilidad de falla del diseño según una distribución normal estándar. Este valor se incorpora directamente en la ecuación AASHTO 93 para el cálculo del Número Estructural (SN).

Tabla 42 Desviación normal estándar (ZR)

Confiabilidad (R)	Desviación normal estándar (ZR)
51	-0,000
61	-0,252
71	-0,523
76	-0,673
81	-0,842
86	-1,036
90	-1,283
91	-1,341
92	-1,406
93	-1,477
94	-1,556
95	-1,646
96	-1,752
97	-1,882
98	-2,055
99	-2,328
99.9	-3,091
99.99	-3,751

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

3.2.6 Desviación estándar del sistema (So)

Refleja la variabilidad inherente al comportamiento del pavimento (materiales, tránsito, condiciones ambientales y errores de construcción).

Tabla 43 Desviación estándar del sistema

Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
------------------	-------------------------	---------------------------

Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.34	0.44
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.39	0.49

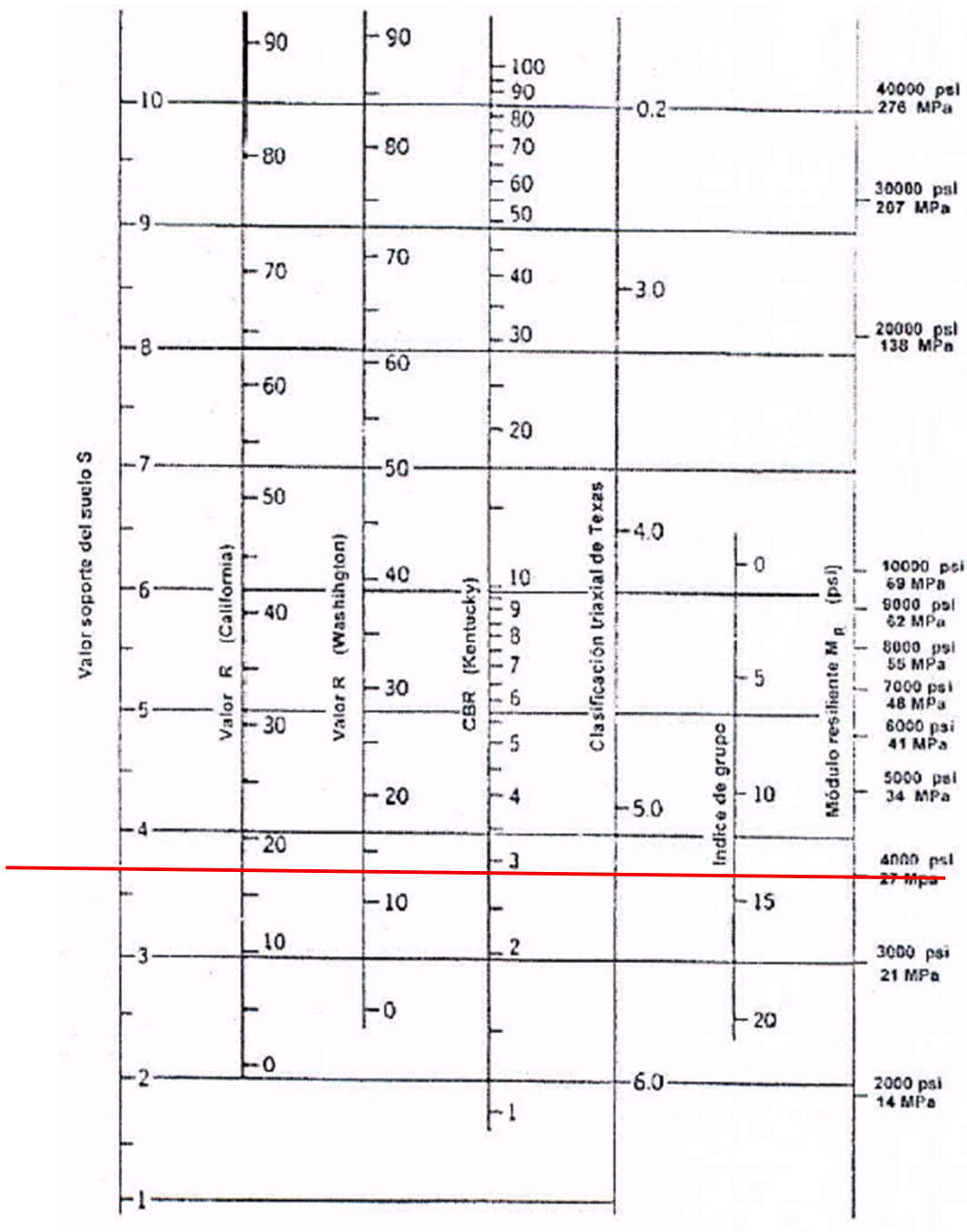
Nota. Fuente: *Diseño de Pavimentos AASHTO 93*.

3.2.7 Módulos Resilientes

3.2.7.1 Subrasante

La caracterización del suelo de subrasante se realizó a partir de ensayos de campo mediante calicatas, donde se obtuvieron valores promedio de $\text{CBR} = 2.7\%$, lo que indica una subrasante con baja capacidad estructural. Finalmente, se utilizará la siguiente gráfica para obtener el valor de modulo resiliente en relación al CBR que se obtuvo en laboratorio, lo cual nos da un resultado de 4000 psi aproximadamente.

Figura 51 Modulo Resiliente subrasante

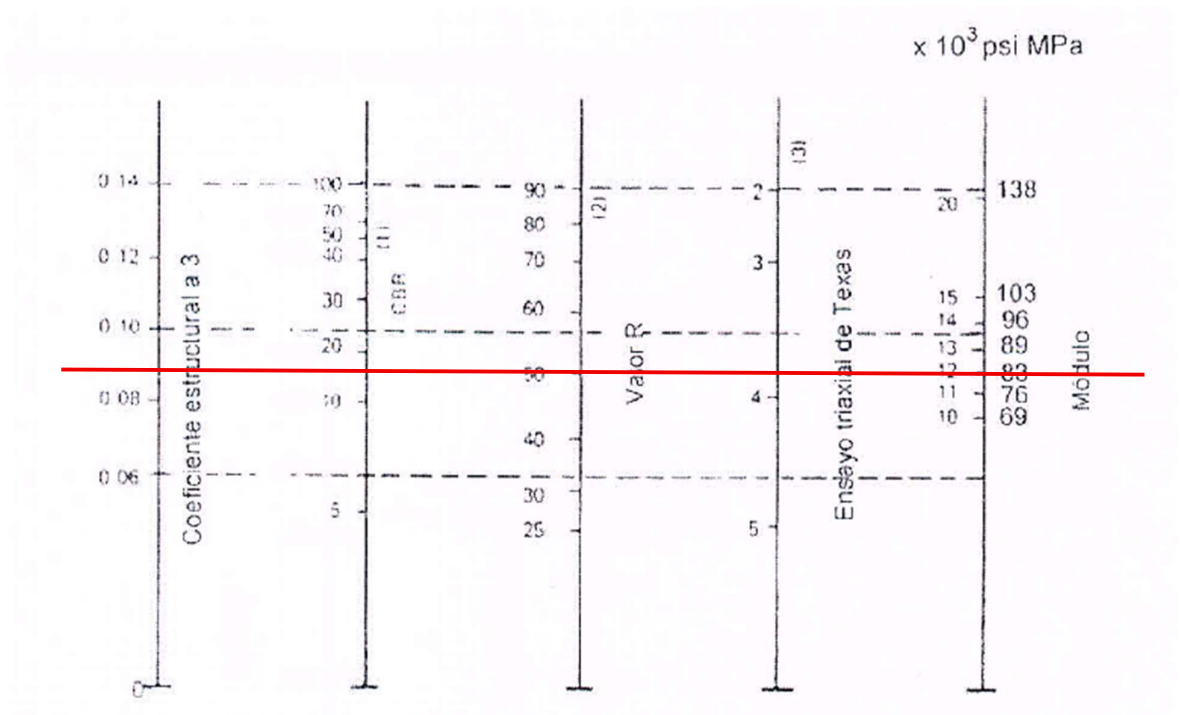


Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

3.2.7.2 Capa Subbase Mejoramiento Existente

La capa granular existente presentó un CBR promedio del 15% en los ensayos de laboratorio. Según lo establecido en el Manual AASHTO (Capítulo 5, Figura 5.18), a este material se le asignó un módulo resiliente de 12,000 psi y un coeficiente estructural de 0.09. Estos parámetros reflejan adecuadamente el comportamiento esperado de este tipo de material granular no tratado cuando funciona como subbase en la estructura del pavimento.

Figura 52 Modulo Resiliente base

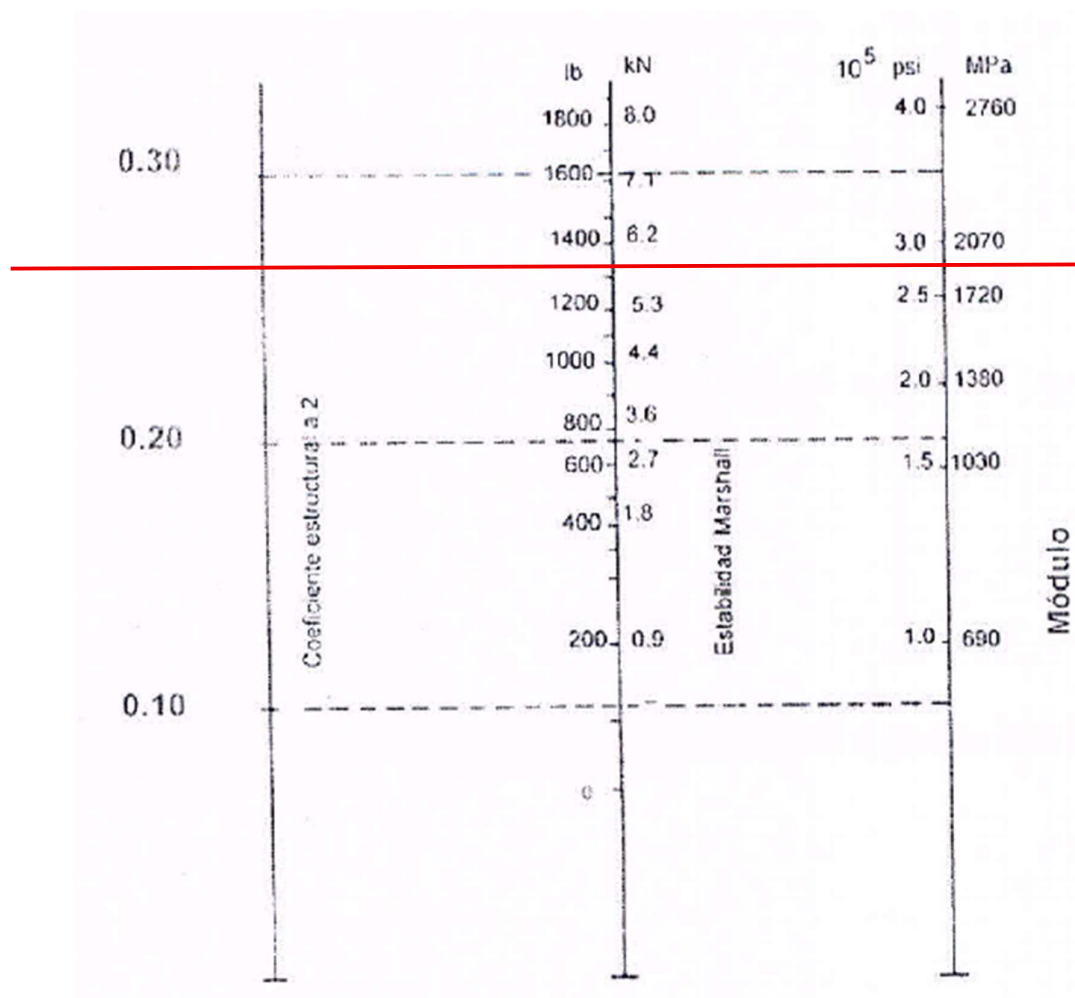


Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

3.2.7.3 Capa RAP

Para la capa de pavimento asfáltico reciclado (RAP), se adoptó un enfoque conservador considerando su naturaleza como material estabilizado. El coeficiente estructural asignado fue de 0.22, el cual representa un valor intermedio entre los típicos para bases granulares y mezclas asfálticas convencionales. Esta selección considera que el RAP, aunque posee mejores características que un material granular, no alcanza el desempeño de una mezcla asfáltica nueva. Se estableció un módulo resiliente de 200,000 psi, valor característico de materiales con ligante asfáltico.

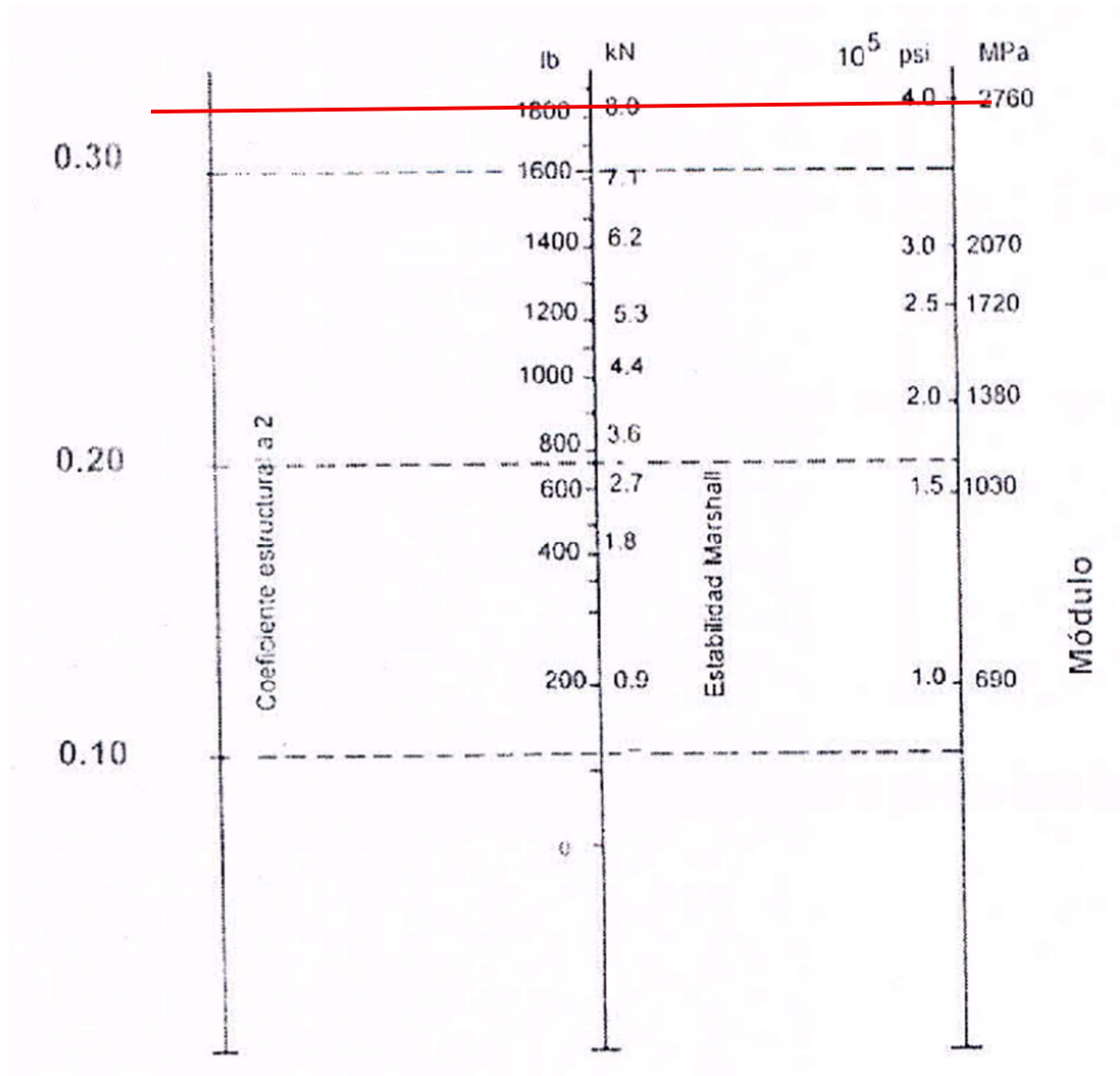
Figura 53 Modulo Resiliente Carpeta Asfáltica



Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

3.2.7.4 Carpeta de rodadura

La mezcla asfáltica para la carpeta superior mostró una resistencia Marshall de 2,970 lbs en los ensayos de laboratorio. Aunque no se contó con una medición directa del módulo resiliente, se adoptó un coeficiente estructural de 0.44 para el diseño, valor obtenido de correlaciones empíricas para mezclas asfálticas convencionales. Este coeficiente refleja adecuadamente la contribución estructural de la carpeta en el sistema de pavimento completo.



3.2.8 Diseño de Pavimento Flexible con AASHTO 93

Con los parámetros de diseño establecidos y las características de los materiales definidas, se procedió al cálculo de los espesores requeridos para cada capa del pavimento mediante el método AASHTO 93. El proceso de diseño consideró los siguientes aspectos fundamentales:

3.2.8.1 Cálculo número estructural SN

Para obtener los números estructurales se hizo uso de un programa llamado “Ecuación AASHTO 93” para el cual se debe tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 44 Datos iniciales para el diseño

Datos iniciales Diseño	
Confiabilidad	80%
Desviación estándar (So)	0.49
Serviciabilidad (PSI) inicial	4.2
Serviciabilidad (PSI) final	2
W18 (Ejes equivalentes)	1×10^6
Modulo resiliente (Mr) capa subrasante	4000
Modulo resiliente (Mr) capa RAP	12000
Modulo resiliente (Mr) capa rodadura	200000

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

Con estos datos iniciales se proceden a calcular los números estructurales de cada capa para posteriormente obtener los valores de espesor de las capas. En el programa solo cambiaran los valores de modulo resiliente de cada capa siendo estos: $SN = 3.9$ subrasante, $SN = 0.8$ capa rodadura, $SN = 2.66 - 0.8 = 1.86$ capa RAP, $SN = 3.9 - 0.8 - 1.86 = 1.24$ capa mejoramiento existente como se muestran a continuación

Figura 54 Número estructural (SN) de la capa subrasante

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 80 % $Z_r = -0.841$ So 0.49

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 4000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 =** 1000000
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 3.90

Calcular **Salir**

Nota. Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO93

Figura 55 Número estructural (SN) de la capa existe mejoramiento

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
80 % $Z_r = -0.841$ So 0.49

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
Mr 200000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)		Coefficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)		Coefficiente de drenaje - (Cd)	

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 =** 1000000
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 0.80

Calcular Salir

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 80 % $Z_r = -0.841$ So 0.49

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 12000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
☒ Calcular SN **W18 =** 1000000
☐ Calcular W18

Número Estructural
SN = 2.66

3.2.8.2 Coeficientes estructurales de cada capa

Los coeficientes estructurales (a) representan la capacidad relativa de cada material para contribuir al desempeño estructural del pavimento. Su determinación se realizó según lo establecido en el método AASHTO 93, considerando las características específicas de cada capa:

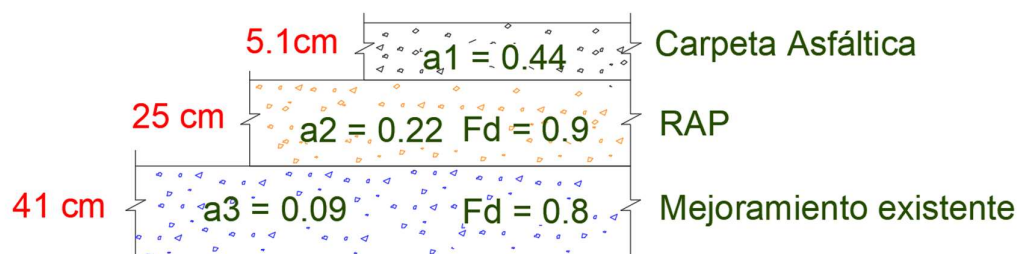
Coeficientes estructurales y factor de drenaje	
Coeficiente estructural capa de rodadura	0.44
Coeficiente estructural capa RAP	0.22
Coeficiente estructural capa mejoramiento existente	0.09
Factor de drenaje capa RAP	0.9
Factor drenaje capa mejoramiento existente	0.8

3.2.8.3 Determinación de espesores por capa

El cálculo de los espesores de las distintas capas del pavimento se realizó utilizando una hoja de cálculo desarrollada en Microsoft Excel, la cual aplica de forma sistemática la metodología de diseño establecida por la AASHTO para pavimentos flexibles. Esta herramienta fue elaborada con el objetivo de integrar, en un procedimiento ordenado, los parámetros de diseño, las propiedades de los materiales y los requerimientos estructurales, permitiendo obtener resultados eficientes para la propuesta de diseño. A continuación, se presentarán los resultados para cada capa:

Estructura propuesta	Factor Drenaje	Coefficiente estructural	SN Req i	Espesor capa [pulg]	Espesor capa [cm]	Espesor diseño [pulg]	Espesor Propuesto [cm]	SN efectivo i
Capa Asfáltica	X	0.44	0.80	2.02	5.13	2	5.1	0.88
Capa RAP	0.9	0.22	1.86	9.39	23.86	10	25	2.20
Capa mejoramiento existente	0.8	0.09	1.24	15.31	38.88	16	41	1.44
3.90								4.52

Figura 56. Resultado de los espesores de cada capa



Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Finalmente, se verificó que los espesores de cada capa cumplieran con la condición de que el Número Estructural efectivo (SN efectivo) fuera mayor que el Número Estructural Requerido (SN requerido). Los espesores obtenidos fueron: capa asfáltica de 5.1 cm, capa de RAP de 25 cm y capa de mejoramiento existente de 41 cm.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

La zona de estudio de la propuesta de vía se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, cantón Daule (Ver Figura 2). Daule, conocida como la “capital arrocerá del Ecuador”, se ubica al norte de Guayaquil, en una extensa llanura a orillas del río Daule, con un clima tropical. El propósito del proyecto es rehabilitar 1.7 km de la vía de acceso, con un diseño optimizado estabilizando con mezcla de emulsión asfáltica y con material existente (Pavimento Asfáltico Reciclado).

El proyecto está alineado al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura,) ya que propone mejorar la infraestructura vial rural promoviendo nuevas soluciones técnicas y eficientes en la utilización de recursos, como la estabilización con emulsión asfáltica. También El proyecto contribuye al ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) al fortalecer la movilidad rural, reduce las brechas entre zonas urbanas y rurales. El ODS 13 (Acción por el Clima) se vincula directamente con la propuesta debido al impacto ambiental positivo que ofrece la emulsión asfáltica.

La obra comprende la rehabilitación de aproximadamente 1,7 km de vía que conecta directamente a la comunidad con la carretera principal Daule – Santa Lucía, un eje estratégico para la movilidad de personas y productos agrícolas de la zona.

En esencia, este proyecto no solo busca la rehabilitación de una infraestructura vial, sino que representa una herramienta clave para impulsar la productividad agrícola, ya que un acceso en mejores condiciones permite transportar la producción de arroz y otros cultivos hacia los mercados con menor tiempo y costo, reduce las pérdidas postcosecha y facilita el ingreso de vehículos de carga de mayor capacidad, optimizando así la cadena productiva. Del mismo modo, contribuye a

fortalecer la economía local, al generar empleos directos e indirectos durante la construcción, estimular el comercio de bienes y servicios, incrementar el valor de las tierras agrícolas y atraer inversiones relacionadas con la agroindustria y el transporte.

Por otra parte, la rehabilitación vial también contribuye a mejorar la calidad de vida de la comunidad de El Mate, ya que facilita un acceso más seguro y rápido a servicios esenciales como salud, educación y comercio, disminuye los tiempos de traslado y reduce los riesgos de accidentes, al tiempo que integra de manera más equitativa a la población rural con el desarrollo territorial del cantón Daule. Asimismo, refuerza la integración de El Mate con la vía Daule – Santa Lucía, constituyéndose en una obra estratégica que atiende las necesidades de movilidad y el desarrollo sostenible del cantón. En este sentido, considerar los aspectos ambientales resulta fundamental para proteger los recursos naturales de los que depende la comunidad y asegurar un equilibrio entre la infraestructura y el entorno productivo.

4.2 Línea base ambiental

La presente línea base ambiental describe las condiciones actuales del entorno donde se desarrollará el proyecto de rehabilitación vial mediante estabilización de materiales con emulsión asfáltica en la vía de acceso al Recinto El Mate, Cantón Daule, Provincia del Guayas. El objetivo de esta sección es identificar los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos que conforman el área de influencia, con la finalidad de establecer los posibles impactos ambientales que podrían generarse durante la ejecución del proyecto.

4.2.1 MEDIO NATURAL

4.2.1.1 CLIMA

El área donde se va a ejecutar el proyecto se encuentra en la región litoral del Ecuador, la cual se caracteriza por tener un clima tropical húmedo y caluroso. Las temperaturas normalmente están entre 25 °C y 30 °C a lo largo del año, mientras que las lluvias suelen ser bastante fuertes entre enero y abril, llegando a alcanzar entre 1,000 y 2,500 mm anuales.

4.2.1.2 SUELO

De acuerdo con las visitas realizada al área de estudio se evidencio que el terreno es mayormente plano o con leves ondulaciones, con pendientes que no superan el 1%. Esto facilita las actividades productivas y el tránsito vehicular, pero también favorece la acumulación de agua a los costados de la carretera, lo que puede causar problemas durante las lluvias. Mayormente existen cultivos de arroz a los costados de la vía que se llenan de agua en época lluviosa. Respecto al tipo de suelo, en la zona predominan los suelos aluviales (formados por sedimentos arrastrados por ríos), que tienen una textura que va de franco-limosa a franco-arcillosa. Estos suelos son bastante utilizados para cultivos, ya que tienen una buena capacidad de soporte, aunque en temporada de lluvias suelen ser susceptibles a la erosión superficial si no están bien protegidos. El suelo franco-limoso tiene más limo que arcilla, por lo que es suave y algo permeable, pero tiende a erosionarse y perder su estabilidad con lluvias prolongadas. Por otro lado, el suelo franco-arcilloso contiene mayor cantidad de arcilla, lo que hace que retenga más agua y se vuelva más blando e inestable cuando está mojado, pero más firme en época seca.

4.2.2 MEDIO SOCIOECONÓMICO

4.2.2.1 POBLACION

El cantón Daule, ubicado en la provincia del Guayas, es uno de los territorios con mayor crecimiento poblacional en Ecuador. Según datos del Censo 2022 del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Daule cuenta con una población de 222 446 habitantes, lo que representa un incremento del 85,8 % respecto al censo de 2010.

4.2.2.2 ACTIVIDAD ECONOMICA

El Recinto El Mate y sus alrededores son zonas rurales del cantón Daule, donde la mayoría de las personas se dedica a actividades agropecuarias y ganaderas, donde se cultivan principalmente banano, maíz y arroz, y la ganadería es a nivel pequeño o mediano.

4.2.2.3 ACCESO A SERVICIOS BASICOS

En esta zona, el acceso a servicios básicos como agua potable, alcantarillado y recolección de basura es bastante limitado. La vía de acceso es muy importante para el desarrollo del sector, ya que facilita la llegada a los mercados, escuelas, centros de salud, y otros servicios que son necesarios para la población.

4.2.2.4 PERCEPCION VISUAL

El mal estado de la vía aumenta los costos de transporte, dificulta vender los productos y alarga los tiempos de traslado hacia las ciudades o mercados más cercanos. Actualmente, la infraestructura vial presenta muchos problemas, ya que hay tramos en mal estado, partes donde se ha perdido el material de afirmado, presencia de charcos y sectores con erosión. En los alrededores no hay infraestructuras grandes como hospitales o industrias; lo que más hay son viviendas dispersas, caminos secundarios y accesos agrícolas, además de drenajes muy básicos. Todo esto hace que transportar productos sea difícil y limite las oportunidades de crecimiento económico para la gente de la zona.

4.3 Actividades del proyecto

Para analizar las actividades de la fase de construcción del proyecto de rehabilitación vial mediante emulsión asfáltica, se considera cada acción dentro de la obra y su interacción con el entorno. El análisis se realiza identificando las actividades específicas, evaluando los impactos potenciales que generan, y valorando su magnitud, duración, reversibilidad y extensión.

FASE	LABOR	ACCIÓN
Construcción	Preparación del área	Transporte de maquinaria
		Limpieza y desalojo del área de trabajo (retiro de vegetación, residuos, materiales)
		Obtención de asfalto (proceso previo en refinería, externo al proyecto)
		Instalación de señalización temporal para seguridad vial
	Estabilización de la base	Aplicación de emulsión asfáltica
		Mezclado del material para estabilización
		Compactación del suelo estabilizado
	Colocación carpeta asfáltica	Fresado de material existente
		Colocación carpeta asfáltica
		Compactación final de la carpeta asfáltica

Operación	Implementación de medidas viales	Instalación de señalización vertical y horizontal
		Control del tráfico vehicular
	Limpieza posterior a la obra	Recolección y limpieza de residuos
Abandono	Condiciones posteriores a la obra	Formación de microclimas por acumulación de calor en la vía
	Desmantelamiento seguridad vial	Retiro señalización temporal y seguridad vial
	Retiro de material	Acopio y reciclaje de materiales reutilizables

4.4 Identificación de impactos ambientales

Para poder evaluar el impacto ambiental en este proyecto se utilizó un método cuantitativo, la Matriz Causa – Efecto, también conocida como Matriz de Leopold, esta se utiliza especialmente para estudios de impacto ambiental (EIA). La matriz de Leopold tendrá una entrada doble, donde se representaron las relaciones causales entre cada acción en las filas y los factores ambientales que estas podrían afectar en las columnas. Se evaluará la magnitud en una escala de -10 a 10 y la importancia en una escala de 0 a 10. (Ponce Victor, 2011)

A continuación, se presentan los resultados de la Matriz Causa – Efecto.

Tabla 45. Matriz de Causa - Efecto

		Preparación del área				Estabilización de la base		Colocación carpeta asfáltica		Implementación de medidas viables				Retir de materia					
MAGNITUD	IMPORTANCIA	Transporte de maquinaria	Limpieza y desalojo del área de trabajo	Obtención de asfalto	Instalación de señalización temporal para seguridad vial	Aplicación de emulsión asfáltica	Mezclado del material para estabilización	Compactación del suelo estabilizando	Presado de material existente	Colocación carpeta asfáltica	Compactación final de la carpeta asfáltica	Instalación de señalización vertical y horizontal	Control de tráfico vehicular	Recolección de limpieza de residuos	Formación de microclimas por acumulación de calor en la vía	Retiro señalización temporal y seguridad vial	Acopio y reciclaje de materiales reutilizables	TOTAL	
		-3	-1			-6	-5	-2	-2	-5	-2			-3				0	
Agua	Calidad del agua	4	3			7	4	3	3	5	2			3				34	
Atmósfera	Contaminación por fluidos	-4	2			-9	-4	-2	-4	-7	-1			-3				2	
		5	3			8	5	1	5	6	2			4				39	
Procesos	Emisión de CO2	-8	2	-10		-6	-6	-5	-6	-7	-4			-5	-4		-4	2	
		7	2	6		5	7	3	5	3	3			5	3		4	53	
	Calidad del aire	-8	-2	-10		-7	-5	-5	-7	-7	-4			-5	-2			0	
		8	4	5		6	6	6	8	6	3			5	3			60	
Seguridad del Suelo	Erosión	-3	-5			-2	-4	-5	-6	-7	-5			-1				0	
		2	7			6	5	6	7	7	7			2				49	
	Estabilidad de taludes (deslizamientos)	-3	-2			-2		-3	-8	-2	-3							0	
		2	3			3		2	2	1	5							18	
Flora	Desbroce de vegetación	-3	-6						-2	-1								0	
		2	5						3	1								11	
Interés estético y humano	Daño de hábitat de ecosistema	-2	-8						-3	-1								0	
		2	6						2	1								11	
	Ruido y vibraciones	-5				-6	-9	-7	-5	-8								0	
		5				7	7	7	4	5	9							37	
Facilidades y actividades humanas	Seguridad Vial		4		6							5	5	5		2		27	
			5		5							6	6	4		1		27	
Aspectos culturales	Generación de empleo		5		6							5	5	5		2		28	
			5		6							5	6	4		2		28	
Afectaciones	-	9	0	6	0	2	0	0	6	0	6	0	7	0	9	0	0	1	0
	•	0	9	4	10	0	2	2	0	6	0	6	0	7	0	9	0	2	426

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

El observar la matriz se puede identificar los impactos ambientales más significantes, tanto en magnitud como en importancia, estos son positivos y negativos. Se identifica que los procesos con mayores afectaciones negativas serán las Emisiones de dióxido de carbono y la calidad del aire, esto debido a el transporte de maquinaria, la obtención de asfalto y la colocación de la carpeta asfáltica. Los factores con mayores afectaciones positivas son la generación de empleo en todo el proceso constructivo y la seguridad vial.

