

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño técnico y sostenible de una vía de acceso para una finca rural en El Triunfo.

INGE-2908

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Paula Doménica Abad Feraud

Marco Iván Feijóo Jaramillo

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, quienes con su esfuerzo, amor y perseverancia han sido mi mayor inspiración. A mis hermanos, por su apoyo constante y por darme fortaleza en los momentos más difíciles. Y a mis amigos, por ser fuente de confianza y motivación en este camino.

Con cariño y gratitud, este logro también les pertenece.

Paula Doménica Abad Feraud

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres, quienes con su amor y apoyo incondicional han sido mi mayor fortaleza durante mi formación; a mis hermanas, por su fiel compañía y motivación constante; y a mis abuelitos, cuyo cariño, consejos y ejemplo de vida me han servido para superarme cada día.

Marco Iván Feijóo Jaramillo

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a Dios, por haberme dado constancia y fe en cada paso de este camino. A mis padres y hermanos, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser el pilar fundamental en cada uno de mis logros. De manera muy especial, a mi hermana Fiorella, por acompañarme con cariño y consejos en cada etapa de este proceso, y a Paul, por brindarme apoyo, comprensión y motivación cuando más lo necesité. Gracias a cada uno de ellos, este logro se hace realidad.

Expreso mi gratitud a la Ing. Ingrid Orta, tutora de este trabajo, por su orientación, paciencia y valiosos aportes durante todo el desarrollo del proyecto. Asimismo, a mi amigo, Marco por el compromiso y la dedicación compartida durante la carrera.

Paula Doménica Abad Feraud

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por haberme dado la fortaleza, perseverancia y la fe necesaria a lo largo de mi formación académica. Agradezco a mis padres Marco y Sandra, quienes con su amor, sacrificio y ejemplo de vida me han enseñado el verdadero significado del esfuerzo y la constancia. A mis queridas hermanas Cisne, Cristina, Danna, por estar siempre a mi lado brindándome apoyo, alegría y compañía en los momentos más importantes. A mis abuelitos, por su cariño inagotable, sus oraciones y enseñanzas Finalmente, expreso un especial agradecimiento a mi tutora, la Ing. Ingrid Orta, por su valiosa orientación, por confiar en mis capacidades y brindarme la seguridad necesaria para enfrentar los retos de este camino académico. De igual manera, a mi compañera, Paula por haber formado parte del proyecto con total dedicación y esfuerzo.

Marco Iván Feijoo Jaramillo

Declaración Expresa

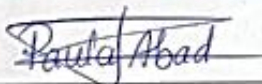
Nosotros Paula Doménica Abad Feraud y Marco Iván Feijóo Jaramillo acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los 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 de los autores.

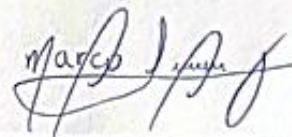
La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada 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 a los autores 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, 30 de mayo del 2025.



Paula Dómenica Abad Feraud



Marco Iván Feijóo Jaramillo

Evaluadores

MSc. Lenin Alexander Dender Aguilar

Profesor de Materia

MSc. Ingrid Tatiana Orta Zambrano

Tutor de proyecto

Resumen

Este proyecto tiene como finalidad diseñar una vía de acceso de 2.02 km hacia la finca de la Familia Jara, ubicada en el reciento San Joaquín, cantón El Triunfo, bajo criterios de ingeniería civil y sostenibilidad. El propósito es garantizar la seguridad vial y mejorar la conectividad del sector, contribuyendo a su desarrollo social, comercial y turístico. Para lograr este objetivo se realizaron inspecciones en campo y análisis de levantamientos topográficos, ensayos de suelos y revisión bibliográfica. El diseño se fundamentó en las normativas AASHTO 1993, MTOP y ASTM, además del uso del software Civil 3D con licencia estudiantil. Los resultados permitieron determinar que la alternativa para la estructura del pavimento más eficiente y sostenible corresponde a suelo estabilizado con geocelda, base estabilizada con cemento y capa de rodadura de empedrado. El diseño propuesto representa una solución integral que combina eficiencia técnica y sostenibilidad, convirtiéndose en un modelo viable para el mejoramiento de la infraestructura de movilidad rural en comunidades rurales.

Palabras Clave: Vía, Sostenibilidad, Geocelda, Pavimento, Empedrado.

Abstract

The purpose of this project is to design a 2.02 km access road to the Jara family farm, located in the San Joaquín district, El Triunfo canton, based on civil engineering and sustainability criteria. The purpose is to ensure road safety and improve connectivity in the area, contributing to its social, commercial, and tourist development. To achieve this objective, field inspections and analyses of topographic surveys, soil tests, and literature reviews were carried out. The design was based on AASHTO 1993, MTOP, and ASTM standards, as well as the use of Civil 3D software with a student license. The results determined that the most efficient and sustainable pavement structure alternative is stabilized soil with geocells, a cement-stabilized base, and a cobblestone wearing course. The proposed design represents a comprehensive solution that combines technical efficiency and sustainability, making it a viable model for improving rural mobility infrastructure in rural communities.

Keywords: Road, Sustainability, Geocell, Pavement, Cobblestone.

Índice general

Resumen	I
Abstract	II
Índice general	III
Abreviaturas	VII
Simbología	IX
Índice de figuras	X
Índice de tablas	XII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
Capítulo 2	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1 Revisión de literatura.....	7
2.2 Área de estudio	9
2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....	12
2.3.1 Visita técnica	12
2.3.2 Topografía	14
2.3.3 Estudio de suelo	15
2.4 Análisis de datos	17
2.4.1 Análisis Topográfico	17

2.4.2	Análisis de estudio de Suelo.....	20
2.5	Análisis de alternativas	22
2.5.1	Descripción de alternativas	22
2.5.2	Metodología de análisis de alternativas	32
2.5.3	Evaluación de alternativas.....	34
Capítulo 3		40
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	41
3.1	Análisis y estudios preliminares	41
3.1.1	Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	41
3.1.2	Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico	52
3.1.3	Carga Equivalente de Eje Simple (ESAL)	55
3.2	Diseño definitivo	60
3.2.1	Diseño de la estructura de pavimento	60
3.2.2	Optimización del diseño de pavimento utilizando geoceldas	78
3.2.3	Diseño Geométrico Vial.....	91
Capítulo 4		116
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	117
4.1	Descripción del proyecto	117
4.2	Línea base ambiental	118
4.2.1	Medio físico.....	118
4.2.2	Medio biótico	119
4.2.3	Medio socioeconómico	119
4.3	Actividades del proyecto	119
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	121
4.5	Valoración de impactos ambientales	129
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	139

Capítulo 5	142
5. Presupuesto.....	143
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo	143
5.2 Cantidades y Análisis de precios unitarios	144
5.3 Costo del proyecto	145
5.4 Cronograma de obra	149
5.5 Especificaciones Técnicas	151
5.5.1 Trazado y Replanteo.....	151
5.5.2 Letrero de Obra (3m x 2m)	152
5.5.3 Bombeo de Agua.....	153
5.5.4 Remoción de Árboles	154
5.5.5 Excavación sin Clasificación	155
5.5.6 Desalojo de Material	156
5.5.7 Material de Préstamo Importado	158
5.5.8 Transporte de Material	159
5.5.9 Sub-Base Clase 1	160
5.5.10 Suministro e Instalación de Geocelda HDPE (H=150 mm – A=445 mm)	162
5.5.11 Base de Agregados Estabilizada con Cemento Tipo MH	164
5.5.12 Suministro y Colocación manual de Empedrado	167
Suministro y Colocación manual de Empedrado	169
5.5.13 Suministro y Colocación mecánica de Empedrado.....	169
5.5.14 Construcción mecánica de Cunetas con Material de empedrado	171
5.5.15 Construcción manual de Cunetas con Material de empedrado	173
Construcción manual de Cunetas con Material de empedrado	174
5.5.16 Suministro e Instalación de Letrero (Aluminio)	174
5.5.17 Suministro e Instalación de Elementos de Sujeción o Fijación de Letreros	176

5.5.18	Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H.A..	177
	Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H.A	178
5.5.19	Control de Polvo.....	178
5.5.20	Tanque Metálico de 55 Galones.....	180
5.5.21	Alquiler de Batería Sanitaria	181
5.5.22	Control y Monitoreo de Material Particulado	183
5.5.23	Control y Monitoreo de Gases Co (8H), So2 (24H) Y No2 (1H)	184
5.5.24	Control y Monitoreo de Ruido	186
5.5.25	Reunión con la comunidad	187
5.5.26	Barricada De Madera (1.20X1.50) M C/3 Tabl.C/Cinta Reflect.	188
5.5.27	Cono de Seguridad	189
5.5.28	Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75)	190
	Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75).....	191
5.5.29	Señalización Vertical Lado De La Vía (Desvío Izquierda O Derecha, 0.75M X 0.60M)	191
5.5.30	Cintas Plásticas de Seguridad (Color Reflectivo)	192
Capítulo 6		194
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	195
6.1	Conclusiones.....	195
6.2	Recomendaciones	197

Abreviaturas

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

BEC Base Estabilizada con Cemento

AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials

MTOP Ministerio de Transporte y Obras Públicas

ASTM American Society for Testing and Materials

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

RAI Índice de Acceso Rural

RAP Pavimento Asfáltico Reciclado

RCA Agregado de Hormigón Reciclado

CR Caucho Granulado

VA Agregados Vírgenes

INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

SPT Ensayo de Penetración Estándar

USCS/SUCS Sistema Unificado de Clasificación del suelo

LP Límite Plástico

LL Límite Líquido

OCR Relación de Sobreconsolidación

CBR California Bearing Ratio

TPDA Tráfico Promedio Diario Anual

TPDS Tráfico Promedio Diario Semanal

ESAL Carga Equivalente por Eje

LEF Factor de Equivalente de Carga

IBCH Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón

HDPE Polietileno de Alta Densidad

2D Camión de dos ejes pequeño

2DA Camión de dos ejes mediano

3A Camión de tres ejes

V2DB Volqueta de dos ejes

V3A Volqueta de tres ejes

Simbología

m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
Ton	Tonelada
PSI	Libra por pulgada cuadrada
pulg	Pulgada
g/cm ³	Gramos por centímetro cúbico
N	Newton
kN/m	Kilonewton metro
kPa	Kilopascal
kg	Kilogramo
MPa	Megapascal
kg/cm ²	Kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado
CO ₂	Dióxido de Carbono

Índice de figuras

Figura 1 <i>Mapa de área de estudio San Joaquín, El triunfo</i>	10
Figura 2 <i>Ubicación de estación M0037</i>	11
Figura 3 <i>Promedio mensual de lluvia en El Triunfo</i>	12
Figura 4 <i>Finca de la Familia Jara</i>	13
Figura 5 <i>Vía de acceso a la finca</i>	13
Figura 6 <i>Visita técnica al área de estudio con el cliente</i>	14
Figura 7 <i>Mapa de la ubicación de los proyectos análogos al área de estudio</i>	16
Figura 8 <i>Abscisa 0+100 Punto crítico más elevado</i>	18
Figura 9 <i>Abscisa 0+300 Punto crítico más bajo</i>	18
Figura 10 <i>Cambios de elevación Abscisa 0+465.576</i>	19
Figura 11 <i>Cambios de elevación Abscisa 0+640</i>	19
Figura 12 <i>Perfil Estratigráfico Puente Evia</i>	21
Figura 13 <i>Perfil Estratigráfico puente Las Flores</i>	22
Figura 14 <i>Representación cualitativa de las alternativas Mejoramiento de subrasante</i>	34
Figura 15 <i>Representación cualitativa de las alternativas para la capa base</i>	36
Figura 16 <i>Representación cualitativa de las alternativas Capa de rodadura</i>	38
Figura 17 <i>Estructura del pavimento</i>	39
Figura 18 <i>Clasificación de Carreteras en función del Tráfico Proyectado</i>	53
Figura 19 <i>Valores de diseño recomendados</i>	54
Figura 20 <i>Relación de Cargas por Eje para Determinar Ejes Equivalentes</i>	56
Figura 21 <i>Tabla de factor de distribución por carril para camiones (LD)</i>	58
Figura 22 <i>Valores recomendados de porcentajes de confianza</i>	61
Figura 23 <i>Valores de desviación estándar considerados para pavimentos flexibles y rígidos</i> ..	62
Figura 24 <i>Correlaciones con el módulo resiliente</i>	64
Figura 25 <i>Modulo resiliente y coeficiente a_3 para la subbase</i>	65
Figura 26 <i>Curva Granulométrica de Base Clase 1-A</i>	67
Figura 27 <i>Parámetros de variación para una base estabilizada con cemento</i>	69
Figura 28 <i>Procedimiento para obtener los espesores de una estructura de pavimento flexible</i>	73

Figura 29 Resultado de números estructurales obtenidos para el diseño de pavimento de la vía pública.....	74
Figura 30 Resultado de números estructurales obtenidos para el diseño de pavimento de la vía privada	75
Figura 31 Coeficiente de drenaje para pavimentos flexibles	76
Figura 32 Cálculo de los espesores del pavimento flexible vía publica	77
Figura 33 Cálculo de los espesores del pavimento flexible vía privada	77
Figura 34 Parámetros del Modelo Duncan.....	79
Figura 35 Características del material de relleno de las geoceldas.....	79
Figura 36 Dimensiones de la Geocelda GCW 150 - 445	80
Figura 37 Propiedades de la Geocelda GCW 150 - 445.....	80
Figura 38 Características de la Base	81
Figura 39 Equipos convencionales de compactación	83
Figura 40 MIF de la Subbase	86
Figura 41 Relación del coeficiente estructural con el módulo resiliente.....	89
Figura 42 Cálculo de números estructurales para cada capa del pavimento incluyendo Geoceldas	90
Figura 43 Cálculo de los espesores del pavimento flexible para vía de acceso al recinto San Joaquín.....	90
Figura 44 Velocidad de diseño	93
Figura 45 Relación entre la velocidad de diseño y de circulación	94
Figura 46 Elementos de la curva circular simple	97
Figura 47 Valores Límites Permisibles de f	100
Figura 48 Valores de k para Curvas Verticales Cóncavas	102
Figura 49 Valores de k para Curvas Verticales Convexas	103
Figura 50 Tangentes del tramo Público	104
Figura 51 Curvas del tramo Público.....	104
Figura 52 Tangentes del tramo Privado Parte 1.....	105
Figura 53 Tangentes del tramo Privado Parte 2.....	106
Figura 54 Curvas del tramo Público Parte 1	107

Figura 55 <i>Curvas del tramo Público Parte 2</i>	108
Figura 56 <i>Movimiento de Tierras: Abscisa 0+000 - 0+220</i>	109
Figura 57 <i>Movimiento de Tierras: Abscisa 0+240 - 0+537</i>	110
Figura 58 <i>Movimiento de Tierras: Abscisa 0+540 - 0+747</i>	111
Figura 59 <i>Movimiento de Tierras: Abscisa 0+750 - 0+903</i>	112
Figura 60 <i>Movimiento de Tierras: Abscisa 0+906 - 1+111</i>	113
Figura 61 <i>Sección transversal típica de la vía</i>	115
Figura 62 <i>Resumen de Impactos Ambientales</i>	122
Figura 63 <i>Cronograma de cantidades</i>	149
Figura 64 <i>Cronograma Valorado</i>	150
Figura 65 <i>Clasificación por granulometría de las Sub-bases</i>	161
Figura 66 <i>Especificaciones para Base Clase I</i>	165
Figura 67 <i>Características del Material</i>	167

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Coordenadas UTM de ubicación de la vía</i>	10
Tabla 2 <i>Coordenadas UTM de topografía de la vía pública</i>	14
Tabla 3 <i>Coordenadas UTM de topografía de la vía privada</i>	15
Tabla 4 <i>Coordenadas UTM de las zonas de estudio de suelos</i>	15
Tabla 5 <i>Escalas de Likert para análisis de alternativas Mejoramiento de subrasante</i>	33
Tabla 6 <i>Escalas de Likert para análisis de alternativas Base y Capa de rodadura</i>	33
Tabla 7 <i>Evaluación Cuantitativa de alternativas Mejoramiento de subrasante</i>	34
Tabla 8 <i>Evaluación de alternativas Base</i>	35
Tabla 9 <i>Evaluación Cuantitativa de alternativas Capa de rodadura</i>	37
Tabla 10 <i>Estructura del pavimento a diseñar</i>	39
Tabla 11 <i>Clasificación de vehículos para conteo (AASHTO, 1993a)</i>	41
Tabla 12 <i>Conteo de vehículos vía pública</i>	42
Tabla 13 <i>Tráfico Promedio Diario vía pública</i>	42
Tabla 14 <i>Factor de ajuste mensual</i>	44