4.4.1 Valoración de impactos ambientales

La valoración de impactos ambientales es un proceso en el que se identifica y evalúa los efectos significativos, tanto positivos como negativos, de nuestro proyecto sobre el medio ambiente. En el contexto de la rehabilitación vial con emulsión asfáltica en EL MATE, esta evaluación permite analizar y anticipar los posibles riesgos ambientales.

Para poder obtener un valor para cada actividad, se utiliza la valoración cuantitativa según Tito (2020), mediante la siguiente ecuación:

$$Imp = We \times E + Wd \times D + Wr \times R \quad (4.1)$$

Donde:

Imp= Valor de importancia del impacto ambiental

E= Valor de Extension y We= Peso de extensión

D= Valor de Duración y Wd= Peso de duración

R= Valor de Reversibilidad y Wr= Peso de reversibilidad

Para los valores de peso se tomarán los siguientes:

We= 0.4

Wd=0.35

Wr=0.25

Características	Puntaje				
	1	2.5	5	7.5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente reversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (incidencia)	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

sobre factor
ambiental)

Nota Fuente: Tito (2020).

$$IA = \sqrt{Imp \times |Mag|} \quad (4.2)$$

Donde:

IA= Valor de impacto Ambiental

Mag= Valor de magnitud (+) si es beneficioso, (-) si es perjudicial

Tabla 46. Rango de calificación de Impacto Ambiental

CALIFICACION IMPACTO AMBIENTAL	VALOR DEL INDICE DE IMPACTO AMBIENTAL (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$
Significativo	$6.5 > IA \geq 4.5$
Despreciable	$ IA < 4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 47. Colores para la valoración de Impacto Ambiental

ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	
SIGNIFICATIVO	
DESPRECIABLE	
BENEFICO	

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 48. Valoración de Impactos Ambientales

Rehabilitación Vial con Emulsión Asfáltica		Preparación del área				Estabilización de la base			Colocación carpeta asfáltica			Implementación de medidas viales				Retiro de materia				
Factores ambientales		Transporte de maquinaria	Limpieza y desalojo del área de trabajo	Obtención de asfalto	Instalación de señalización temporal para seguridad vial	Aplicación de emulsión asfáltica	Mezclado del material para estabilización	Compactación del suelo estabilizado	Fresado de material existente	Colocación carpeta asfáltica	Compactación final de la carpeta asfáltica	Instalación de señalización vertical y horizontal	Control de tráfico vehicular	Recolección de limpieza de residuos	Formación de microclimas por acumulación de calor en la vía	Retiro señalización temporal y seguridad vial	Retiro señalización temporal y seguridad vial	Acopio y recidaje de materiales reutilizables	Promedio Afectaciones	
																			+	-
Agua	Calidad del agua	-3.95	-4.11	-	-	-6.98	-5.00	-2.50	-5.00	-6.98	-2.50	-	-	-3.95	-	-	-	-	-	-4.55
	Contaminación por fluidos	-5.97	-2.80	-	-	-8.44	-4.47	-1.38	-4.47	-8.44	-1.38	-	-	-3.95	-	-	-	-	-	-4.59
Aire	Emisión de CO2	-7.31	1.58	-10.00	-	-5.97	-5.59	-3.62	-5.59	-7.31	-3.62	-	5.00	3.95	-	-	-	3.95	3.62	-6.13
	Calidad del aire	-7.81	1.58	-10.00	-	-7.50	-5.59	-5.12	-7.81	-7.81	-5.12	-	5.00	2.37	-	-	-	-	2.98	-7.09
Suelo	Erosión	-2.90	-5.00	-	-	-1.58	-5.00	-5.30	-7.05	-6.42	-5.70	-	-	-1.58	-	-	-	-	-	-4.50
	Estabilidad de taludes (deslizamiento)	-1.00	-2.80	-	-	-1.38	-	-2.80	-2.80	-1.84	-3.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.37
Flora	Desbroce de vegetación	-2.80	-6.47	-	-	-	-	-	-2.50	-1.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3.29
	Daño de habitat de ecosistema	-2.80	-7.44	-	-	-	-	-	-2.50	-1.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3.53
Humano	Ruido y vibraciones	-4.47	-	-	-	-	-7.50	-8.66	-6.64	-4.47	-8.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-6.73
Economía	Seguridad vial	-	4.47	-	5.42	-	-	-	-	-	-	5.42	5.42	4.47	-	-1.58	-	5.04	-	-1.58
	Generación de Empleo	-	4.47	-	5.42	-	-	-	-	-	-	5.42	5.42	4.47	-	-1.58	-	5.04	-	-1.58
	PROMEDIO AFECTACIONES	-	3.03	-	5.42	-	-	-	-	-	-	5.42	5.21	3.82	-	-	-	3.95	4.17	-4.18
	PROMEDIO AFECTACIONES	-4.33	-4.77	-10.00	-	-5.31	-5.53	-4.20	-4.93	-5.11	-4.42	-	-	-3.16	-	-1.58	-	-4.85	-	TOTAL

Nota. Fuente: Elaboración propia (2025)

En la fase de construcción, los factores ambientales que generan los impactos negativos más relevantes están asociados a las emisiones de dióxido de carbono y la afectación a la calidad del aire, producto principalmente del transporte de maquinaria y de las actividades de aplicación de la emulsión asfáltica y colocación de la carpeta. En esta misma fase también se identifican impactos positivos, especialmente relacionados con el control del tráfico vehicular y la instalación de señalización temporal, que contribuyen a mejorar la seguridad vial durante la ejecución de la obra.

Estas condiciones ambientales guardan relación con las características del suelo de la zona, que al saturarse con agua pierde resistencia y estabilidad, favoreciendo la aparición de baches, deformaciones y el deterioro de la vía si no se toman medidas preventivas. Frente a este escenario, la estabilización con emulsión asfáltica se plantea como la técnica más adecuada para mejorar las propiedades del suelo y garantizar un desempeño óptimo de la estructura frente a la humedad y al tránsito vehicular.

4.5 Medidas de prevención/mitigación

En el desarrollo del proyecto de rehabilitación vial mediante estabilización de materiales con emulsión asfáltica, se identificaron diversos impactos ambientales asociados a las actividades constructivas. A continuación, se presentan medidas específicas de prevención, mitigación o corrección para los principales impactos, considerando una actividad representativa para cada uno:

1. Ambos lados de la vía requieren: Aplicación de emulsión asfáltica y colocación de carpeta asfáltica

Aunque no existen ríos ni quebradas en las cercanías del proyecto, la presencia de arrozales a ambos lados de la vía requiere precaución, ya que estos cultivos dependen de un adecuado manejo del agua. La posible escorrentía de residuos asfálticos podría afectar la calidad del agua utilizada en dichos cultivos. Para prevenir este impacto, se recomienda delimitar la zona de trabajo con barreras físicas como sacos de arena que redirijan el escurrimiento hacia zonas de contención. Además, se debe evitar realizar estas actividades durante o después de lluvias intensas, y contar con un plan de contingencia ante derrames.

2. Contaminación por fluidos – Actividad: Aplicación de emulsión asfáltica y colocación de carpeta asfáltica

Estas actividades pueden implicar el manejo de sustancias como emulsiones, aceites o combustibles que, si no se gestionan correctamente, podrían derramarse y contaminar el suelo o aguas subterráneas. Se recomienda implementar una medida de mitigación consistente en el uso de bandejas de contención y sistemas de almacenamiento hermético en el sitio de trabajo, así como protocolos estrictos de manipulación y limpieza inmediata ante derrames.

3. Emisión de CO₂ – Actividad: Transporte de maquinaria y obtención de asfalto (actividad externa al proyecto)

La movilización de maquinaria pesada y la producción de asfalto en refinería generan emisiones significativas de dióxido de carbono. Aunque parte de este impacto ocurre fuera del área de intervención, se puede mitigar a nivel local mediante la programación eficiente de transporte

(reducir viajes innecesarios) y priorizando maquinaria moderna con motores que cumplan normativas de emisiones.

4. Calidad del aire – Actividad: Obtención de asfalto (externa) y colocación de carpeta asfáltica

La obtención de asfalto genera gases contaminantes, y durante la colocación de la carpeta, pueden liberarse compuestos orgánicos volátiles. Como medida de mitigación, se sugiere utilizar asfaltos tibios lo cual sería la emulsión asfáltica que se propone como proyecto, reduciendo tanto la emisión de gases como la exposición del personal a contaminantes en el aire.

5. Erosión – Actividad: Fresado del material existente

El fresado de la superficie asfáltica puede dejar expuesta la capa base del suelo, facilitando procesos erosivos en presencia de agua o viento. Para prevenir este impacto, se debe minimizar el tiempo entre el fresado y la colocación del nuevo material, o proteger temporalmente la superficie con coberturas (geotextiles) si existe riesgo de lluvias antes de la siguiente etapa constructiva.

6. Estabilidad de taludes – Actividad: Compactación final de la carpeta asfáltica

En el recorrido realizado por el sitio del proyecto no se identificaron taludes pronunciados, sin embargo, durante la ejecución de la obra pueden generarse pequeños bordes inestables, especialmente en zonas donde se corta o remueve el espaldón. Este tipo de bordes, aunque no sean muy altos, pueden debilitarse si se acumula agua en ellos o si no se compactan correctamente. Además, en algunos tramos de la vía hay arrozales o viviendas cercanas, lo que hace necesario evitar que el agua se quede estancada en los costados. Por esta razón, se recomienda dar una ligera pendiente hacia los lados al momento de colocar la carpeta asfáltica, de manera que el agua de lluvia escurra y no se quede acumulada. También se debe verificar que los bordes de la vía queden bien compactados y con una forma estable, para evitar que se erosionen o se deslicen con el paso del tiempo, especialmente si son zonas húmedas o con tránsito frecuente de vehículos.

7. Desbroce de vegetación – Actividad: Limpieza y desalojo del área de trabajo

El retiro de vegetación puede generar pérdida de cobertura vegetal y alterar la capacidad de retención del suelo. Se propone una medida de corrección que contemple la reforestación o revegetación inmediata de zonas adyacentes no intervenidas, utilizando especies nativas que favorezcan la recuperación del entorno.

8. Daño al hábitat y ecosistemas – Actividad: Limpieza y desalojo del área de trabajo

Además del impacto en la vegetación, esta actividad puede afectar hábitats de fauna local. Como medida de prevención, se debe realizar un reconocimiento previo del área para identificar la presencia de especies protegidas o sensibles, y delimitar zonas de exclusión donde no se realicen trabajos. En caso de detectar fauna, se recomienda su reubicación asistida por un especialista.

9. Ruido y vibraciones – Actividad: Compactación del suelo estabilizado

El uso de compactadores genera ruido y vibraciones que afectan a comunidades cercanas y fauna silvestre. Para mitigar este impacto, se deben establecer horarios de trabajo restringidos (evitando horas nocturnas), emplear maquinaria con silenciadores adecuados y mantener la distancia operativa mínima respecto a zonas sensibles como viviendas, escuelas o zonas naturales.

4.6 Conclusiones

Los impactos ambientales más relevantes incluyen posibles afectaciones a los arrozales aledaños, generación de ruido y vibraciones, afectaciones a la calidad del aire, el riesgo de que el agua y el suelo se contaminen, y procesos que puedan erosionar el suelo, por lo que se plantearon medidas de prevención y mitigación específicas para minimizar su magnitud y duración.

La rehabilitación con emulsión asfáltica y material existente son una solución sostenible y eficiente, ya que optimiza recursos al aprovechar el material fresado directamente in situ y reduce la necesidad de obtener material nuevo de canteras en comparación con los métodos tradicionales.

El proyecto se estima que aportará mejoras en la movilidad, seguridad vial y acceso a servicios, favoreciendo la economía local. La aplicación de un plan de gestión ambiental asegura que su ejecución mantenga un equilibrio entre el desarrollo vial y la protección del entorno.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

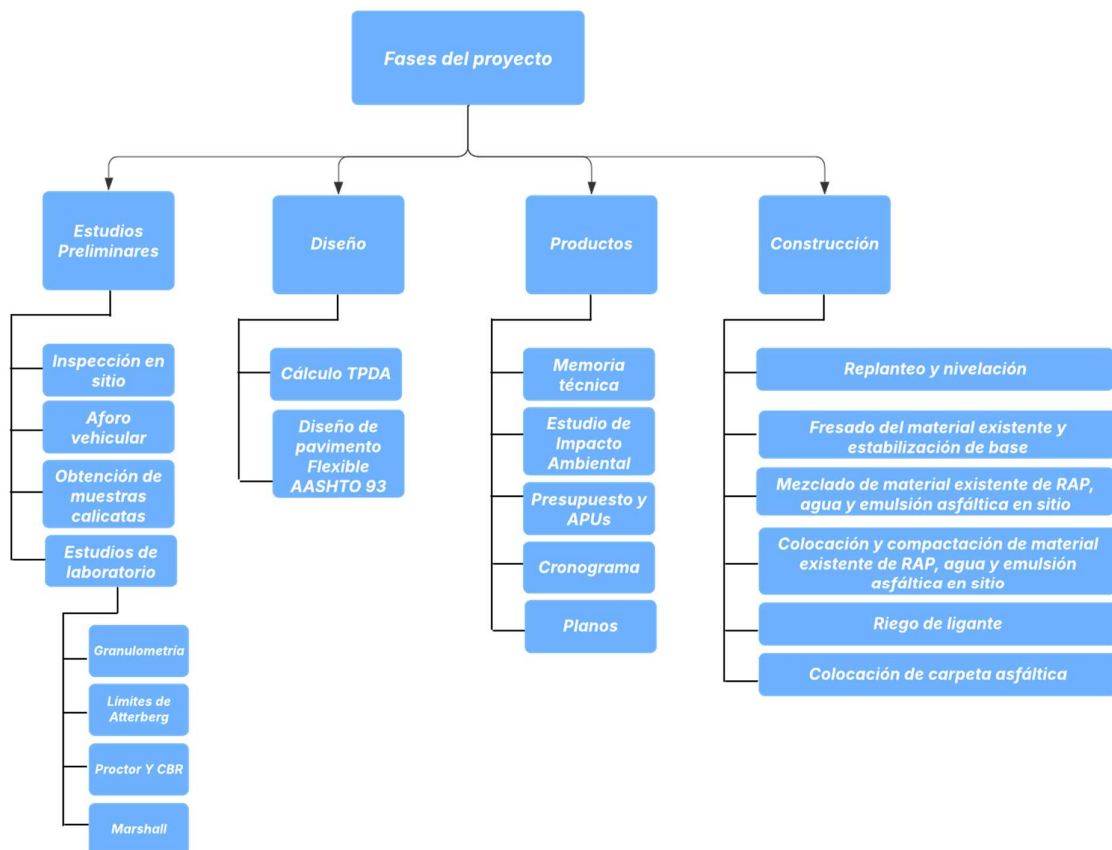
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Se puede observar en el siguiente esquema los entregables del proyecto en diferentes niveles según las dependencias y sub-dependencias, de esta forma se ilustra la organización del proyecto.

En los estudios preliminares al diseño, se realizaron los trabajos de campo y de laboratorio, para la previa elaboración del diseño de pavimento flexible con la metodología que se encuentra en la AASHTO 93.

Se obtuvo los productos que corresponden a los entregables del proyecto y finalmente se propone las actividades de construcción para llevar a cabo el proyecto.

Figura 57. Diagrama de fases del proyecto



Nota. Fuente: Elaboración Propia (2025)

5.2 Especificaciones Técnicas

Son las normas, códigos, reglamentos, cantidades, dimensiones, equipos y maquinarias destinados a la construcción aplicados a todos los elementos contemplados en los diseños. Este subcapítulo debe incluir la descripción general de todos los diseños efectuados. El principal objetivo de las especificaciones debe ser proveer la información suficiente para determinar el presupuesto.

Las especificaciones técnicas del presente proyecto se han elaborado en base a las “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP-001-F-2002” y a las Especificaciones Técnicas utilizadas por la Prefectura del Guayas en proyectos similares. Dichas especificaciones han sido adaptadas a las condiciones particulares de la vía de acceso al Recinto El Mate, garantizando la coherencia con la normativa vigente y con los rubros definidos en este estudio.

5.2.1 Desbroce, Desbosque y Limpieza

Descripción

La actividad comprenderá la remoción y retiro de residuos, basura, material vegetal suelto, hojarasca, maleza baja y cualquier otro elemento que obstruya el área de la vía. Asimismo, se realizará la recolección, acarreo y disposición del material retirado en los sitios autorizados, de forma que no genere impactos negativos al entorno.

En ningún caso se contempla la eliminación de árboles, arbustos, cercas vivas, matorrales u otro tipo de vegetación existente fuera del área de la vía, los cuales deberán conservarse en su estado natural.

Estos trabajos estarán limitados exclusivamente a la franja de la vía y no incluyen desbroce ni desbosque de las zonas adyacentes. Durante la ejecución, se deberá mantener la protección de toda la vegetación y elementos que deban preservarse, evitando daños o alteraciones en su entorno.

Disposición de materiales removidos

Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se queme los materiales removidos.

Medición

La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será la superficie efectivamente intervenida, medida en la obra en su proyección horizontal, correspondiente a los trabajos ordenados y ejecutados de manera satisfactoria.

Dicha medición comprenderá únicamente el retiro de residuos, basura, material suelto o vegetación baja localizada dentro del área de la vía, sin considerar áreas externas ni eliminación de árboles, arbustos u otra vegetación natural de los alrededores.

5.2.2 FRESADA DE CARPETA ASFÁLTICA (E=5-10 CM) SIN BARREDORA, CON ACARREO DEL MATERIAL FRESADO A 15 KM

Descripción

Esta actividad comprende la fresada total de la carpeta asfáltica existente mediante maquinaria especializada, a la profundidad definida en el diseño. Incluye la carga del material fresado (RAP) en volquetas y el acarreo y disposición del mismo hasta sitio de acopio ubicado a una distancia de hasta 15 km del frente de trabajo.

Equipo y herramientas mínimo

- Herramienta menor (5% M.O)
- Recuperadora de Asfalto 40 HP
- Volqueta (16 ton -14m3)

Mano de obra mínima

- Peón/Ayudante (albañil, carpintero, electricista, herrero, plomero)
- Chofer: Tanqueros
- Operador Fresadora de pavimento asfáltico

Medición

La medición se efectuará en metros cuadrados (m²) de superficie fresada a la profundidad establecida, verificando que el acarreo se haya realizado hasta el destino final.

5.2.3 CARGADA Y ACARREO DE MATERIAL RAP (DISTANCIA HASTA 15 KM).**Descripción**

Esta actividad comprende la operación de carga con maquinaria del material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) desde el sitio de acopio, y su posterior acarreo en volquetas hacia el frente de trabajo o destino especificado, dentro de una distancia máxima de 15 kilómetros.

Equipo y herramientas mínimo

- Cargadora 170 HP/3 m3
- Volqueta (16 ton -14m3)

Mano de obra mínima

- Operador Cargadora Frontal
- Chofer: Volquetas

Medición

La medición se efectuará en metros cúbicos (m³) de material efectivamente transportado y descargado en el sitio autorizado, verificado mediante el control de hojas de ruta o tickets de volqueta firmados por la inspección.

5.2.4 BASE CLASE 1

Descripción

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

Materiales

La base de agregados será clase 1. La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

- Clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en la subsección 814-2 de las especificaciones MOP-001-F-2002 y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B en la Tabla 404-1.1 especificaciones MOP-001-F-2002.

El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hiciere falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación se podrá completar con material procedente de una trituración adicional, o con arena fina, que serán mezclados necesariamente en planta.

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

Equipo

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias

La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra. Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los

espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

Procedimiento de trabajo.

Preparación de la Sub-base.- La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado. - Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas uniformemente en una

planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

Tendido y Conformación. - Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado

repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

Compactación. - Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior.

Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales.

El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

Medición

La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Forma de pago

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la

capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

5.2.5 MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE BASE Y RAP ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE CURADO LENTO.

Descripción

Esta actividad comprende los trabajos de preparación, tendido y compactación de una mezcla compuesta por base granular (Base) y RAP (pavimento asfáltico reciclado), estabilizados con emulsión asfáltica de curado lento al 4.25%, estabilizado con emulsión asfáltica de curado lento, con aditivos (rejuvenecedor y promotor de adherencia), para el mejoramiento estructural de la vía.

Procedimiento

Preparación de la superficie

- Limpieza de vegetación, material suelto o contaminado.
- Nivelación y compactación al 95% de la densidad seca máxima (AASHTO T- 180).

Mezclado de materiales

- Distribución de RAP y Base Clase 1 según el diseño de mezcla.
- Mezcla en seco con motoniveladora.
- Adición de agua para alcanzar la humedad óptima.
- Aplicación de emulsión asfáltica al 4% con distribuidora de asfalto.
- Mezcla final con motoniveladora hasta lograr homogeneidad.

Tendido

- Conformación de la mezcla según rasante y pendientes de diseño.
- Colocación de espesor suelto que garantice el espesor compactado.

Compactación

- Compactación con rodillo vibratorio de 10–12 toneladas.
- Finalización en máximo 2 horas desde el inicio del mezclado.
- Ensayos de campo para verificar densidad compactada $\geq 95\%$

Control de calidad

- Verificación de espesor, densidad y composición cada 300–500 m.

Requisitos mínimos:

- Estabilidad Marshall: > 750 lbs.
- Flujo: 5-18.
- Vacíos con aire: 4%-8%.
- Vacíos en el agregado mineral: >15%.

Tabla 49 Requisitos Emulsiones Asfálticas Catiónicas

PROPIEDAD	ROTURA RAPIDA		ROTURA MEDIA						ROTURA LENTA			
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
VISCOSIDAD:												
FUROL, a 25 gC, s.	-	-	-	-	-	-	-	-	20	100	20	100
FUROL, a 50 gC, s.	20	100	100	400	50	450	50	450	-	-	-	-
ESTABILIDAD AL ALMACENAJE 24 h, %	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
DEMULSIFICACION: 35 ml .8% sds, %	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUBRIMIENTO												
agregado seco	-	-	-	-	bueno	bueno	-	-	-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre	pobre	-	-	-	-	-	-
agregado humedo	-	-	-	-	pobre	pobre	-	-	-	-	-	-
luego rociado	-	-	-	-	pobre	pobre	-	-	-	-	-	-
CARGA DE PARTICULA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MEZCLA CON CEMENTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0
ENS. DEL TAMIZ	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1
DESTILACION: ACEITE DESTILADO %	-	3	-	3	-	12	-	12	-	-	-	-
RESIDUO, %	60	-	65	-	65	-	65	-	57	-	57	-
ENSAYOS EN EL RESIDUO:												
PENETRACION, a 25 grados, 100 gr, 5 s.	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
DUCTILIDAD, a 25 grados, 5 cm/m, cm.	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO %	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-	97.5	-
TEMPERATURA DE EMPLEO:												
ALMACENAMIENTO	50	85	50	85	50	85	50	85	10	60	10	60
MEZCLA EN PLANTA	-	-	-	-	10	70	10	70	10	70	10	70
MEZCLA EN SITIO	-	-	-	-	20	70	20	70	20	70	20	70
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	50	85	50	85	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota Fuente: MOP (2002)

La empresa Emuldec S.A es el proveedor autorizado en el mercado nacional y será responsable de realizar los ensayos de calidad correspondientes, garantizando que la emulsión asfáltica catiónica cumpla con las especificaciones establecidas en el “MOP-001-F-2002: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes” y con las normas técnicas aplicables. La aceptación de los materiales estará sujeta a la presentación de certificados

de conformidad y resultados de laboratorio que avalen sus propiedades físico-químicas y de desempeño.

Equipo y herramientas mínimo

- Herramienta menor (5% M.O.)
- Motoniveladora 135 Hp
- Tanquero 8Ton
- Distribuidor de Asfalto 6Ton
- Rodillo vibratorio liso 142 Hp

Mano de obra mínima

- Peón/ Ayudante (Albañil, Carpintero, Electricista, Fierro, Plomero E.O.E2)
- Operador Motoniveladora
- Operador Rodillo Autopropulsado
- Chofer Tanquero
- Operador distribuidor de Asfalto

Materiales Requeridos

- Emulsión Asfáltica CSS-1H (62.08 Litros por M3)
- Material Unificado Mediano (Base)

Medición

Se medirá en metros cúbicos (m^3), en su ubicación definitiva, luego de la compactación, conforme a las dimensiones proyectadas y aceptadas por el Fiscalizador.

5.2.6 TRANSPORTE DE BASE, SUB-BASE Y H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM

Descripción

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los agregados necesarios para la elaboración de la mezcla asfáltica destinada a la capa de rodadura, cuyo costo de transporte será reconocido conforme a lo establecido en los formularios de propuesta.

Equipo mínimo

- Volqueta.

Mano de obra

- Chofer.

Medición

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos-kilómetro medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

5.2.7 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA**Descripción**

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Materiales

El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o emulsiones asfálticas cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de las especificaciones MOP-001-F-2002. Las emulsiones asfálticas serán de rotura lenta y cumplirán con lo especificado en la subsección 810-4 de las especificaciones MOP-001-F-2002.

Equipo mínimo

- Barredora mecánica
- Soplador incorporado
- Distribuidor de asfalto a presión autopropulsado

Procedimiento y consideraciones

El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño.

El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie preparada, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en una longitud determinada y dividiendo el ancho en dos o más fajas, a fin de mantener el tránsito en la parte de vía no imprimada.

Medición

La unidad de medida para el asfalto será en m² y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6°C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5 de las especificaciones MOP-001-F 2002.

5.2.8 RIEGO DE LIGA**Descripción**

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso sobre la superficie de un pavimento, a fin de conseguir adherencia entre este pavimento y una nueva capa asfáltica que se deberá colocar sobre él. En la aplicación del riego de adherencia estará comprendida la limpieza de la superficie, que deberá realizarse inmediatamente antes del riego bituminoso.

Materiales

El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido o por emulsión asfáltica, En caso de utilizarse asfalto diluido, éste deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3, y en caso de usarse una emulsión, estará de acuerdo a lo establecido en la subsección 810-4 del MOP-001-2002.

Equipo mínimo

- Barredora mecánica
- Soplador incorporado
- Distribuidor de asfalto a presión autopropulsado

Procedimiento

Antes de procederse a la aplicación del riego bituminoso, se comprobará que la superficie se halle totalmente seca, y deberá ser barrida y limpiada cuidadosamente para eliminar todo material extraño y trazas de polvo. El material asfáltico será distribuido uniformemente sobre la superficie lista. La cantidad de aplicación será bastante reducida y dependerá del estado de la superficie a tratar. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el tipo y grado del material bituminoso, según lo especificado en las subsecciones 810-3 y 810-4 del MOP-001-2002, para asfaltos diluidos y emulsiones, respectivamente.

Medición

Las cantidades a pagarse por el riego de adherencia serán los litros del material asfáltico realmente distribuidos. La medición del asfalto se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de aplicación, al volumen a 15.6 °C, de acuerdo con los datos constantes en la subsección 810-5, para los asfaltos diluidos y emulsiones.

5.2.9 CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=12.5 CM (5")

Descripción

Este trabajo comprenderá la ejecución de capas de rodadura en hormigón asfáltico, elaboradas con agregados que cumplan la granulometría establecida, material de relleno mineral cuando corresponda y ligante asfáltico. La mezcla será producida en caliente en una planta central y posteriormente extendida sobre una base previamente acondicionada o sobre un pavimento existente.

Materiales

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2 de las especificaciones MOP-001-F-2002, para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas.

Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1 de las especificaciones MOP-001-F-2002.

Tabla 50 Porcentajes en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80		90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Nota Fuente: MOP (2002)

Equipo

- Operador de esparcidor y ayudante
- Esparcidor

Medición

Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada en m².

5.2.10 MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (UNIDERECCIONALES Y BIDIRECCIONALES)

Descripción

Estas labores comprenden el suministro, almacenamiento, transporte y colocación de tachas reflectivas sobre la superficie del pavimento, empleando adhesivos retrorreflectivos que cumplan con la norma ASTM-4956, garantizando su resistencia al tránsito vehicular sin desprendimiento.

Dimensiones: Las tachas deben tener las siguientes dimensiones:

Altura: 15 – 18mm +/- 1,30mm Largo: 101 – 104mm +/- 10mm Ancho: 87 – 90mm +/- 10mm

Equipo

Para la instalación de tachas retrorreflectivas unidireccionales, se deberá contar con el equipo necesario para preparar y limpiar la superficie del pavimento, así como para su transporte y colocación con adhesivos adecuados. Al finalizar, la zona intervenida deberá quedar limpia y en condiciones óptimas de servicio.

Para la instalación de los marcadores de pavimento retrorreflectantes (tachas unidireccionales), el contratista deberá contar con el equipo adecuado para la preparación de la superficie del pavimento, garantizando que esta se encuentre limpia, seca y libre de polvo, grasas u otros contaminantes que afecten la adherencia.

Una vez concluida la colocación, será obligatorio realizar la limpieza final de la superficie intervenida, retirando residuos de adhesivo, material suelto o cualquier desecho generado durante la ejecución, de forma que el área quede en condiciones óptimas de servicio y visibilidad.

Medición

Las tachas reflectivas, tanto unidireccionales como bidireccionales, se medirán por unidad instalada. Solo se contabilizarán aquellas colocadas correctamente sobre la superficie del pavimento, con el adhesivo adecuado y alineadas según los estándares de señalización vial. La medición incluirá unidades que cumplan con los criterios de visibilidad, adherencia y orientación correctas, garantizando su funcionalidad frente al tránsito vehicular.

5.2.11 SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)

Este trabajo comprende el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas permanentes sobre pavimentos terminados, incluyendo pavimentos rígidos, flexibles y estructuras de hormigón de cemento Portland. Las marcas sirven para delimitar los bordes de la vía, separar carriles de circulación en carreteras bidireccionales de un solo carril y resaltar áreas donde existen restricciones de adelantamiento.

El diseño de las marcas, incluyendo dimensiones, tipo de pintura y colores, deberá cumplir con los estándares de señalización vial establecidos en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, asegurando correcta visibilidad y durabilidad sobre la superficie del pavimento.

Equipo mínimo

- Herramienta menor
- Franjadora (p/marcas pavimento)
- Escoba mecánica autopropulsada

Materiales

- Microesferas de vidrio- AASHTO M 247
- Pintura termoplástica- AASHTO M 249

Tabla 51 Requerimientos de Calidad del Material Termoplástico (AASHTO M-249)

Características	Pintura Blanca		Pintura Amarilla	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
(1) Aglomerante (*) (%)	18	-	18	-
(2) Pigmento (%)				
• Dióxido de Titanio	10	-	-	-

• Pigmentos Amarillos			(*)	-
(3) Carbonato de Calcio e inertes (%)	-	42	-	(*)

Nota Fuente AASHTO M-249

Tabla 52 Gradación de Micro-esferas de Vidrio

Tamiz	% que pasa Tamiz				
	Tipo I		Tipo II		
0,850 mm. (Nº 20)	100		-		
0,600 mm. (Nº 30)	75 – 95		100		
0,425 mm. (Nº 40)	-	90 – 100			
0,300 mm. (Nº 50)	15 – 35		50 – 75		
0,180 mm. (Nº 80)	-	0 – 5			
0,150 mm. (Nº 100)	0 – 5		-		
CARACTERISTICAS TECNICAS EVALUADAS					
ESPECIFICACIONES					
% Granulometría (material que pasa)	I	II	III	IV	V
Tamiz Nº 8					100
Tamiz Nº 10				100	95-100
Tamiz Nº 12			100	95-100	80-95
01 Tamiz Nº 14			95-100	80-95	10t-40
Tamiz Nº 16			80-95	10-40	0-5
Tamiz Nº 18			10-40	0-5	0-2
Tamiz Nº 20	100		0-5	0-2	
Tamiz Nº 30	75-95	100	0-2		
Tamiz Nº 40		90-100			
Tamiz Nº 50		15-35	50-75		
Tamiz Nº 80			0-5		
Tamiz Nº 100		0-5			
% Flotación		90 min.			
Indice de Refracción		1.50	1.55		
Resistencia a la Abrasión (lbs) (Ret. Malla Nº 40)		30 min			
Redondez (%)		70 min			

Resistencia a la Humedad	Las esferas no deben absorber humedad durante su almacenamiento. Ellos deben permanecer libres de racimos y grumos y debe fluir libremente desde el equipo de dispersión.
Resistencia a los Ácidos	No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.
Resistencia a la Solución de 1N de Cloruro Cálcico	No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.

Nota: Fuente AASHTO M-247

Medición

La pintura para señalización horizontal se medirá en metros lineales (m) efectivamente aplicados sobre la superficie de la vía.

Pago

El pago se efectuará al precio unitario establecido en el contrato, el cual incluye el suministro, transporte y aplicación de la pintura, así como toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales y actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, cumpliendo con las normas técnicas, ambientales y de seguridad vigentes.

5.2.12 SEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)

Descripción

Este trabajo comprende el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas viales permanentes sobre superficies terminadas, ya sean pavimentos rígidos, flexibles, adoquines o elementos de hormigón.

Las marcas tienen como función principal delimitar los bordes de la calzada, separar los carriles de circulación en vías bidireccionales de un solo carril y resaltar las zonas con restricción de adelantamiento.

El diseño de las marcas, incluyendo dimensiones, tipo de pintura y colores, deberá cumplir con los estándares de señalización vial establecidos en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, asegurando correcta visibilidad y durabilidad sobre la superficie del pavimento.

Equipo mínimo

- Herramienta menor
- Franjadora (p/marcas pavimento)
- Escoba mecánica autopropulsada

Materiales

- Microesferas de vidrio- AASHTO M 247
- Pintura termoplástica- AASHTO M 249

Tabla 53 Requerimientos de Calidad del Material Termoplástico (AASHTO M-249)

Características	Pintura Blanca		Pintura Amarilla	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
(1) Aglomerante (*) (%)	18	-	18	-
(2) Pigmento (%)				
• Dióxido de Titanio	10	-	-	-
• Pigmentos Amarillos			(*)	-
(3) Carbonato de Calcio e inertes (%)	-	42	-	(*)

Nota Fuente AASHTO M-249

Tabla 54 Gradación de Micro-esferas de Vidrio

Tamiz	% que pasa Tamiz	
	Tipo I	Tipo II
0,850 mm. (Nº 20)	100	-
0,600 mm. (Nº 30)	75 – 95	100
0,425 mm. (Nº 40)	-	90 – 100
0,300 mm. (Nº 50)	15 – 35	50 – 75

0,180 mm. (Nº 80)		-	0 – 5			
0,150 mm. (Nº 100)		0 – 5		-		
CARACTERISTICAS TECNICAS EVALUADAS		ESPECIFICACIONES				
%	Granulometría (material que pasa)	I	II	III	IV	V
	Tamiz Nº 8					100
	Tamiz Nº 10				100	95-100
	Tamiz Nº 12			100	95-100	80-95
01	Tamiz Nº 14			95-100	80-95	10t-40
	Tamiz Nº 16			80-95	10-40	0-5
	Tamiz Nº 18			10-40	0-5	0-2
	Tamiz Nº 20	100		0-5	0-2	
	Tamiz Nº 30	75-95	100	0-2		
	Tamiz Nº 40		90-100			
	Tamiz Nº 50		15-35	50-75		
	Tamiz Nº 80			0-5		
	Tamiz Nº 100		0-5			
	% Flotación		90 min.			
	Indice de Refracción		1.50	1.55		
	Resistencia a la Abrasión (lbs) (Ret. Malla Nº 40)		30 min			
	Redondez (%)		70 min			
	Resistencia a la Humedad		Las esferas no deben absorber humedad durante su almacenamiento. Ellos deben permanecer libres de racimos y grumos y debe fluir libremente desde el equipo de dispersión.			
	Resistencia a los Ácidos		No presentarán al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañados.			
	Resistencia a la Solución de 1N de Cloruro Cálcico		No presentarán, al ser observadas posteriormente al microscopio, señal alguna de haber sido dañadas.			

Nota: Fuente AASHTO M-247

Medición

La pintura para señalización horizontal se medirá en metros lineales (m) efectivamente aplicados sobre la superficie de la vía.

Pago

El pago se efectuará al precio unitario establecido en el contrato, el cual incluye el suministro, transporte y aplicación de la pintura, así como toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales y actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, cumpliendo con las normas técnicas, ambientales y de seguridad vigentes.

5.2.13 DESMONTAJE DE SEÑALES VERTICALES

Este ítem incluye todas las actividades necesarias para el desmontaje y retiro controlado de señales verticales de tránsito existentes, abarcando postes, ménsulas, placas reflectivas, anclajes y elementos de fijación. El objetivo es recuperar aquellos componentes que puedan reutilizarse y disponer adecuadamente los que no sean aprovechables, evitando daños al entorno vial. Los materiales retirados deberán transportarse y almacenarse en los sitios destinados para su acopio o disposición final.

Equipo mínimo

- Herramienta menor (5% m.o.)
- Equipo oxicorte
- Esmeril

Mano de obra

- Peón/ ayudante (e.o.e2)
- Técnico electromecánico de construcción (e.o.d2)

Materiales

Este ítem no incluye el suministro de materiales nuevos. Se considerarán como materiales recuperados aquellos elementos desmontados que, por su buen estado físico, puedan almacenarse para su futura reutilización o traslado.

Medición

Este ítem se medirá en unidades (u), considerando una unidad por cada señal vertical desmontada, incluyendo postes, placas y sus soportes.

Forma de pago

El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato para este rubro, lo cual cubrirá de manera integral la mano de obra, equipos, herramientas, transporte hasta el sitio de acopio o disposición final y todas las actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

5.2.14 SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (900X900).

Descripción

Este ítem comprende el suministro, fabricación e instalación de señales verticales a lo largo de la carretera, con dimensiones estándar de 900 x 900 mm, en cumplimiento con las especificaciones técnicas y normativas aplicables.

Equipo Mínimo

- Herramienta menor.
- Máquina de Soldar.

Mano de Obra

- Maestro de obra.
- Soldador.
- Peón.

Materiales

- Placa de aluminio anodizada e=2mm
- Papel reflectivo grado diamante (leyenda).
- Platina 1 a/2" x 1/8".
- Tubo cuadrado de H.G. (50x50x2mm).
- Perno cabeza de coco 1/4 x 3.
- Soldadura.
- Hormigón simple $f'c=180\text{kg/cm}^2$.

Medición

La señalización vertical se medirá en unidades (u), considerando cada señal instalada de forma correcta.

Forma de Pago

El pago se realizará por cada unidad instalada, e incluirá la compensación total por mano de obra, equipos, herramientas, materiales, transporte y todas las actividades necesarias para la ejecución completa del trabajo.

5.2.15 AGUA PARA CONTROL DE POLVO

Descripción

Este rubro se establece con el propósito de reducir los impactos en la salud y preservar el bienestar de la población, frente a la emisión de partículas generadas por el acopio de materiales y/o escombros durante la ejecución de la obra.

Equipo mínimo

- Tanquero 14Ton

Mano de obra.

- Peón
- Chofer tanquero

Materiales

- Agua

Medición

Las cantidades a pagarse por este trabajo serán los metros cúbicos de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador.

Forma de pago

El pago se efectuará según el precio estipulado para este rubro en el presupuesto. No se reconocerá ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de medidas paliativas contra el polvo fuera del horario laboral habitual, en días no laborables o durante jornadas lluviosas. Los precios y pagos establecidos constituyen la compensación completa por la distribución de agua y todas las actividades relacionadas necesarias para la ejecución de los trabajos indicados.

5.2.16 MONITOREO DE RUIDO

Descripción

Esta actividad consiste en la realización de mediciones de ruido mediante un sonómetro. Se considera ruido a todo sonido no deseado percibido por las personas y que, al igual que las vibraciones, puede causar efectos negativos importantes en la salud de los trabajadores y

operarios de las fuentes generadoras si no se aplican las medidas adecuadas de prevención y control.

Equipo y Materiales

- Toma de muestra con sonómetro (muestreo por día)

Medición

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán la unidad.

Pago

Se pagarán al precio del rubro designado en el presupuesto, en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones necesarias para realizar el monitoreo.

5.2.17 MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)

Descripción

Este trabajo implicará llevar a cabo un monitoreo de la calidad del aire, evaluando el material particulado (PM10 y PM2.5); los resultados obtenidos se contrastarán con lo establecido en la normativa ambiental vigente y sus reformas, aplicable a este tipo de medición.

Equipo y Materiales

Toma de muestra con estación de medición

Medición

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán por unidad

Forma de Pago

Se pagarán al precio del rubro designado en el presupuesto, en los pagos se incluirán mano de obra, materiales, herramientas, equipos y operaciones necesarias para realizar el monitoreo.

5.2.18 TANQUE DE 55 GALONES (PARA BASURA)

Descripción

El objetivo de esta actividad es instalar tanques metálicos de 55 galones, correctamente rotulados y pintados según el tipo de desechos a recolectar. La rotulación deberá cumplir con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2841 o las indicaciones del Fiscalizador. Los tanques se ubicarán en el área de trabajo o en otros lugares que indique el Fiscalizador, y el color de cada recipiente dependerá del tipo de desechos que se genere durante la ejecución del proyecto.

Material.

- Tanque metálico c/tapa 55gl

Medición.

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos será la unidad de tanques de 55 galones.

Pago

El pago se realizará según el precio asignado a este rubro en el presupuesto, sin que se reconozca ningún monto adicional al Contratista por la movilización. Este pago representará la compensación completa por la adecuación, pintura e instalación de los tanques. Los precios y pagos establecidos cubrirán íntegramente la adecuación, pintura e instalación de los tanques de 55 galones, su relleno con agregados gruesos y finos, así como la movilización, reubicación y/o retiro de los tanques, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y demás operaciones necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

5.2.19 BATERIA SANITARIA PORTATIL (UNIDAD X MES)

Descripción

Este trabajo incluirá el suministro, la instalación y el mantenimiento de baterías sanitarias portátiles en las áreas que el Fiscalizador indique, destinadas al uso del personal que labore en los frentes de obra y en el campamento.

Material.

- Batería sanitaria incluye, mantenimiento, movilización

Medición.

Las cantidades a pagarse por estos trabajos será la Unidad del mes de uso y mantenimiento de la batería sanitaria portátiles verificados por el fiscalizador.

Pago.

El pago se realizará conforme al precio establecido para este rubro en el presupuesto, sin que se reconozca ningún monto adicional al Contratista por la movilización. Los precios y pagos indicados representarán la compensación completa por el suministro del servicio de baterías sanitarias portátiles, su instalación, mantenimiento y, posteriormente, la movilización, reubicación y/o retiro del lugar de trabajo, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones relacionadas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

5.2.20 ESCOMBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)

Descripción

Esta actividad contempla la disposición del material de desalojo en las zonas o áreas autorizadas por el Fiscalizador para este propósito, que pueden ser botaderos o sitios designados. En estos lugares se depositarán los residuos provenientes de cortes en la vía, materiales pétreos descartados y otros con características similares, así como materiales inadecuados, excedentes y desechos comunes. Todos los materiales deberán estar libres de contaminantes o residuos peligrosos.

Equipo.

- Tractor de orugas 175 hp
- Motoniveladora 135 hp
- Tanquero 8tn
- Rodillo vibratorio liso 142 hp

Mano de Obra.

- Operador de tractor/motoniveladora/rodillo
- Chofer tanquero
- Peón.

Medición.

El pago por estos trabajos se realizará en función de los metros cúbicos realmente ejecutados, de acuerdo con las presentes especificaciones y previa aprobación del Fiscalizador.

Forma de pago

Se pagarán al precio del rubro designado en el presupuesto.

5.3 Rubros y análisis de precios unitarios

A continuación, se describen los rubros establecidos en las actividades que se propone realizar en el proyecto, los cuales se han clasificado como, preliminares, construcción, estructura de pavimento, señalización vertical y horizontal y finalmente medidas correctoras de impacto ambiental.

Para los precios unitarios se consideró los costos actualizados de materiales y mano de obra cuyos valores fueron obtenidos mediante cotizaciones y a partir guías de referencia de instituciones como La Prefectura del Guayas. Adicionalmente se utilizó un 17% de costos indirectos por imprevistos

Tabla 55. Resumen de rubros y precios unitarios

ITEM	RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1	PRELIMINARES		
1.1	SEÑALIZACIÓN Y CERRAMIENTO DE OBRA	U	\$ 37.58
1.2	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	\$ 164.41
2	MOVIMIENTO DE TIERRA		
2.1	MATERIAL DE PRESTAMO LOCAL (*)	M3	\$ 2.22
2.2	TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 8-10 KM	M3-KM	\$ 0.39
2.3	FRESADA DE CARPETA ASFÁLTICA (E=5-10 CM) SIN BARREDORA, CON ACARREO DEL MATERIAL FRESADO A 15 KM	M2	\$ 1.61
3	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
3.1	CARGADA Y ACARREO DE MATERIAL RAP (DISTANCIA HASTA 15 KM)	M3	\$ 4.25
3.2	MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE BASE Y RAP ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE CURADO LENTO	M3	\$ 51.77
3.3	TRANSPORTE H. ASFÁLTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	M3-KM	\$ 0.32
3.4	IMPRIMACION ASFÁLTICA.	M2	\$ 1.09
3.5	RIEGO DE LIGA	M2	\$ 0.48
3.6	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA E= 10 CM (4")	M2	\$ 14.87
4	SEÑALIZACION		
4.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL		
4.1.1	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (UNIDERECCIONALES)	U	\$ 6.80
4.1.2	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (BIDIRECCIONALES)	U	\$ 6.80
4.1.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)	M	\$ 4.61

4.1.4	SEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)	M	\$ 2.62
4.2	SEÑALIZACION VERTICAL		
4.2.1	DESMONTAJE DE SEÑALES VERTICALES	U	\$ 6.70
4.2.3	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (900X900)	U	\$ 368.59
4.2.4	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (750X750)	U	\$ 264.68
4.2.5	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (600X450)	U	\$ 202.56
4.2.6	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (2440X1220)	U	\$ 762.63
4.2.7	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (1350X450)	U	\$ 292.48
5	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL		
5.1	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	\$ 1.94
5.2	MONITOREO DE RUIDO	U	\$ 47.43
5.3	MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)	U	\$ 231.24
5.4	TANQUE DE 55 GALONES (PARA BASURA)	U	\$ 18.72
5.5	ESCOMBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)	M3	\$ 0.42

5.4 Cantidades de obra

Se obtuvo la cuantificación de cantidades de cada rubro con la utilización de programa AutoCAD, esta licencia fue otorgada por la institución ESPOL, para obtener las cantidades de volúmenes y áreas se utilizaron los planos y el diseño definitivo de la vía.

Tabla 56. *Cantidades de obra del proyecto*

ITEM	RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO
1	PRELIMINARES			
1.1	SEÑALIZACIÓN Y CERRAMIENTO DE OBRA	U	50.00	\$ 37.58
1.2	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	98.00	\$ 164.41
2	MOVIMIENTO DE TIERRA			

2.1	MATERIAL DE PRESTAMO LOCAL (*)	M3	980.00	\$ 2.22
2.2	TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 8-10 KM	M3-KM	2,450.00	\$ 0.39
2.3	FRESADA DE CARPETA ASFÁLTICA (E=5-10 CM) SIN BARREDORA, CON ACARREO DEL MATERIAL FRESADO A 15 KM	M2	9,800.00	\$ 1.61
3	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
3.1	CARGADA Y ACARREO DE MATERIAL RAP (DISTANCIA HASTA 15 KM)	M3	490.00	\$ 4.25
3.2	MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE BASE Y RAP ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE CURADO LENTO	M3	980.00	\$ 51.77
3.3	TRANSPORTE H. ASFÁLTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	M3-KM	4,900.00	\$ 0.32
3.4	IMPRIMACION ASFÁLTICA.	M2	9,800.00	\$ 1.09
3.5	RIEGO DE LIGA	M2	9,800.00	\$ 0.48
3.6	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA E= 10 CM (4")	M2	4,900.00	\$ 14.87
4	SEÑALIZACION			
4.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL			
4.1.1	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (UNIDERECCIONALES)	U	140.00	\$ 6.80
4.1.2	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (BIDIRECCIONALES)	U	280.00	\$ 6.80
4.1.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)	M	2,800.00	\$ 4.61
4.1.4	SEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)	M	1,400.00	\$ 2.62
4.2	SEÑALIZACION VERTICAL			
4.2.1	DESMONTAJE DE SEÑALES VERTICALES	U	1.00	\$ 6.70
4.2.3	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (900X900)	U	15.00	\$ 368.59
4.2.4	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (750X750)	U	10.00	\$ 264.68
4.2.5	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (600X450)	U	5.00	\$ 202.56
4.2.6	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (2440X1220)	U	6.00	\$ 762.63
4.2.7	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (1350X450)	U	5.00	\$ 292.48

5	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL			
5.1	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	9,800.00	\$ 1.94
5.2	MONITOREO DE RUIDO	U	1.00	\$ 47.43
5.3	MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)	U	1.00	\$ 231.24
5.4	TANQUE DE 55 GALONES (PARA BASURA)	U	8.00	\$ 18.72
5.5	ESCOMBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)	M3	100.00	\$ 0.42

5.5 Costo del proyecto

Para la obtención del costo total del proyecto se utilizó los precios unitarios de cada rubro por cantidad previamente detallada, finalmente se obtuvo un valor de \$190,625.070, valor que entra dentro del rango de presupuesto comparado con otros proyectos de similares características del cliente.

ITEM	RUBRO/DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	PRELIMINARES				17,991.18000
1.1	SEÑALIZACIÓN Y CERRAMIENTO DE OBRA	U	50.00	\$ 37.58	1,879.00000
1.2	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	98.00	\$ 164.41	16,112.18000
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				18,909.10000
2.1	MATERIAL DE PRESTAMO LOCAL (*)	M3	980.00	\$ 2.22	2,175.60000
2.2	TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 8-10 KM	M3-KM	2,450.00	\$ 0.39	955.50000
2.3	FRESADA DE CARPETA ASFÁLTICA (E=5-10 CM) SIN BARREDORA, CON ACARREO DEL MATERIAL FRESADO A 15 KM	M2	9,800.00	\$ 1.61	15,778.00000
3	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				142,634.10000
3.1	CARGADA Y ACARREO DE MATERIAL RAP (DISTANCIA HASTA 15 KM)	M3	490.00	\$ 4.25	2,082.50000
3.2	MEZCLA, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE BASE Y RAP ESTABILIZADO CON	M3	980.00	\$ 51.77	50,734.60000

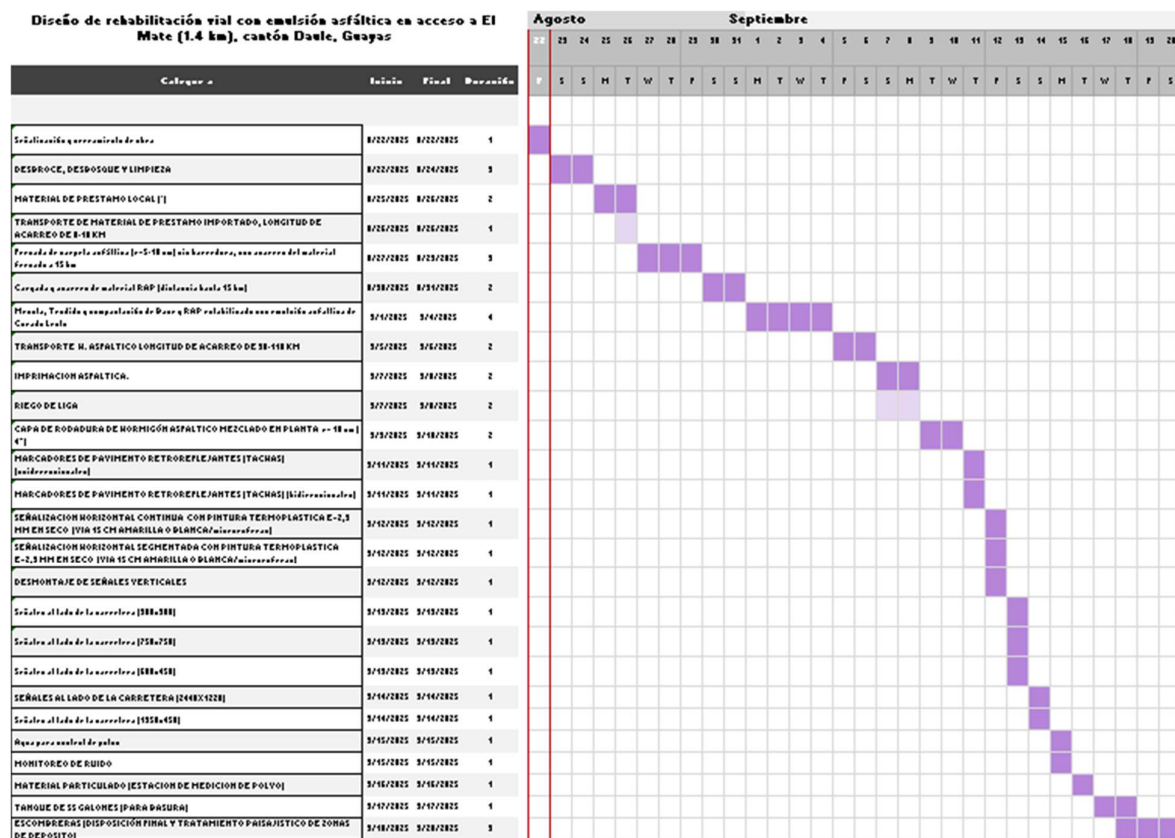
	EMULSIÓN ASFALTICA DE CURADO LENTO				
3.3	TRANSPORTE H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM	M3-KM	4,900.00	\$ 0.32	1,568.00000
3.4	IMPRIMACION ASFALTICA.	M2	9,800.00	\$ 1.09	10,682.00000
3.5	RIEGO DE LIGA	M2	9,800.00	\$ 0.48	4,704.00000
3.6	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA E= 10 CM (4")	M2	4,900.00	\$ 14.87	72,863.00000
4	SEÑALIZACION				34,665.33000
4.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL				19,432.00000
4.1.1	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (UNIDERECCIONALES)	U	140.00	\$ 6.80	952.00000
4.1.2	MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS) (BIDIRECCIONALES)	U	280.00	\$ 6.80	1,904.00000
4.1.3	SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)	M	2,800.00	\$ 4.61	12,908.00000
4.1.4	SEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA CON PINTURA TERMOPLASTICA E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/MICROESFERAS)	M	1,400.00	\$ 2.62	3,668.00000
4.2	SEÑALIZACION VERTICAL				15,233.33000
4.2.1	DESMONTAJE DE SEÑALES VERTICALES	U	1.00	\$ 6.70	6.70000
4.2.3	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (900X900)	U	15.00	\$ 368.59	5,528.85000
4.2.4	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (750X750)	U	10.00	\$ 264.68	2,646.80000
4.2.5	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (600X450)	U	5.00	\$ 202.56	1,012.80000
4.2.6	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (2440X1220)	U	6.00	\$ 762.63	4,575.78000

4.2.7	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (1350X450)	U	5.00	\$ 292.48	1,462.40000
5	MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL				19,482.43000
5.1	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	9,800.00	\$ 1.94	19,012.00000
5.2	MONITOREO DE RUIDO	U	1.00	\$ 47.43	47.43000
5.3	MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)	U	1.00	\$ 231.24	231.24000
5.4	TANQUE DE 55 GALONES (PARA BASURA)	U	8.00	\$ 18.72	149.76000
5.5	ESCOBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)	M3	100.00	\$ 0.42	42.00000
TOTAL					248,915.47000

5.6 Cronograma de obra

Se realizó un cronograma para estimar el tiempo que se necesitará para realizar el proyecto. Se consideró la secuencialidad y simultaneidad en la ejecución de cada rubro.

Ilustración 1. Cronograma de Obra



Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El presente proyecto de rehabilitación vial con emulsión asfáltica en el acceso a El Mate (1,4 km), cantón Daule, provincia del Guayas, permitió comprobar, mediante un análisis integral de campo, laboratorio y diseño estructural, que esta técnica constituye una solución técnica más eficiente, económica y sostenible en comparación con métodos tradicionales de intervención.

En primer lugar, los resultados de los ensayos de laboratorio confirmaron que los materiales existentes en la vía pueden ser reutilizados mediante estabilización con emulsión asfáltica, alcanzando propiedades mecánicas adecuadas para garantizar la capacidad estructural del pavimento. El ensayo Marshall permitió determinar un contenido óptimo de emulsión asfáltica de 4,25% y un porcentaje de asfalto de 2,55%, logrando una estabilidad de 3431 lbs, lo que demuestra la resistencia y durabilidad de la mezcla frente a las cargas de tránsito proyectadas. Estos valores respaldan que la técnica seleccionada ofrece un desempeño satisfactorio y seguro para las condiciones locales.

En cuanto al diseño estructural, se determinó un espesor de capa de mejoramiento existente de 41 cm, una capa de RAP estabilizado de 25 cm y una carpeta asfáltica de 5,1 cm, lo cual asegura la transferencia adecuada de cargas hacia la subrasante y prolonga la vida útil de la vía. Además, el tráfico proyectado al año 2040 se estima en 479 vehículos diarios, valor que fue considerado en el cálculo del número estructural y que garantiza la confiabilidad del diseño a largo plazo. Estos resultados reflejan que la vía rehabilitada podrá soportar la demanda futura sin incurrir en costos excesivos de mantenimiento.

La comparación con métodos convencionales de rehabilitación muestra que el uso de emulsión asfáltica ofrece ventajas significativas: permite aprovechar el material fresado in situ, reduce la dependencia de materiales de cantera y disminuye los costos de transporte y

producción. Esto se traduce en un ahorro económico considerable y en una ejecución más rápida y eficiente. Asimismo, esta alternativa contribuye a reducir la huella ambiental, al disminuir la extracción de recursos naturales y las emisiones generadas por el acarreo de material, alineándose con prácticas de construcción más sostenibles.

Por otra parte, la aplicación de emulsión asfáltica no solo garantiza un mejor desempeño estructural, sino que también genera impactos positivos en la comunidad beneficiaria. La mejora de la transitabilidad y la seguridad vial favorece la movilidad cotidiana, reduce riesgos de accidentes y facilita el transporte de productos agrícolas, como el arroz, que constituye la principal actividad económica del sector. Esto fortalece la economía local y promueve un mayor desarrollo social, al asegurar una conexión más eficiente entre las zonas rurales y urbanas.

De esta manera, el proyecto también contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que con el ODS 9 se promueve la innovación en infraestructura mediante el uso de técnicas de rehabilitación más eficientes y sostenibles; en relación con el ODS 11, se fomenta la creación de comunidades más inclusivas y seguras al garantizar el acceso a vías de calidad que conectan a poblaciones rurales con servicios y mercados; y finalmente, el ODS 13 se ve reflejado en la reducción de emisiones y del consumo de materiales vírgenes, así como en la adaptación de la vía a condiciones climáticas adversas, lo cual fortalece la resiliencia frente al cambio climático. En este contexto, la aplicación de emulsión asfáltica representa una alternativa superior porque combina resistencia estructural, durabilidad, eficiencia de recursos y beneficios ambientales y sociales, cumpliendo al mismo tiempo con el objetivo principal del proyecto: diseñar una solución estructural que prolongue la vida útil de la vía y optimice la inversión disponible.

En conclusión, los resultados obtenidos demuestran que la rehabilitación con emulsión asfáltica es la opción más conveniente para el acceso a El Mate, ya que ofrece un equilibrio entre

desempeño estructural, optimización de recursos, reducción de impactos ambientales, fortalecimiento de la conectividad social y económica, y contribución directa al cumplimiento de los ODS 9, 11 y 13. Además, los valores técnicos alcanzados, como el contenido óptimo de emulsión asfáltica de 4,25%, constituyen un insumo fundamental que permitirá replicar esta metodología en la rehabilitación de otras vías rurales de características similares. De esta manera, los beneficios no se limitan únicamente a la comunidad de El Mate, sino que se extienden a futuras intervenciones viales, consolidando el uso de la emulsión asfáltica como una solución práctica, sostenible y efectiva para la mejora de la red vial provincial.

6.2 Recomendaciones (máximo 750 palabras)

Para obtener los beneficios previstos con la aplicación de esta técnica, es aconsejable que el personal técnico y las cuadrillas de obra reciban capacitación específica en el manejo y control de mezclas con emulsión asfáltica, puesto que se trata de una metodología que, aunque eficiente, requiere experiencia y rigurosidad en su aplicación. Del mismo modo, durante la ejecución de futuras obras resulta fundamental mantener un estricto control de calidad, garantizando que el porcentaje óptimo de emulsión (4,25%) y las condiciones de compactación determinadas en laboratorio se cumplan en campo, lo que asegurará el desempeño estructural esperado.

Finalmente, los resultados obtenidos también permiten recomendar la replicación de esta metodología no solo en vías rurales, sino en cualquier vía de pavimento flexible con asfalto, siempre que se realicen los estudios específicos correspondientes. Si bien en este caso se trató de una vía de bajo tránsito, la técnica puede aplicarse también en vías con mayores volúmenes vehiculares o características distintas, considerando que factores como el tipo de suelo, el ancho de la calzada o la proyección de tráfico pueden modificar tanto el porcentaje de emulsión óptimo como los espesores de las capas estructurales. En este sentido, el valor obtenido de 4,25% de

emulsión asfáltica constituye una referencia válida, pero cada proyecto debe ser analizado individualmente para garantizar el desempeño adecuado de la vía.