Tabla 15 <i>Factor de ajuste diario vía pública</i>	44
Tabla 16 <i>Resumen TPDA Actual vía pública</i>	44
Tabla 17 <i>Tráfico Generado vía pública</i>	45
Tabla 18 <i>Tráfico Desarrollado vía pública</i>	46
Tabla 19 <i>Tráfico Promedio Diario Anual Actual (TPDA Actual) vía pública</i>	46
Tabla 20 <i>Tasa de crecimiento del tráfico (DIGECONTRUC, 2022b)</i>	47
Tabla 21 <i>Tráfico Proyectado vía pública</i>	48
Tabla 22 <i>Resumen TPDA vía pública</i>	49
Tabla 23 <i>Proyección a 20 años vía pública</i>	50
Tabla 24 <i>Resumen TPDA vía privada</i>	51
Tabla 25 <i>Proyección a 20 años vía privada</i>	52
Tabla 26 <i>Clasificación de la vía a diseñar</i>	55
Tabla 27 <i>Configuración de ejes de vehículos de vía pública</i>	56
Tabla 28 <i>Cálculo del Factor Camión</i>	56
Tabla 29 <i>ESAL Vía Pública</i>	59
Tabla 30 <i>ESAL Vía Privada</i>	59
Tabla 31 <i>Ejes equivalentes empleados para el diseño</i>	61
Tabla 32 <i>Resumen de Parámetros iniciales del diseño</i>	63
Tabla 33 <i>Datos necesarios para el diseño de la subbase</i>	65
Tabla 34 <i>Análisis Granulométrico ASTM-D1140/ASTMC-136</i>	66
Tabla 35 <i>Dosificación de Base estabilizada F'c 25 kg/cm² a 7 días</i>	67
Tabla 36 <i>Pruebas de Laboratorio consultadas de base estabilizada con cemento f'c 25 kg/cm²</i>	68
Tabla 37 <i>Resumen de datos Base Clase I-A estabilizada con cemento</i>	70
Tabla 38 <i>Características del material de empedrado</i>	70
Tabla 39 <i>Resultados de SN requeridos para estructura de pavimento de la vía pública</i>	74
Tabla 40 <i>Resultados de SN requeridos para estructura de pavimento de la vía privada</i>	75
Tabla 41 <i>Características de la Subbase</i>	81
Tabla 42 <i>MIF de la Subrasante</i>	86
Tabla 43 <i>Modulo Resiliente Modificado Capa de Subbase (Suelo Estabilizado con Geoceldas)</i>	88

Tabla 44 <i>Modulo Resiliente Modificado Capa de Subrasante</i>	88
Tabla 45 <i>Comparación de Espesores Diseño sin Geoceldas vs con Geoceldas</i>	91
Tabla 46 <i>Relación entre la velocidad de diseño y de circulación</i>	95
Tabla 47 <i>Valores de diseño de las pendientes longitudinales máximas</i>	101
Tabla 48 <i>Diferencias de elevación del perfil longitudinal del tramo de vía pública</i>	113
Tabla 49 <i>Actividades susceptibles de causar impacto ambiental</i>	120
Tabla 50 <i>Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales asociados a cada actividad</i>	123
Tabla 51 <i>Escala de valoración de importancia del impacto ambiental</i>	129
Tabla 52 <i>Análisis cuantitativo del IMP</i>	131
Tabla 53 <i>Escala de Magnitudes Positivas</i>	133
Tabla 54 <i>Escala de Magnitudes Negativas</i>	133
Tabla 55 <i>Matriz de Leopold</i>	134
Tabla 56 <i>Matriz de valoración de impactos ambientales por cada actividad y componente</i>	136
Tabla 57 <i>Escala de valoración cualitativa de impacto ambiental</i>	137
Tabla 58 <i>Valoración cualitativa de los impactos ambientales</i>	138
Tabla 59 <i>Prevención de Impactos Ambientales</i>	140
Tabla 60 <i>Cantidades y Precios Unitarios de rubros</i>	144
Tabla 61 <i>Presupuesto Vía de Acceso a Recinto San Joaquín</i>	147

Índice de Planos

PLANO 1	Tramo Público abscisado 0+000 – 0+603
PLANO 2	Tramo Público abscisado 0+603 – 1+111
PLANO 3	Tramo Privado abscisado 1+111 – 1+707
PLANO 4	Tramo Privado abscisado 1+707 – 2+024
PLANO 5	Secciones Transversales 0+000 – 0+063
PLANO 6	Secciones Transversales 0+066 – 0+087
PLANO 7	Secciones Transversales 0+090 – 0+120
PLANO 8	Secciones Transversales 0+140 – 0+280
PLANO 9	Secciones Transversales 0+300 – 0+440
PLANO 10	Secciones Transversales 0+460 – 0+507
PLANO 11	Secciones Transversales 0+510 – 0+531
PLANO 12	Secciones Transversales 0+534 – 0+640
PLANO 13	Secciones Transversales 0+660 – 0+717
PLANO 14	Secciones Transversales 0+720 – 0+741
PLANO 15	Secciones Transversales 0+744 – 0+820
PLANO 16	Secciones Transversales 0+840 – 0+876
PLANO 17	Secciones Transversales 0+879 – 0+900
PLANO 18	Secciones Transversales 0+903 – 0+980
PLANO 19	Secciones Transversales 1+000 – 1+044
PLANO 20	Secciones Transversales 1+047 – 1+111

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Históricamente la infraestructura vial ha sido clave para el desarrollo socioeconómico en las comunidades rurales, dado que esto facilita el acceso a necesidades básicas como salud, educación y movilidad. Además, el desarrollo vial promueve el intercambio comercial y turístico, que a su vez mejora el nivel de vida de los pobladores (Garcés, 2023).

Por otro lado, la construcción y el mantenimiento de carreteras rurales también pueden generar impactos ambientales negativos, como pueden ser la erosión del suelo, la alteración de los patrones de drenaje y la división de los entornos naturales (Martínez, 2014) . Por lo tanto, es fundamental incorporar los criterios de sostenibilidad en proyectos viales, es decir que consideren tanto las necesidades de desarrollo como la protección del medio ambiente.

Para garantizar la conectividad en zonas rurales se requiere de una infraestructura vial segura, funcional a largo plazo y basada en criterios de sostenibilidad. La construcción de carreteras genera un impacto significativo en cada fase del proceso constructivo, desde la extracción y tratamiento de los materiales hasta la operación y el mantenimiento. Ante esta realidad, diferentes proyectos viales rurales han incorporado prácticas sostenibles que se adaptan al entorno natural y optimicen los recursos locales disponibles (Pérez, 2020a).

En Ecuador, numerosas investigaciones han resaltado la importancia de fortalecer las vías rurales como un elemento clave para promover el progreso sostenible. Según Chuquiguanga-Auquilla una infraestructura vial eficiente en zonas rurales es esencial para reducir las brechas sociales y económicas que separan al campo de la ciudad, así como para asegurar un acceso equitativo a las oportunidades de desarrollo.

En el cantón El Triunfo, las vías rurales han sido afectadas por diversos factores, como el uso de materiales inadecuados para las condiciones climáticas y topográficas del sector, lo que

ha ocasionado deterioros en las vías y ha dificultado el acceso vehicular especialmente durante la temporada invernal (Barrionuevo Tacuri & Cepeda Asqui, 2023). Investigaciones en contextos similares han señalado que el mantenimiento deficiente y la aplicación de materiales inadecuados afectan la durabilidad y funcionabilidad de las vías rurales (Garcés, 2023).

En este contexto, el dialogo con la comunidad en la planificación y ejecución de proyectos viales es importante para asegurar su sostenibilidad y ajuste a las necesidades locales. La inclusión de los habitantes en estos procesos permite identificar los requerimientos de la comunidad y fomentar el sentido de pertenencia y responsabilidad en el mantenimiento de las infraestructuras (Espinoza Loor & Pico Gutiérrez, 2025).

1.2 Descripción del Problema

La Familia Jara es propietaria de una finca ubicada en San Joaquín, El Triunfo, cuya única vía de acceso es por medio de una carretera de aproximadamente 2 km de longitud desde la vía colectora La Unión -T del Triunfo (E487) hasta las instalaciones. A pesar de ello, las condiciones en las que se encuentra no son las adecuadas, no garantiza la seguridad y movilidad a los usuarios, esto también dificulta llevar a cabo actividades sociales, comerciales y turísticas para las cuales está destinado el uso del predio.

Las principales causas del sistema vial deficiente radican en la topografía irregular y adaptaciones empíricas que, sin el análisis técnico vial adecuado, comprometen la infraestructura presente, particularmente durante la temporada invernal. Otro de los factores que influye es la posible utilización de materiales inapropiados sin cumplir los requisitos vigentes en la normativa local e internacional.

Si no se atiende esta necesidad, el problema se verá agravado, implicando mayores costos de mantenimiento a largo plazo, dificultad de acceso a la finca, negatividad en la concurrencia de turistas, disminución de la actividad comercial, riesgo de accidentes, entre otros.

1.3 Justificación del Problema

La seguridad y funcionalidad de las vías de acceso a las comunidades rurales son determinantes para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, al favorecer la integración social y económica. De acuerdo con Chuquiguanga-Auquilla (2024), disponer de una infraestructura vial eficiente en el ámbito rural resulta imprescindible para acortar las brechas que separan al campo de la ciudad y para garantizar un acceso equitativo a las oportunidades de desarrollo. Por ello, la Familia Jara requiere de un diseño técnico vial que permita un acceso seguro y práctico, dado que actualmente la infraestructura vial se encuentra comprometida por diversos factores; lo que puede dificultar el tránsito y representar un riesgo en la seguridad de los usuarios.

La finca ubicada en el recinto San Joaquín en el Triunfo, tiene fines comerciales y turísticos. Una vía de acceso en buen estado beneficiará a los propietarios, trabajadores de la finca, turistas y habitantes del sector, al proporcionar condiciones de movilidad seguras y confiables. A su vez, este modelo genera un impacto positivo en la comunidad y puede servir como referencia para otros sectores rurales que enfrenten problemas similares de infraestructura vial.

Al mejorar la circulación se podrá obtener múltiples beneficios sociales, económicos y ambientales. Entre ellos se destacan la disminución de los costos de mantenimiento a lo largo de la vida útil del proyecto, reducción de riesgo de accidentes, fomentación del ecoturismo, y además una integración armónica con el entorno, preservando la vegetación y fauna existente. El índice de acceso rural (RAI), mide la proporción de población ubicada a menos de 2 km de una carretera transitable en todo el año, demuestra que una mejor conectividad reduce los niveles de pobreza y amplía el acceso a la educación (Sun et al., 2023).

La incorporación de prácticas sostenibles en el diseño, como la optimización de recursos locales y el uso de materiales reciclados, promueve un enfoque eficiente y responsable en el

consumo, lo que a su vez disminuye la dependencia de fuentes externas disminuyendo así los costos y los impactos de acarreo. Esta estrategia consolida el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente los ODS 11 y 12, al impulsar comunidades sostenibles y el uso eficiente de recursos naturales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar el diseño de una vía de acceso a la finca ubicada en El Triunfo, mediante la aplicación de criterios de ingeniería civil, sostenibilidad y consumo responsable, con la finalidad de que se genere una solución eficiente que garantice la seguridad vial y el confort de los usuarios y propietarios.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Diseñar la estructura y geometría de la vía, tomando en cuenta las normativas locales y principios de desarrollo sostenible, asegurando la funcionalidad y seguridad de la infraestructura.
2. Proponer el uso de técnicas que optimicen espesores, mediante el análisis de alternativas, de tal manera que se reduzcan los costos y las emisiones del proyecto.
3. Evaluar los aspectos e impactos ambientales del proyecto y su nivel de sostenibilidad con énfasis en consumo responsable, mediante métodos que permitan el desarrollo de medidas de mitigación, prevención y compensación.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Las redes viales son un recurso fundamental para el desarrollo socioeconómico y la conectividad territorial de una población (Tini et al., 2018), ya que permite integrar sectores rurales y urbanos. El mejoramiento de la infraestructura vial ofrece condiciones más favorables de vida a los usuarios (Villalba et al., 2017) y a la vez incrementa la distribución poblacional (Brisc & BODOCAN, 2024), lo cual resulta beneficioso para disminuir la presión sobre ciudades principales.

Alrededor de mil millones de personas a nivel mundial residen en zonas rurales que carecen de acceso a redes nacionales de carreteras pavimentadas (Asher & Novosad, 2020). Según el Índice de Acceso Rural (RAI) que representa a la población rural que vive a menos de dos km de una carretera accesible todo el año, los países con mejor infraestructura vial podrían reducir el nivel de pobreza y facilitar el acceso a la educación (Sun et al., 2023). Estadísticas recopiladas por Mikou et al. (2019) revelan que los países europeos casi en su totalidad tienen un RAI aproximado al 100%, mientras que los países en vías de desarrollo están por debajo del 60% y al menos 24 países no llegan al 20% de RAI, lo que pone en evidencia la desigualdad territorial. Pérez (2020b) en su boletín acerca de caminos rurales, menciona que Ecuador contaba con un Índice de Acceso Rural de 73% hasta el 2003.

En el libro de Handbook of Road Ecology, (Van Der Ree et al., 2015) destaca la importancia del seguimiento a las fases de un proyecto vial, desde su diseño y planificación, hasta el mantenimiento. De tal manera que se asegure la vida útil del pavimento y la integración armónica del proyecto con el entorno natural, dado que las carreteras pueden generar impactos ecológicos significativos, como el incremento de mortalidad de la fauna silvestre debido a atropellamientos y propagación de especies invasoras de flora (Patriquin et al., 2019).

Por ello es importante abordar esta necesidad de conectividad terrestre desde un punto de vista sostenible (Samy et al., 2025) que incluya los tres pilares fundamentales: económico, ambiental y social (Aguado de Cea et al., 2017); de modo que implique el uso de materiales y metodologías que reduzcan el impacto ambiental y a su vez la huella de carbono. Las alternativas más comunes vinculadas al uso eficaz de residuos sólidos (Solid Waste, Management, SWM) según Ahmed et al. (2025) puede ser la utilización de RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) o Pavimento Asfáltico Reciclado, RCA (Recycled Concrete Aggregate) o Agregado de Hormigón Reciclado y CR (Crumb Rubber) o Caucho Granulado.

Un estudio de Mills-Beale & You (2010) demostró que, bajo condiciones de menor densidad de tráfico, el uso de RCA puede reemplazar hasta en un 75% a los VA (Agregados Vírgenes o Virgin Aggregates) sin sufrir deformaciones permanentes en la calzada. Los RCA se obtienen a partir de la demolición de estructuras de hormigón simple o armado y una de las principales características que tiene es que cuenta con varias zonas de transición interfacial (ZTI), lo que puede facilitar la formación de cristales de Portlandita y a su vez disminuir la resistencia a la compresión (Gámez-García et al., 2017), de igual manera afecta la trabajabilidad debido a un mayor porcentaje de absorción de agua (De Schepper et al., 2014).

Por otro lado, Ben Saïd et al. (2017) argumenta que el RAP (material proveniente del fresado de capas asfálticas del pavimento), puede reemplazar a los agregados de cantera hasta en un 60%, de modo que se garantiza una resistencia a la compresión de 20 MPa, la cual resulta adecuada para su utilización en pavimentos rígidos. Otra investigación demuestra que la adición de RAP al suelo mejora la estabilidad y capacidad de carga al tener menor expansión volumétrica, menor porcentaje de absorción de agua y un incremento en la densidad seca de la mezcla (Lima et al., 2023).

En un artículo publicado por LÓPEZ et al. (2019) se analiza el estado vial en Ecuador y Colombia con el fin de poder compararlos, y se pone en evidencia que Ecuador está mejor ubicado al contar con una infraestructura vial más competitiva. Medina Ortega (2021) menciona que la evolución del gasto de inversión en este ámbito ha significado uno de los avances más significativos que ha tenido Ecuador, mismo impulso que permitió la culminación de obras de gran envergadura que aportaron al crecimiento económico especialmente durante el periodo comprendido entre 2007-2018.

Según datos recopilados por Fernández Ordoñez (2023), el Ecuador cuenta con una red vial comprendida de 87,524 km, de los cuales 15,754 km están pavimentados, 43,762 km cuentan con material granular o ripio y 28,008 km son carreteras de tierra. Las redes secundarias y terciarias comprenden el 53% de las vías pavimentadas, es decir 8,355 km; el 78% de las vías mejoradas o con material granular (33,971 km) y el 91% de las carreteras de tierra (25,616 km).

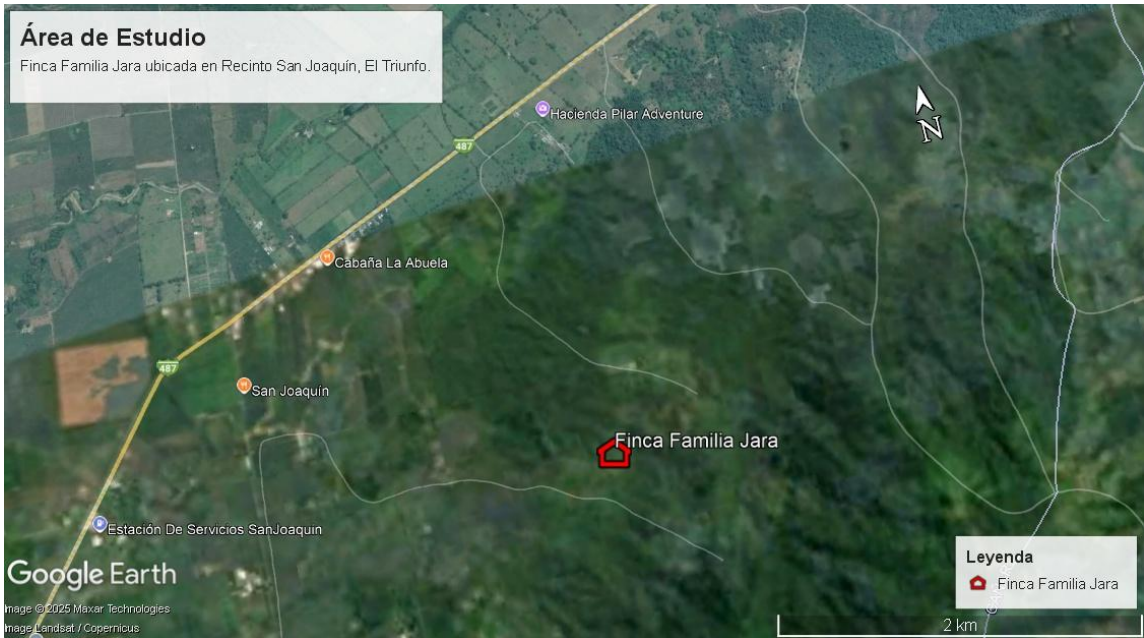
En Ecuador, hay un caso en particular en las parroquias Sevilla Don Bosco y San Isidro, en donde se demostró que, al contar con una adecuada infraestructura vial, se mejoró el nivel de vida de sus pobladores, mismos que pudieron tener acceso a servicios básicos como salud y educación, además de una reducción en los tiempos y costos de movilización (Vaca et al., 2016). De igual manera sucedió en el recinto El Secal en el cantón Jipijapa, en donde la conectividad territorial sirvió además para el transporte de productos agrícolas, permitiendo el acceso a mercados y fuentes de ingreso (Rodas et al., 2024).