7. BIBLIOGRAFIA

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (1993a). *Guide for Design of Pavement Structures*.
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (1993b). *Guide for Design of Pavement Structures*.
- Alkins, A. E., Lane, B., & Kazmierowski, T. (2008). Sustainable pavements: environmental, economic, and social benefits of in situ pavement recycling. *Transportation Research Record*, 2084(1), 100–103.
- ASTM D6433-03. (n.d.). Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos. In *ASTM D6433-03*.
- Aurangzeb, Q., & Al-Qadi, I. L. (2014). Asphalt pavements with high reclaimed asphalt pavement content: Economic and environmental perspectives. *Transportation Research Record*, 2456(1), 161–169.
- Cardoza-Zambrano, M., Palomino-Cadena, K. V., & Angulo-Blanquissett, G. (2019). Pavimento flexible utilizando una mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado para su sostenibilidad en Colombia. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 10(2), 17–27.
- Chou, C.-P., & Lee, N. (2015). Assessment of life cycle energy saving and carbon reduction of using reclaimed asphalt concrete. In *Environmental Sustainability in Transportation Infrastructure* (pp. 200–212).
- Copeland, A. (2011). *Reclaimed asphalt pavement in asphalt mixtures: State of the practice*. United States. Federal Highway Administration. Office of Research
- Huang, Yang. H. (2004). *Pavement Analysis and Design* (2nd Edition). Pearson/Prentice Hall.
- Leiva Villacorta, F. , y V. N. A. (2018). Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP). *Infraestructura Vial*, 35–44.
- Maylle Paima, A., & Avila Tarma, P. E. (2023). Elaboración de un diseño de mezcla para la estabilización de un suelo con emulsión asfáltica tipo CSS-1h y pavimento asfáltico reciclado (RAP) basado en el procedimiento de Marshall modificado. *Infraestructura Vial*, 25(44).

- Monetti, J., Contreras, M., Navarro, M., & Sevillano, G. (2018). Propuesta de recolección de datos para aforo vehicular. *XX Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2018, Universidad Nacional Del Nordeste)*.
- NEC. (2018). REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE. In *Decreto Ejecutivo 436: Vol. Decreto 436* (p. 278).
- Pourrut, P., & Gómez, G. (1995). Los regímenes hidrológicos ecuatorianos. *EL AGUA EN EL ECUADOR. Clima, Precipitaciones, Escorrentía. Corporación Editora Nacional. Estudios de Geografía*, 7.
- Sánchez, M. R. A., Lozada, R. I. A., Torres, A. X. F., & Sánchez, B. L. L. (2024). Modelo de mantenimiento de vías, con pavimento flexible de la zona central del Ecuador. *Ciencia Digital*, 8(2), 86–102.
- Severich, M., & Valenzuela Galindo, R. A. (2010). Rehabilitación de pavimentos asfálticos de la ciudad de Cochabamba mediante el fresado y reciclado en frío. *Journal Boliviano de Ciencias*, 7, 29.
- Sharma, A., & Gupta, D. (2014). Derivation of topographic map from elevation data available in google earth. *Civil Engineering and Urban Planning*, 1(2), 14–21.
- Solis, B. S. B. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. *Dominio de Las Ciencias*, 6(2), 203–228.
- Villegas, L. E. S., Ponce, L. A. M., & Vincas, M. L. P. (2022). Emulsiones asfálticas en las vías de portoviejo y su utilización racional como sustituto del betún. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(3), 117–134.
- Zambrano Mesa, I., Tejeda Piusseaut, E., & Aenlle, A. A. (2020). Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos. *Infraestructura Vial*, 22(39), 29–42.

PLANOS Y ANEXOS

Anexo APUS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Cerremiento del área

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		4.40
SUBTOTAL M					19.07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.65	3.48750	0.05000	0.18
TECNICO OBRAS CIVILES (Albañil, carpintero, fierro)	0.25	4.14	4.14000	0.05000	0.21
SUBTOTAL N					0.39
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Hoja de zinc 10"	u	1.33000	8.00	10.50	
Puntal	m	0.40000	1.50	0.56	
Clavos de 2"	kg	0.13000	1.00	0.15	
Listón	u	1.00000	1.45	1.45	
SUBTOTAL O				12.66	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				32.12
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				5.46
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				37.58
	VALOR OFERTADO				37.58

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Unidad: Ha

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	1.00	57.83	57.83000	1.78570	103.27
MOTOSIERRA 7 HP	2.00	1.25	2.50000	1.78570	4.46
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		1.56
SUBTOTAL M					109.29
MANO DE OBRA					

Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
OP. TRACTOR CARRIL (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	1.78570	8.48
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	1.78570	7.64
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	1.78570	15.11
SUBTOTAL N					31.23
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				140.52
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO 17 %				23.89
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				164.41
	VALOR OFERTADO				164.41

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MATERIAL DE PRESTAMO LOCAL (*)

Unidad: m3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	2.00	57.83	115.66000	0.00340	0.39
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.01
MOTONIVELADORA 135 HP	1.00	64.17	64.17000	0.00340	0.22
RODILLO P.C.VIBRATORIO 125 HP	1.00	38.00	38.00000	0.00340	0.13
TANQUERO 10TN	1.00	30.00	30.00000	0.00340	0.10
VOLQUETA (12Ton-10m3)	6.00	28.73	172.38000	0.00340	0.59
CARGADORA 170 HP/3 m3	1.00	55.00	55.00000	0.00340	0.19
SUBTOTAL M					1.63
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
OP. TRACTOR CARRIL (E.O.C1) (GRUPO I)	2.00	4.75	9.50000	0.00340	0.03
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	2.00	4.28	8.56000	0.00340	0.03
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.00340	0.02
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1.00	4.52	4.52000	0.00340	0.02
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00340	0.02
OP. CARGADORA FRONTAL (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.00340	0.02
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	6.00	6.22	37.32000	0.00340	0.13

SUBTOTAL N					0.27
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.90
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.32
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.22
	VALOR OFERTADO				2.22

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO, LONGITUD DE ACARREO DE 8-10 KM

Unidad: m3-km

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
VOLQUETA (12Ton-10m3)	1.00	28.73	28.73000	0.00950	0.27
SUBTOTAL M					0.27
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00950	0.06
SUBTOTAL N					0.06
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.33
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.06
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.39
	VALOR OFERTADO				0.39

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Fresada de carpeta asfáltica (e=5-10 cm) sin barredora, con acarreo del material fresado a 15 km

Unidad: m2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.01

RECUPERADORA DE ASFALTO 460HP	1.00	193.75	193.75000	0.00487	0.94
VOLQUETA (16Ton-14m3)	2.00	31.78	63.56000	0.00487	0.31
SUBTOTAL M					1.26
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	0.00487	0.04
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	2.00	6.22	12.44000	0.00487	0.06
OP. FRESADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (E.O.C1)	1.00	4.75	4.75000	0.00487	0.02
SUBTOTAL N					0.12
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.38
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.23
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.61
	VALOR OFERTADO				1.61

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Cargada y acarreo de material RAP (distancia hasta 15 km)

Unidad: m3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
CARGADORA 170 HP/3 m3	1.00	55.00	55.00000	0.02667	1.47
VOLQUETA (16Ton-14m3)	2.00	31.78	63.56000	0.02667	1.70
SUBTOTAL M					3.17
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
OP. CARGADORA FRONTAL (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.02667	0.13
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	2.00	6.22	12.44000	0.02667	0.33
SUBTOTAL N					0.46
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.63

	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO	17 %	0.62
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		4.25
	VALOR OFERTADO		4.25

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Mezcla, Tendido y compactación de Base y RAP estabilizado con emulsión asfáltica de Curado Lento

Unidad: m3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.04
MOTONIVELADORA 135 HP	1.00	64.17	64.17000	0.02263	1.45
TANQUERO 8TN	1.00	30.00	30.00000	0.02263	0.68
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 6TN	1.00	70.00	70.00000	0.02263	1.58
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1.00	42.06	42.06000	0.02263	0.95
SUBTOTAL M					4.70
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	3.00	4.23	12.69000	0.02263	0.29
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.02263	0.11
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1.00	4.52	4.52000	0.02263	0.10
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.02263	0.14
OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.02263	0.10
SUBTOTAL N					0.74
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
EMULSION ASFALTICA CSS-1H (62.08 litros por m3)	l	62.08000	0.47	29.18	
MAT.UNIF.MEDIANO (BASE)	m3	0.75000	12.84	9.63	
SUBTOTAL O				38.81	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				44.25
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				7.52
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				51.77
	VALOR OFERTADO				51.77

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

TRANSPORTE DE H. ASFALTICO LONGITUD DE ACARREO DE 30-110 KM

Unidad: m3-km

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
VOLQUETA (12Ton-10m3)	1.00	28.73	28.73000	0.00760	0.22
SUBTOTAL M					0.22
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
CHOFER: Volquetas (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00760	0.05
SUBTOTAL N					0.05
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.27
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.05
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.32
	VALOR OFERTADO				0.32

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

IMPRIMACION ASFALTICA.

Unidad: m2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.00
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	25.00	25.00000	0.00110	0.03
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 6TN	1.00	70.00	70.00000	0.00110	0.08
SUBTOTAL M					0.11
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.00110	0.00
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	6.00	4.23	25.38000	0.00110	0.03
OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00110	0.00
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00110	0.00
SUBTOTAL N					0.03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
ASFALTO RC 250	I	1.62000	0.48	0.78	
DIESEL	I	0.03000	0.46	0.01	

SUBTOTAL O				0.79
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.93
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %			0.16
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			1.09
	VALOR OFERTADO			1.09

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RIEGO DE LIGA

Unidad: m2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.00
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	25.00	25.00000	0.00100	0.03
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO 6TN	1.00	70.00	70.00000	0.00100	0.07
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.00100	0.00
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	3.00	4.23	12.69000	0.00100	0.01
OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00100	0.00
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00100	0.00
SUBTOTAL N					0.01
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
ASFALTO RC 250	I	0.60000	0.48	0.29	
DIESEL	I	0.02000	0.46	0.01	
SUBTOTAL O					0.30
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.41
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.07
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.48
	VALOR OFERTADO				0.48

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e= 10 cm (4")

Unidad: m2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.01
RODILLO NEUMATICO 96 HP	1.00	48.00	48.00000	0.00450	0.22
FINISHER	1.00	55.00	55.00000	0.00450	0.25
RODILLO TANDEM 119 HP	1.00	45.00	45.00000	0.00450	0.20
SUBTOTAL M					0.68
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.00450	0.02
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	10.00	4.23	42.30000	0.00450	0.19
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	2.00	4.52	9.04000	0.00450	0.04
OP. ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00450	0.02
SUBTOTAL N					0.27
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
HORMIGON ASFALTICO	m3	0.12000	98.00	11.76	
SUBTOTAL O				11.76	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.71
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				2.16
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				14.87
	VALOR OFERTADO				14.87

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOSMARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS)
(unidireccionales)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.07
EQUIPO MEZCLA BITUMINOSA (TACHA)	1.00	8.00	8.00000	0.10000	0.80
SUBTOTAL M					0.87
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo

PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	0.10000	0.42
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.25	4.75	1.18750	0.10000	0.12
OP. DE EQUIPO LIVIANO (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.10000	0.43
INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.10000	0.43
SUBTOTAL N					1.40
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
MARCADOR DE PAVIMENTO UNIDIRECCIONAL (SIN ESPIGO)		u	1.00000	2.90	2.90
ADHESIVO BITUMINOSO		lb	0.38000	1.68	0.64
SUBTOTAL O					3.54
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				5.81
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.99
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				6.80
	VALOR OFERTADO				6.80

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MARCADORES DE PAVIMENTO RETROREFLEJANTES (TACHAS)
(bidireccionales)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.07
EQUIPO MEZCLA BITUMINOSA (TACHA)	1.00	8.00	8.00000	0.10000	0.80
SUBTOTAL M					0.87
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	0.10000	0.42
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.25	4.75	1.18750	0.10000	0.12
OP. DE EQUIPO LIVIANO (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.10000	0.43
INSTALADOR DE REVESTIMIENTO EN GENERAL (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.10000	0.43
SUBTOTAL N					1.40
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
ADHESIVO BITUMINOSO	lb	0.38000	1.68	0.64	
MARCADOR DE PAVIMENTO BIDIRECCIONAL (SIN ESPIGO)	u	1.00000	2.90	2.90	

SUBTOTAL O				3.54
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			5.81
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %			0.99
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			6.80
	VALOR OFERTADO			6.80

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

SEÑALIZACION HORIZONTAL CONTINUA CON PINTURA TERMOPLASTICA
E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)

Unidad: m

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.01
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	25.00	25.00000	0.00940	0.24
APLICADOR TERMOPLASTICO	1.00	30.00	30.00000	0.00940	0.28
SUBTOTAL M					0.53
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	0.00940	0.08
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	1.00	4.75	4.75000	0.00940	0.04
OP. COMPRESOR (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00940	0.04
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00940	0.04
SUBTOTAL N					0.20
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
MICROESFERAS	Kg	0.10100	1.47	0.15	
PINTURA TERMOPLASTICA	L	0.36000	8.50	3.06	
SUBTOTAL O				3.21	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			3.94
		INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %			0.67
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			4.61
		VALOR OFERTADO			4.61

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOSSEÑALIZACION HORIZONTAL SEGMENTADA CON PINTURA TERMOPLASTICA
E=2,3 MM EN SECO (VIA 15 CM AMARILLA O BLANCA/microesferas)**Unidad:** m**Detalle:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.00
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	25.00	25.00000	0.00390	0.10
APLICADOR TERMOPLASTICO	1.00	30.00	30.00000	0.00390	0.12
SUBTOTAL M					0.22
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierro, plomero) (E.O.E2)	2.00	4.23	8.46000	0.00390	0.03
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	1.00	4.75	4.75000	0.00390	0.02
OP. COMPRESOR (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00390	0.02
OP. DE BARREDORA AUTOPROPULSADA (E.O.C2) (GRUPO II)	1.00	4.52	4.52000	0.00390	0.02
SUBTOTAL N					0.09
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
MICROESFERAS	Kg	0.06060	1.47	0.09	
PINTURA TERMOPLASTICA	L	0.21600	8.50	1.84	
SUBTOTAL O				1.93	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2.24
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %				0.38
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.62
	VALOR OFERTADO				2.62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

DESMONTAJE DE SEÑALES VERTICALES

Unidad: u**Detalle:**

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		0.21
EQUIPO OXICORTE	1.00	1.25	1.25000	0.50000	0.63
ESMERIL	1.00	1.25	1.25000	0.50000	0.63
SUBTOTAL M					1.47

MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	0.50000	2.12
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.50000	2.14
SUBTOTAL N					4.26
MATERIALES					
Descripción		Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción		Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				5.73
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO17 %				0.97
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				6.70
	VALOR OFERTADO				6.70

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Señales al lado de la carretera (900x900)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		7.26
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	11.00000	24.20
SUBTOTAL M					31.46
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero, electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	11.00000	46.53
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	11.00000	39.19
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	11.00000	47.08
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	11.00000	12.43
SUBTOTAL N					145.23
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	3.60000	0.80	2.88	
REMACHES	u	26.00000	0.03	0.78	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.20000	26.59	5.32	
FONDO PARA SEÑAL	m2	0.81000	31.37	25.41	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	3.00000	3.70	11.10	
ACCESORIOS	Glb	1.00000	0.67	0.67	

PLACA / ALUMINIO e=2 mm	m2	0.81000	45.21	36.62
PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE.(LEYENDA)	m2	0.32000	76.23	24.39
BLOQUE DE ANCLAJE H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40)	u	1.00000	22.60	22.60
Soldadura 6011, 1/8" (1 kg = 38.0 palillos)	kg	0.20000	3.56	0.71
PERNO DE REFUERZO	u	2.00000	3.00	6.00
Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha	u	0.03000	62.14	1.86
SUBTOTAL O				138.34
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			315.03
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO			17 % 53.56
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			368.59
	VALOR OFERTADO			368.59

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Señales al lado de la carretera (750x750)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		4.84
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	7.33330	16.13
SUBTOTAL M					20.97
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	7.33330	31.02
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	7.33330	26.12
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	7.33330	31.39
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	7.33330	8.29
SUBTOTAL N					96.82
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	3.00000	0.80	2.40	
REMACHES	u	18.00000	0.03	0.54	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.14000	26.59	3.72	
FONDO PARA SEÑAL	m2	0.56000	31.37	17.57	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	3.00000	3.70	11.10	
ACCESORIOS	Glb	1.00000	0.67	0.67	
PLACA / ALUMINIO e=2 mm	m2	0.56000	45.21	25.32	

PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE.(LEYENDA)	m2	0.22000	76.23	16.77
BLOQUE DE ANCLAJE H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40)	u	1.00000	22.60	22.60
Soldadura 6011, 1/8" (1 kg = 38.0 palillos)	kg	0.14000	3.56	0.50
PERNO DE REFUERZO	u	2.00000	3.00	6.00
Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha	u	0.02000	62.14	1.24
SUBTOTAL O				108.43
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			226.22
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO			17 % 38.46
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			264.68
	VALOR OFERTADO			264.68

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Señales al lado de la carretera (600x450)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		4.40
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	6.66670	14.67
SUBTOTAL M					19.07
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	6.66670	28.20
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	6.66670	23.75
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	6.66670	28.53
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	6.66670	7.53
SUBTOTAL N					88.01
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	2.10000	0.80	1.68	
Bloque de anclaje H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40cm)	u	1.00000	14.53	14.53	
REMACHES	u	9.00000	0.03	0.27	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.07000	26.59	1.86	
FONDO PARA SEÑAL	m2	0.27000	31.37	8.47	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	3.00000	3.70	11.10	
ACCESORIOS	Glb	1.00000	0.67	0.67	

PLACA / ALUMINIO e=2 mm	m2	0.27000	45.21	12.21
PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE.(LEYENDA)	m2	0.11000	76.23	8.39
Soldadura 6011, 1/8" (1 kg = 38.0 palillos)	kg	0.07000	3.56	0.25
PERNO DE REFUERZO	u	2.00000	3.00	6.00
Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha	u	0.01000	62.14	0.62
SUBTOTAL O				66.05
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			173.13
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO			17 % 29.43
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			202.56
	VALOR OFERTADO			202.56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (2440X1220)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		9.21
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	13.95780	30.71
SUBTOTAL M					39.92
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	13.95780	59.04
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	13.95780	49.72
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	13.95780	59.74
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	13.95780	15.77
SUBTOTAL N					184.27
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	7.32000	0.80	5.86	
Bloque de anclaje H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40cm)	u	2.00000	14.53	29.06	
REMACHES	u	95.00000	0.03	2.85	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.75000	26.59	19.94	
FONDO PARA SEÑAL	m2	2.98000	31.37	93.48	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	6.00000	3.70	22.20	
ACCESORIOS	Glb	1.00000	0.67	0.67	
PLACA / ALUMINIO e=2 mm	m2	2.98000	45.21	134.73	

PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE.(LEYENDA)	m2	1.19000	76.23	90.71
Soldadura 6011, 1/8" (1 kg = 38.0 palillos)	kg	0.75000	3.56	2.67
PERNO DE REFUERZO	u	6.00000	3.00	18.00
Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha	u	0.12000	62.14	7.46
SUBTOTAL O				427.63
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			651.82
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO			17 % 110.81
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			762.63
	VALOR OFERTADO			762.63

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Señales al lado de la carretera (1350x450)

Unidad:

u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	5%MO		0.00000		4.84
SOLDADORA	1.00	2.20	2.20000	7.33330	16.13
SUBTOTAL M					20.97
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	7.33330	31.02
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES (E.O.C1)	0.75	4.75	3.56250	7.33330	26.12
TECNICO ELECTROMECHANICO DE CONSTRUCCION (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	7.33330	31.39
TECNICO OBRAS CIVILES (E.O.C2)	0.25	4.52	1.13000	7.33330	8.29
SUBTOTAL N					96.82
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
PLATINA REF/ALUM. 1.1/2"x1/8"	m	3.60000	0.80	2.88	
Bloque de anclaje H.S. f'c=210kg/cm2 (40x40x40cm)	u	2.00000	14.53	29.06	
REMACHES	u	20.00000	0.03	0.60	
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0.15000	26.59	3.99	
FONDO PARA SEÑAL	m2	0.61000	31.37	19.14	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	6.00000	3.70	22.20	
ACCESORIOS	Glb	1.00000	0.67	0.67	
PLACA / ALUMINIO e=2 mm	m2	0.61000	45.21	27.58	

PAPEL REFLEC. GRADO/ DIAMANTE.(LEYENDA)	m2	0.24000	76.23	18.30
Soldadura 6011, 1/8" (1 kg = 38.0 palillos)	kg	0.15000	3.56	0.53
PERNO DE REFUERZO	u	2.00000	3.00	6.00
Base/Sop.Plancha 1.22x2.44x3 mm , 70.10 kg/plancha	u	0.02000	62.14	1.24
SUBTOTAL O				132.19
TRANSPORTE				
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
SUBTOTAL P				0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			249.98
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO			17 % 42.50
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			292.48
	VALOR OFERTADO			292.48

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Agua para control de polvo

Unidad: m3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
TANQUERO 14TN	1.00	39.43	39.43000	0.00840	0.33
SUBTOTAL M					0.33
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
PEON/ AYUDANTE (albañil, carpintero,electricista, fierrero, plomero) (E.O.E2)	1.00	4.23	4.23000	0.00840	0.04
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00840	0.05
SUBTOTAL N					0.09
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
AGUA	m3	1.00000	1.24	1.24	
SUBTOTAL O				1.24	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.66
	INDIRECTOS-UTILIDAD- IMPREVISTO 17 %				0.28
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.94
	VALOR OFERTADO				1.94

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MONITOREO DE RUIDO

Unidad: u

Detalle:

Detalle:					
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
TOMA DE MUESTRA CON SONOMETRO (MUESTREO POR DIA)	u	1.00000	40.54	40.54	
SUBTOTAL O				40.54	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	
				40.54	
				INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO	
				17 %	
				6.89	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	
				47.43	
				VALOR OFERTADO	
				47.43	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MATERIAL PARTICULADO (ESTACION DE MEDICION DE POLVO)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
TOMA DE MUESTRA CON ESTACION DE MEDICION	u	1.00000	197.64	197.64	
SUBTOTAL O				197.64	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P				0.00	
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			197.64
		INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO			17 % 33.60

	COSTO TOTAL DEL RUBRO	231.24
	VALOR OFERTADO	231.24

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

TANQUE DE 55 GALONES (PARA BASURA)

Unidad: u

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		
SUBTOTAL M					0.00
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.00000		
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Tanque metalico c/tapa 55gl	u	1.00000	16.00	16.00	
SUBTOTAL O					16.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					16.00
INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO 17 %					2.72
COSTO TOTAL DEL RUBRO					18.72
VALOR OFERTADO					18.72

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

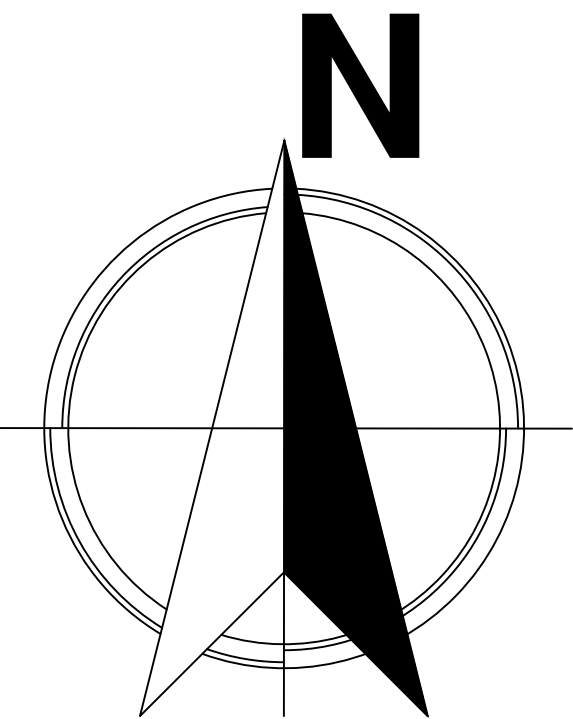
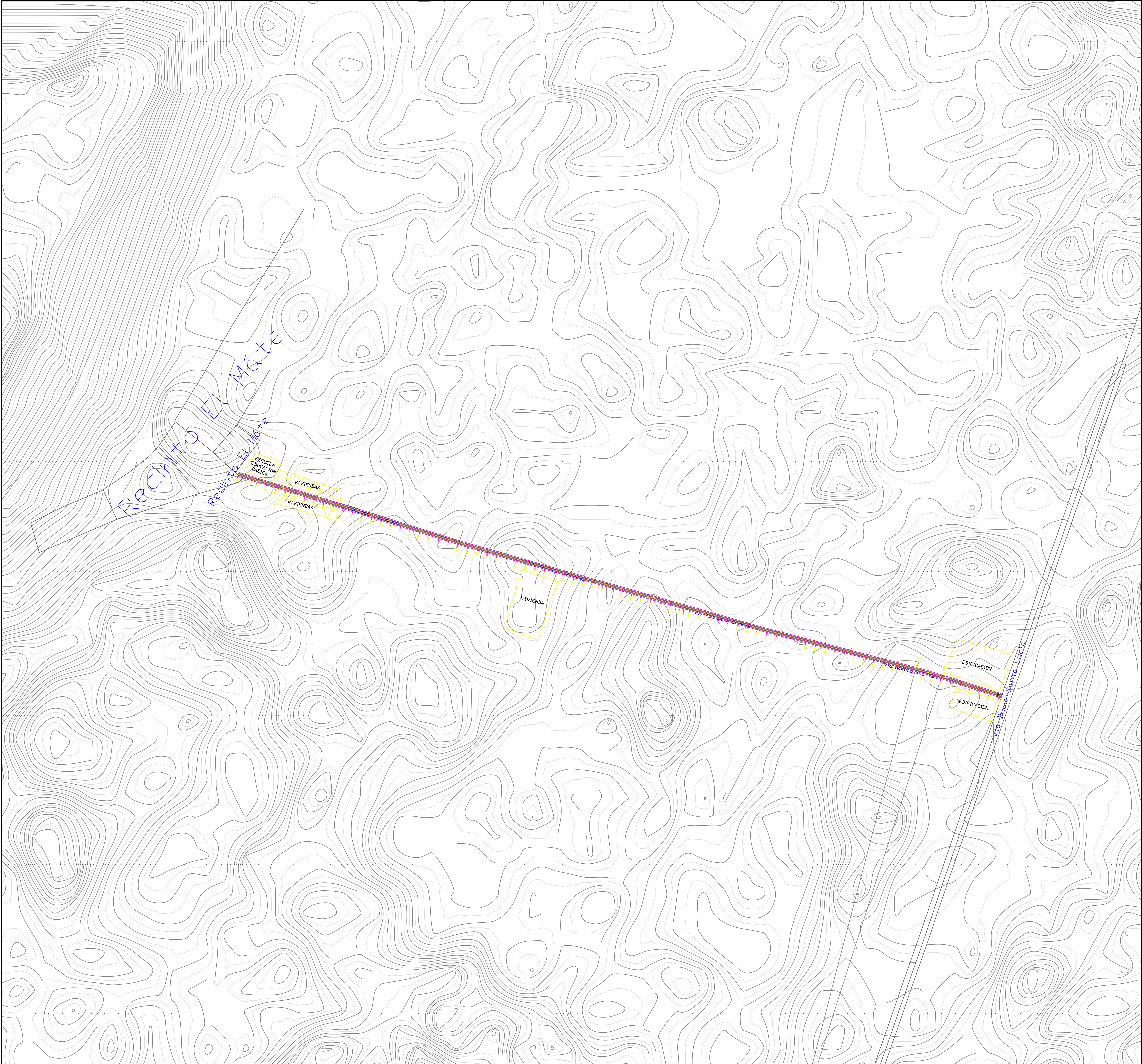
ESCOMBRERAS (DISPOSICIÓN FINAL Y TRATAMIENTO PAISAJISTICO DE ZONAS DE DEPOSITO)

Unidad: m3

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
TRACTOR DE ORUGAS 175 HP	1.00	57.83	57.83000	0.00160	0.09
MOTONIVELADORA 135 HP	1.00	64.17	64.17000	0.00160	0.10
TANQUERO 8TN	1.00	30.00	30.00000	0.00160	0.05
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1.00	42.06	42.06000	0.00160	0.07
SUBTOTAL M					0.31
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
OP. TRACTOR CARRIL (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.00160	0.01
ENGRASADOR O ABASTECEDOR RESPONSABLE (E.O.D2)	1.00	4.28	4.28000	0.00160	0.01
OP. MOTONIVELADORA (E.O.C1) (GRUPO I)	1.00	4.75	4.75000	0.00160	0.01

OP. RODILLO AUTOPROPULSADO (E.O.C2)	1.00	4.52	4.52000	0.00160	0.01
CHOFER: Tanqueros (E.O.C1)	1.00	6.22	6.22000	0.00160	0.01
SUBTOTAL N					0.05
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL P					0.00
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0.36
	INDIRECTOS-UTILIDAD-IMPREVISTO				17 % 0.06
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				0.42
	VALOR OFERTADO				0.42



UBICACIÓN:

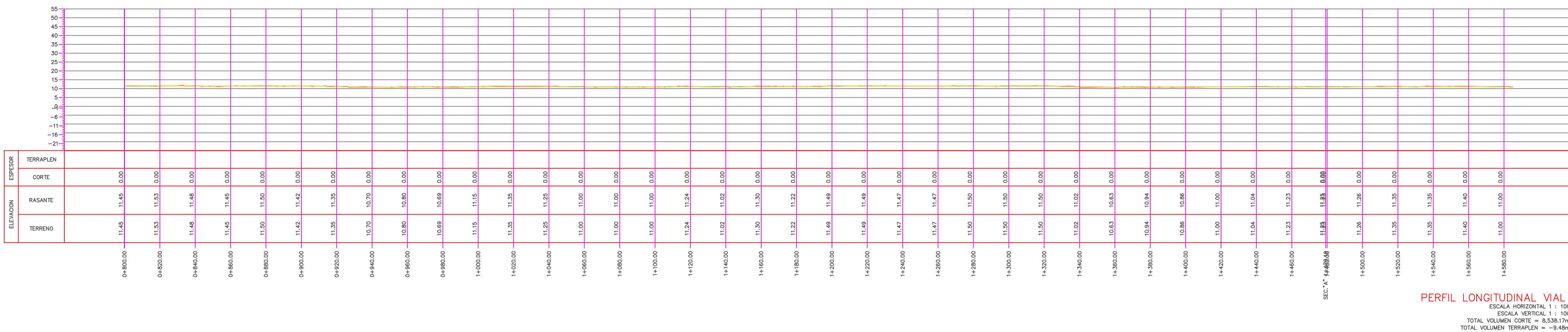


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

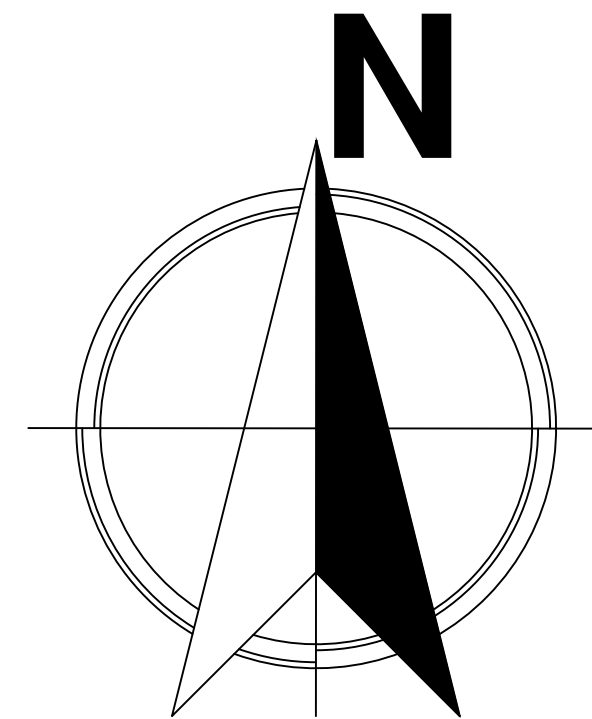
PROYECTO:
**DISEÑO DE REHABILITACIÓN VÍAL CON EMULSIÓN ASFÁLTICA
EN ACCESO A EL MATE (1.7KM), CANTÓN DAULE, GUAYAS.**

CONTENIDO:
PLANO GENERAL DE LA VIA

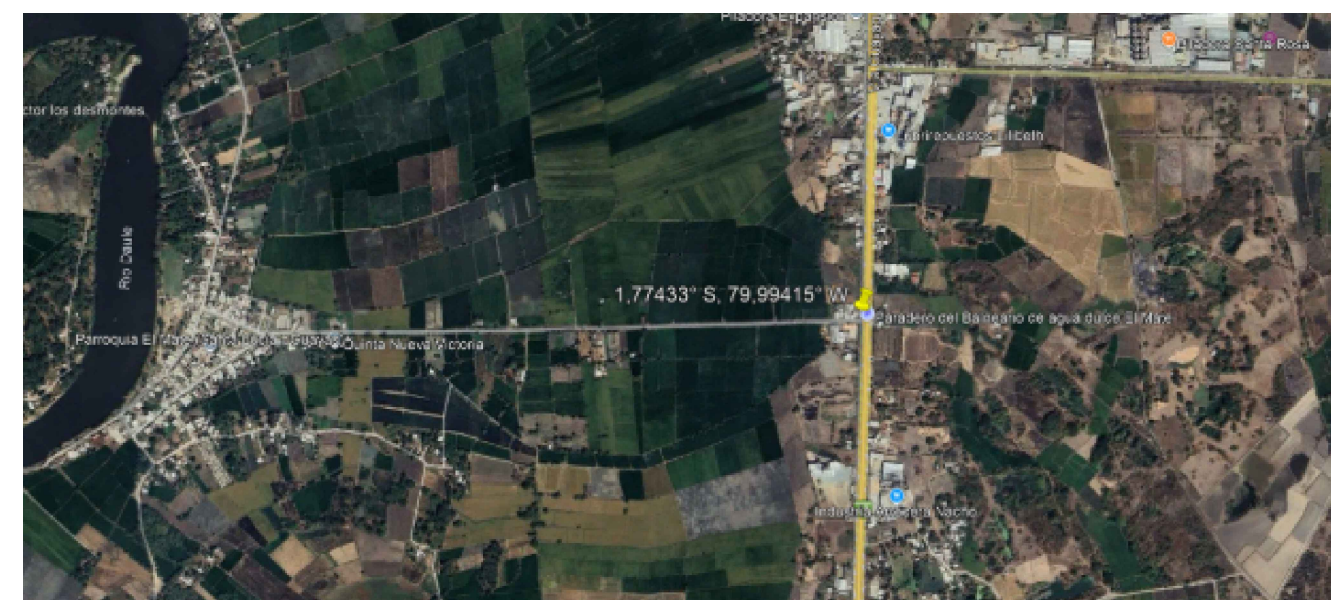
Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiante: Daniel Sebastián Álvarez Casal Mayra Alejandra Viteri Villareal	Fecha de Entrega: 22/08/2025	
Tutor de tesis: Ing. Carola Gordillo		Lamina: A 1/6	Escala: 1:1000



ESC. 1_20



A map of the Chesapeake Bay region, showing the bay and surrounding land areas. The study area is highlighted in red, located in the upper central part of the bay, near the head of the bay.