2.2 Área de estudio

El recinto San Joaquín, ubicado en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, presenta un acceso vial limitado que condiciona la movilidad de sus habitantes. Este sector se caracteriza por su actividad agrícola, especialmente por el cultivo de cacao fino de aroma, el cual es una fuente de ingresos de la población local (Villacrés Helguero et al., 2018a).

Figura 1

Mapa de área de estudio San Joaquín, El triunfo



Nota: Mapa obtenido mediante Google Earth, 2025

Ubicada en un entorno natural de alto valor productivo y ambiental, la finca donde se propone la intervención vial es accesible únicamente por un camino de aproximadamente 2 km que conecta el predio con la vía secundaria E487 y su estado actual limita las actividades logísticas, productivas y turísticas. Las coordenadas de ubicación son las siguientes detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1

Coordenadas UTM de ubicación de la vía

Coordenadas	Este	Norte
Inicio de la vía	701,976.815	9,753,171.947
Fin de la vía	704,932.185	9,751,475.887

Nota: Las coordenadas fueron obtenidas mediante Google Earth, 2025

El área por la que se proyecta el trazado vial presenta pendientes moderadas, donde existen tramos desgastados por procesos de erosión superficial causados por escorrentías. El suelo del área se caracteriza por una mezcla de gravas limosas y materiales finos de baja cohesión, lo que facilita el deterioro vial en temporadas lluviosas y complica la estabilidad del camino (Blas Cruz Carpio, 2022a).

De acuerdo con INAMHI (2014), la estación M0037, ubicada en Milagro a 23 m.s.n.m. y aproximadamente a 49.5 km de la finca como se muestra en la Figura 2 , es la referencia más cercana al área del proyecto. Sus registros indican una temperatura promedio anual de unos 26 °C, con picos que frecuentemente superan los 32 - 34 °C y temperaturas mínimas que rara vez descienden de 20 °C.

Figura 2

Ubicación de estación M0037

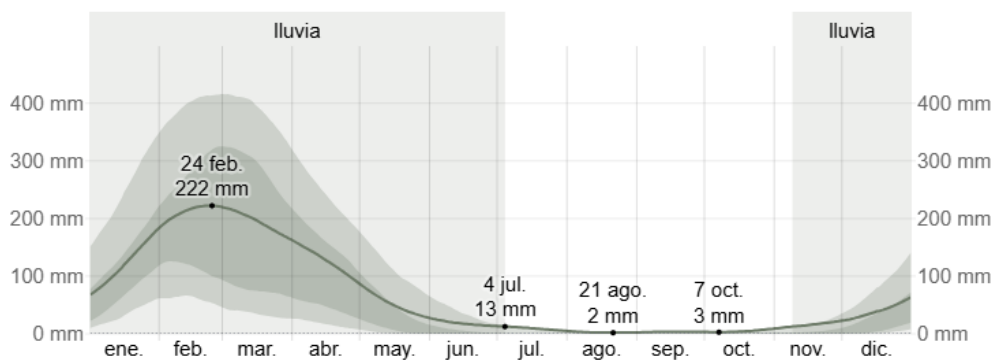


Nota: Se obtuvo mediante Google Earth, 2025

Los datos históricos de 1981 a 2010 de la estación M0037 del INAHMI, muestra que el área recibe alrededor de 1500 mm de lluvia al año, de los cuales más del 60% se concentran entre enero y abril (INAMHI, 2015a), tal como se aprecia en la distribución mensual ilustrada en la Figura 3.

Figura 3

Promedio mensual de lluvia en El Triunfo



Nota: Figura obtenida de Weather Spark (2025)

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Visita técnica

Durante la visita de campo se pudo dialogar con el cliente y verificar in situ las condiciones del terreno. El cliente supo manifestar la necesidad e importancia tanto para él como para la comunidad, de contar con una infraestructura vial optima que sea accesible durante todo el año, permitiendo mejorar el sistema económico, social y turístico del sector.

Al inicio de la vía que conduce a la finca, se evidenció que el terreno es predominantemente plano, sin puntos críticos ya sea en pendientes o en el radio de curvatura. Sin embargo, al acercarse a la zona de propiedad privada a la altura del Río Las Flores, segundo río presente en la vía, se presenta un terreno montañoso, en donde las condiciones son desfavorables

para la infraestructura vial, por lo cual su acceso es recomendable durante la temporada de verano.

Figura 4

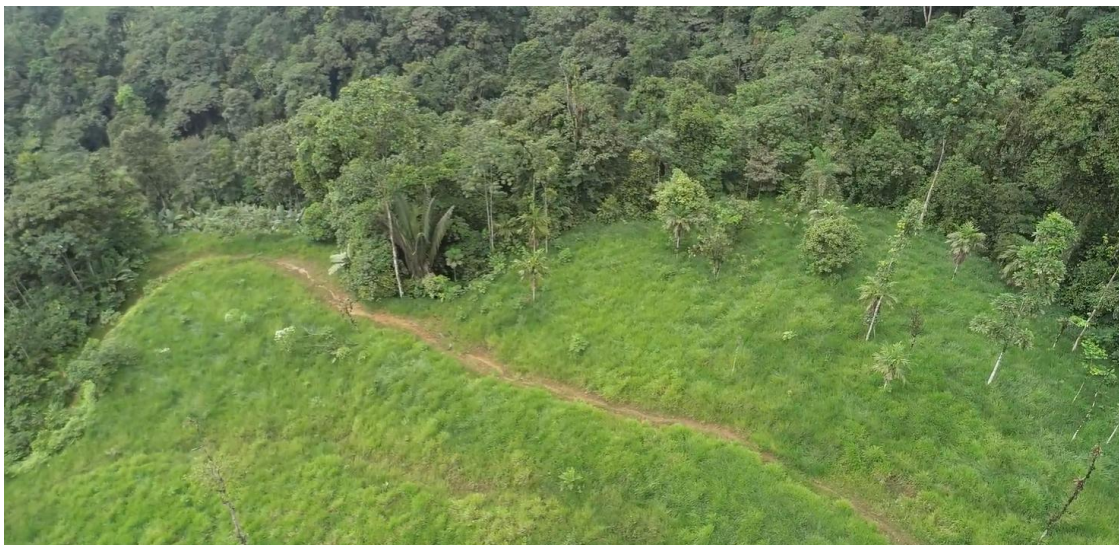
Finca de la Familia Jara



Nota: La imagen fue proporcionada por el cliente

Figura 5

Vía de acceso a la finca



Nota: La imagen fue proporcionada por el cliente

Figura 6

Visita técnica al área de estudio con el cliente



2.3.2 Topografía

El modelo topográfico de referencia fue facilitado por la Prefectura Ciudadana del Guayas, elaborado a partir del levantamiento ejecutado para los proyectos de los Puentes Vehiculares Las Flores y Estero Evia. Este levantamiento topográfico abarca cerca del 60% de la longitud total de la vía a diseñar, específicamente el tramo de acceso de 1 km que se extiende desde el tramo indicado en la Tabla 2.

Tabla 2

Coordenadas UTM de topografía de la vía pública

Coordenadas	Este	Norte
Inicio de topografía	702,126.050	9,752,773.775
Fin de topografía	702,532.092	9,751,975.585

Nota: Las coordenadas fueron obtenidas de la Prefectura Ciudadana del Guayas (2022)

Adicionalmente, la topografía correspondiente al ingreso a la finca de la familia Jara fue generada con datos tomados en campo con una aplicación móvil, debido a limitaciones de

accesibilidad durante el periodo programado; en consecuencia, se adopta el tramo definido en la **Tabla 3**, sujeto a verificación por el cliente previo a la construcción.

Tabla 3

Coordenadas UTM de topografía de la vía privada.

Coordenadas	Este	Norte
Inicio de topografía	702.532,092	9.751.975,585
Fin de topografía	703.182,422	975.1569,274

Nota: Las coordenadas fueron obtenidas del cliente ASOJARA (2022)

2.3.3 Estudio de suelo

En cuanto al estudio de suelos, se tomó como referencia los Informes Geológicos publicados por la Prefectura del Guayas tanto del Puente Vehicular Estero Evia y del Puente Vehicular las Flores, mismos que fueron realizados por la compañía DIGECONTRUC (Blas Cruz Carpio, 2022b). Estos informes se han seleccionado como base técnica debido a su proximidad con el proyecto y en ellos se detallan los ensayos realizados con el fin de evaluar y definir las propiedades físico – mecánicas del terreno natural.

En la **Tabla 4** se detallan las coordenadas de los estudios de suelo realizados para el Puente las Flores y el Puente Evia, además se presentan las coordenadas de la vía de acceso a la finca.

Tabla 4

Coordenadas UTM de las zonas de estudio de suelos

Zona de estudio	Coordenadas Inicio		Coordenadas Fin	
	Este	Norte	Este	Norte
Puente Las Flores	702,129.911	9,752,772.647	702,230.739	9,751,799.017
Puente Evia	702,170.613	9,752,496.488	702,167.882	9,752,471.638

Vía de Acceso	702,126.050	9,752,773.775	703,158.400	9,751,596.050
---------------	-------------	---------------	-------------	---------------

Nota: Las coordenadas de los puentes fueron obtenidas por DIGECONTRUC (Blas Cruz Carpio, 2022b)

Figura 7

Mapa de la ubicación de los proyectos análogos al área de estudio



Nota: Mapa obtenido mediante Google Earth, 2025

Para ambos estudios de suelo, se realizaron trabajos en campo que incluyeron dos perforaciones a percusión, de las cuales mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) se extrajeron muestras alteradas utilizando una cuchara partida de 2 pulgadas de diámetro exterior y 1.375 de diámetro interior, en conjunto con un martillo tipo Safety y varillas AW. En cambio, para la toma de muestras inalteradas se emplearon tubos shelby con muestreador de pared delgada. Estas perforaciones permitieron caracterizar y definir la estratigrafía del suelo.

En cuanto a los ensayos de laboratorio, se llevaron a cabo pruebas para la clasificación de suelos como humedad natural, gradación por tamices, límites de Atterberg. Todos estos ensayos fueron realizados en base a la Normativa American Society for Testing and Materials (ASTM).

Mediante la ASTM D4318-05 se determinó el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. El porcentaje de material pasante del tamiz No. 200 se obtuvo siguiendo la normativa ASTM D1140-00. Se realizó la clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) especificado en la ASTM D2487-06. Por último, se hizo uso de la ASTM D420-98 para la caracterización de sitios con fines de ingeniería, diseño y construcción.

2.4 Análisis de datos

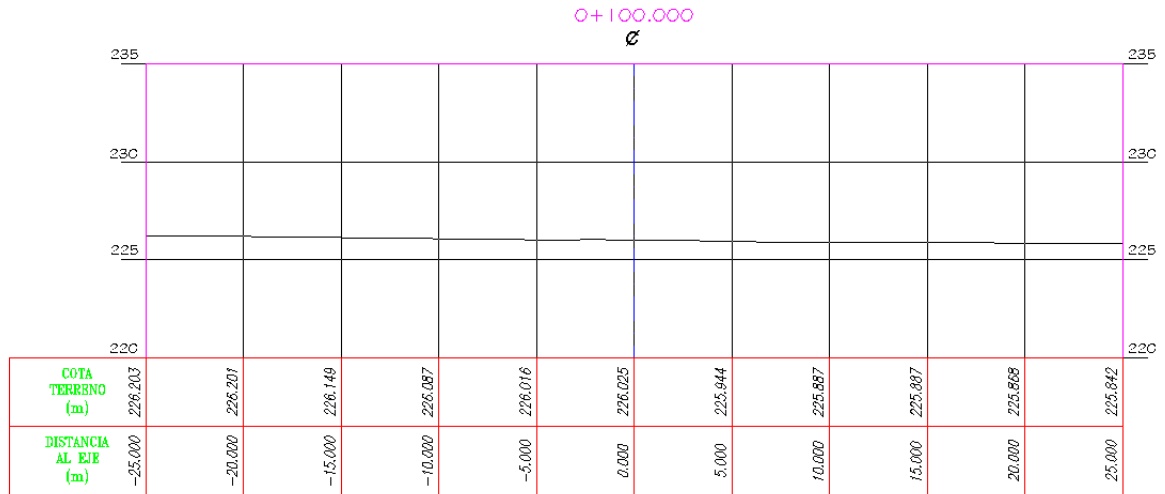
2.4.1 Análisis Topográfico

Con el levantamiento topográfico obtenido por medio de la Prefectura Ciudadana del Guayas, se evidencia que el terreno en su mayoría es regular y no presenta pendientes pronunciadas al inicio de la vía.

El tramo analizado desde la abscisa 0+000 a 0+640 presenta un relieve ligeramente ondulado, en donde la cota más alta, 226 m, se encuentra ubicada en 0+100 y luego desciende de manera uniforme hasta alcanzar la cota mínima, cota del río Evia, que está a 222 m en 0+300, lo que estipula una pendiente de alrededor del 2%, la cual resulta suficiente para evacuar el agua superficial sin el peligro de erosión. A partir de este punto, el terreno vuelve a ascender para luego descender, presentando una depresión en la abscisa 0+465. Estos son los dos tramos más críticos en los 640 m de la carretera analizada, por último, el terreno vuelve a elevarse y mantiene oscilaciones menores donde la rasante se estabiliza entre 224 y 225 m.

Figura 8

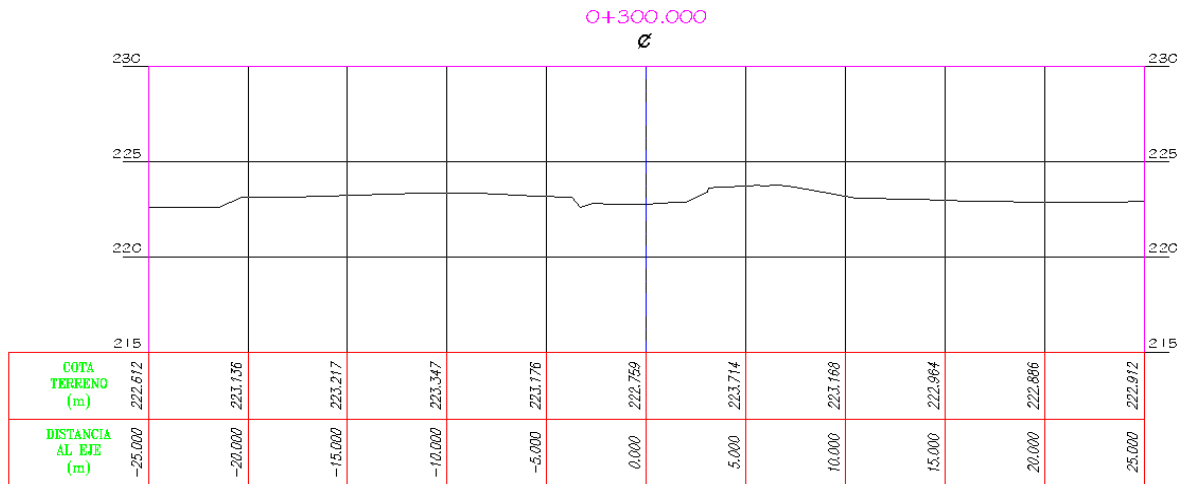
Abscisa 0+100 Punto crítico más elevado



Nota: El perfil fue obtenido por medio de la topografía publicada por la Prefectura Ciudadana del Guayas

Figura 9

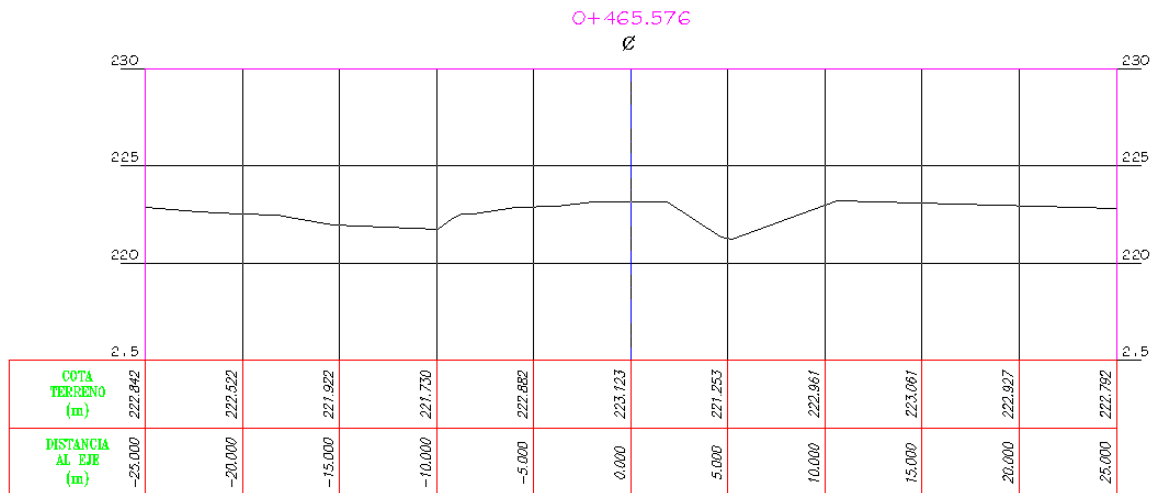
Abscisa 0+300 Punto crítico más bajo



Nota: El perfil fue obtenido por medio de la topografía publicada por la Prefectura Ciudadana del Guayas

Figura 10

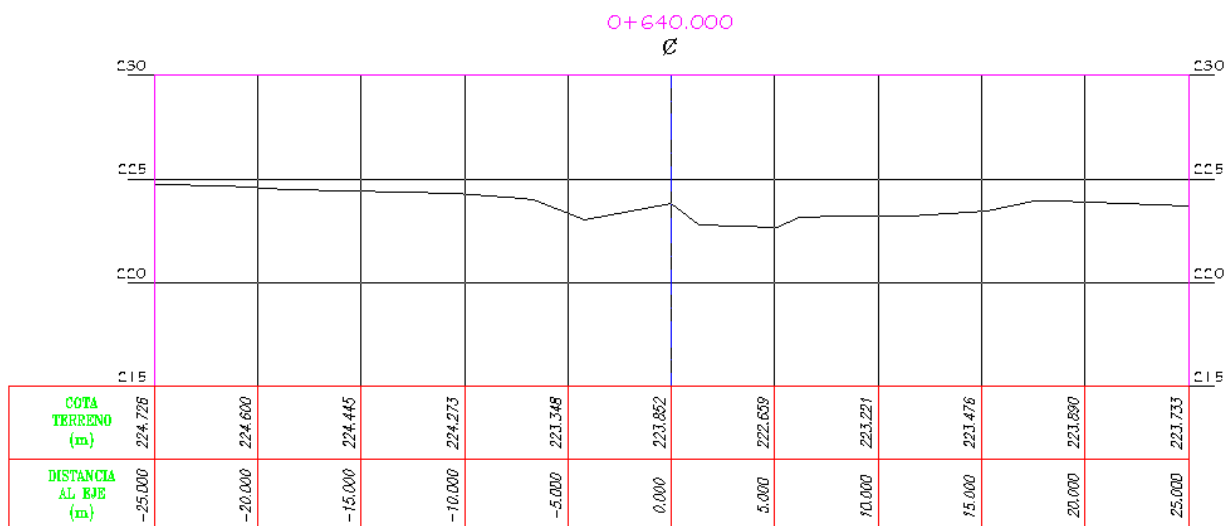
Cambios de elevación Abscisa 0+465.576



Nota: El perfil fue obtenido por medio de la topografía publicada por la Prefectura Ciudadana del Guayas

Figura 11

Cambios de elevación Abscisa 0+640



Nota: El perfil fue obtenido por medio de la topografía publicada por la Prefectura Ciudadana del Guayas

Sin embargo, al aproximarse a la finca de la familia Jara se observa una topografía irregular, con pendientes pronunciadas propias de una zona montañosa. Durante el periodo de

desarrollo del proyecto integrador no fue posible obtener los perfiles longitudinales ni transversales del predio privado, debido a la ausencia de levantamiento topográfico, por lo que se tomó la información de la aplicación móvil.

2.4.2 *Análisis de estudio de Suelo*

El área de estudio ubicada en el cantón El Triunfo cuenta con estudios de suelo previamente realizados para los puentes Evia y Las Flores, los cuales se han seleccionado como base técnica debido a su proximidad con el proyecto y la similitud en las condiciones geológicas e hidrológicas. Estas características proporcionan un contexto representativo para la vía proyectada.

De acuerdo con los estudios realizados por (Blas Cruz Carpio, 2022b), el perfil estratigráfico identificado en el puente Evia, según el sistema de clasificación SUCS, está compuesto inicialmente por una grava limosa mal gradada (GP-GM) con un espesor de 1 metro. El estrato presenta una densidad relativa del 60%, un contenido de finos de 5%, lo cual indica una condición suelta a medianamente densa. Además, registra un número de golpes del ensayo SPT igual a 22.

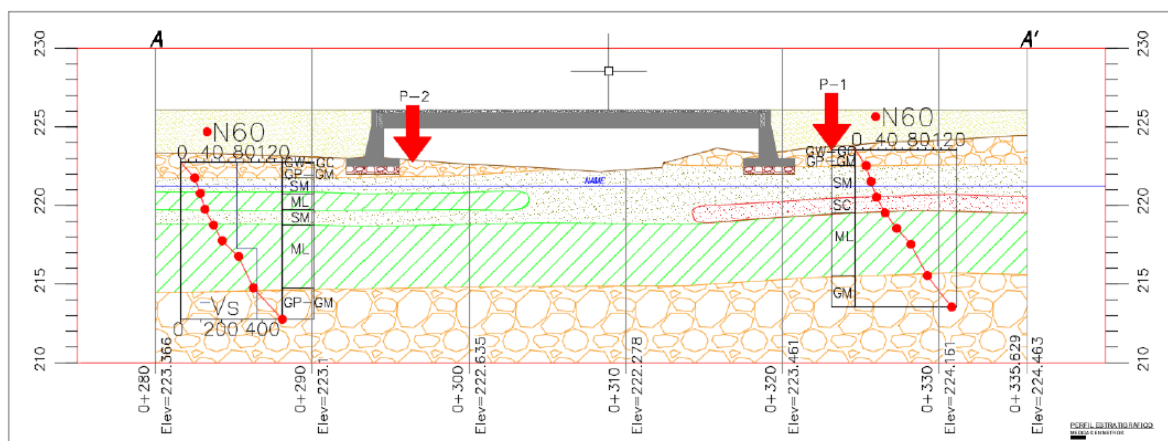
Posteriormente, hasta alcanzar una profundidad de 5 metros, se encuentra un estrato de limo de baja plasticidad (ML) con capas alternas de arena y arcilla, ambas con características limosa. La capa de arena limosa (SM) tiene un espesor aproximado de un 1 metro, con un contenido de finos del 47%, y un número de golpes del ensayo SPT de 29 con una densidad relativa del 70%. La arcilla limosa, también de 1 metro de espesor, presenta un contenido de finos del 55%, un número de golpes del SPT de 34, un límite plástico (LP) de 26% y un límite líquido (LL) de 40%. Este material alcanza una resistencia al corte no drenado es de 136 kPa.

También, se desarrolla un estrato de limo de baja plasticidad (ML) con un espesor de 7 metros, que presenta un número de golpes del SPT de 30 y una resistencia al corte no drenado de

aproximadamente 150 kPa. Este estrato se encuentra en condición sobreconsolidada, con una relación OCR igual a 6. A los 10 metros de profundidad, aparece una grava limosa (GM) de 2 metros de espesor, con un SPT de 75 y un contenido de finos del 41%. Finalmente, en el fondo del sondeo, se identificó un limo de baja plasticidad (ML) con un SPT de 128, humedad del 42% y una resistencia al corte no drenado de 512 kPa, correspondiente a un estado altamente sobreconsolidado con un OCR igual a 10.

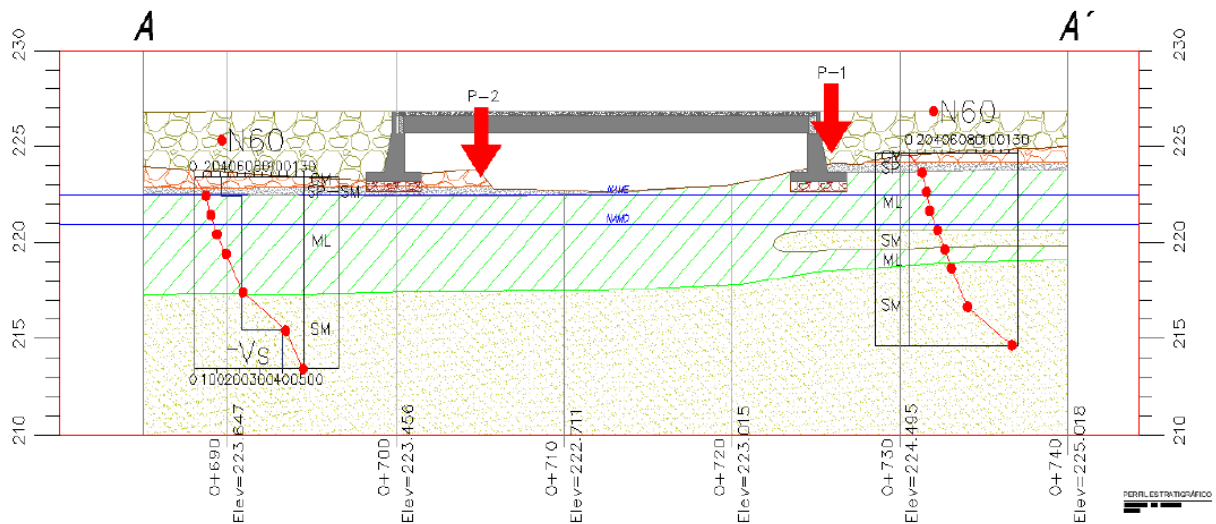
Figura 12

Perfil Estratigráfico Puente Evia



Nota: El perfil se obtuvo mediante el estudio del suelo de Blas Cruz Carpio (2022a)

El perfil geotécnico del puente Las Flores es similar al del puente Evia, especialmente en lo referente a la estratigrafía y los parámetros de resistencia del suelo. La estratigrafía del puente Las Flores inicia con una capa superficial de 1 metro compuesta por grava limosa y arena pobremente gradada, presenta una densidad relativa del 50% y valores de SPT iguales a 15. La siguiente capa corresponde a un estrato de limo de baja plasticidad tiene un comportamiento sobreconsolidado, con una relación OCR igual a 9, una resistencia al corte no drenado de 135 kPa y un SPT de 35. Al finalizar el sondeo, se encuentra una arena limosa muy densa, una densidad relativa del 100% y con un SPT de 108 (Blas Cruz, 2022).

Figura 13*Perfil Estratigráfico puente Las Flores*

Nota: Se obtuvo mediante el estudio del suelo (Blas Cruz, 2022)

2.5 Análisis de alternativas

2.5.1 Descripción de alternativas

2.5.1.1 Mejoramiento de subrasante

2.5.1.1.1 Material local

El mejoramiento de la subrasante mediante excavación, extendido y compactación del material local es la alternativa más utilizada en caminos rurales de bajo volumen de tránsito. El procedimiento consiste en colocar el suelo disponible en capas de hasta 20 cm de y compactarlo hasta alcanzar, como mínimo, el 95% de la densidad del Proctor estándar. Cuando la fracción gruesa, gravas y arenas, dominan y la plasticidad es baja, el material local puede comportarse como una subrasante granular mejorada.

Desde el punto de vista estructural, incrementar el CBR del terreno natural, por ejemplo, de 3% a 8-10%, permite reducir el espesor del pavimento de 5 a 15 cm (AASHTO, 1993a). De acuerdo con Schwartz et al. (2006) una subrasante más rígida aumenta el módulo resiliente, controla las deformaciones elásticas repetidas y retrasa la fatiga en las capas superiores.

Esta alternativa elimina los costos directos de fletes y adquisición de agregados; en consecuencia, el gasto se concentra en el movimiento de tierras, control de humedad y los equipos de compactación. De acuerdo con los estudios de ciclo de vida de West et al. (2021) las estructuras apoyadas sobre subrasantes mejoradas pueden reducir hasta un 40% las intervenciones de mantenimiento en 20 años, lo que compensa cualquier sobre costo inicial derivado del control de calidad.

El beneficio ambiental también es considerable. Al reutilizar el suelo in situ, se evita la extracción de agregados en canteras externas y las emisiones por transporte asociadas. The United Nations Environment Programme (2022) señala que las prácticas constructivas basadas en materiales locales son una estrategia clave para descarbonizar la infraestructura rural, ya que pueden reducir entre 10 y 25 kg CO₂ por tonelada en comparación con una solución que emplean materiales importados.

Por último, el impacto social en comunidades como San Joaquín se refleja en la generación de empleo local y aprovechamiento de recursos locales, factores que aceleran la ejecución de la obra y habilitan la vía para la movilización de productos y turistas.

2.5.1.1.2 Material de Préstamo Importado

Cuando el terreno natural muestra un índice de plasticidad mayor al 12% y CBR menor o igual al 4%, se recomienda remover el suelo existente con baja capacidad portante; posteriormente, se procede a reemplazarlo por un agregado granular que cumpla con un valor de CBR mayor o igual al 30%, además de clasificarse técnicamente como una sub-base clase 1 – 3 (MTOP, 2022b).

Aumentar el CBR, por ejemplo, de 3% a 80% puede multiplicar cuatro veces la rigidez de la subrasante, es decir puede pasar de 40 MPa a aproximadamente 170 MPa lo que permitiría disminuir los espesores de las capas de base de capa de rodadura. Aplicando la guía AASHTO

(1993a), cada diez puntos de CBR ganados disminuyen el valor del número estructural requerido en aproximadamente 0,25 unidades; de acuerdo a un estudio realizado por Zehawi et al. (2022) el espesor total de pavimento se redujo en un 20 a 25% al mejorar la subrasante con material de préstamo importado.

El relleno con agregado importado aumenta el costo de la obra en la fase de construcción en un 10 al 20% en comparación a un mejoramiento in situ, ya que añade el flete y la compra de material. Sin embargo, los modelos de análisis del costo del ciclo de vida (LCCA) realizados por White & Vennapusade calculan que pueden existir reducciones del 15% al 25% en el costo total a 30 años por la menor frecuencia de bacheo, perfilado y recapado.

La producción de agregado genera aproximadamente 8 kg CO₂ eq t⁻¹ y el transporte añade 0,19 kg CO₂ eq t⁻¹ (Meddah, 2017). Sin embargo, aumentar en 40% la vida útil del pavimento compensa de 55% a 65% de esas emisiones en 20 años. De acuerdo al informe realizado por United Nations Environment Programme & Yale Center for Ecosystems + Architecture (2023) señala que sustituir materiales importados por reciclados puede llegar a disminuir la huella de carbono un 10% a 15% sin afectar el módulo resiliente (Mr).

Finalmente, el impacto asociado al uso de agregado importado promovería la creación de empleos temporales en transporte y operación de maquinaria pesada. No obstante, una parte de la mano de obra deberá ser especializada, por lo que las utilidades se concentraran en empresas externas limitando la retención de valor en la comunidad de San Joaquín.

2.5.1.1.3 Suelo Estabilizado con Geoceldas

Las geocelda consiste en paneles tridimensionales de polietileno de alta densidad soldados por ultrasonido. Se coloca sobre la subrasante blanda y se rellena con suelo o agregado local, que luego se compacta. El confinamiento lateral generado hace que el relleno se comporte como un bloque semirrígido capaz de disipar tensiones y distribuir las cargas vehiculares. Ensayos

realizados a escala real y numérica indican que, cuando el CBR del suelo no supera el 4%, el sistema incrementa su módulo resiliente de 40 - 60 MPa hasta 150 - 220 MPa, lo que permite reducir el espesor requerido del pavimento (Karfa & Sarkar, 2024).

La incorporación de geoceldas en la subrasante del pavimento bajo tráfico medio, mejora el comportamiento de las capas superiores. Un estudio experimental presentado en la Indian Geotechnical Conference registró reducciones del 12 % en el espesor de la base y del 24 % en la sub-base frente al diseño convencional (Satyanarayana Reddy et al., 2021). El confinamiento tridimensional posibilita utilizar mezclas con RAP o suelos locales poco graduados sin perder rigidez, disminuyendo así la necesidad de agregado nuevo y los costos de acarreo (Han et al., 2011). Asimismo, ensayos de placa en secciones experimentales reforzadas con geoceldas en Canadá evidenciaron hasta un 60 % de reducción en la deflexión bajo carga repetida, lo que retrasa la fatiga de la carpeta y prolonga la vida útil del pavimento (Lau et al., 2013).

El uso de geoceldas en la subrasante del pavimento aumentan el presupuesto inicial aproximadamente en un 10%; por otro lado, al colocarse un menor volumen de base y sub-base disminuye los costos directos de la construcción entre un 7% y 13% (Satyanarayana Reddy et al., 2021). De acuerdo con los análisis del costo del ciclo de vida (LCCA) de Khan & Puppala muestran que el costo total a 30 años 15 % y 25 % respecto a un diseño convencional.

Desde el punto de vista ambiental, al reducir el espesor de las capas y la posibilidad de utilizar material reciclado como RAP o suelo local disminuye entre 29% y 45% las emisiones de efecto invernadero (GEI) frente a estructuras tradicionales (Banerjee et al., 2025). Además, el sistema de geocelda cuenta con una Declaración Ambiental de Producto (EPD) verificada, que facilita cuantificar su impacto en licitaciones de obra pública sostenible (Bocsko, 2025)

2.5.1.2 Base

2.5.1.2.1 Base de agregados

Es una capa estructural colocada sobre la subrasante o subbase, que está compuesta por agregados triturados o cribados, estabilizados mediante la incorporación de agregados finos procedentes de procesos de trituración, o suelos finos seleccionados, o una combinación de ambos.

En cuanto a las consideraciones técnicas, se requiere un mayor espesor para lograr un CBR (California Bearing Ratio) $\geq 80\%$ y una resistencia al desgaste por abrasión de los agregados $< 40\%$, tal cual lo requiere el MOP (2002a). Para la etapa de construcción se requiere maquinaria estándar como motoniveladora, rodillo liso o vibratorio, camión cisterna para hidratación, entre otros.

Se tiene una inversión inicial menor si es que se dispone de agregados locales en comparación a una base estabilizada con cemento; sin embargo, requiere mantenimiento frecuente por lo que implica mayor costo durante la vida útil de la infraestructura vial. Por la parte ambiental, si se requiere material de préstamo importado, en un estudio de de Bortoli (2023) se hace énfasis de la huella de carbono que produce la explotación de agregados desde la extracción hasta el transporte, mencionando específicamente que el consumo de grava es responsable del 0.17 al 1.8% de la huella de carbono global.

2.5.1.2.2 Base estabilizada con cemento

Las BEC (Bases Estabilizadas con Cemento) o CTB (Base Tratada con Cemento) se obtienen a partir de la combinación de materiales granulares, cemento y agua. Esta mezcla debe de ser homogenizada y compactada luego por un tiempo determinado, de tal manera que se permita el desarrollo de las propiedades mecánicas y se tenga una reacción adecuada de hidratación del cemento.