PROYECTO: **DISEÑO DE REHABILITACIÓN VÍAL CON EMULSIÓN ASFALTICA EN ACCESO A EL MATE (1.7KM), CANTÓN DAULE, GUAYAS.**

CONTENIDO:

PERFIL LONGITUDINAL DE LA VÍA

Coordinador de Ingeniería Civil:

Ing. Walter Hurtares

Estudiante:	
-------------	--

Daniel Sebastián Álvarez Casa
Mayra Alejandra Viteri Villareal

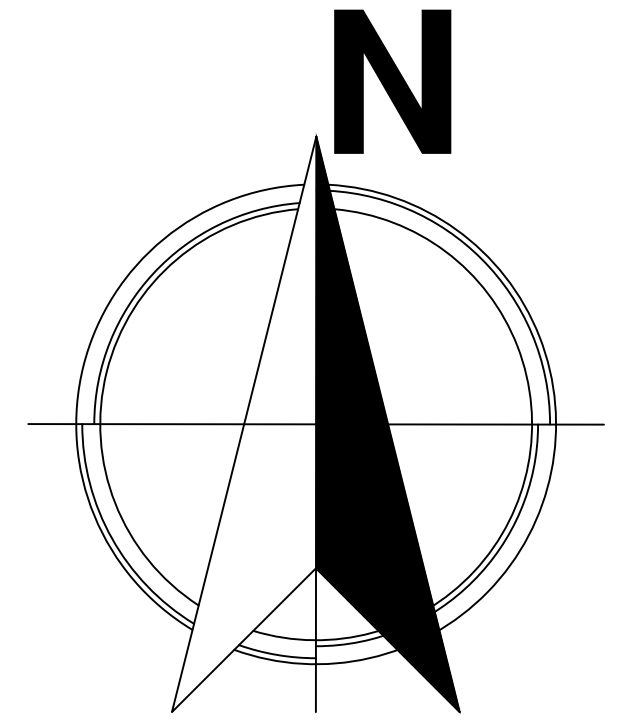
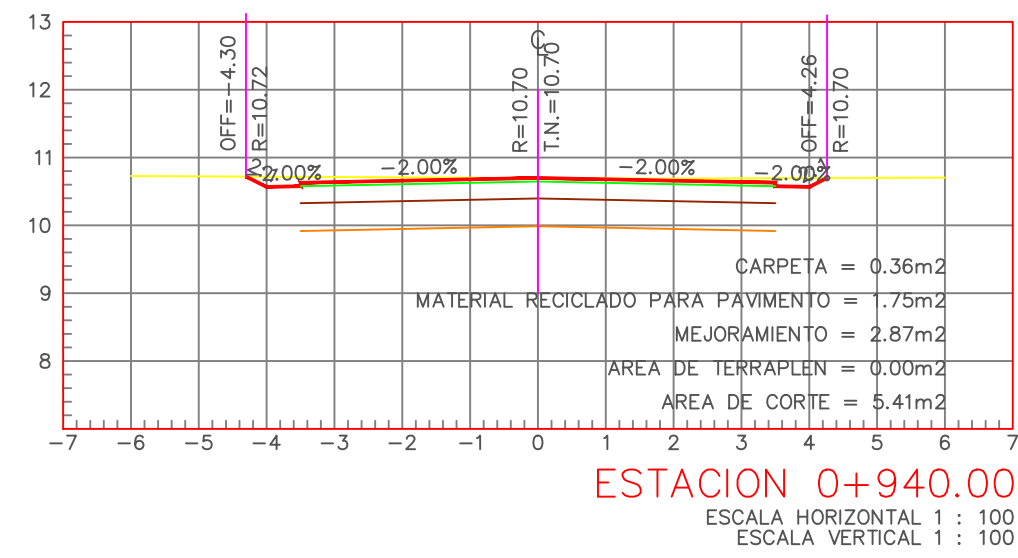
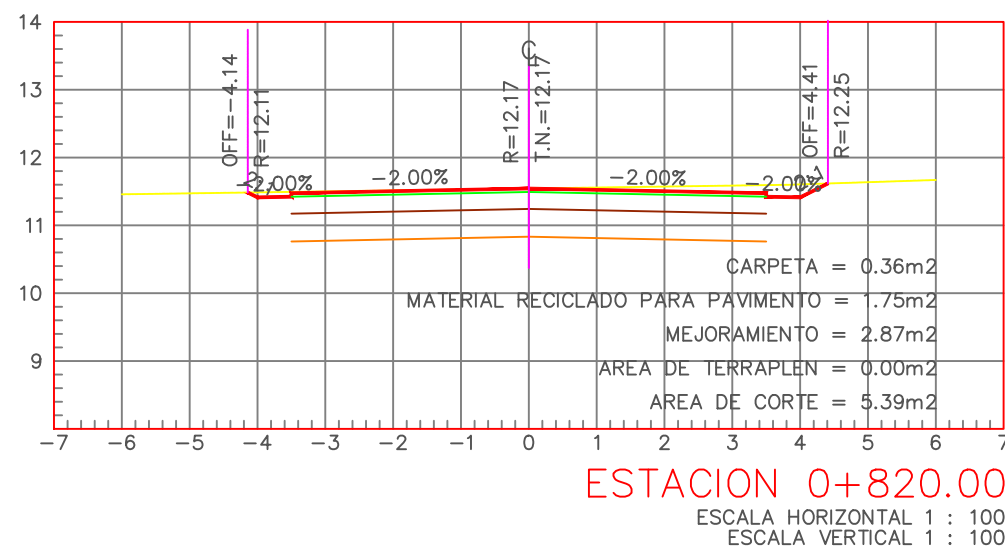
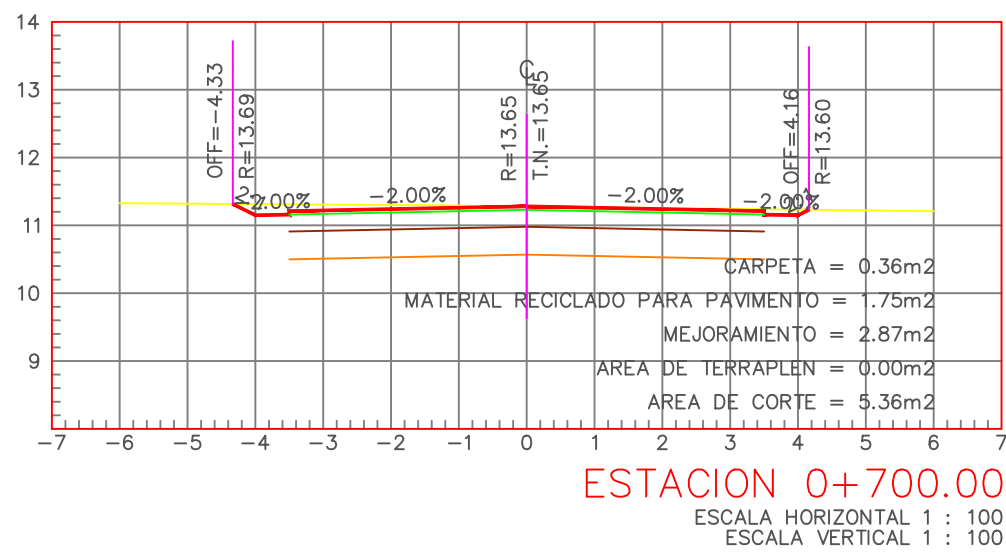
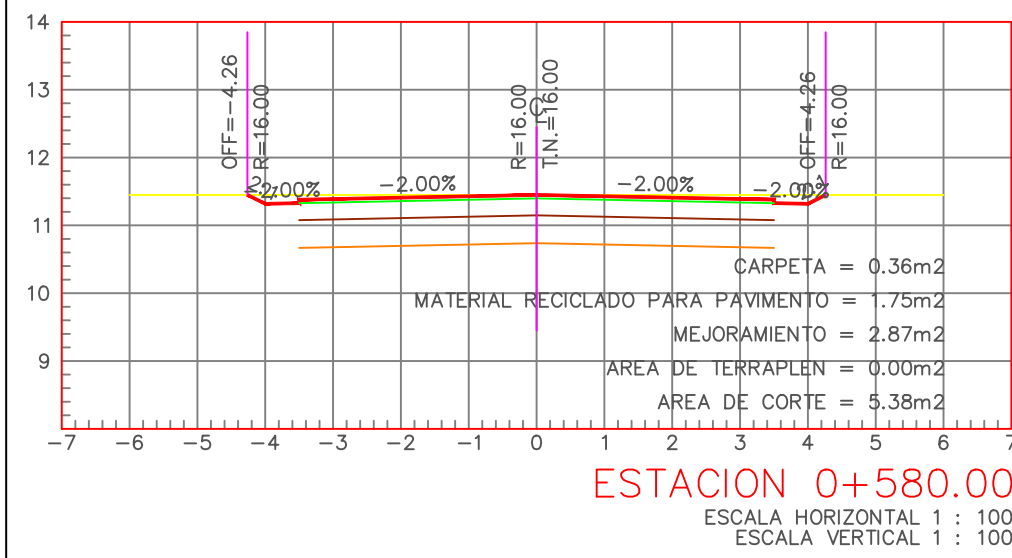
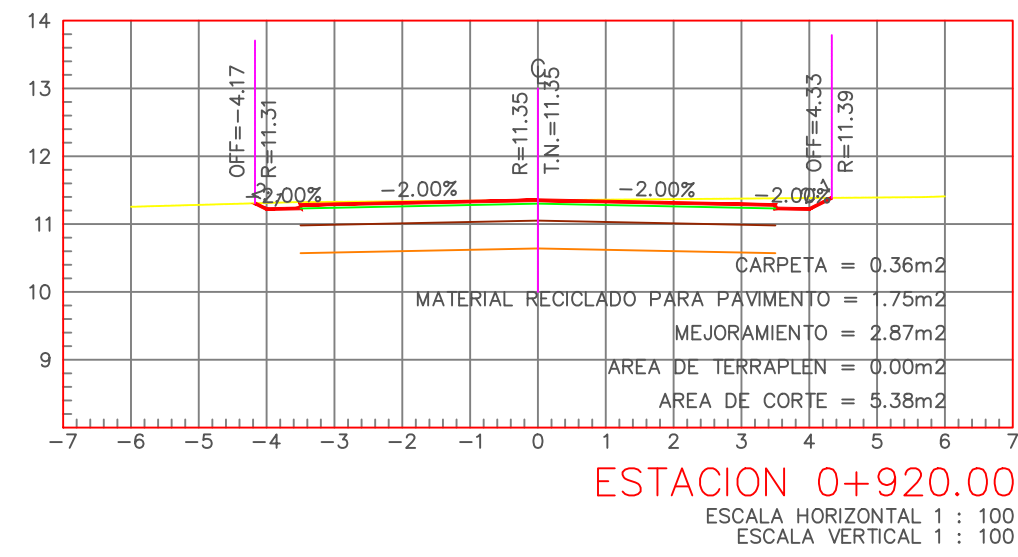
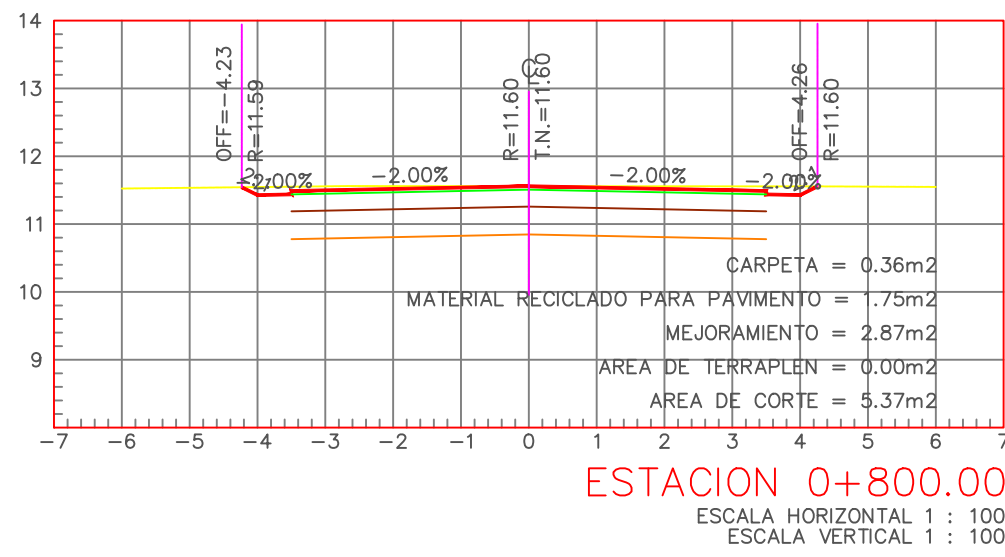
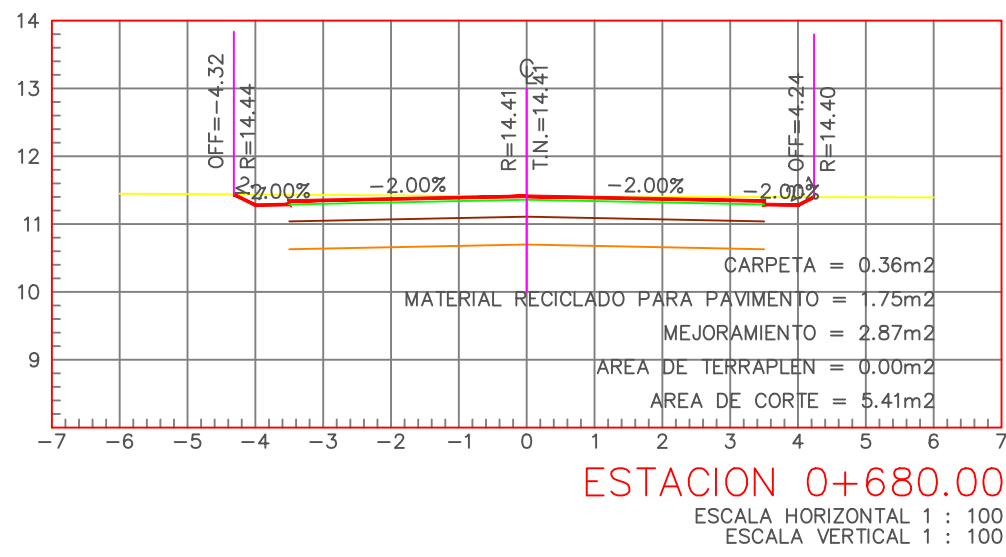
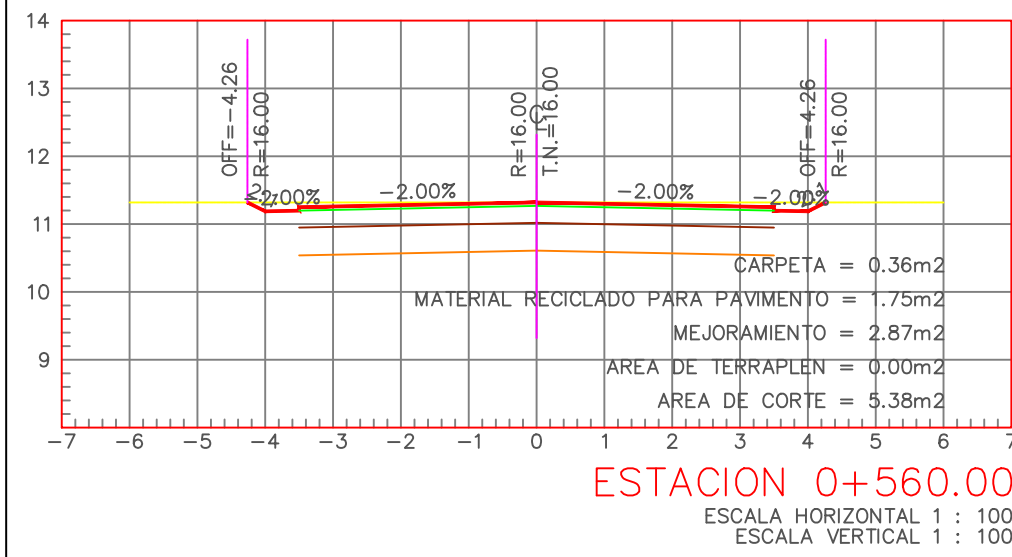
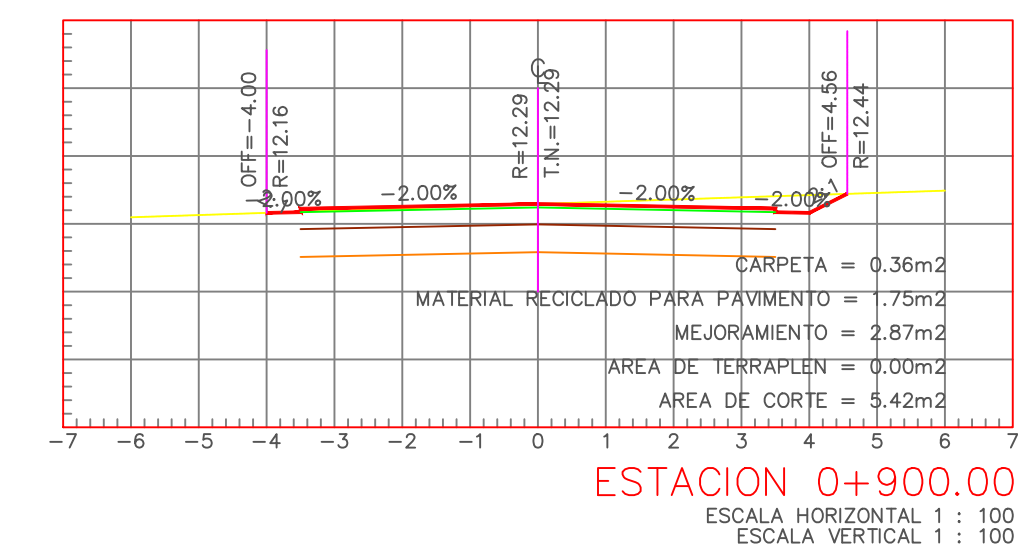
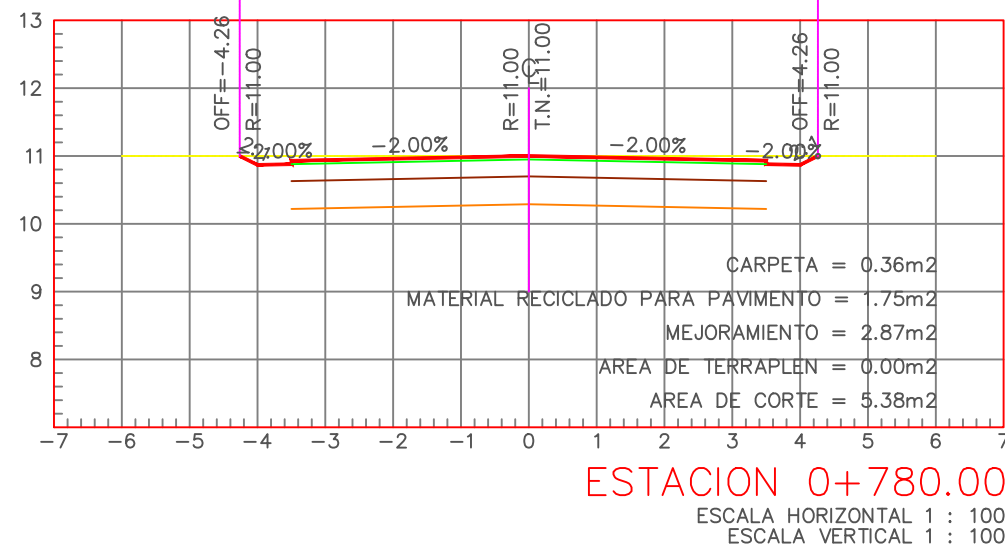
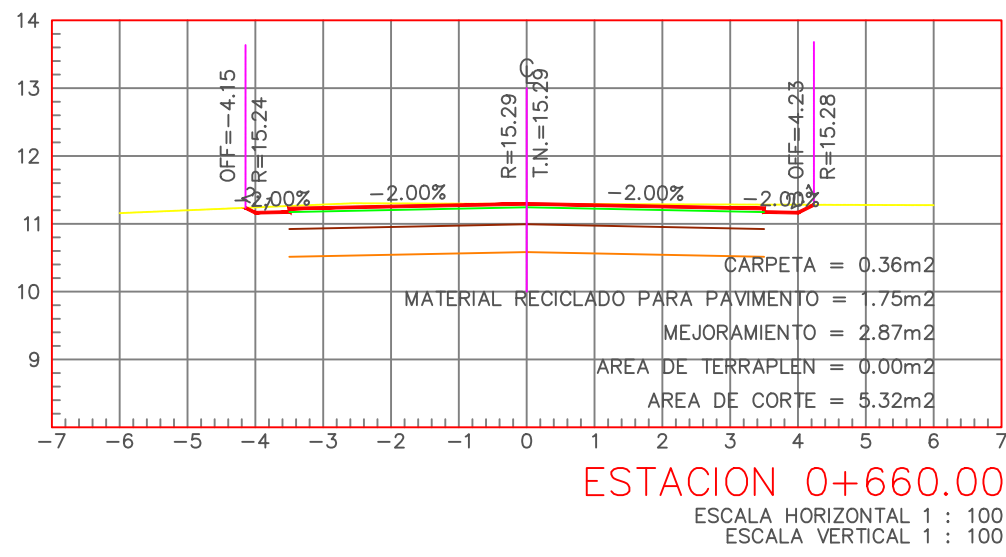
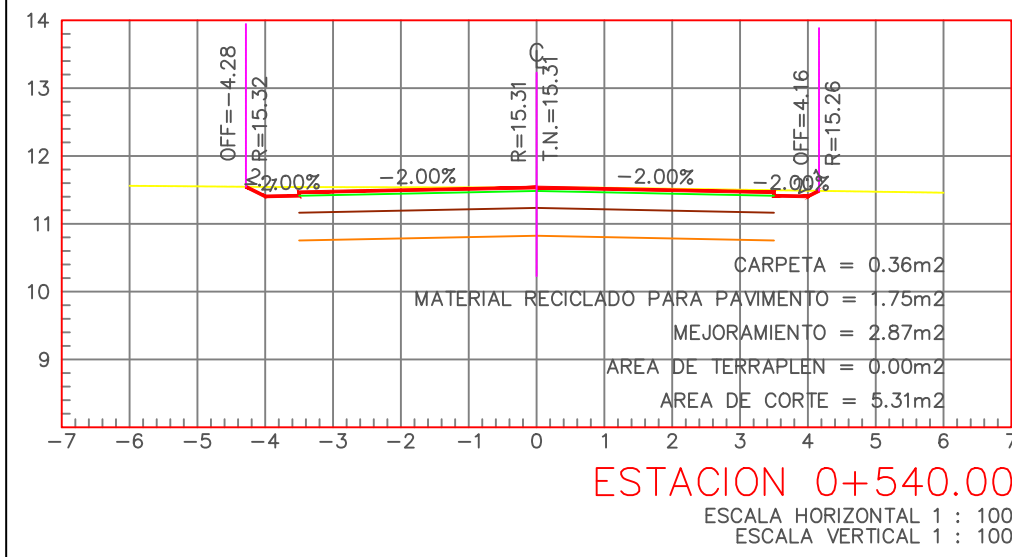
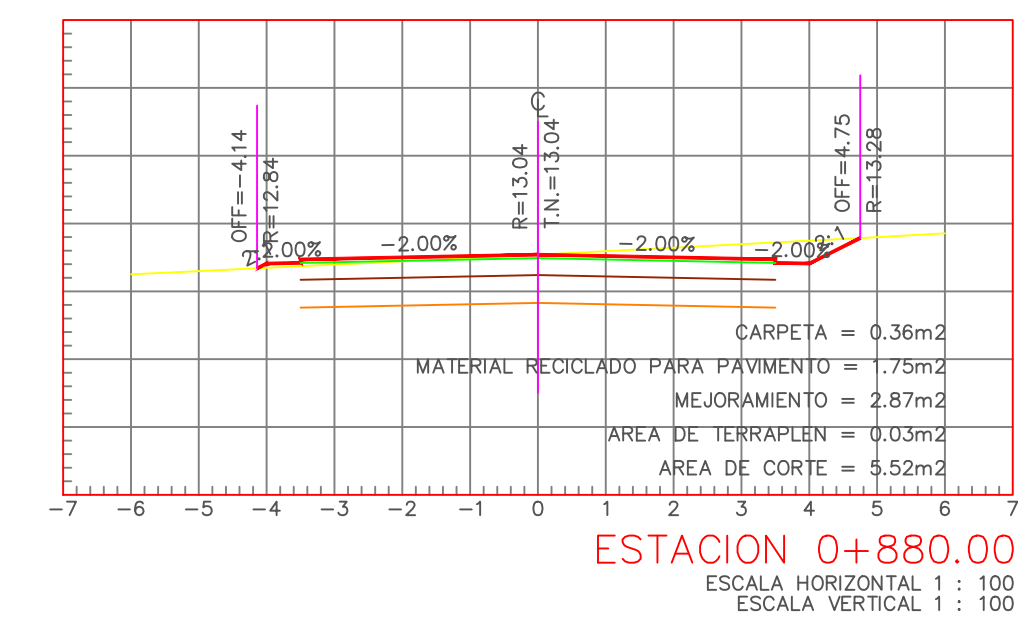
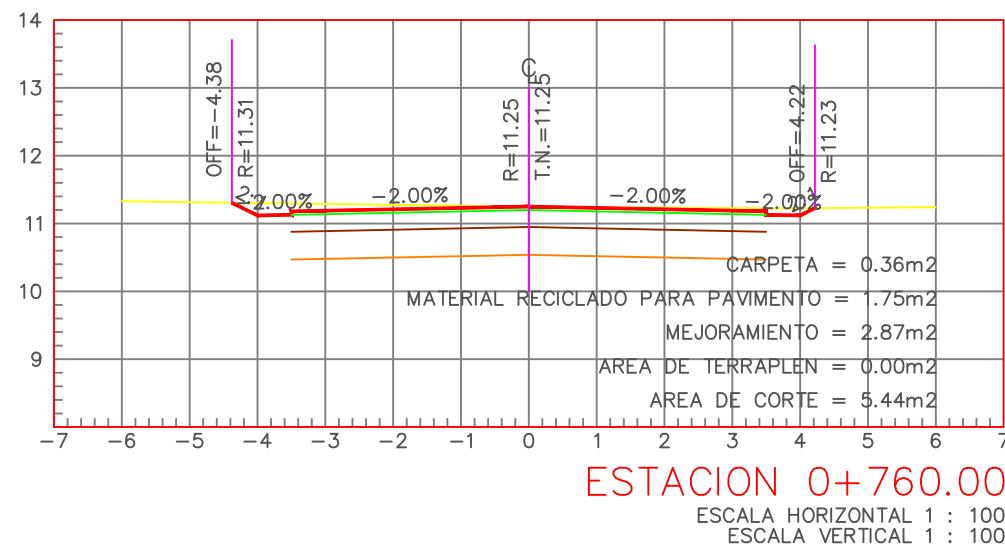
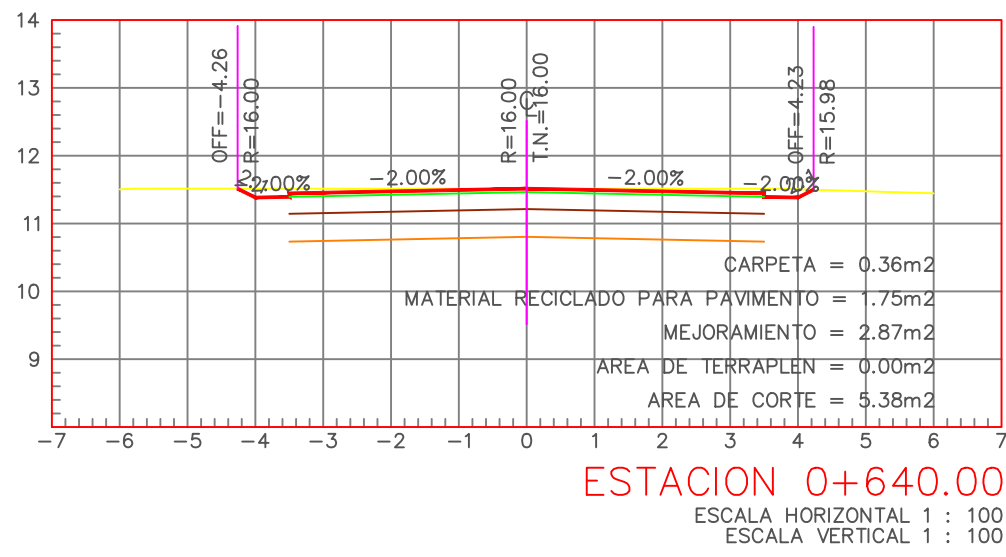
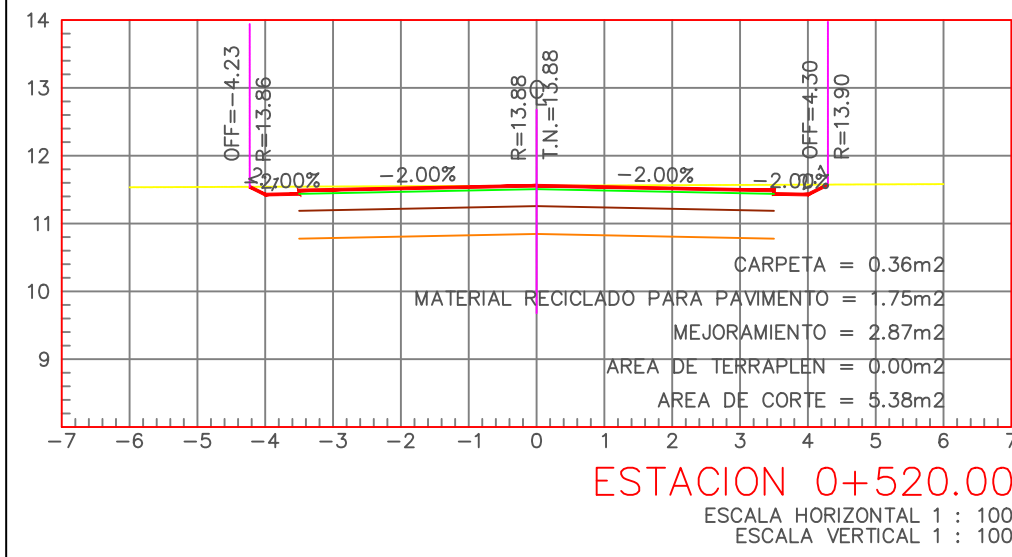
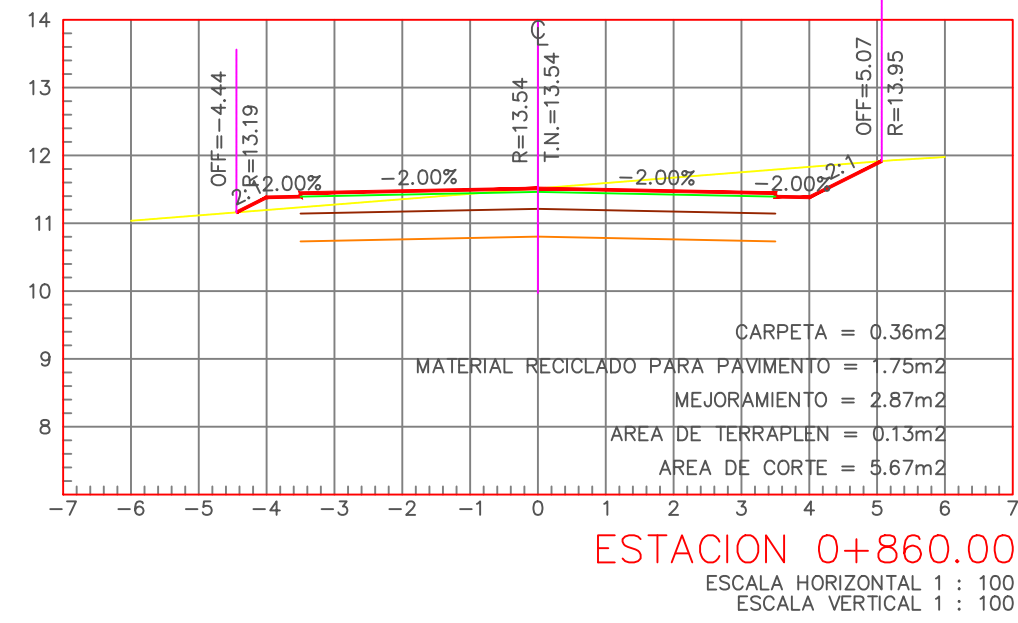
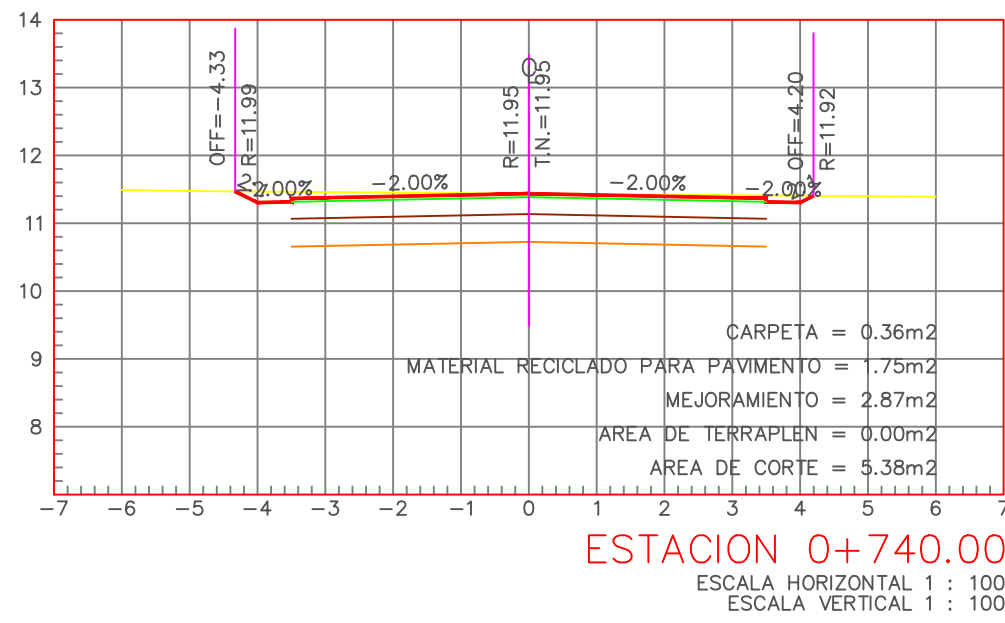
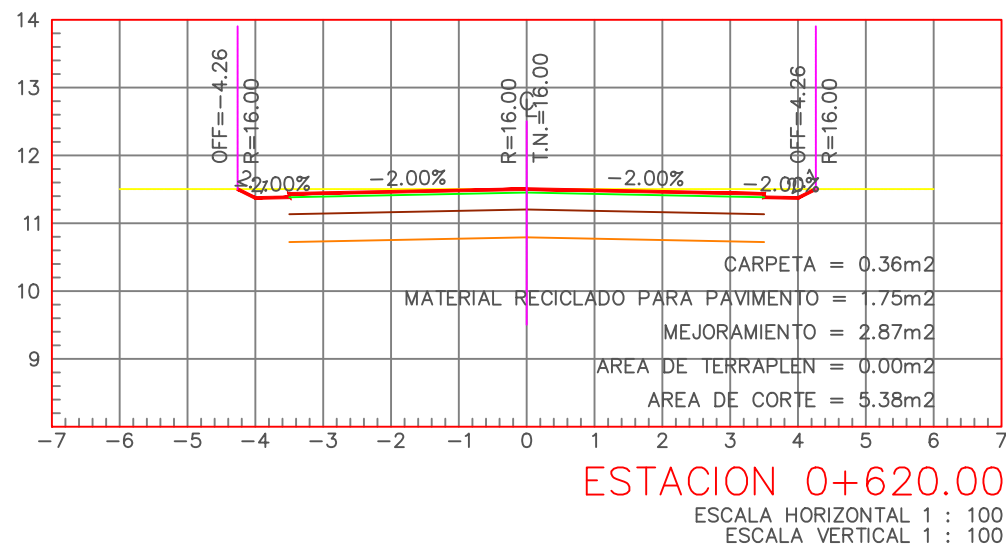
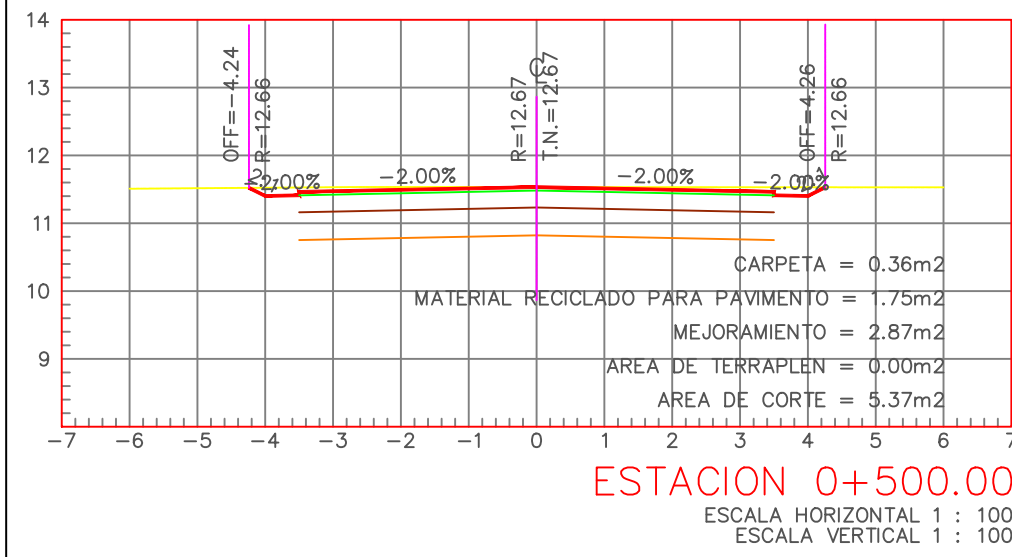
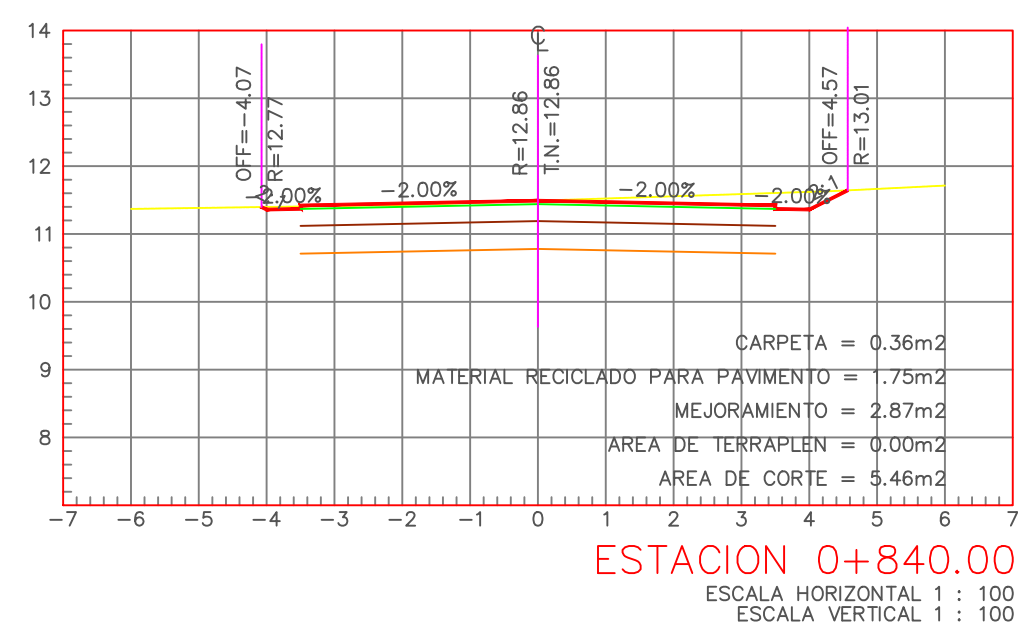
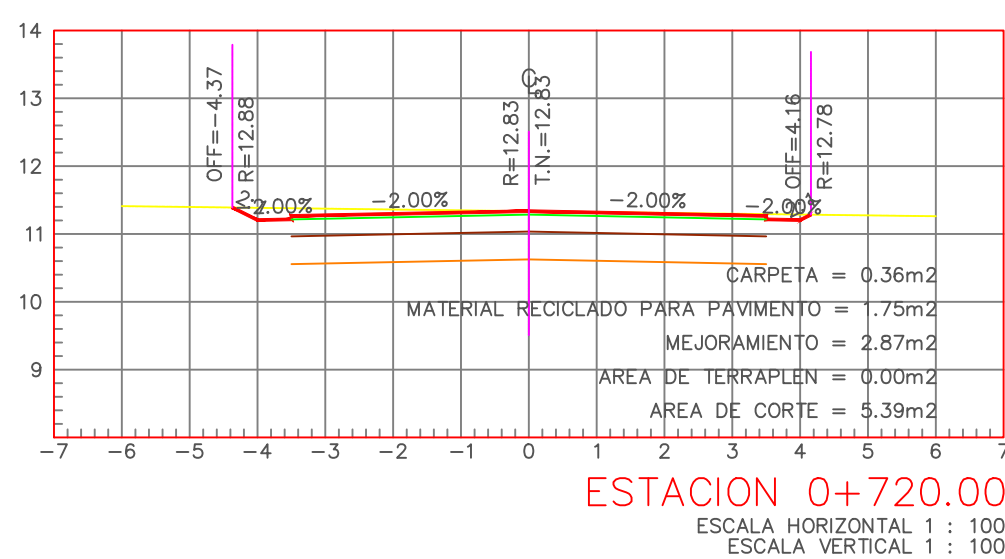
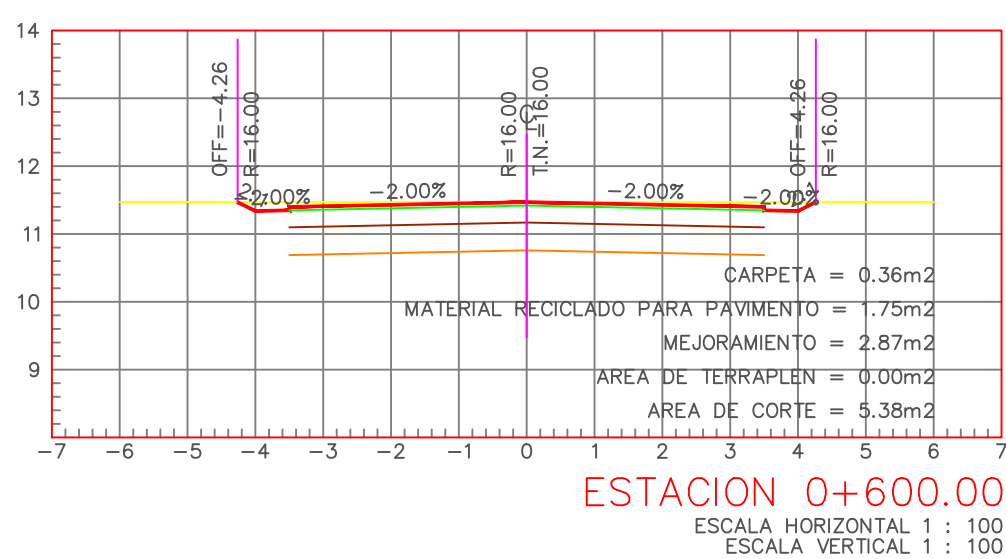
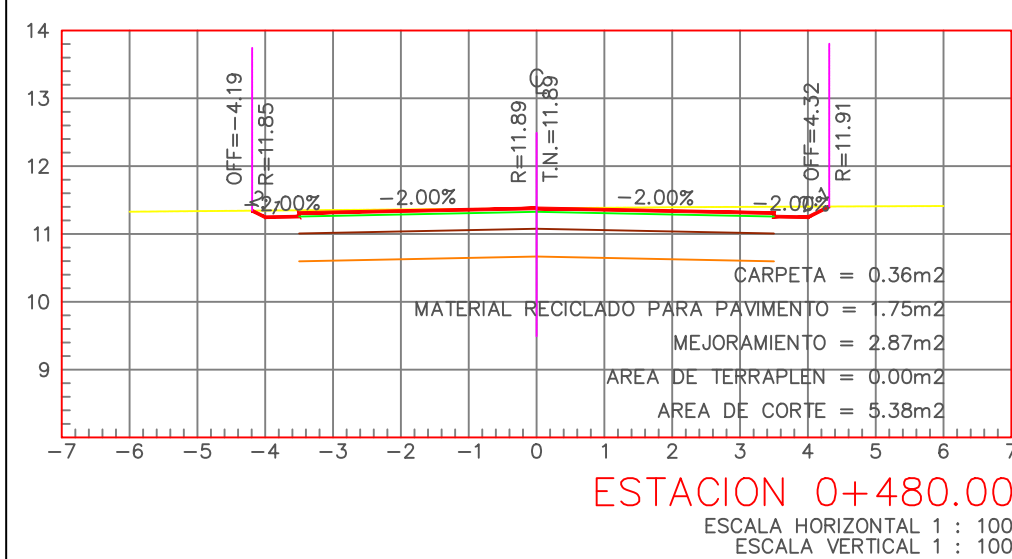
Fecha de Entrega