El uso de una capa estabilizada con cemento incrementa la rigidez y capacidad portante de la base, logrando disminuir los esfuerzos de tracción en las capas superiores, es decir, contribuye a tener una menor deformación a la superficie de rodadura que se coloque sobre ella, mejorando y prolongando la vida útil de la infraestructura vial. A su vez, su uso es beneficioso para la reutilización de suelos locales que, en condiciones naturales, no cumplen los requisitos para ser incluidos en la estructura del pavimento; esto permite ahorrar costos de acarreo de material importado, tiempo de ejecución del proyecto y optimiza el uso del presupuesto disponible.

Entre las ventajas significativas de la utilización de una BEC están que se puede disminuir el espesor de la base y lograr la misma capacidad estructural que una base granular convencional; también que tienen un comportamiento favorable frente a variaciones de humedad, lo cual resulta idóneo para zonas con climas tropicales o con elevada pluviosidad. La última cualidad, ayuda a reducir los riesgos de erosión, bombeo de finos y degradación de la estructura del pavimento, evitando deformaciones excesivas, debilitamiento estructural o formación de baches.

En un estudio realizado por Narayan et al. (2022) para el diseño de una carretera en Nepal, se demostró que el espesor de la capa de rodadura más la base tratada con cemento (CTB) fue de 35.74 cm, mientras que para la base granular fue de 50 cm, es decir, hubo una reducción de 14.26 cm del espesor del pavimento hasta la base. Así mismo, se evidenció un ahorro de costos de 5.63% para un tramo de 1 km, usando una CTB. En cuanto a los costos totales por construcción y mantenimiento (recurrente y periódico), se pudo observar que el pavimento con base granular es aproximadamente 24.39% más caro que un pavimento con CTB.

Desde el enfoque ambiental, no hay información específica sobre el impacto de una base estabilizada con cemento, sin embargo, en un artículo de investigación Sudarno et al. (2014) menciona que con una base reciclada tratada con cemento se puede llegar a reducir alrededor del

62% emisiones de CO₂ por km en comparación con una base tradicional con mezcla asfáltica en caliente (Hotmix).

2.5.1.3 Capa de Rodadura

2.5.1.3.1 Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)

La utilización de pavimento asfáltico reciclado (RAP) se ha convertido en una alternativa viable para compensar el incremento en los costos de las materias primas y fomentar la sostenibilidad en la infraestructura vial (Leiva-Villacorta & Vargas-Nordcbeck, 2017), también de ayudar en la preservación de la geometría del pavimento existente y ahorro de energía (Kandhal & Mallick, 1998).

Copeland (2011) menciona que la incorporación de hasta un 30% de RAP en mezclas asfálticas en caliente (HMA) no compromete la durabilidad ni desempeño de la infraestructura vial, de tal manera que la vida útil, resistencia a la fatiga y estabilidad estructural de los pavimentos con el porcentaje de RAP incorporado mencionado anteriormente, es similar a la de los pavimentos vírgenes sin RAP. Por otro lado Patino Boyacá et al. (2015) en su investigación acerca del comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas citó a Chen et al. (2007) para hacer referencia al contenido máximo para resistir deformaciones permanentes y agrietamientos por fatiga que es del 40% de RAP.

Esto demuestra que bajo condiciones controlada y en la proporción adecuada, el uso de RAP puede otorgar beneficios económicos y ambientales sin comprometer la calidad ni la seguridad de la estructura del pavimento.

En el contexto económico, la reutilización de RAP reduce un porcentaje del uso de materiales vírgenes como áridos y betún, lo que conlleva a una reducción en la inversión en recursos naturales y los gastos generales de la construcción. Desde una perspectiva ambiental, la incorporación de RAP en procesos constructivos ayuda en una gestión sostenible y consciente de los residuos generados por infraestructuras viales antiguas o que ya cumplieron su vida útil. Esto

no solo ayuda a reducir la carga sobre los rellenos sanitarios o espacios dispuestos para su desecho, sino que también se complementa con los principios de economía circular y gestión de los recursos (Usanga et al., 2025).

La utilización de RAP en la infraestructura del pavimento y materiales vírgenes en el terraplén reduce un estimado de 21.22% de CO₂ del valor correspondiente al escenario que emplea únicamente materiales vírgenes (Celauro et al., 2015 como se citó en Zhang et al., 2021). Mientras que Bressi et al. (2022) menciona que con la incorporación de RAP en una mezcla asfáltica tibia o Warm Mix Asphalt (WMA) puede disminuir las emisiones de CO₂ y la energía necesaria para el calentamiento del ligante asfáltico hasta en un 15%.

Buitrago García (2022) citó a Williams et al. (2013) para mostrar los costos de producción de una mezcla asfáltica con 0%, 10% y 20% de RAP, resultados que indicaron un ahorro económico de 7.5% para una mezcla con 20% de RAP y 3.5% para el 10% de RAP.

2.5.1.3.2 Agregado de Hormigón Reciclado (RCA)

Los agregados representan un porcentaje relevante dentro de la construcción de pavimentos, constituyendo el 80-85% del pavimento rígido y el 60-75% del pavimento flexible.

El Recycled Concrete Aggregate (RCA) se obtiene por medio de la trituración y cribado de estructuras de hormigón demolidas. El RCA está comprendido entre un 60% y 75% por agregados finos y gruesos, el restante que se encuentra entre un 25% y 35% corresponde a mortero adherido a partir de residuos de concreto triturado, lo que ofrece una textura más rugosa y mayor absorción haciendo una comparativa con agregados naturales (NA). Una mayor concentración de mortero adherido en el RCA genera un sistema con menor densidad, además de generar zonas de transición interfacial (ITZ), afectando la durabilidad y resistencia al desgaste en relación con cargas cíclicas del pavimento.

El contenido de mortero adherido aumenta conforme disminuye el tamaño de partícula de RCA, lo que repercute directamente en la mezcla asfáltica al elevar el contenido óptimo de asfalto. De tal manera que la fracción gruesa de RCA posee mejores propiedades mecánicas y de durabilidad (Covilla-Varela et al., 2023).

El uso de RCA es limitado para pavimentos flexibles, dado que el mortero adherido que contiene perjudica a la adhesión del betún, que es el material derivado del petróleo encargado de aglomerar y dar cohesión en las mezclas bituminosas (Fanijo et al., 2023). Por lo que, para obtener un desempeño similar, el asfalto con inclusión de RCA requiere mayor contenido de betún, que aquel realizado con agregados naturales.

Nwakaire et al. (2020) recomienda implementar un 40% de RCA en mezclas asfálticas para un rendimiento óptimo del pavimento. Sin embargo, Covilla-Varela et al. (2023) menciona que el 15% de RCA es lo ideal para las mezclas asfálticas WMA (Mezcla Asfáltica Tibia) y HMA (Asfalto Mezclado en Caliente), dado que este porcentaje aumenta la resistencia al ahuellamiento o deformación permanente. De igual manera, el impacto ambiental de un pavimento con 15% de RCA es similar al de un pavimento sin RCA, solo con una diferencia del 0.1% a favor del RCA. Un mayor uso del 15% de agregado de concreto reciclado incrementa el consumo de ligante asfáltico, contrarrestando el ahorro ambiental por la disminución de la explotación de agregados naturales.

Por la parte económica, el 15% de RCA contribuye a un ahorro de 0.18% en comparación a una mezcla asfáltica con 0% de RCA, mismo valor que se encuentra proporcionalmente relacionado a la demanda de ligante asfáltico.

En el caso del pavimento rígido, el RCA tiende a reducir la trabajabilidad por su mayor absorción de agua. Fanijo et al. (2023) citó a Kox et al. (2019) para hacer referencia a la importancia de la relación agua-cemento (a/c) y su incidencia en la resistencia a la compresión.

Para una mezcla con 20% y 40% de RCA la relación a/c de 0.45 obtuvo el mismo desempeño que una mezcla con agregado natural en cuanto a la resistencia a la compresión. De igual manera, Fanijo et al. (2023) cita a Panda et al. (2020) para mencionar que con la sustitución del 50% de agregado natural por RCA se puede alcanzar una resistencia a la compresión similar a la una mezcla convencional. Aumentar este porcentaje de sustitución puede conllevar a una reducción de resistencia de aproximadamente 20%, similar a la resistencia a la tracción, que puede llegar a reducir entre 5% y 10% para mezclas con contenidos mayores al 50% de RCA.

El uso de RCA en un pavimento rígido puede ser de hasta \$10 por tonelada de agregado, debido al reemplazo de agregados vírgenes y la disposición de residuos (Irati et al., 2013)

2.5.1.3.3 Empedrado

Una capa de rodadura empedrada es una solución tradicional en vías rurales de bajo volumen vehicular. Esta técnica consiste en la colocación de cantos rodados o piedra partida, colocados manualmente sobre una base granular compactada. Funciona como una capa flexible no monolítica, ya que la fricción entre las piedras transmite esfuerzos y las juntas rellenas le aportan estabilidad a la estructura (Argüello & Martínez, 2004).

Se debe tener en cuenta que, en suelos de baja capacidad o en tramos con pendientes se recomienda incluir una subbase granular de 15 a 20 cm, la cual debe estar conformada por un material con un CBR mayor al 80% (Yunnan RPDRI, 2005). También, en la geometría de la vía se debe considerar un peralte transversal entre 2% y 3%, ya que de esta manera ayuda al drenaje superficial de la vía, evitando la desestabilización de la estructura debido a la acumulación de agua. Asimismo, se recomienda incorporar bermas laterales de al menos 30 cm con material granular para reforzar los bordes y facilitar el escurrimiento lateral (Argüello & Martínez, 2004)

Una capa de rodadura empedrada presenta ventajas significativas en el mantenimiento a comparación de otras soluciones. La durabilidad de la estructura permite una vida útil prolongada y con menos intervenciones, para lograrlo el sistema de drenaje debe de mantenerse en buenas condiciones y cuidar que las piedras sueltas o faltantes se reemplacen de ser necesario. Al utilizar materiales locales y añadirle una posibilidad a una ejecución de mano de obra comunitaria, convierte a esta alternativa con un valor alto de impacto social y ambiental. Además, su capacidad de resistir al deterioro causado por el agua lo convierte en una solución viable en zonas con lluvias intensas o con problemas de erosión (Majer et al., 2024).

Desde el punto de vista económico, la implementación del empedrado puede tener una inversión inicial un poco más elevada frente a soluciones de afirmado convencionales; sin embargo, esta se compensa con el ahorro del mantenimiento progresivo a lo largo de la vida útil de la estructura. De acuerdo con Argüello & Martínez (2004) este tipo de solución disminuye la necesidad de intervenciones frecuentes y reduce los costos operativos para vehículos, debido a una menor generación de polvo y una mejora en la circulación durante todo el año.

2.5.2 Metodología de análisis de alternativas

Para comparar las soluciones propuestas se integró el enfoque Design thinking, el cual asegura una comprensión del contexto del proyecto; complementando con la escala de Likert que permite valorar las alternativas. Después de la fase de investigación, se establecieron diferentes criterios como capacidad de carga, reducción de espesores, costo, impacto ambiental, frecuencia de mantenimiento y aceptación del cliente; los cuales reflejan tanto la viabilidad del proyecto como las expectativas de la Familia Jara. Cada alternativa se puntúa del 1 (muy desfavorable) al 5 (muy favorable), de tal manera que la matriz resultante permite comparar percepciones cualitativas en puntajes cuantitativos, lo que permite elegir la solución que mejor equilibre los criterios de sostenibilidad, desempeño y costo.

Tabla 5*Escalas de Likert para análisis de alternativas Mejoramiento de subrasante*

<i>Mejoramiento de Subrasante</i>				
Adaptabilidad al proyecto (Capacidad de carga)				
Muy baja 1	Baja 2	Media 3	Alta 4	Muy Alta 5
Espesores de la estructura del pavimento				
Muy Alto 1	Alto 2	Medio 3	Bajo 4	Muy bajo 5
Costo de la estructura de pavimento				
Muy Costoso 1	Costoso 2	Medio 3	Económico 4	Muy Económico 5
Impacto Ambiental				
Muy Alto 1	Alto 2	Medio 3	Bajo 4	Muy bajo 5
Mantenimiento				
Muy Frecuente 1	Frecuente 2	Ocasional 3	Inusual 4	Muy Inusual 5
Aceptación				
Muy baja 1	Baja 2	Media 3	Alta 4	Muy Alta 5

Nota: 1 = menos favorable y 5 = más favorable**Tabla 6***Escalas de Likert para análisis de alternativas Base y Capa de rodadura*

<i>Base y Capa de rodadura</i>				
Capacidad de carga y reducción de espesores de la estructura del pavimento				
Muy baja 1	Baja 2	Media 3	Alta 4	Muy Alta 5
Costo de la estructura de pavimento				
Muy Costoso 1	Costoso 2	Medio 3	Económico 4	Muy Económico 5
Impacto Ambiental				
Muy Alto 1	Alto 2	Medio 3	Bajo 4	Muy bajo 5
Mantenimiento				
Muy Frecuente 1	Frecuente 2	Ocasional 3	Inusual 4	Muy Inusual 5
Aceptación				
Muy baja 1	Baja 2	Media 3	Alta 4	Muy Alta 5

Nota: 1 = menos favorable y 5 = más favorable

2.5.3 Evaluación de alternativas

2.5.3.1 Mejoramiento de subrasante

Tabla 7

Evaluación Cuantitativa de alternativas Mejoramiento de subrasante

Criterios	F. I	Alt 1 Material local	F.I * Alt 1	Alt 2 Material Importado	F.I * Alt 2	Alt 3 Suelo Estabilizado con Geoceldas	F.I * Alt 3
Adaptabilidad al proyecto (Capacidad de carga)	0,10	1	0,10	5	0,50	5	0,50
Espesores de la estructura del pavimento	0,10	2	0,20	4	0,40	5	0,50
Costos	0,25	4	1,00	3	0,75	2	0,50
Impacto Ambiental	0,15	4	0,60	2	0,30	3	0,45
Mantenimiento	0,10	1	0,10	4	0,40	4	0,40
Aceptación	0,30	2	0,60	2	0,60	5	1,50
Total	1,00	14,00	2,60	20,00	2,95	24,00	3,85

Nota: La información se obtuvo mediante investigación y consulta con el cliente.

La matriz detallada en la Figura 14 muestra una representación cualitativa de la información evaluada cuantitativamente, categorizando cada alternativa desde 'Muy alta', 'media' o 'Muy baja' en función de sus puntajes numéricos.

Figura 14

Representación cualitativa de las alternativas Mejoramiento de subrasante

Criterios	Material local	Material Importado	Suelo Estabilizado con Geoceldas
Adaptabilidad al proyecto (Capacidad de carga)	Muy bajo	Muy Alto	Muy Alto
Espesores de la estructura del pavimento	Bajo	Alto	Muy Alto
Costos	Económico	Medio	Costoso
Impacto Ambiental	Bajo	Alto	Medio
Mantenimiento	Muy Frecuente	Inusual	Inusual
Aceptación	Bajo	Medio	Muy Alto

Como resultado de la matriz de evaluación presentada en la Tabla 7, la alternativa óptima para el mejoramiento de la subrasante es el suelo estabilizado con geoceldas, ya que obtuvo el mayor puntaje de 3.85, resultando estar por encima de las alternativas de material local e importado. Esto se debe a que las geoceldas incrementan significativamente la capacidad portante del terreno y a su vez permite reducir los espesores de las capas superiores, lo que conlleva en minimizar las excavaciones y transporte de materiales.

Asimismo, al aprovechar el suelo local, se elimina gran parte de las emisiones asociadas a la extracción y acarreo de materiales. Además, el incremento de rigidez producido por las geoceldas mejora la distribución de esfuerzos sobre la subrasante, retrasa la aparición de daños y alarga los ciclos de mantenimiento, lo que implica un menor gasto a lo largo de toda la vida útil de la estructura. Finalmente, la rapidez de montaje y la posibilidad de involucrar mano de obra local son aspectos que le agregan valor a la alternativa.

2.5.3.2 Base

Tabla 8

Evaluación de alternativas Base

Criterios	F. I	Alt 1 Base granular	F.I * ALT 1	Alt 2 Base estabilizada con cemento	F.I * ALT 2
Capacidad de carga y reducción de espesores de la estructura del pavimento	0,15	3	0,450	5	0,75
Costo de la estructura de pavimento	0,25	3	0,750	4	1,00
Impacto Ambiental	0,20	2	0,40	3	0,60
Mantenimiento	0,10	2	0,20	4	0,40
Aceptación	0,30	4	1,20	5	1,50
Total	1	14	2,25	21	4,25

Nota: La información se obtuvo mediante investigación y consulta con el cliente.

La siguiente matriz representada en la Figura 15 **Figura 15** muestra una representación cualitativa de la información evaluada cuantitativamente, categorizando cada alternativa desde 'Muy alta', 'media' o 'Muy baja' en función de sus puntajes numéricos.

Figura 15

Representación cualitativa de las alternativas para la capa base

Criterios	Base granular	Base estabilizada con cemento
Capacidad de carga y reducción de espesores de la estructura del pavimento	Media	Muy Alta
Costo de la estructura de pavimento	Medio	Económico
Impacto Ambiental	Alto	Medio
Mantenimiento	Frecuente	Inusual
Aceptación	Alta	Muy Alta

En base al análisis de alternativas para la capa de base del pavimento mostrado en la Tabla 8, se concluye que una base estabilizada con cemento (BEC) representa la mejor opción a comparación con una base granular. Esto es debido a que una BEC ofrece una mayor capacidad portante lo que a su vez permite reducir el espesor de la estructura del pavimento sin comprometer su desempeño mecánico ni su vida útil. Asimismo, se reducen los costos totales del proyecto, al disminuir el volumen de materiales empleados y los mantenimientos, lo que compensa el impacto ambiental producido por la utilización de cemento.