Lamina:

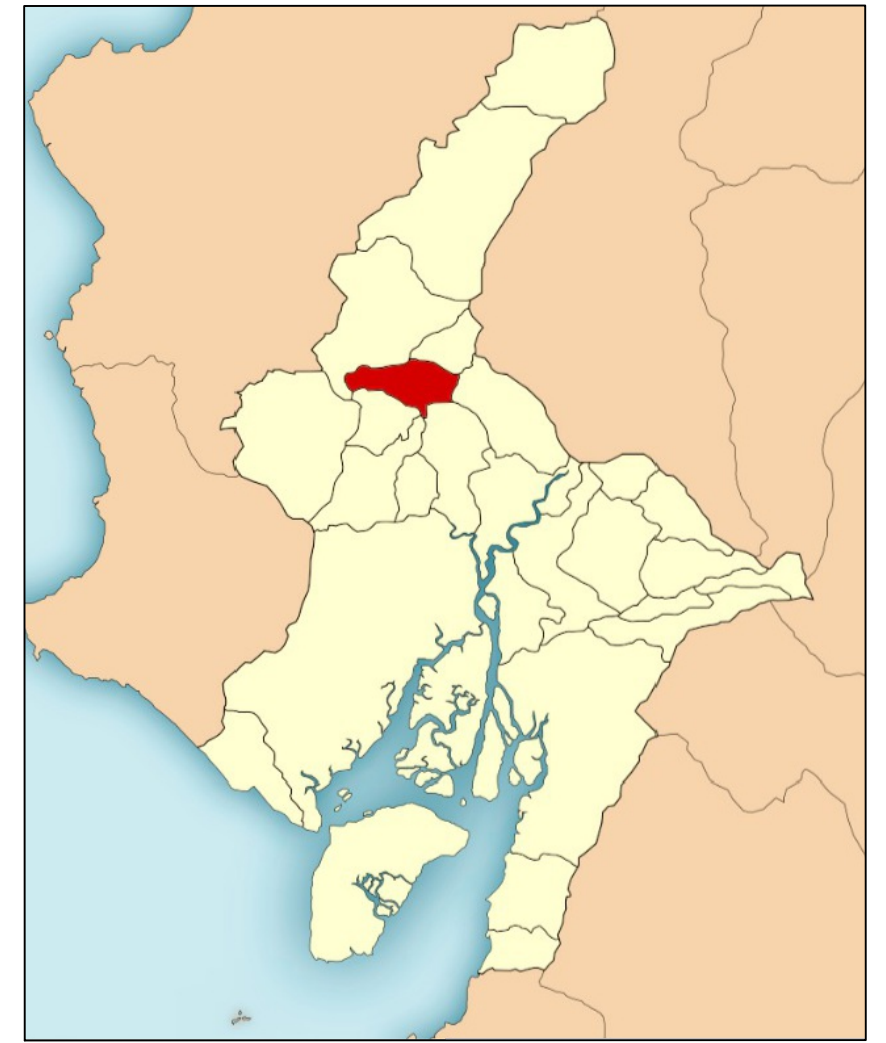
Escala:

A 2/6

1:20



UBICACIÓN:



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO DE REHABILITACIÓN VÍAL CON EMULSIÓN ASFALTICA
EN ACCESO A EL MATE (1.7KM), CANTÓN DAULE, GUAYAS.**

CONTENIDO:

PERFIL TRANSVERSAL DE LA VÍA

Coordinador de Ingeniería Civil:

Ing. Walter Hurtares

Estudiante:	
-------------	--

Daniel Sebastián Álvarez Casal
Mayra Alejandra Viteri Villareal

Fecha de Entrega:

22/08/2025

Tutor de tesis:

Ing. Carola Gordillo

amina:

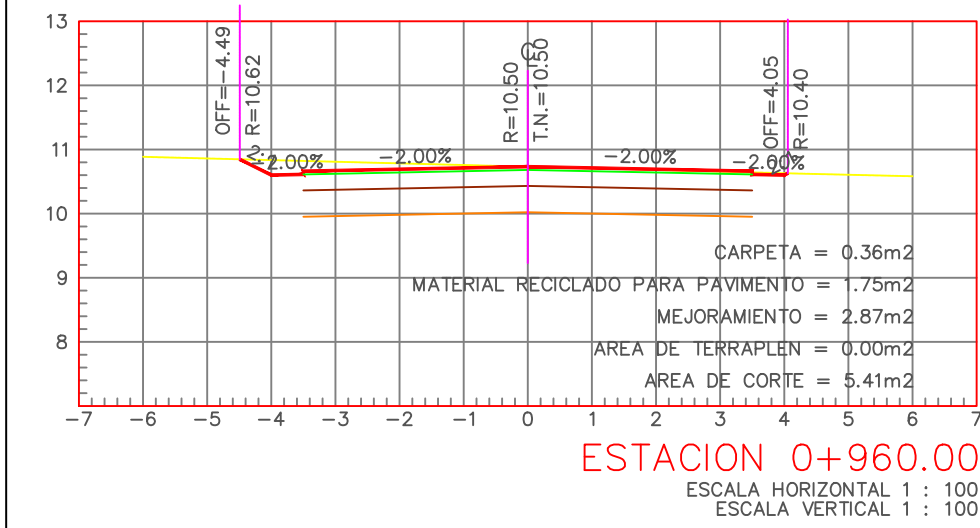
A 4/6

scala:

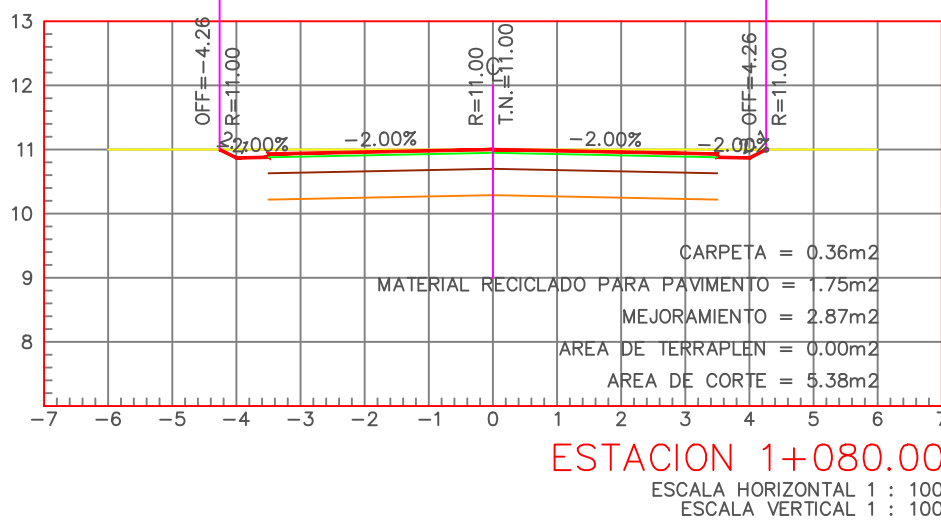
Indicadas

PERFIL TRANSVERSAL

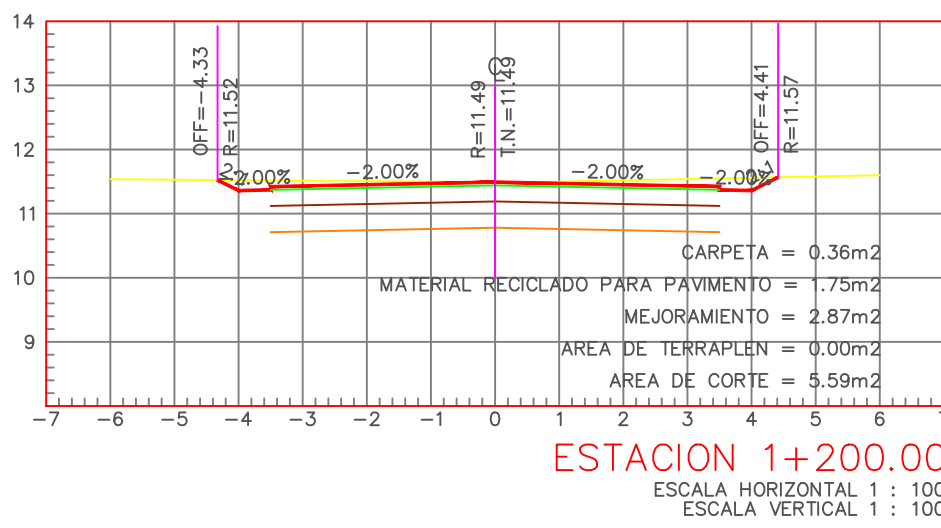
ESC. 1_1



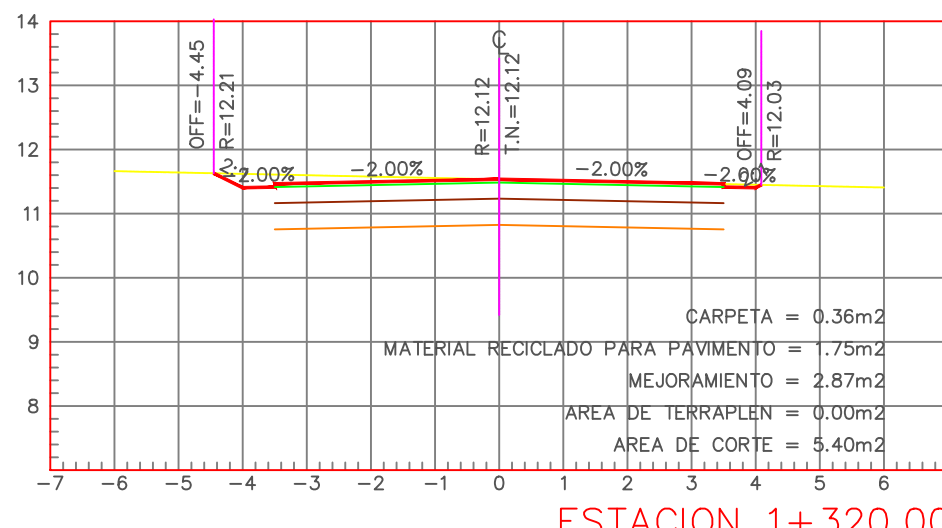
ESTACION 0+960.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



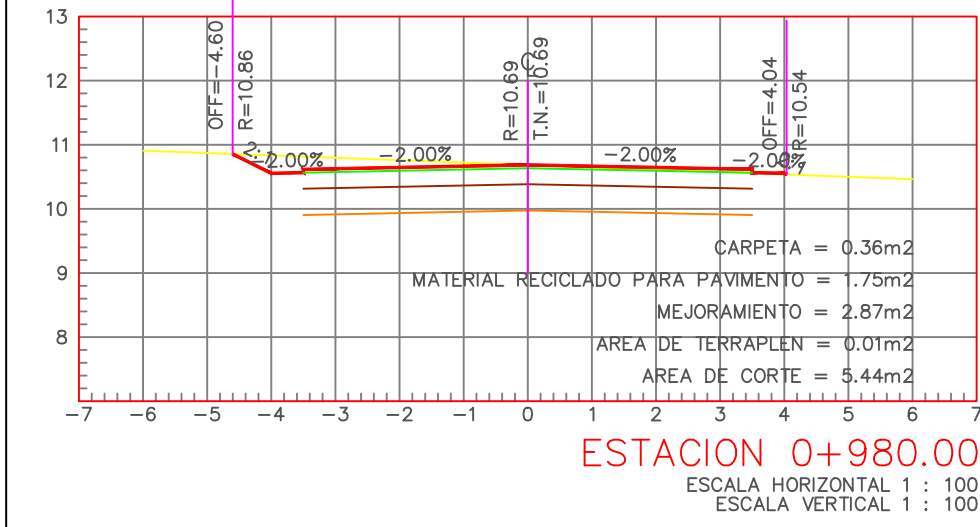
ESTACION 1+080.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



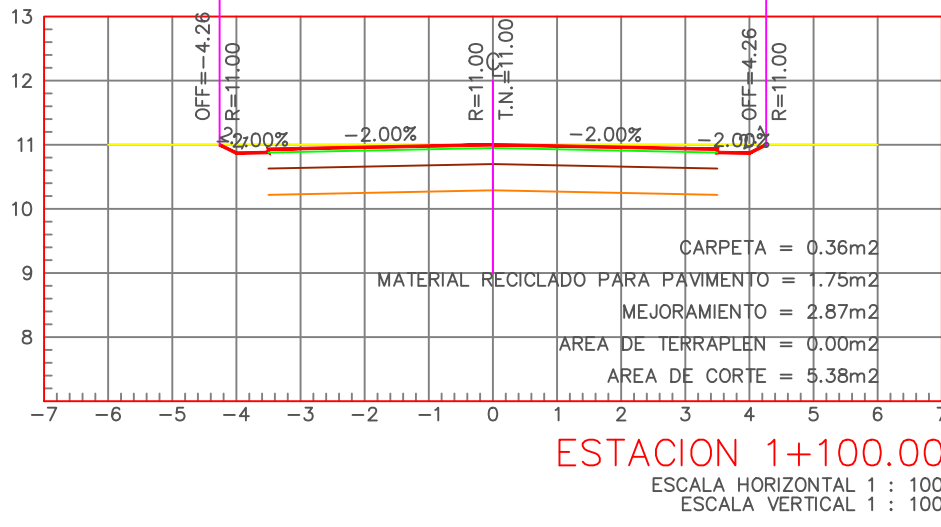
ESTACION 1+200.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



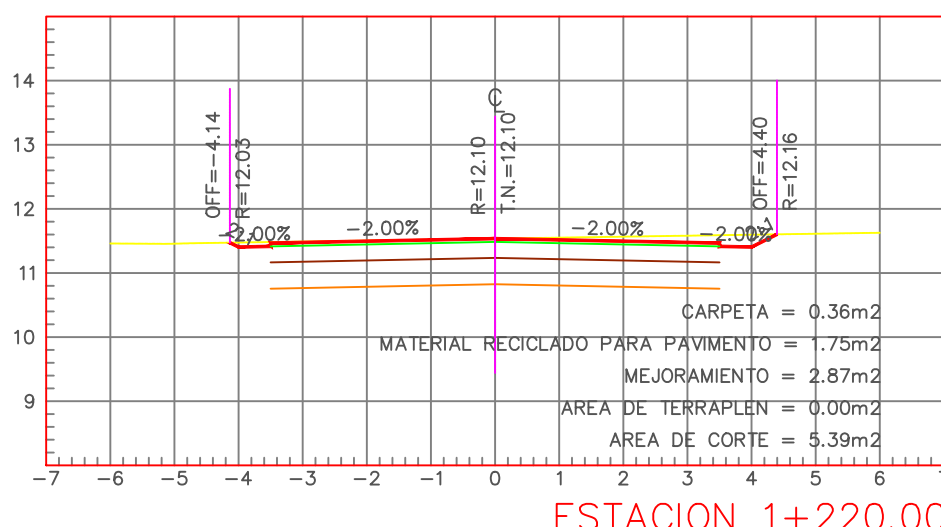
ESTACION 1+320.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