2.5.3.3 Capa de Rodadura

Tabla 9

Evaluación Cuantitativa de alternativas Capa de rodadura

Criterios	F. I	Alt 1 Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)	F.I * Alt 1	Alt 2 Agregado de Hormigón Reciclado (RCA)	F.I * Alt 2	Alt 3 Empedrado	F.I * Alt 3
Capacidad de carga y reducción de espesores de la estructura del pavimento	0,15	3	0,45	2	0,30	3	0,45
Costo de la estructura de pavimento	0,25	4	1,00	3	0,75	3	0,75
Impacto Ambiental	0,20	4	0,80	4	0,80	5	1,00
Mantenimiento	0,10	3	0,30	2	0,20	3	0,30
Aceptación	0,30	2	0,60	2	0,60	5	1,50
Total	1	16	3,15	13	2,65	19	4,00

Nota: La información se obtuvo mediante investigación y consulta con el cliente.

La siguiente matriz de la Figura 16 **Figura 16** muestra una representación cualitativa de la información evaluada cuantitativamente, categorizando cada alternativa desde 'Muy alta', 'media' o 'Muy baja' en función de sus puntajes numéricos.

Figura 16

Representación cualitativa de las alternativas Capa de rodadura

Criterios	Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP)	Agregado de Hormigón Reciclado (RCA)	Empedrado
Capacidad de carga y reducción de espesores de la estructura del pavimento	Media	Baja	Medio
Costo de la estructura de pavimento	Económico	Medio	Medio
Impacto Ambiental	Bajo	Bajo	Muy bajo
Mantenimiento	Ocasional	Frecuente	Ocasional
Aceptación	Baja	Baja	Muy Alta

El análisis comparativo reflejado en la Tabla 9 muestra que la capa de rodadura empedrada tiene el puntaje más favorable, al obtener un puntaje de 4,00 sobresaliendo en parámetros como impacto ambiental y aceptación del cliente. Por ejemplo, la huella de carbono en la construcción de una capa de rodadura empedrada puede llegar a reducir si se utiliza piedra local y se fomenta la participación comunitaria.

Además, al mantener un buen sistema de drenaje posee una resistencia alta al agua y a la erosión, aumentando la vida útil y limitando su mantenimiento a solamente la reposición de piedras sueltas. Aunque la inversión inicial supera a soluciones tradicionales, el menor desgaste de la superficie y la reducción de polvo reducen los costos operativos durante el ciclo de vida, confirmándolo como la opción más idónea para la vía proyectada.

2.5.3.4 Estructura del pavimento seleccionada

Al evaluar las distintas alternativas para cada capa del pavimento se tomaron en cuenta los parámetros indicados en la **Tabla 5** y **Tabla 6**. Entre ellos, la aceptación del cliente y el impacto

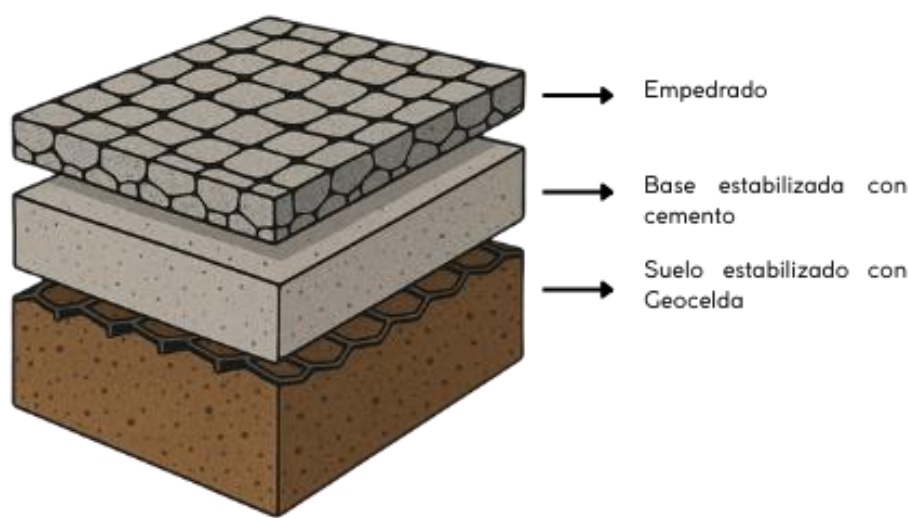
ambiental resultaron determinantes para la selección final; en consecuencia, se obtuvo lo siguiente;

Tabla 10
Estructura del pavimento a diseñar

Capa de la Estructura del Pavimento	Solución
Capa de rodadura	Empedrado
Base	Base estabilizada con cemento
Subrasante	Suelo estabilizado con geoceldas

Nota: Se seleccionó la estructura mediante la escala de Likert

Figura 17
Estructura del pavimento



Nota: La imagen fue generada con inteligencia artificial

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Análisis y estudios preliminares

3.1.1 Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

3.1.1.1 Vía Pública

3.1.1.1.1 Conteo y Clasificación Vehicular

El diseño de una vía está condicionado por el volumen y dimensiones de los vehículos para el diseño geométrico, además del número y peso de los ejes de estos para el diseño de la estructura del pavimento; por ello la importancia de realizar un estudio del tráfico.

La información del conteo y clasificación vehicular fue recopilada del informe realizado por DIGECONTRUC (2022a) en la carretera San Joaquín – San Luis como parte del estudio de factibilidad y diseños definitivos de obras hidráulicas de la Prefectura del Guayas, particularmente para el puente Las Flores. Esta información se complementó con encuestas al cliente y moradores de la zona. Posteriormente fue revisada por un experto técnico vial.

La clasificación vehicular para el conteo se especifica en la Tabla 11, como se muestra a continuación:

Tabla 11

Clasificación de vehículos para conteo (AASHTO, 1993a)

Tipo de vehículo	Descripción
Livianos	Vehículo de pasajeros pequeño
Motos Equivalentes	Transformación a vehículos equivalentes
Autobuses	Vehículo de pasajeros grande
2D	Camión de dos ejes pequeño
2DA	Camión de dos ejes mediano
3A	Camión de tres ejes
V2DB	Volqueta de dos ejes
V3A	Volqueta de tres ejes

Para el conteo se tomó en cuenta información proporcionada por la Prefectura del Guayas y complementada por el cliente y moradores del sector.

Tabla 12

Conteo de vehículos vía pública

Días de Conteo	Vehículos pesados								Total
	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	V3A	
Jueves	12	6	0	10	9	6	3	6	52
Viernes	7	3	0	2	2	2	1	2	19
Sábado	8	2	0	4	2	2	1	0	19
Domingo	15	3	0	3	4	1	0	1	27

3.1.1.1.2 Tráfico Promedio Diario (TPD)

Es el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo dividido para el número de días del periodo, como se describe en la siguiente ecuación:

$$T.P.D = \frac{\text{Número total de vehículos}}{\text{Número de días de conteo}} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Tabla 13

Tráfico Promedio Diario vía pública

Día	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Total	52	19	19	27

$$T.P.D = \frac{52 + 19 + 19 + 27}{4} = 29$$

$$T.P.D = 29 \text{ vehículos}$$

3.1.1.1.3 Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)

Representa el promedio diario de vehículos que circulan por una vía durante una semana específica de conteo.

$$T.P.D.S = \frac{5}{7} \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} \sum \frac{De}{m} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde,

T.P.D.S: Tráfico Promedio Diario Semanal

Dn: Días entre semana (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

De: Días de feriado (sábado, domingo)

m: Número de días que se realizó el conteo

Para el cálculo del T.P.D.S se hace uso de la Tabla 13, mostrada previamente.

$$T.P.D.S = \frac{5}{7} \sum \frac{52 + 19}{2} + \frac{2}{7} \sum \frac{19 + 27}{2} = 32$$

$$T.P.D.S = 32 \text{ vehículos}$$

3.1.1.1.4 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) Actual

Representa el flujo vehicular promedio diario estimado para un año, ajustado a partir de conteos de duración corta mediante la aplicación de factores de corrección.

$$T.P.D.A \text{ Actual} = T.P.D.S * Fm * Fd \quad (\text{Ec. 3.3})$$

Donde,

T.P.D.A Actual: Tráfico Promedio Diario Anual Actual

T.P.D.S: Tráfico Promedio Diario Semanal

Fm: Factor de ajuste mensual, transforma el volumen mensual promedio de tráfico en Tráfico Promedio Diario Anual

Fd: Factor de ajuste diario, transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio

Tabla 14*Factor de ajuste mensual*

Mes	Fm
Enero	1.070
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: Valores obtenidos del (MTOPI, n.d.)

$$Fd = \frac{T.P.D}{Total\ vehiculos\ diario} \quad (Ec. 3.4)$$

Donde,

T.P.D: Tráfico Promedio Diario**Tabla 15***Factor de ajuste diario vía pública*

	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio
Total Vehículos Diario	52	19	19	17	29
TPD			29		
Fd	0.56	1.53	1.53	1.71	1.18

Tabla 16*Resumen TPDA Actual vía pública*

Vehículos pesados									
	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	VZS	Total
TPDS	10	4	0	5	5	3	2	3	32

Fm	1.093								
Fd	1.18								
TPDA actual	13	5	0	7	6	4	2	4	41

3.1.1.1.5 Tráfico Generado (T_g)

Corresponde al aumento estimado del flujo vehicular como consecuencia directa de la implementación de las mejoras proyectadas. Para el primer año de operación, se establece un límite máximo de incremento por tráfico generado equivalente al 25% del tráfico normal. Para los años restantes del periodo de análisis, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal (MTOPI, 2003).

$$T_g = T.P.D.A \text{ Actual} * 25\% \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Donde,

T_g : Tráfico Generado

$T.P.D.A \text{ Actual}$: Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Tabla 17

Tráfico Generado vía pública

	Vehículos pesados								Total
	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	VZS	
TPDA actual	13	5	0	7	6	4	2	4	41
Tráfico Generado	3	1	0	2	2	1	1	1	10

3.1.1.1.6 Tráfico Desarrollado (T_d)

Representa al incremento proyectado en el flujo vehicular asociado al crecimiento de la demanda durante la vida útil del proyecto. Forma parte del crecimiento normal del tráfico (MTOPI, 2003).

$$Td = T.P.D.A \text{ Actual} * 5\% \quad (\text{Ec. 3.6})$$

Donde,

Td : Tráfico Desarrollado

$T.P.D.A \text{ Actual}$: Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Tabla 18

Tráfico Desarrollado vía pública

	Vehículos pesados								Total
	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	VZS	
TPDA actual	13	5	0	7	6	4	2	4	41
Tráfico Desarrollado	1	0	0	0	0	0	0	0	2

3.1.1.1.7 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) Asignado

Corresponde al volumen de tránsito proyectado que circulará por la vía durante el primer año de operación del proyecto, considerando adicionalmente el incremento debido al tráfico generado y desarrollado.

$$TPDA \text{ Asignado} = T.P.D.A \text{ Actual} + Tg + Td \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Donde,

$T.P.D.A \text{ Actual}$: Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Tg : Tráfico Generado

Td : Tráfico Desarrollado

Tabla 19

Tráfico Promedio Diario Anual Actual (TPDA Actual) vía pública

Vehículos pesados

	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	VZS	Total
TPDA actual	13	5	0	7	6	4	2	4	41
Tráfico Generado	3	1	0	2	2	1	1	1	10
Tráfico Desarrollado	1	0	0	0	0	0	0	0	2
TPDA asignado	17	7	0	9	8	6	3	5	54

3.1.1.1.8 Tráfico Proyectado (T_p)

Es el volumen estimado de vehículos que transitará por la vía en un año futuro determinado dentro del periodo de diseño. Para el cálculo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$T_p = TPDA \text{ Asignado} * (1 + i)^n \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Donde,

T_p : Tráfico Proyectado

$TPDA \text{ Asignado}$: Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) Asignado

i : Tasa de crecimiento del tráfico

n : Período de proyección, expresado en años

Tabla 20

Tasa de crecimiento del tráfico (DIGECONTRUC, 2022b)

	Año	Livianos	Camiones
Tasa de Crecimiento	2022	4.53	3.84
	2023	4.33	3.59
	2024	4.15	3.47
	2025	3.99	3.35

2026	3.84	3.24
2027	3.69	3.14
2028	3.56	3.04
2029	3.44	2.95
2030	3.33	2.87
2031	3.22	2.79
2032	3.12	2.71
2033	3.02	2.64
2034	2.94	2.57
2035	2.85	2.51
2036	2.77	2.45
2037	2.70	2.39
2038	2.63	2.33
2039	2.56	2.28
2040	2.50	2.23
2041	2.43	2.18
2042	2.38	2.13
2043	2.32	2.08
2044	2.27	2.03
2045	2.22	1.97

Considerando un período de proyección de 20 años, se tiene;

Tabla 21

Tráfico Proyectado vía pública

	Vehículos pesados								Total
	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	VZS	
TPDA asignado	17	7	0	9	8	6	3	5	54
Tráfico Proyectado	28	11	0	14	13	9	4	8	86

3.1.1.1.9 Resumen del T.P.D.A

Tabla 22

Resumen TPDA vía pública

Días de Conteo	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	Vehículos pesados					Total
				2D	2DA	3A	V2DB	VZS	
Jueves	12	6	0	10	9	6	3	6	52
Viernes	7	3	0	2	2	2	1	2	19
Sábado	8	2	0	4	2	2	1	0	19
Domingo	15	3	0	3	4	1	0	1	27
Suma	42	14	0	19	17	11	5	9	117
TPD	11	4	0	5	4	3	1	2	29
%TPD	36	12	0	16	15	9	4	8	100
TPDS	10	4	0	5	5	3	2	3	32
%TPDS	32	12	0	17	15	10	5	9	100
TPDA actual	13	5	0	7	6	4	2	4	41
%TPDA actual	32	12	0	17	15	10	5	9	100
Tráfico Generado	3	1	0	2	2	1	1	1	10
Tráfico Desarrollado	1	0	0	0	0	0	0	0	2
TPDA asignado	17	7	0	9	8	6	3	5	54
%TPDA asignado	32	12	0	17	15	10	5	9	100
Tráfico Proyectado	28	11	0	14	13	9	4	8	86

Tabla 23*Proyección a 20 años vía pública*

Proyección a 20 años									
Años	n	Vehículos pesados							TPDA
		Livianos	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	V3A	
2022/2025	0	23	0	9	8	6	3	5	54
2026	4	27	0	10	9	6	3	6	62
2027	5	28	0	10	9	6	3	6	63
2028	6	29	0	11	10	7	3	6	65
2029	7	30	0	11	10	7	3	6	67
2030	8	31	0	11	10	7	3	6	68
2031	9	31	0	11	10	7	3	6	70
2032	10	32	0	12	10	7	3	7	71
2033	11	33	0	12	11	7	4	7	73
2034	12	33	0	12	11	7	4	7	74
2035	13	34	0	12	11	8	4	7	75
2036	14	34	0	12	11	8	4	7	77
2037	15	35	0	13	11	8	4	7	78
2038	16	36	0	13	12	8	4	7	79
2039	17	36	0	13	12	8	4	7	80
2040	18	37	0	13	12	8	4	7	81
2041	19	37	0	13	12	8	4	8	82
2042	20	38	0	14	12	8	4	8	83
2043	21	38	0	14	12	8	4	8	84
2044	22	39	0	14	12	9	4	8	85
2045	23	39	0	14	13	9	4	8	86

3.1.1.2 Vía Privada

Se considera el mismo procedimiento de análisis detallado previamente en la sección Vía Pública. De igual manera, se obtuvo el conteo y clasificación vehicular por medio de entrevistas con el cliente y moradores del sector, para posteriormente ser revisado por el experto técnico vial.

3.1.1.2.1 Tabla Resumen

Tabla 24

Resumen TPDA vía privada

Días de Conteo	Livianos	Motos Equivalentes	Autobuses	Vehículos pesados					Total
				2D	2DA	3A	V2DB	VZS	
Jueves	7	3	0	6	6	0	2	0	24
Viernes	4	2	0	1	1	0	0	0	8
Sábado	5	1	0	2	1	0	1	0	10
Domingo	10	2	0	2	2	0	0	0	16
Suma	26	8	0	11	10	0	3	0	58
TPD	7	2	0	3	3	0	1	0	15
%TPD	45	14	0	19	17	0	5	0	100
TPDS	6	2	0	3	3	0	1	0	15
%TPDS	40	15	0	20	19	0	6	0	100
TPDA actual	8	3	0	4	4	0	1	0	20
%TPDA actual	40	15	0	20	19	0	6	0	100
Tráfico Generado	2	1	0	1	1	0	0	0	5
Tráfico Desarrollado	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TPDA asignado	10	4	0	5	5	0	1	0	26
%TPDA asignado	40	15	0	20	19	0	6	0	100
Tráfico Proyectado	17	6	0	8	8	0	2	0	41

Tabla 25*Proyección a 20 años vía privada*

Proyección a 20 años									
Años	n	Camiones							TPDA
		Livianos	Autobuses	2D	2DA	3A	V2DB	V3A	
2022/2025	0	14	0	5	5	0	1	0	26
2026	4	16	0	6	6	0	2	0	30
2027	5	17	0	6	6	0	2	0	30
2028	6	17	0	6	6	0	2	0	31
2029	7	18	0	6	6	0	2	0	32
2030	8	18	0	7	6	0	2	0	33
2031	9	19	0	7	6	0	2	0	34
2032	10	19	0	7	6	0	2	0	34
2033	11	19	0	7	7	0	2	0	35
2034	12	20	0	7	7	0	2	0	36
2035	13	20	0	7	7	0	2	0	36
2036	14	21	0	7	7	0	2	0	37
2037	15	21	0	7	7	0	2	0	38
2038	16	21	0	8	7	0	2	0	38
2039	17	22	0	8	7	0	2	0	39
2040	18	22	0	8	7	0	2	0	39
2041	19	22	0	8	7	0	2	0	40
2042	20	22	0	8	8	0	2	0	40
2043	21	23	0	8	8	0	2	0	41
2044	22	23	0	8	8	0	2	0	41
2045	23	23	0	8	8	0	2	0	41

3.1.2 *Clasificación de la vía de acuerdo al tráfico*

De acuerdo con la proyección del tráfico estimada para un horizonte de 20 años; contando desde el año 2025 hasta el 2045; la futura carretera se clasificaría conforme a los criterios establecidos por el MTOP (2003), como se indica a continuación;

Figura 18*Clasificación de Carreteras en función del Tráfico Proyectado*

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA *
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100
* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.	

Nota: La tabla fue obtenida del MTOP (2003)

Por medio de la Figura 18, la vía a diseñar tanto para la parte pública como privada es una carretera clase V, por cuanto su TPDA es menor a 100 vehículos proyectados.

Figura 19

Valores de diseño recomendados



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾																	
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA														
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M												
	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾												
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾												
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾												
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25												
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110												
Peralte	MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																							
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																										
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2												
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3												
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14												
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																																									
Ancho de pavimento (m)	7,3						7,3						7,0						6,70						6,00						6,00						4,00 ⁽⁵⁾					
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpetas Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado																	
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---																	
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---																	
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																									
Puentes	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																																									
	SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																																									
	0,50 m mínimo a cada lado																																									
	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																									
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																										

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

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

Nota: La tabla fue obtenida del MTOP (2003)

De acuerdo con la **Figura 19**, se tiene la siguiente tabla de resumen;

Tabla 26

Clasificación de la vía a diseñar

	Pública	Privada
T.P.D.A (Proyectado a 20 años)	84	41
Clasificación de la vía	Clase V	Clase V
Terreno	Ondulado	Montañoso
Velocidad de diseño (km/h)	35	25
Ancho de pavimento (m)	4	4
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	30	20
Gradiente longitudinal máxima (%)	8	14
Gradiente longitudinal mínima (%)	0,5	0,5
Gradiente transversal para pavimento (%)	4	4

Nota: Se consideran los valores de las Normas Absolutas porque se considera el trazado actual de la vía para el diseño

3.1.3 Carga Equivalente de Eje Simple (ESAL)

Para el dimensionamiento del pavimento se requiere expresar el tránsito proyectado como ejes equivalentes simples de 8 Ton, esta magnitud se refiere al daño acumulado producido por las configuraciones y cargas de ejes durante el periodo de diseño de 10 años.

Para calcular el ESAL, primero se determina el factor camión a partir del factor de equivalencia de cargas (LEF). El LEF se define como la razón entre la pérdida de serviciabilidad causada por la carga real de un tipo de eje y la pérdida producida por el eje estándar de 8 Ton, se obtiene mediante la ley de la cuarta potencia **Figura 20**.

3.1.3.1 Vía Pública

3.1.3.1.1 Factor camión

Tabla 27

Configuración de ejes de vehículos de vía pública

VEHÍCULOS		CONFIGURACIÓN	
2D	9	Sencillo	Sencillo
2DA	8	Sencillo	Dual
3A	6	Sencillo	Tándem
V2DB	3	Sencillo	Dual
V3A	5	Sencillo	Tándem
Total	31		

Figura 20

Relación de Cargas por Eje para Determinar Ejes Equivalentes

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Tabla 28

Cálculo del Factor Camión

Tipo de Eje	Cantidad	% de Ejes con respecto al TPDA	Peso [Ton]	EE 4ta Potencia	LEF
Sencillo	40	1.290	7	1.265	1.633
Dual	11	0.355	11	3.238	1.149
Tándem	11	0.355	20	3.078	1.092
				FC	3.874

3.1.3.1.2 ESAL

Se utiliza la siguiente expresión para la obtención del valor del ESAL, obtenida de la guía AASHTO 1993.

$$ESAL = TPDA * \%CP * GF * DD * LD * FC * 365 \quad (\text{Ec. 3.9})$$

Donde,

TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual

%CP: Porcentaje de Camiones pesados

GF: Factor de crecimiento

DD: Factor de Distribución Direccional para camiones

LD: Factor de Distribución por carril para camiones

TF: Factor camiones

$$GF: \frac{[(1+g)^n - 1]}{g}$$

g: Promedio de la tasa de crecimiento anual vehicular

Para el caso de estudio, el TPDA da como resultado un valor de 54 vehículos promedio diario anual,

$$TPDA = 54 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

El porcentaje de camiones pesados resulta del cociente entre el n\u00famero de veh\u00edculos pesados (31 veh\u00edculos) y el TPDA que se obtuvo del estudio, dando como resultado,

$$\%CP = \frac{31}{54} * 100$$

$$\%CP = 57.4\%$$

Por otro lado, el factor de crecimiento (GF) se obtiene utilizando la siguiente expresi\u00f3n,

$$GF: \frac{[(1 + g)^n - 1]}{g} \quad (\text{Ec. 3.10})$$

El valor *n* est\u00e1 representado por el n\u00famero de a\u00f1os para el que se va a dise\u00f1ar la v\u00eda (10 a\u00f1os). El valor de *g* resulta del promedio de la tasa de crecimiento vehicular.

$$g = \frac{\text{tasa de crecimiento livianos} + \text{tasa de crecimiento camiones}}{2} \quad (\text{Ec. 3.11})$$

$$g = \frac{2.85\% + 2.51\%}{2} = 2.68\%$$

Una vez conocido estos valores, se procede a calcular GF, con la expresión descrita anteriormente, dando como resultado,

$$GF = \frac{[(1 + 0,0268)^{10} - 1]}{0,0268}$$

$$GF = 11,296$$

En lo que concierne al factor D_D , generalmente se adopta un valor de 0,50 para la mayoría de las carreteras. Por lo tanto,

$$D_D = 0,50$$

Para conocer el factor de distribución por carril para camiones (LD), se utiliza la tabla provista en el capítulo 2.1.2 de la AASHTO 1993.

Figura 21

Tabla de factor de distribución por carril para camiones (LD)

Number of Lanes in Each Direction	Percent of 18-kip ESAL in Design Lane
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

En base a esto, se define el valor de LD como,

$$LD = 1$$

El valor del factor camión se toma de la Tabla 12 en la sección 3.1.2.1.1. Por tanto,

$$FC = 3,874$$

Finalmente, conocidos estos valores, se procede a calcular el valor del ESAL siguiendo la expresión antes descrita, dando como resultado,

$$ESAL = 54 \cdot 57\% \cdot 11,296 \cdot 0,50 \cdot 1 \cdot 3,874 \cdot 365$$

$$ESAL = 2,48 \times 10^5$$

3.1.3.1.3 Resumen de Resultados

Tabla 29

ESAL Vía Pública

TPDA	54
%CP	57%
GF	11,30
DD	0,5
LD	1
FC	3,874
g	2,68%
Años	10
ESAL	2,48E+05

3.1.3.2 Vía Privada

3.1.3.2.1 Resumen de Resultados

En base al procedimiento descrito en la sección 3.1.2.1, se presentan los resultados obtenidos del análisis en la siguiente tabla.

Tabla 30

ESAL Vía Privada

TPDA	26
%CP	42%
GF	11,30

DD	0,5
LD	1
FC	3,607
g	2,68%
Años	10
ESAL	8,18E+04

3.2 Diseño definitivo

3.2.1 *Diseño de la estructura de pavimento*

3.2.1.1 Metodología de diseño y generalidades

El pavimento propuesto se compone de una capa de rodadura de empedrado, una base tipo I A estabilizada con cemento y una subrasante mejorada con geoceldas. De acuerdo con el Manual Andino para la Construcción y Mantenimiento de Empedrado, se clasifica al empedrado como un pavimento flexible, ya que se adapta a las deformaciones de la subrasante. Sin embargo, técnicamente no hay ningún método que pueda aplicarse para el diseño del mismo.

Frente a esta limitación, diversos autores han realizado aproximaciones empíricas destacando el método de William Mills, el cual ha sido empleado en proyectos para el mejoramiento de caminos rurales en Guatemala (MUNICIPALIDAD DE TACANA, 2023). Dado que el proyecto comparte características similares se optó por adaptar el diseño a esta metodología complementándola con la AASHTO 1993.

3.2.1.2 Parámetros iniciales del diseño

3.2.1.2.1 *Periodo de diseño y ESAL*

Para ambas estructuras de pavimento tanto para la vía pública y privada, se adaptó un periodo de diseño de 10 años. Como se detalló en la sección previa, el tránsito acumulado el cual se expresa mediante la carga de ejes equivalentes de 8,2 Ton (ESAL) son los siguientes;

Tabla 31*Ejes equivalentes empleados para el diseño*

ESAL [Ton]	
Vía Pública	2,48E+05
Vía Privada	8,18E+04

Nota: Datos obtenidos a través de la **Tabla 29** y **Tabla 30**.

3.2.1.2.2 Porcentaje de Confiabilidad y Desviación estándar

De acuerdo a la guía AASHTO 1993 el porcentaje de confiabilidad es un mecanismo para incorporar un grado de certidumbre en el proceso de diseño, el cual asegurara que el pavimento alcance el periodo de análisis previsto.

Figura 22*Valores recomendados de porcentajes de confianza*

Table 2.2. Suggested Levels of Reliability for Various Functional Classifications

Functional Classification	Recommended Level of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85-99	90-99
Principal Arterials	80-99	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50- 80

NOTE: Results based on a survey of the AASHTO Pavement Design Task Force

Nota: Tabla 2.2 obtenida de la Capítulo 2 pág. II – 9 de AASHTO (1993a)

La vía se clasifica funcionalmente como local rural; siguiendo las recomendaciones de la Tabla 2.2, se adopta un nivel de confiabilidad (R) del 80 % para el diseño del pavimento.

Figura 23

Valores de desviación estándar considerados para pavimentos flexibles y rígidos

Condición de diseño	Desvío Estándar
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito	0.34 pav. Rígidos 0.44 pav. Flexibles
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito	0.39 pav. Rígidos 0.49 pav. Flexibles

Nota: Tabla 6.3 obtenida de la traducción del manual AASHTO 1993 por el IBCH

La desviación estándar (S_o) cuantifica la variabilidad de la predicción de tránsito y desempeño del pavimento, conforme a la guía manual del Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón (IBCH). Con base en la **Figura 23** de la guía, se adopta un S_o de 0.49 para pavimentos flexibles cuando existe incertidumbre adicional en la estimación del tránsito.

Este valor se justifica, ya que el conteo vehicular se realizó de forma manual y complemento con entrevistas a los habitantes del sector, métodos que aumentan la dispersión de los datos y, por ende, la necesidad de un coeficiente de variabilidad más alto.

3.2.1.2.3 Serviciabilidad inicial, final y perdida de PSI

Según los resultados del AASHO road test, el índice de serviciabilidad inicial (P_o) para pavimentos flexibles es de 4,2. La guía AASHTO 1993 indica que la serviciabilidad final (P_t) puede ajustarse en función de la categoría funcional y las restricciones económicas del proyecto. Al tratarse de una vía local rural, se adopta un P_t igual a 2,0. La pérdida de serviciabilidad (ΔPSI), parámetro clave en la ecuación de diseño AASHTO para pavimentos flexibles, se calcula como mediante la siguiente expresión;

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (\text{Ec. 3.12})$$

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

3.2.1.2.4 Resumen de Parámetros iniciales del diseño

A continuación, se presentan los parámetros de partida que se emplearan en ambos diseños de la estructura de pavimento, tanto para la vía pública como privada.

Tabla 32

Resumen de Parámetros iniciales del diseño

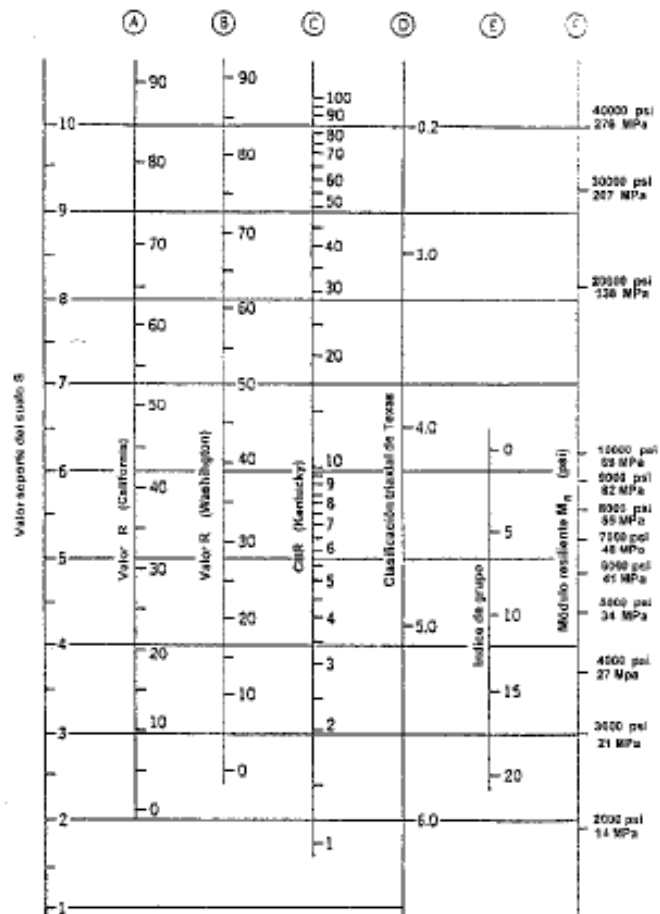
Parámetros iniciales del diseño	
Periodo de diseño [años]	10
R	80%
So	0,49
Po	4.2
Pt	2
ΔPSI	2,2

Nota: Datos obtenidos de la guía de diseño de pavimentos del Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón (IBCH) y AASHTO 1993.

3.2.1.3 Parámetros de los materiales de construcción

3.2.1.3.1 Subrasante

Según el estudio geotécnico facilitado por la Prefectura del Guayas, el suelo natural de la subrasante presenta un CBR promedio del 4%. Este valor es utilizado para estimar el módulo resiliente (M_r) mediante la correlación mostrada en la **Figura 24**, obteniendo un M_r aproximado de 32 [Mpa].

Figura 24*Correlaciones con el módulo resiliente**Figura 4.23. Correlaciones con el módulo resiliente*

Nota: Grafica obtenida del manual de diseño de pavimentos (Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón (IBCH), 2010).

3.2.1.3.2 Subbase

Para efectos de diseño, la subrasante confinada con geoceldas se considerará como subbase, antes de ajustar los espesores con el método correspondiente para su empleo. El material utilizado para el diseño debe cumplir los lineamientos de la norma MOP-001F-2022, la cual establece que una subbase clase 1 debe presentar un CBR mayor o igual al 30%.

Figura 25

Modulo resiliente y coeficiente a_3 para la subbase

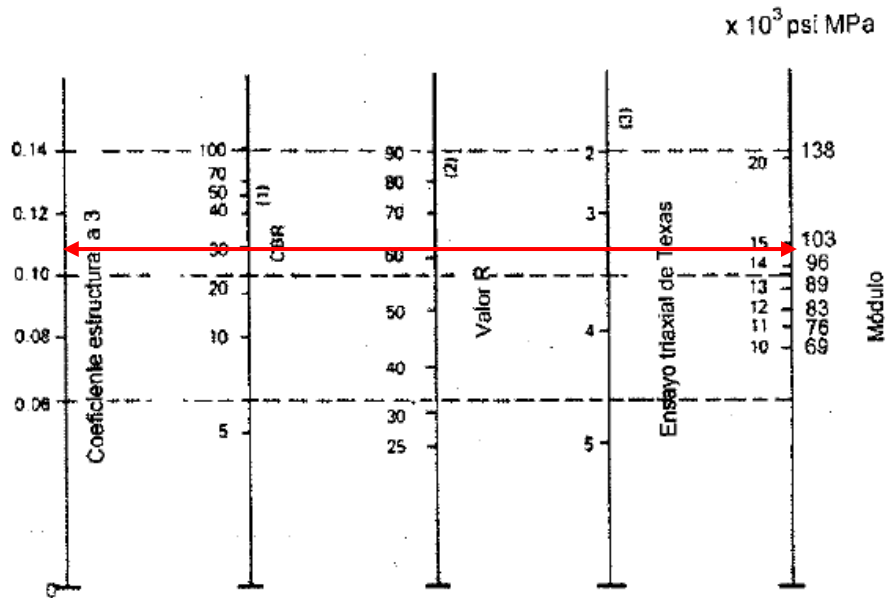


Figura 5.18 Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.

Nota: Grafica obtenida del manual de IBCH.

De acuerdo con la **Figura 25** los datos necesarios para la subbase son los siguientes;

Tabla 33

Datos necesarios para el diseño de la subbase

Datos Subbase	
Mr [Mpa]	103
Mr [psi]	14928
Coeficiente estructural a_3	0,11

Nota: Datos obtenidos del manual del IBCH.