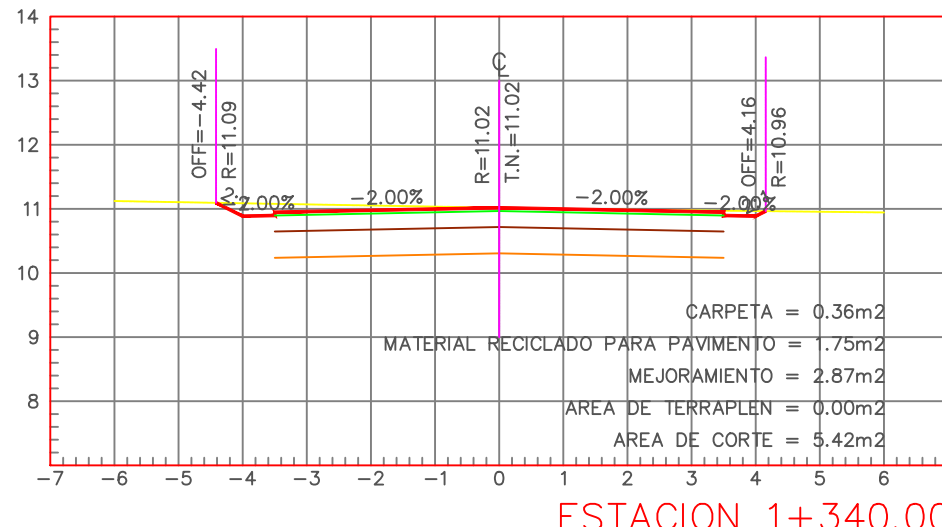
ESTACION 0+980.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



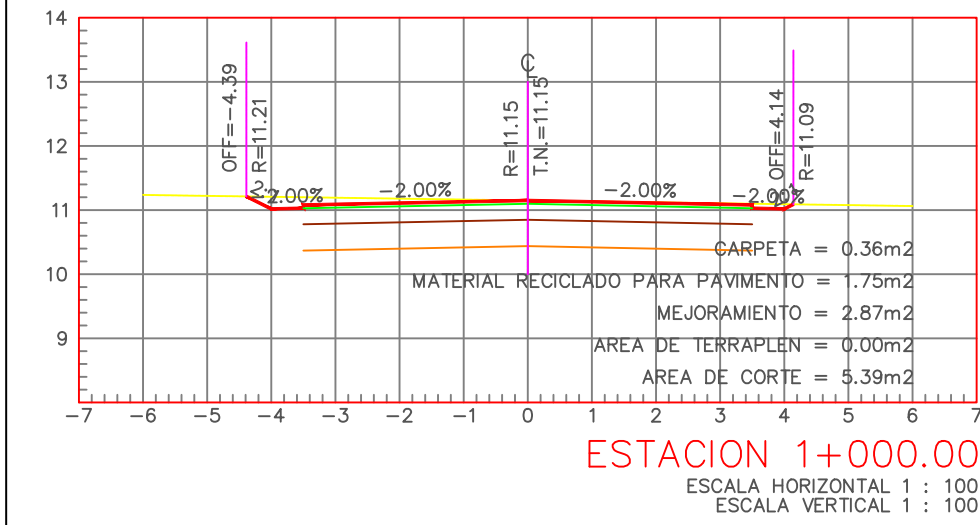
ESTACION 1+100.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



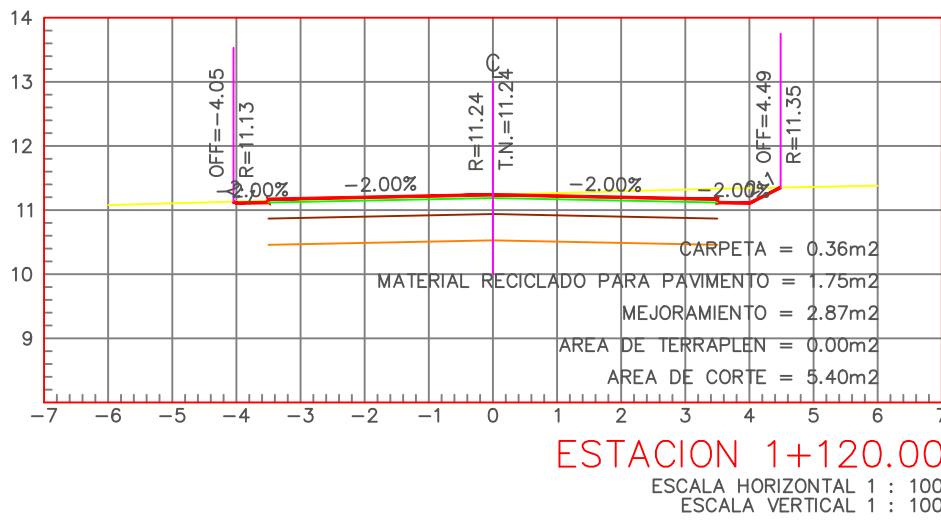
ESTACION 1+220.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



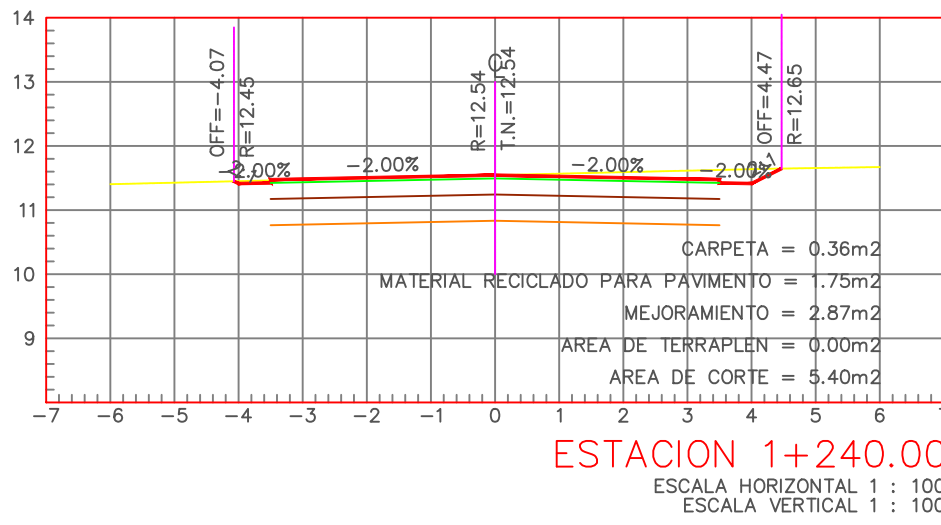
ESTACION 1+340.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



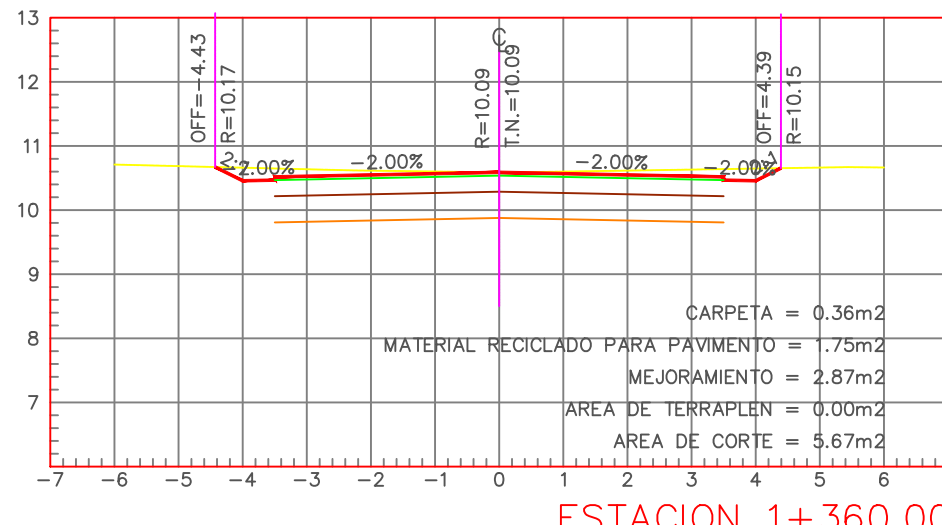
ESTACION 1+000.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



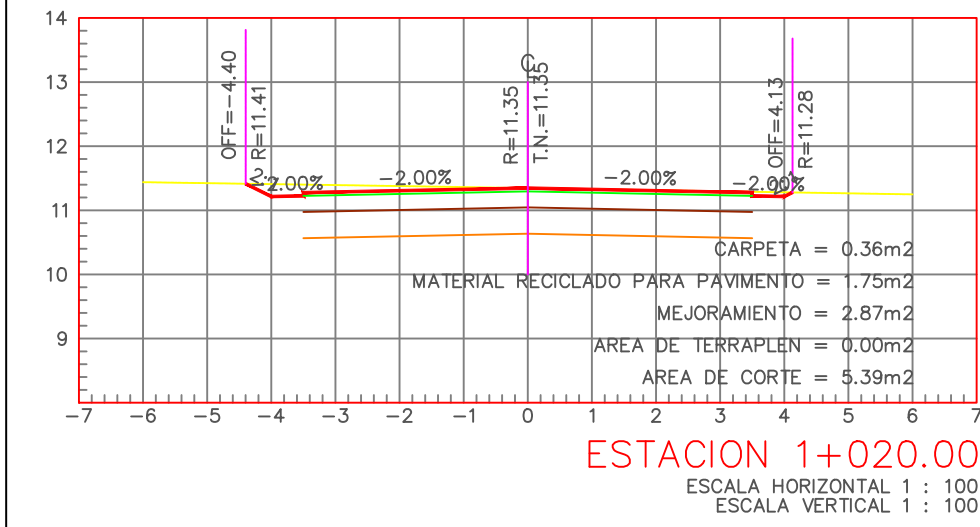
ESTACION 1+120.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



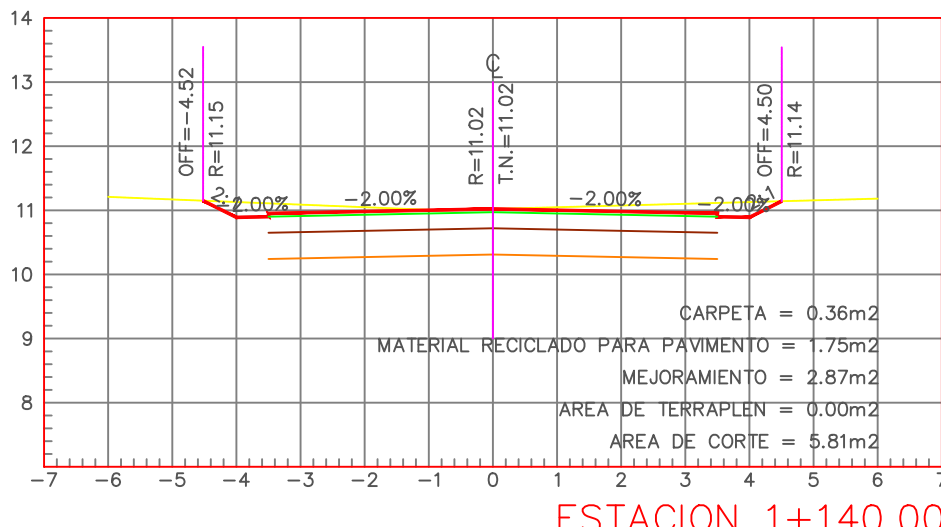
ESTACION 1+240.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



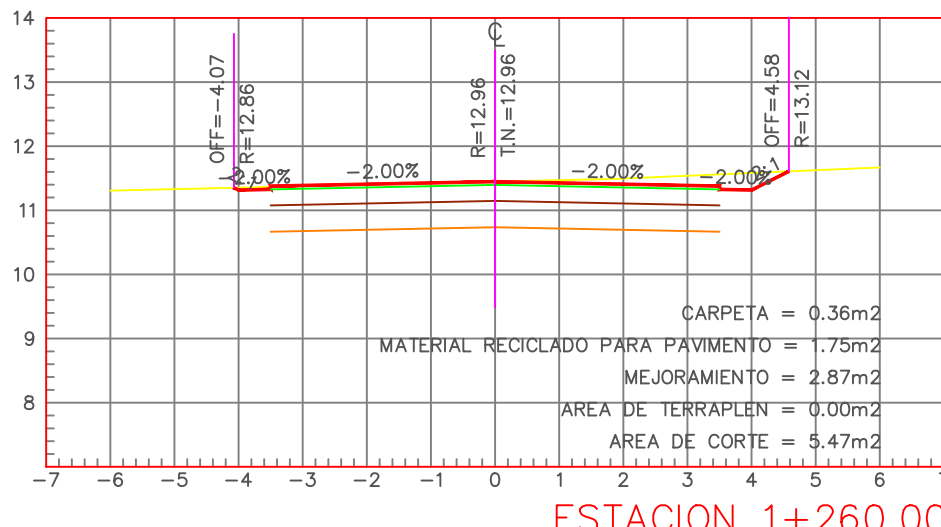
ESTACION 1+360.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



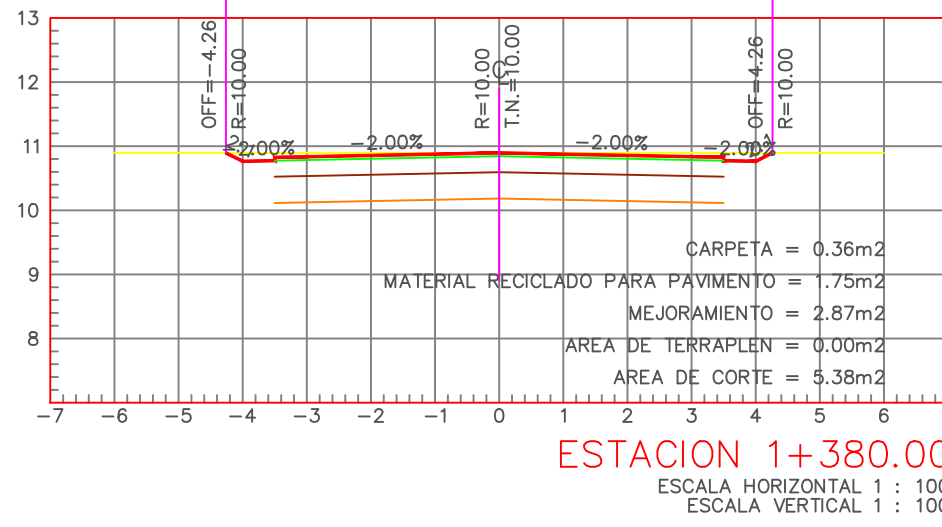
ESTACION 1+020.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



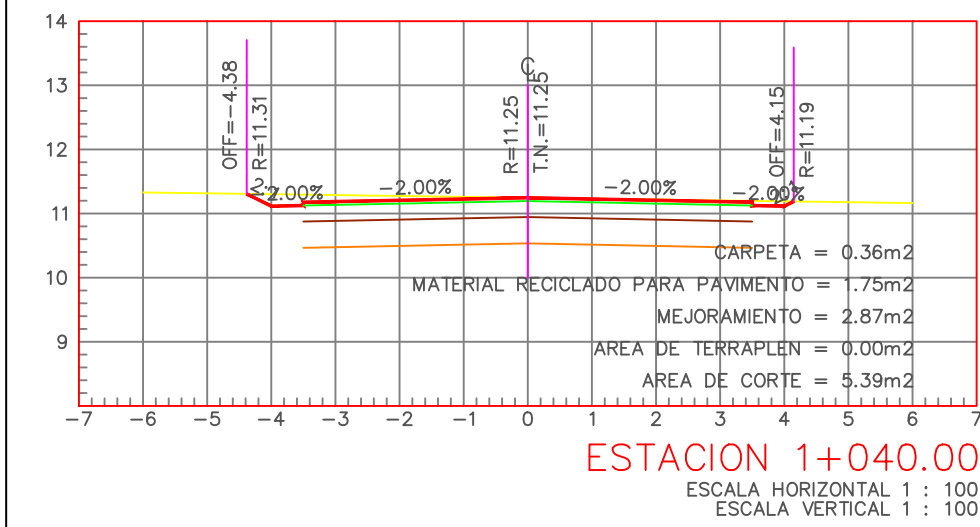
ESTACION 1+140.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



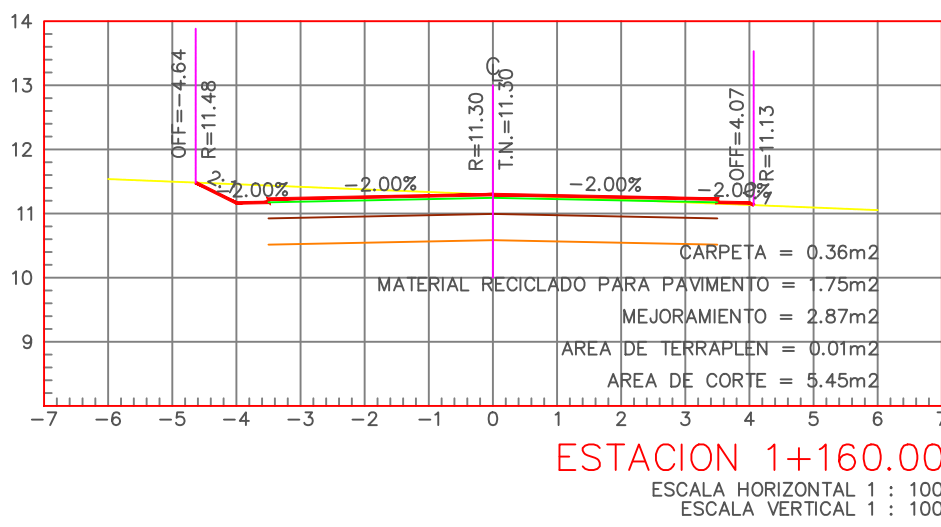
ESTACION 1+260.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



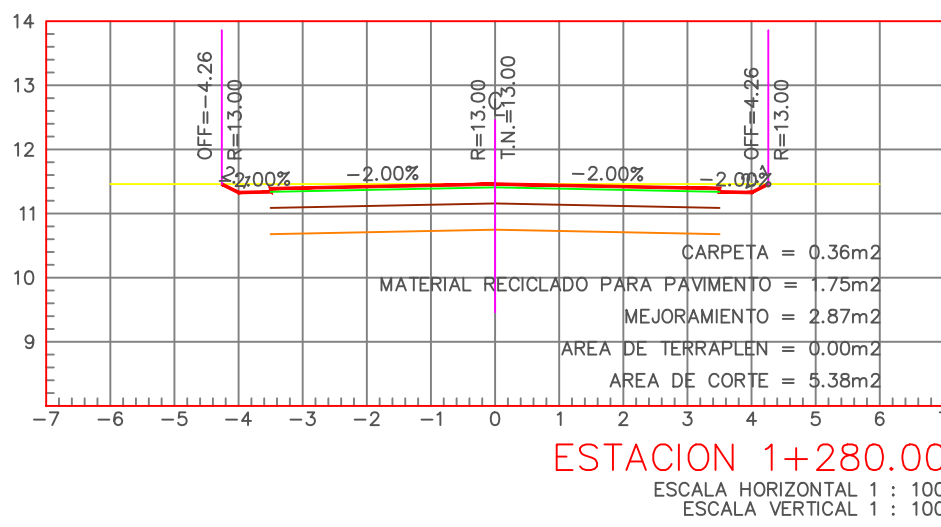
ESTACION 1+380.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



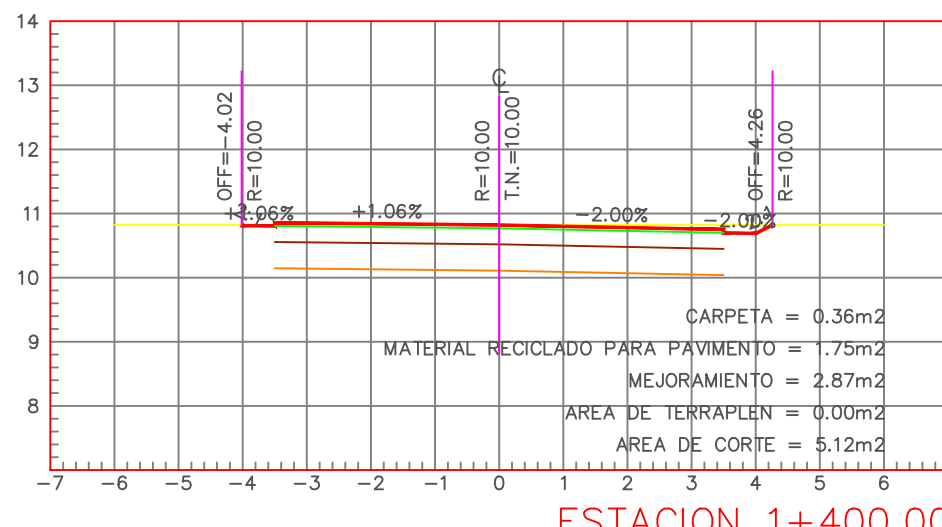
ESTACION 1+040.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



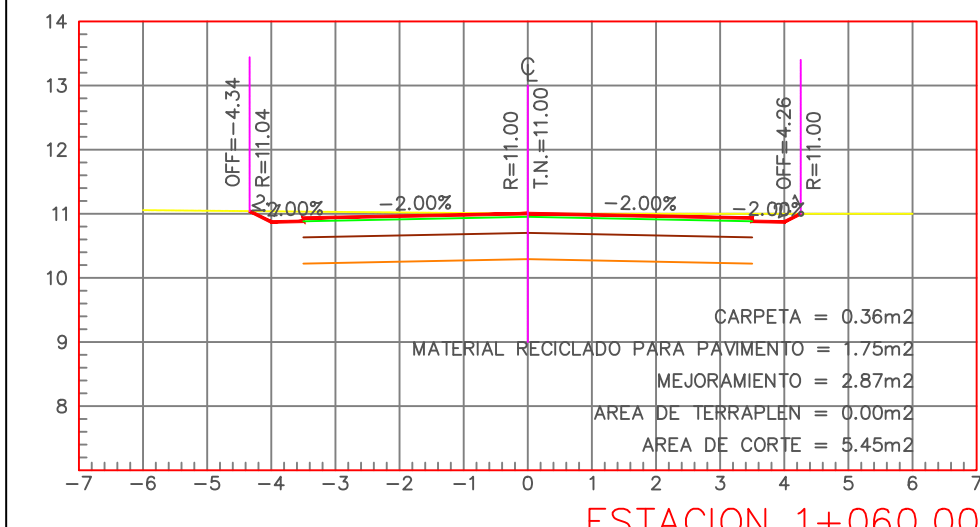
ESTACION 1+160.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



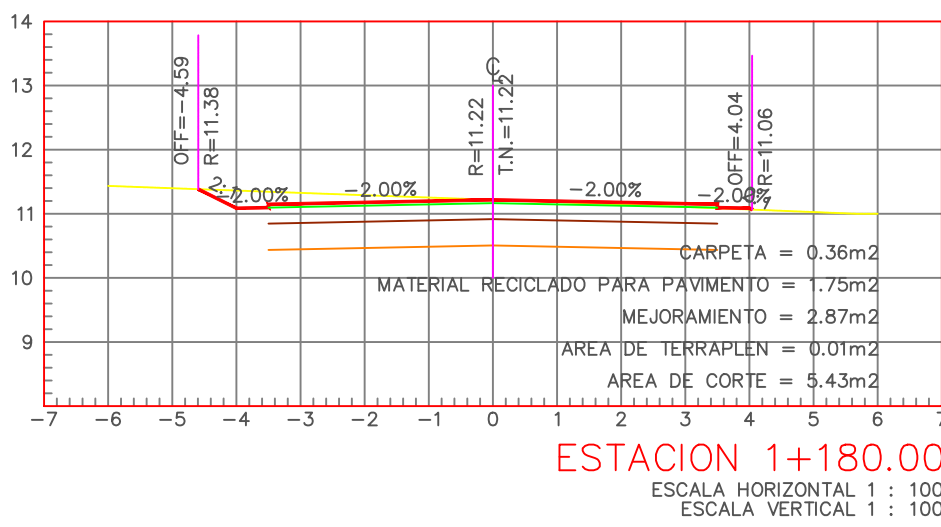
ESTACION 1+280.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



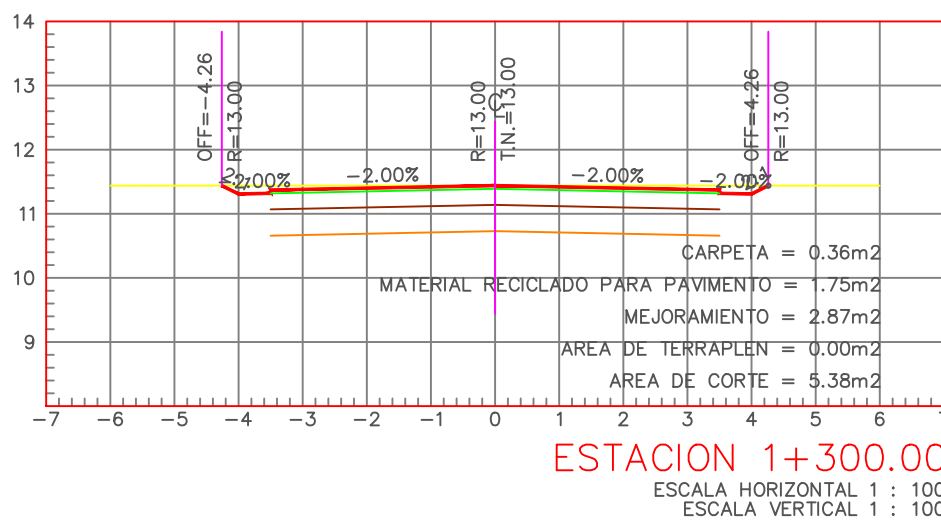
ESTACION 1+400.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



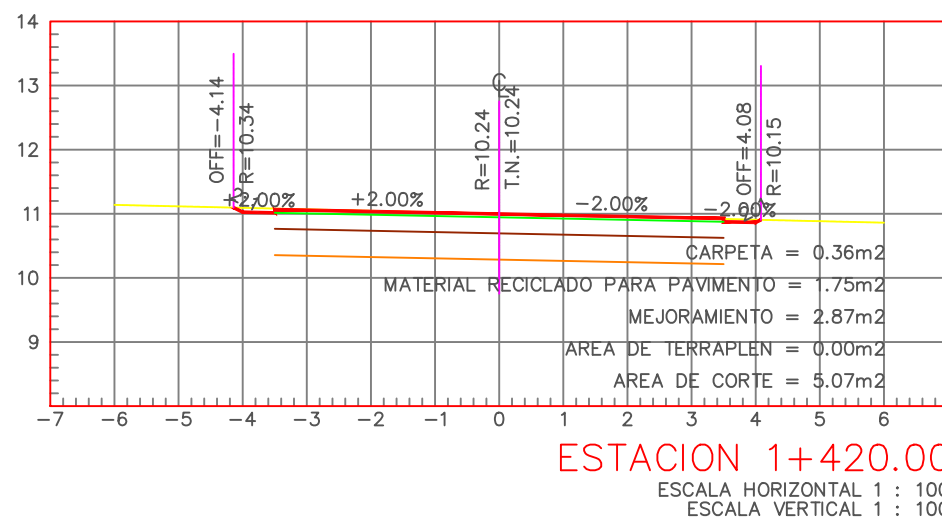
ESTACION 1+060.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



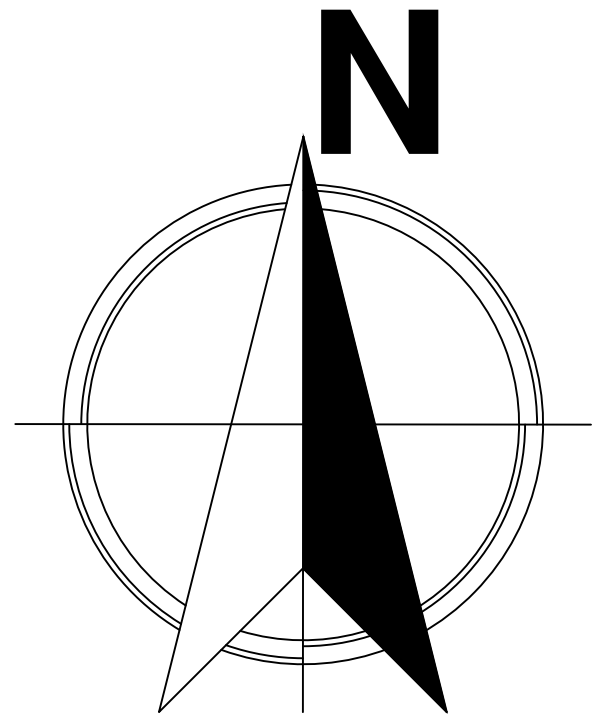
ESTACION 1+180.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



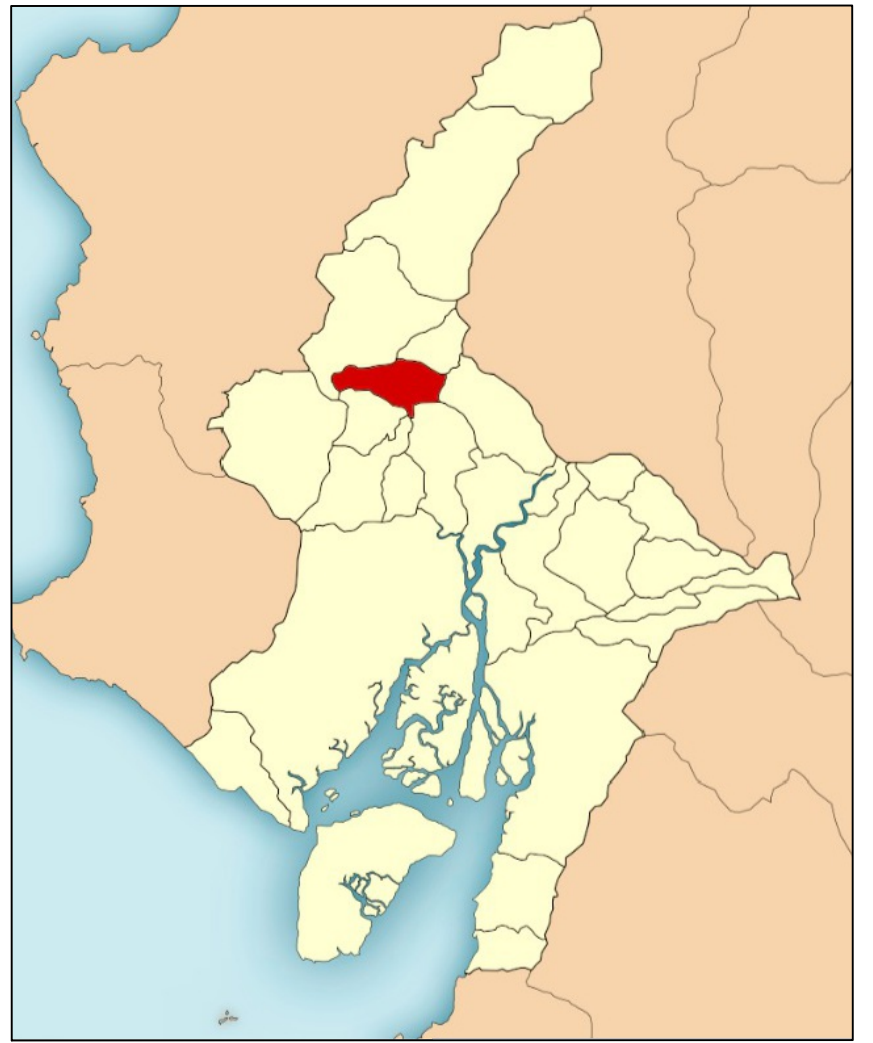
ESTACION 1+300.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



ESTACION 1+420.00
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100
ESCALA VERTICAL 1 : 100



UBICACIÓN:



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO DE REHABILITACIÓN VIAL CON EMULSIÓN ASFALTICA
EN ACCESO A EL MATE (1.7KM), CANTÓN DAULE, GUAYAS.**

CONTENIDO:

PERFIL TRANSVERSAL DE LA VÍA

Coordinador de Ingeniería Civil:

Ing. Walter Hurtares

Estudiante:

Daniel Sebastián Álvarez Casal
Mayra Alejandra Viteri Villareal

Fecha de Entrega:

22/08/2025

Tutor de tesis:

Ing. Carola Gordillo

Lamina:

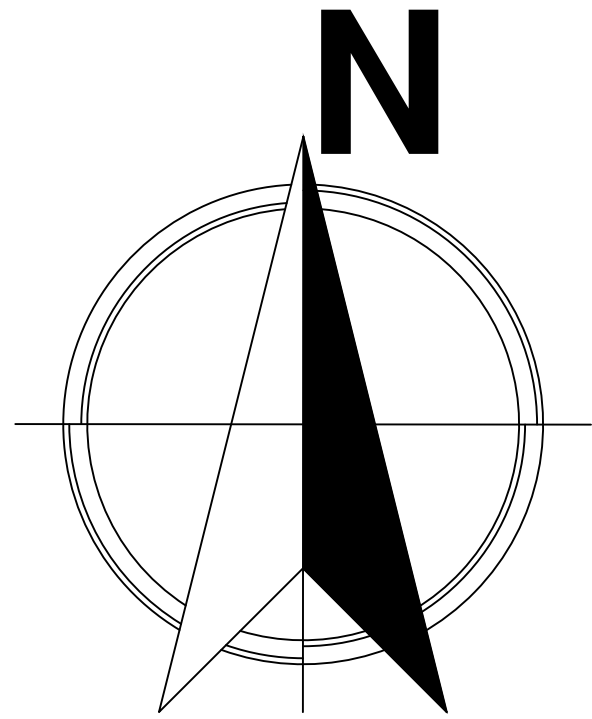
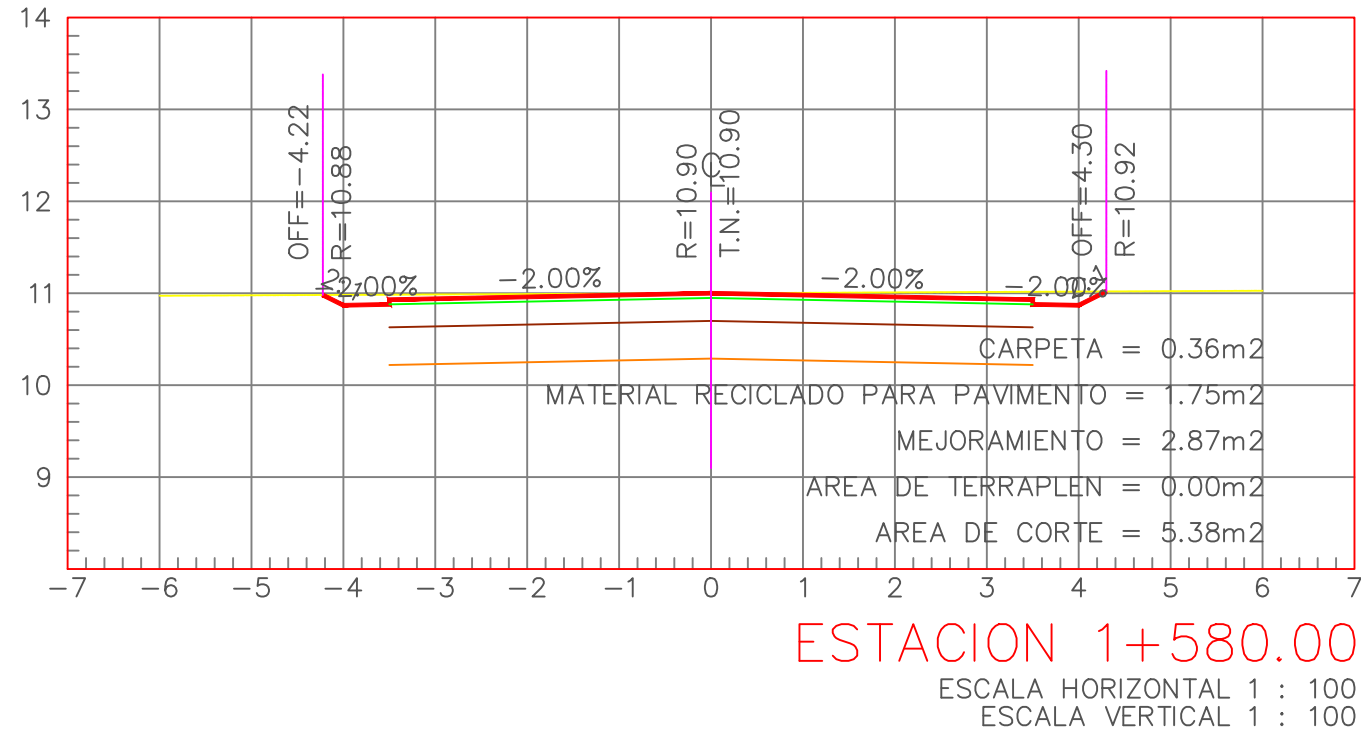
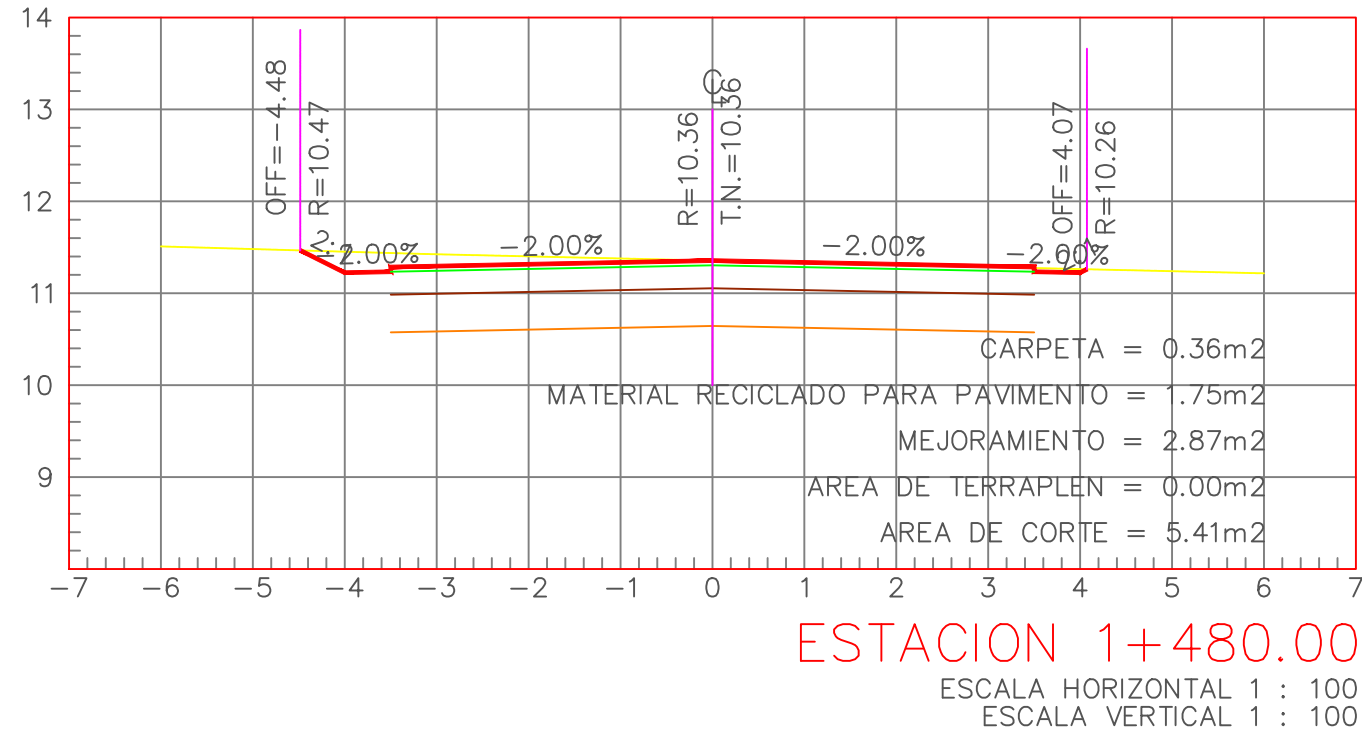
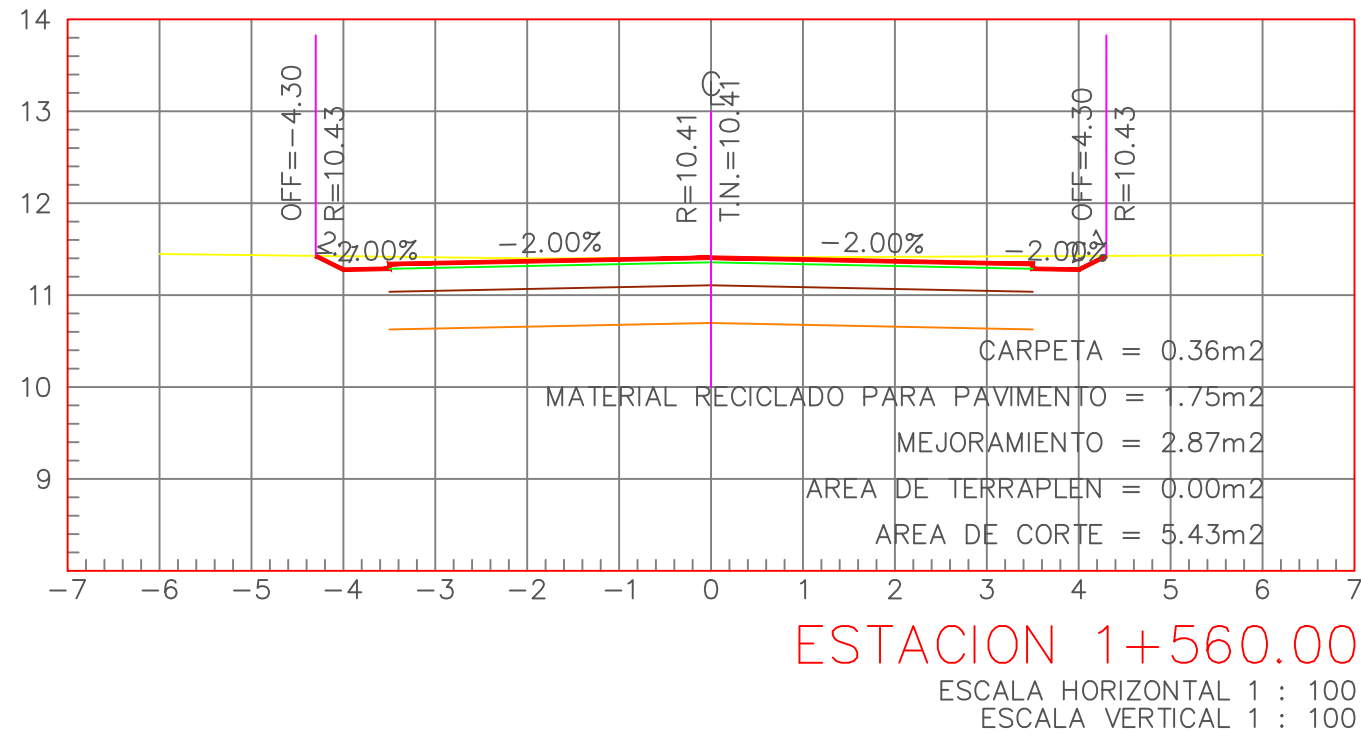
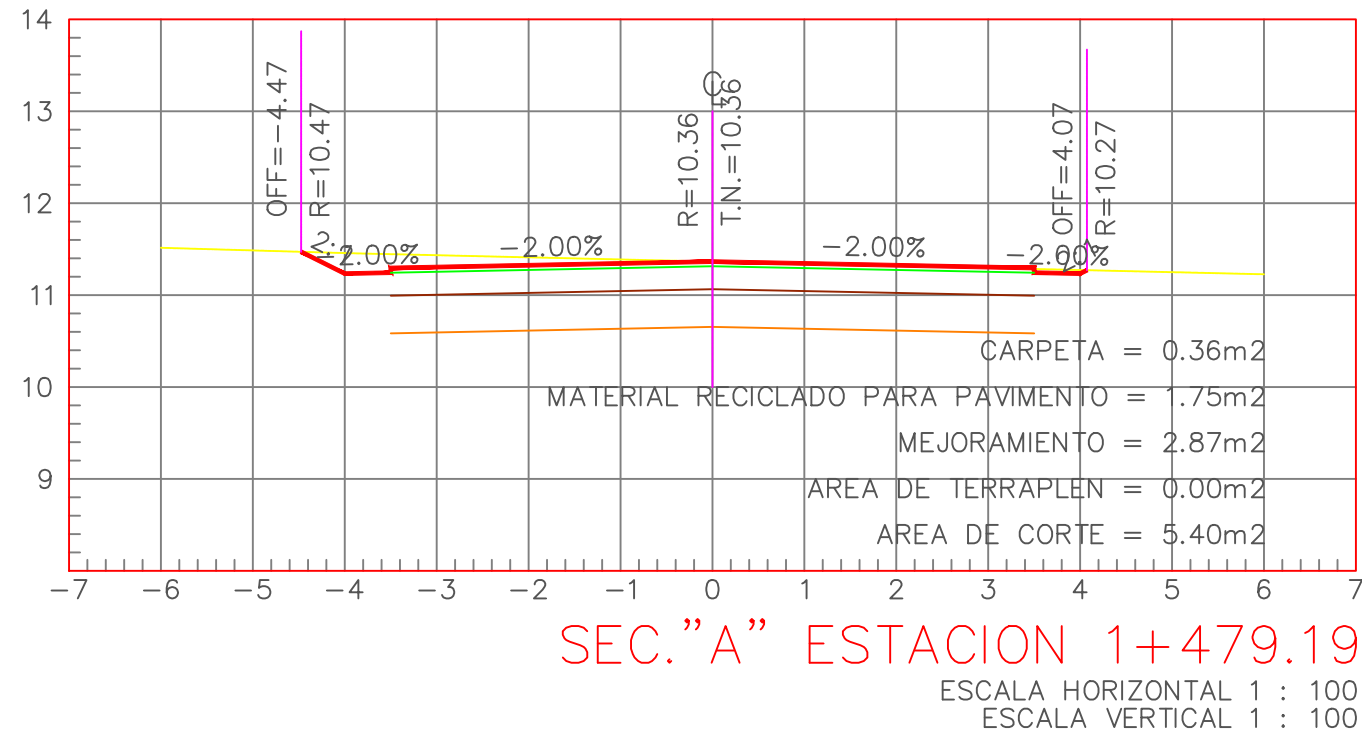
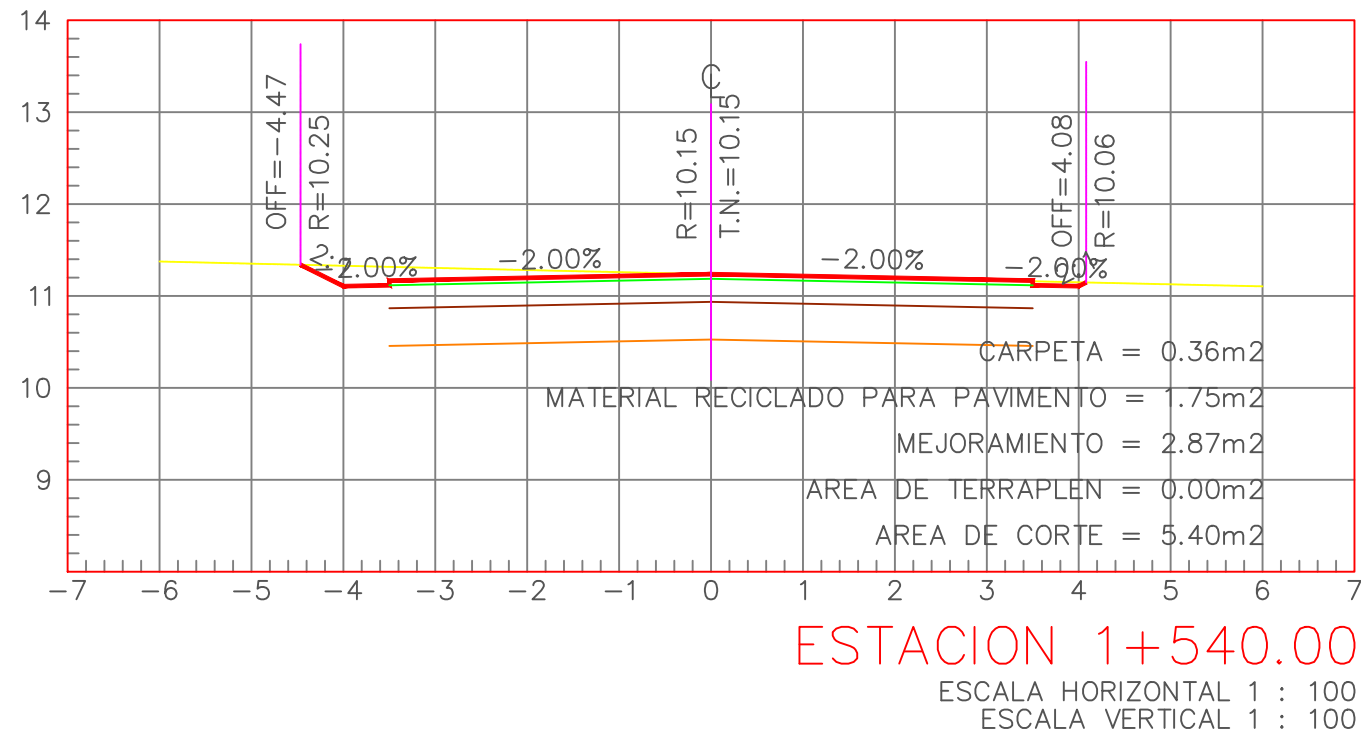
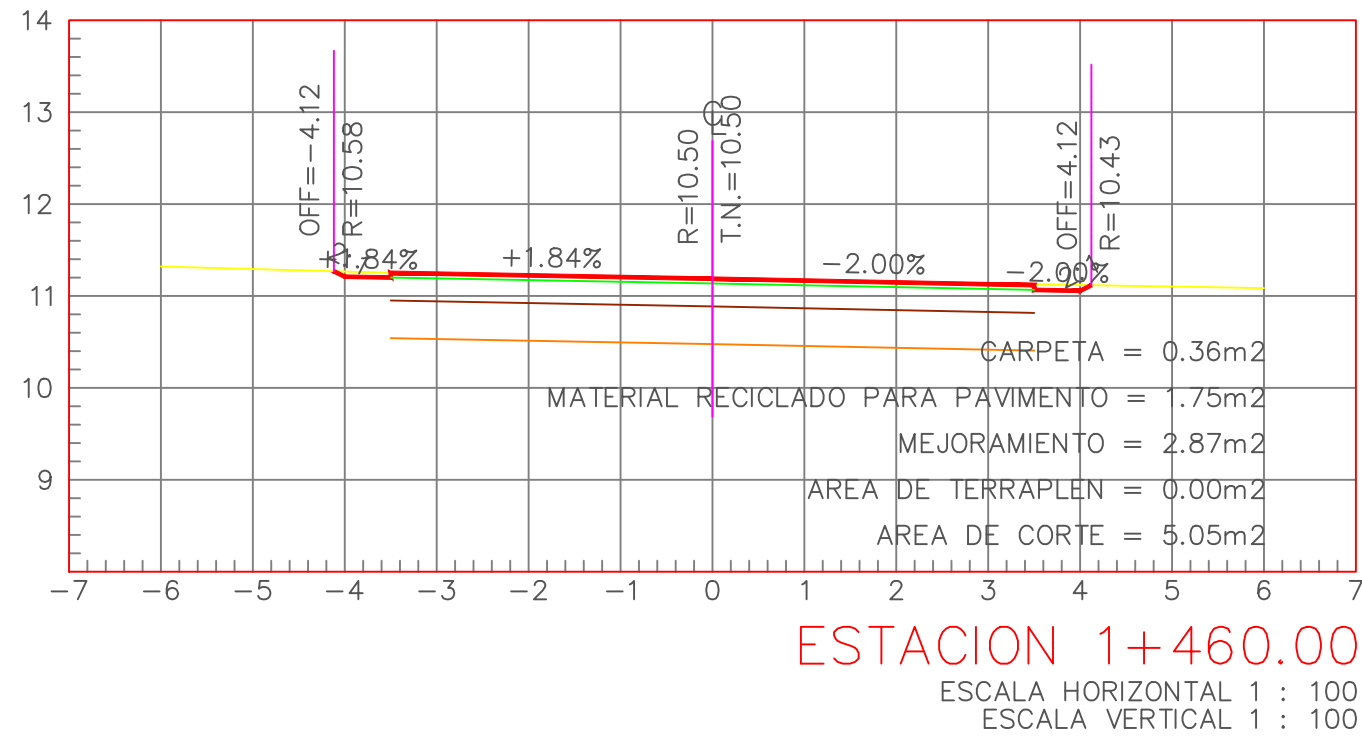
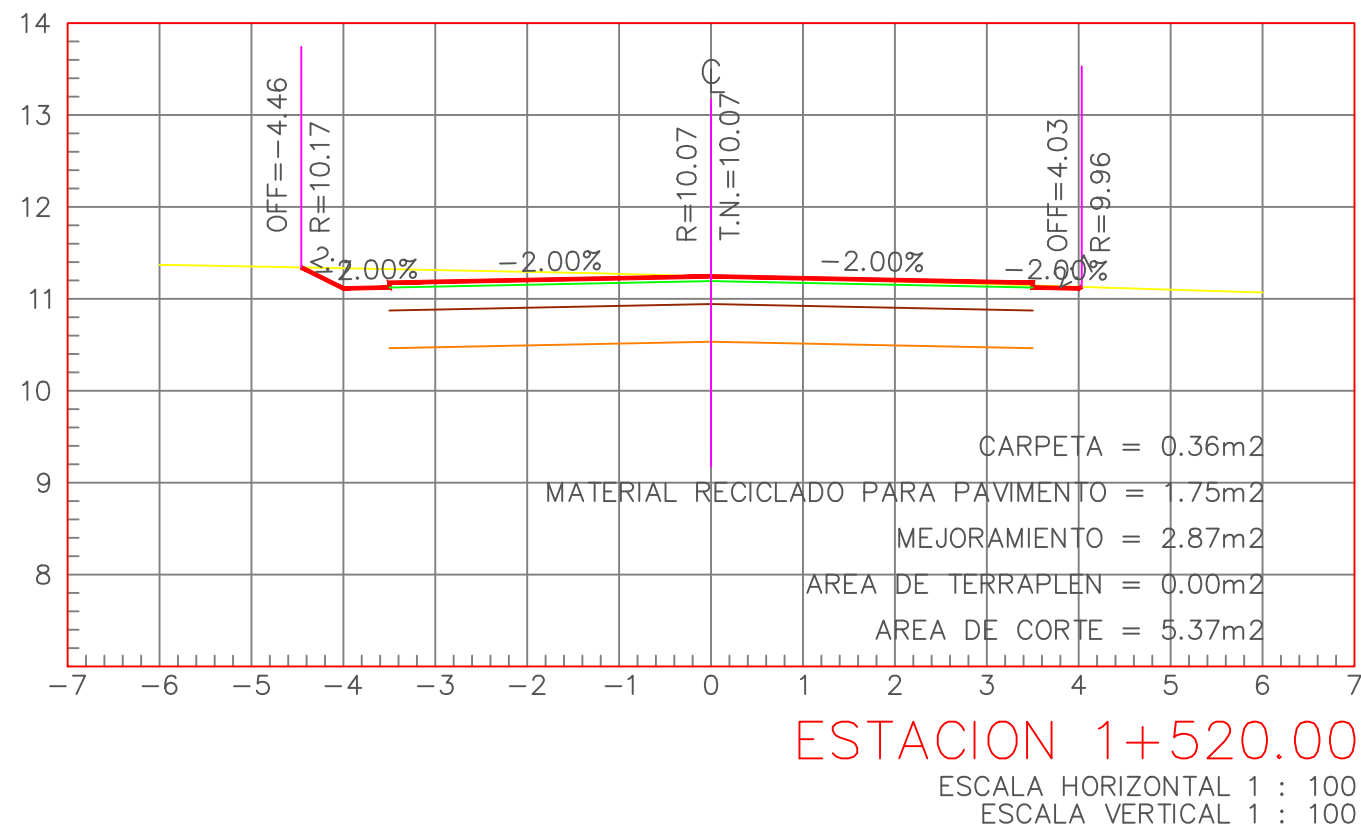
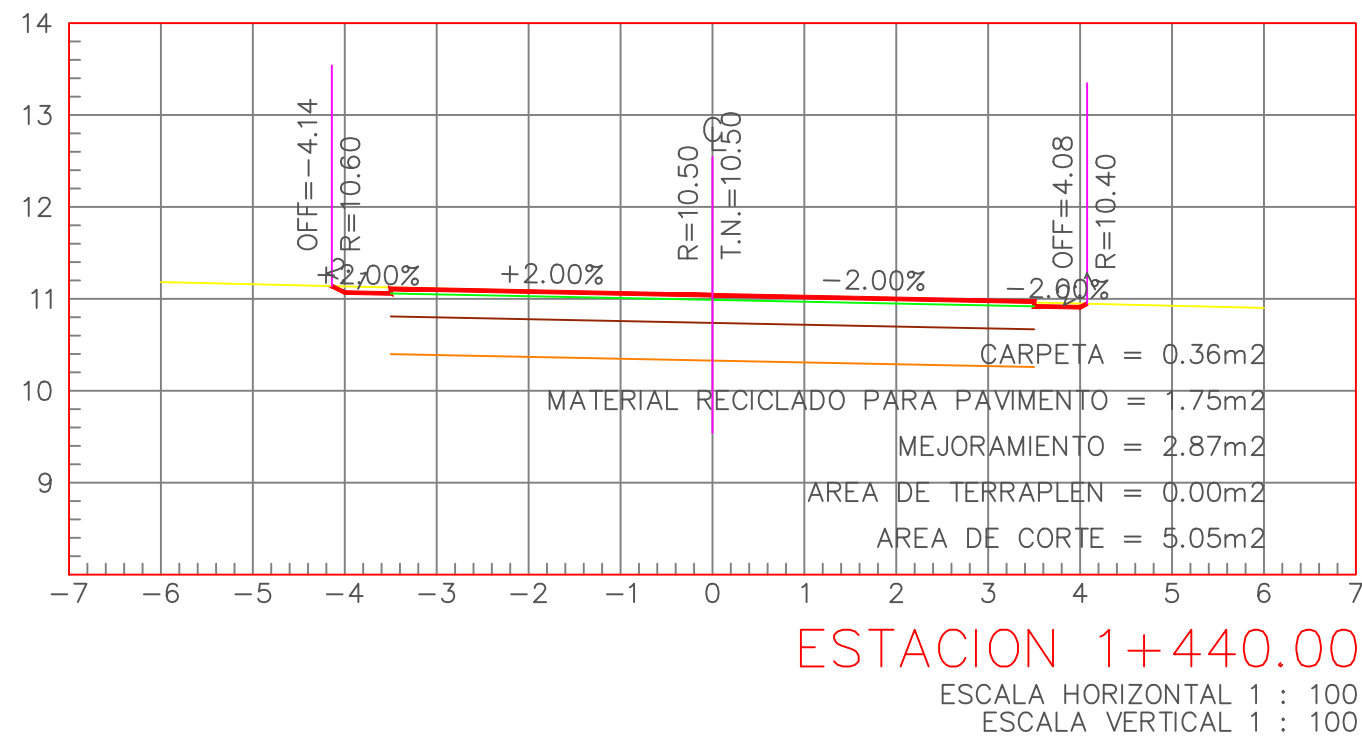
A 5/6

Escala:

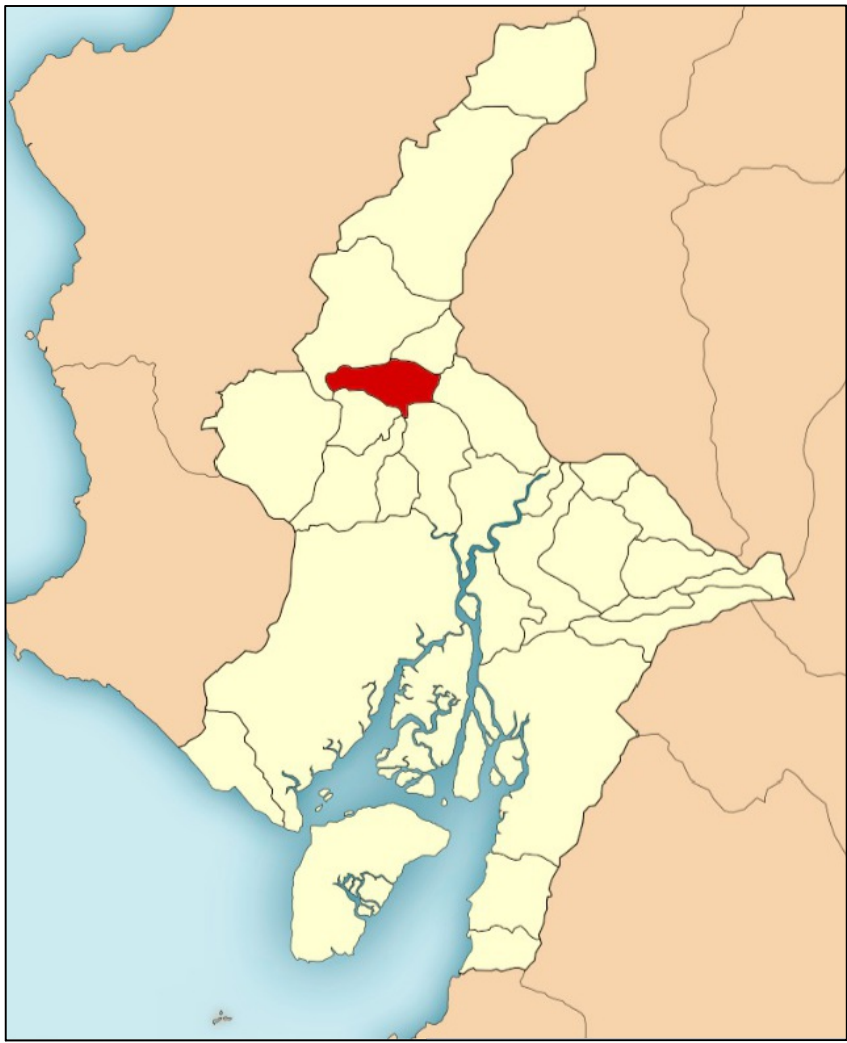
Indicadas

PERFIL TRANSVERSAL

ESC. 1_1



UBICACIÓN:



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
**DISEÑO DE REHABILITACIÓN VIAL CON EMULSIÓN ASFALTICA
EN ACCESO A EL MATE (1.7KM), CANTÓN DAULE, GUAYAS.**

CONTENIDO:
PERFIL TRANSVERSAL DE LA VÍA

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiante: Daniel Sebastián Álvarez Casal Mayra Alejandra Viteri Villareal	Fecha de Entrega: 22/08/2025
Tutor de tesis: Ing. Carola Gordillo		Lamina: A 6/6
		Escala: Indicadas