3.2.1.3.3 Base estabilizada con cemento

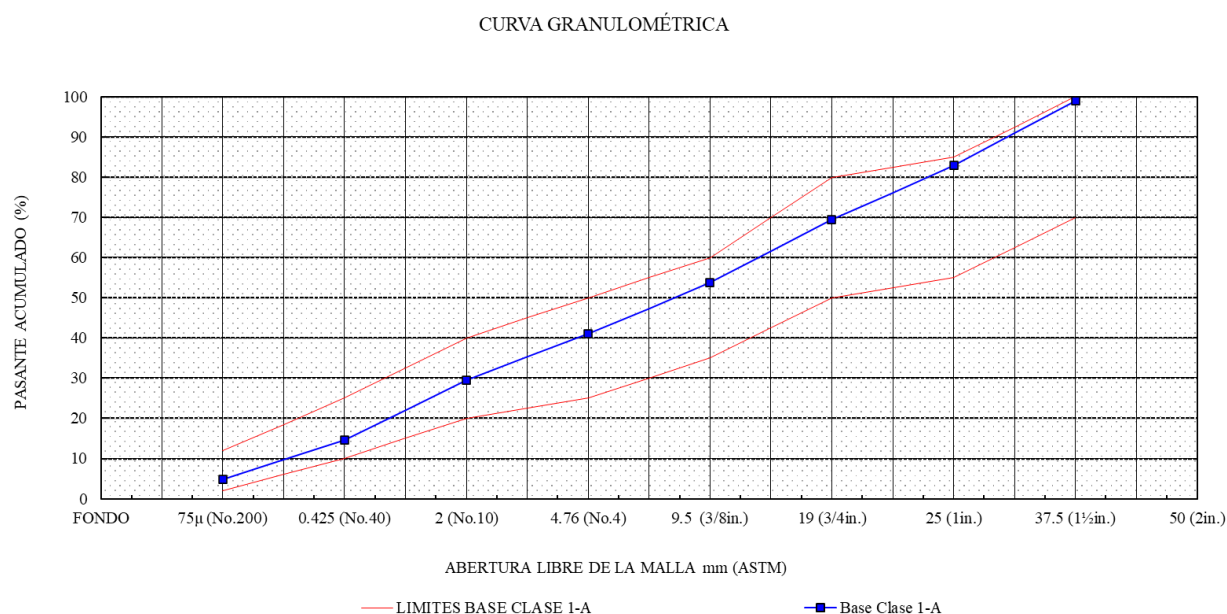
El diseño de la base estabilizada con cemento considera una Base Clase I - A, cumpliendo con las limitaciones establecidas por el MOP 2002. El análisis granulométrico se propone conforme a las normas ASTM D1140 y ASTM C13, presentado en la **Tabla 34**. La dosificación se definió para alcanzar una resistencia a la compresión simple a 7 días de 25 kg/cm².

Tabla 34

Análisis Granulométrico ASTM-D1140/ASTMC-136

TAMIZ		Retenido Parcial	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Pasante Acumulado	Mínimo	Máximo
mm	ASTM	(g)	%	%	%	%	%
50,88 mm	2 in.	0,0	0	0	100	-	100
38,1 mm	1 1/2 in.	62,0	1	1	99	70	100
25,4 mm	1 in.	1005,0	16	17	83	55	85
19,0 mm	3/4 in.	842,0	13	31	69	50	80
9,5 mm	3/8 in.	981,0	16	46	54	35	60
4,76 mm	No. 4	789,0	13	59	41	25	50
2,00 mm	No. 10	718,0	12	70	30	20	40
0,425 mm	No. 40	930,0	15	85	15	10	25
0,075 mm	No. 200	611,0	10	95	5	2	12

Nota: Datos facilitados por empresa privada comparados con los % mínimo y máximo de una Base Clase I-A del MOP (2002b)

Figura 26*Curva Granulométrica de Base Clase 1-A*

Nota: Los datos corresponden a los de la **Tabla 34**

Análisis Granulométrico ASTM-D1140/ASTMC-136 **Tabla 34**

La dosificación considera la granulometría y los resultados del ensayo Proctor modificado, con una densidad seca máxima de 1 892 kg/m³. Los agregados en condición de saturado superficialmente seco (SSS) y contenido de cemento base vial del 4 %. Para la ejecución en obra se recomienda disponer de agua a fin de efectuar el curado y el sellado superficial.

Tabla 35

Dosificación de Base estabilizada F'c 25 kg/cm² a 7 días

Descripción	Cemento MH [kg]	Base Clase 1 [kg]	Agua [l]
Densidad kg/m ³	2990	2611	1000
Pasante Tamiz No. 8	100%	3%	100%
Pasante Tamiz No. 50	100%	1%	

Base Estabilizada- Cantera**Caputi: $F'c$ 25 kg/cm² - 7 días**

75,24

1835

171,92

Nota: Datos facilitados por empresa privada

De acuerdo con los ensayos consultados, la base estabilizada con cemento, preparada con la dosificación indicada en la Tabla 36, alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 49,32 Kg/cm², valor que se utiliza para ingresar a la Figura 27.

Tabla 36*Pruebas de Laboratorio consultadas de base estabilizada con cemento $f'c$ 25 kg/cm²*

NÚCLEO	Edad (días)	Peso (kg)	Densidad Humedad de los Especímenes (kg/m ³)	Diámetro Promedio mm	Altura Promedio		Carga	Resist.	Promedio
					Sin capping mm	Con capping mm			
Nº							kN	Kg/cm ²	Kg/cm ²
1	7	11,050	2,043	151	302	303	86,1	49,06	49,32
2		11,150	2,062	151	302	303	87,1	49,58	

Nota: Datos facilitados por empresa privada

Figura 27

Parámetros de variación para una base estabilizada con cemento

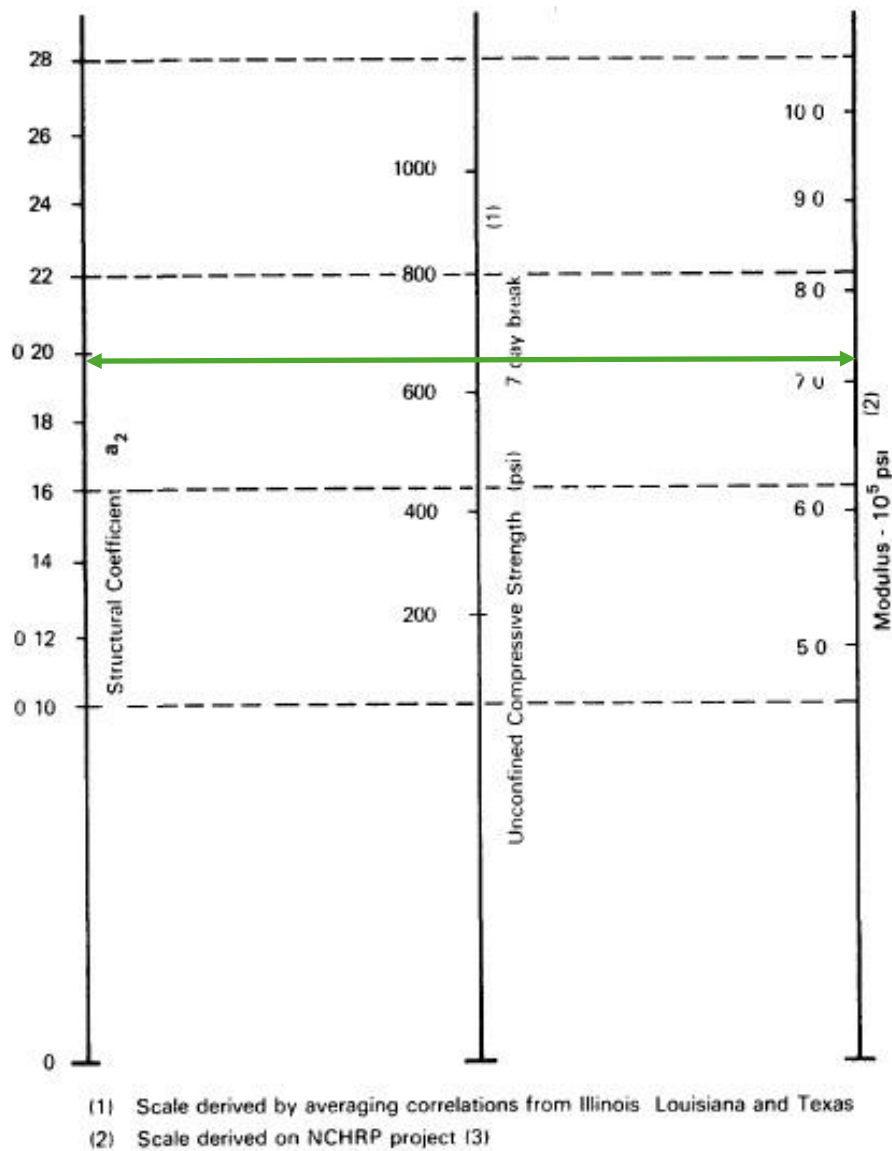


Figure 2.8. Variation in a for Cement-Treated Bases with Base Strength Parameter (3)

Nota: Grafica obtenida de la guía AASHTO 1993.

En base en la **Figura 27** se obtienen los parámetros necesarios para determinar el espesor de la capa de base, los cuales se presentan a continuación;

Tabla 37

Resumen de datos Base Clase I-A estabilizada con cemento

Datos Base estabilizada con cemento	
F'c [Mpa]	4,83
F'c [psi]	700
Mr [Mpa]	517,5
Mr [psi]	75000
Coefficiente estructural a2	0,21

Nota: Datos obtenidos mediante la guía AASHTO 1993 (Figura 2.8)

3.2.1.3.4 Capa de rodadura (Empedrado)

Según Argüello & Martínez , las propiedades físicas y mecánicas del material de empedrado son las siguientes;

Tabla 38

Características del material de empedrado

Características requeridas	
Pérdida por abrasión en máquina de los Ángeles (500 revoluciones)	< 40%
Pérdida de peso mediante ensayo de durabilidad luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio	< 12%
Densidad mínima	2.3 gr/cm ³
Diámetro mínimo para empedrado	8 cm
Diámetro máximo para empedrado	12 cm

Nota: Cuadro N° 1 del Manual andino para la construcción y mantenimiento de empedrados (Argüello & Martínez, 2004).

Con base en lo anterior, se aplicó la metodología adoptada en el proyecto de mejoramiento del camino rural en San Marcos, Tacana (MUNICIPALIDAD DE TACANA, 2023), la cual determina el espesor óptimo del pavimento para este tipo de material mediante fórmulas empíricas.

$$a = D_{prom} + 3 = D_{max} + 1 \quad (\text{Ec. 3.13})$$

$$E = a + \left(\frac{D_{prom}}{4} \right) \quad (\text{Ec. 3.14})$$

Donde;

D_{prom} = Espesor promedio de las piedras [cm]

D_{max} = Espesor máximo de las piedras [cm]

a = Espesor de la capa de asiento [cm]

E = Espesor del empedrado en [cm]

Tomando en cuenta lo anterior y según la Tabla 38, el material colado tendrá un diámetro promedio de 10 cm y el diámetro máximo de 12 cm. Al aplicar las fórmulas indicadas, se obtiene el espesor de la capa de pavimento;

$$a = 12 + 1 = 13 \text{ cm}$$

$$E = 13 + \left(\frac{10}{4} \right) = 15.5 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el espesor del material de colocado tendrá un valor de 12 cm y la capa de asiento un espesor de 3 cm.

3.2.1.4 Diseño de espesores de la capa de pavimento flexible

La guía de diseño de estructuras de pavimento de la AASHTO (1993b), proporciona un método iterativo se fundamenta en los resultados del AASHO Road Test realizado entre el año 1958 y 1960. La ecuación utilizada para dimensionar pavimentos flexibles es la siguiente;

$$\log W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{8.19}}} + 2.3 \log M_R - 8.07 \quad (\text{Ec. 3.15})$$

Donde;

W_{18} = Numero de ejes equivalentes simples (ESAL) [Ton].

S_o = Desviación estándar de las variables.

SN = Número estructural.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

M_R = Módulo resiliente de la subrasante [psi].

Z_R = Desviación normal estándar

3.2.1.4.1 *Análisis de espesores de pavimento*

La estructura de un pavimento flexible actúa como un sistema estratigráfico; por ello, debe dimensionarse conforme a los principios ilustrados en la Figura 28. En primer lugar, se calcula el número estructural requerido sobre la subrasante, y de manera análoga, se determina el número estructural para las capas de subbase y base. El procedimiento consiste en comparar las diferencias entre los números estructurales obtenidos para definir los espesores de cada capa.

$$SN = a * m * D \quad (\text{Ec. 3.16})$$

Donde;

m = Factor de drenaje de la capa.

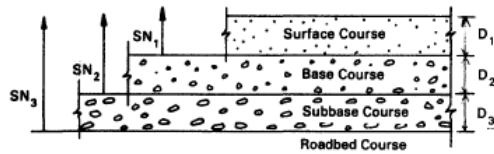
a = coeficiente estructural de la capa.

D = Espesor de la capa [pulg].

SN = número estructural [pulg]

Figura 28

Procedimiento para obtener los espesores de una estructura de pavimento flexible



$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

Nota: Figura 3.2 de la guía AASHTO 1993.

3.2.1.4.2 Número Estructural (SN)

Para conocer el número estructural requerido del pavimento, se utilizó el programa basado en la ecuación AASHTO 93. Empleando los parámetros obtenidos en los capítulos 3.2.1.2 y 3.2.1.3.

Figura 29

Resultado de números estructurales obtenidos para el diseño de pavimento de la vía pública

SN REQUERIDO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO VÍA PÚBLICA	SN REQUERIDO PARA LA CAPA DE RODADURA (EMPEDRADO)																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Datos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Periodo de Diseño [años]</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>W18</td> <td>2,48E+05</td> </tr> <tr> <td>So</td> <td>0,49</td> </tr> <tr> <td>% Confiabilidad</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>Zr</td> <td>0,841</td> </tr> <tr> <td>PSI inicial</td> <td>4,2</td> </tr> <tr> <td>PSI final</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Δ PSI</td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mr [psi]</td> </tr> <tr> <td>Empedrado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Base estabilizada con cemento</td> <td>75000</td> </tr> <tr> <td>Subbase</td> <td>22609</td> </tr> </tbody> </table>	Datos		Periodo de Diseño [años]	10	W18	2,48E+05	So	0,49	% Confiabilidad	80%	Zr	0,841	PSI inicial	4,2	PSI final	2	Δ PSI	2,2	Mr [psi]		Empedrado		Base estabilizada con cemento	75000	Subbase	22609	
Datos																											
Periodo de Diseño [años]	10																										
W18	2,48E+05																										
So	0,49																										
% Confiabilidad	80%																										
Zr	0,841																										
PSI inicial	4,2																										
PSI final	2																										
Δ PSI	2,2																										
Mr [psi]																											
Empedrado																											
Base estabilizada con cemento	75000																										
Subbase	22609																										

Nota: Valores de SN obtenidos mediante programa AASHTO 93, los cuales se utilizarán en la sección posterior.

Tabla 39

Resultados de SN requeridos para estructura de pavimento de la vía pública

Capa	SN Requerido [pulg]
Empedrado	0,98
Base estabilizada con cemento	0,99
Subbase	1,04

SN requerido**3,01**

Nota: Datos obtenidos mediante el programa AASHTO 1993

Figura 30

Resultado de números estructurales obtenidos para el diseño de pavimento de la vía privada

SN REQUERIDO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO VÍA PÚBLICA	SN REQUERIDO PARA LA CAPA DE RODADURA (EMPEDRADO)																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Datos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Periodo de Diseño [años]</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>W18</td> <td>8,18E+04</td> </tr> <tr> <td>So</td> <td>0,49</td> </tr> <tr> <td>% Confiabilidad</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>Zr</td> <td>0,841</td> </tr> <tr> <td>PSI inicial</td> <td>4,2</td> </tr> <tr> <td>PSI final</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Δ PSI</td> <td>2,2</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mr [psi]</td> </tr> <tr> <td>Empedrado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Base estabilizada con cemento</td> <td>75000</td> </tr> <tr> <td>Subbase</td> <td>22609</td> </tr> </tbody> </table>	Datos		Periodo de Diseño [años]	10	W18	8,18E+04	So	0,49	% Confiabilidad	80%	Zr	0,841	PSI inicial	4,2	PSI final	2	Δ PSI	2,2	Mr [psi]		Empedrado		Base estabilizada con cemento	75000	Subbase	22609	
Datos																											
Periodo de Diseño [años]	10																										
W18	8,18E+04																										
So	0,49																										
% Confiabilidad	80%																										
Zr	0,841																										
PSI inicial	4,2																										
PSI final	2																										
Δ PSI	2,2																										
Mr [psi]																											
Empedrado																											
Base estabilizada con cemento	75000																										
Subbase	22609																										

Nota: Valores de SN obtenidos mediante programa AASHTO 93, mismos que serán utilizados en las secciones posteriores.

Tabla 40

Resultados de SN requeridos para estructura de pavimento de la vía privada

Capa	SN Requerido [pulg]
Empedrado	0,76

Base estabilizada con cemento	0,87
Subbase	0,91
SN requerido	2,54

Nota: Valores obtenidos del programa AASHTO 93.

3.2.1.4.3 Coeficientes estructurales (a) y drenaje (m)

En una estructura de pavimento, un drenaje apropiado aumenta la capacidad portante de la subrasante, esto mejora la calidad de la vía y permite reducir los espesores de la capa de pavimento. De acuerdo, con la **Figura 31** el coeficiente de drenaje para el diseño de la vía tiene un valor de 0,8 para la base y subbase, ya que se consideró una calidad de drenaje regular con un 25% de exposición del pavimento a niveles de humedad próximos a la saturación.

Figura 31

Coeficiente de drenaje para pavimentos flexibles

Tabla 7.2. Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Nota: Tabla 7.2 de la del Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón (IBCH) (2010)

Los coeficientes estructurales utilizados para los cálculos de la estructura de pavimento se mencionan en la sección 3.2.1.3.

3.2.1.4.4 Espesores de la estructura de pavimento

Considerando los parámetros mencionados anteriormente. A continuación, se presenta el cálculo de los espesores;

Figura 32

Cálculo de los espesores del pavimento flexible vía publica

CÁLCULO DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA VÍA PÚBLICA "RECINTO SAN JOAQUÍN" [NORMAS AASHTO 1993]						
Datos						
Periodo de Diseño [años]	10					
W18	2.48E+05					
So	0.49					
% Confiabilidad	80%					
Zr	0.841					
Pi	4.2					
Pt	2					
Δ PSI	2.2					
Mr Subrasante [Psi]	4638					
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REQUERIDA						
Descripción	Mr	Coefficiente	Factor de drenaje	SN Requerido	Espesor Requerido	
	[psi]	(a _f)	(m _f)	[pulg]	[pulg]	[cm]
Empedrado	-	0.07	1.00	0.98	6	14
Base estabilizada con cemento	75000	0.21	0.80	0.99	6	15
Suelo estabilizado con geocelda	14928	0.11	0.80	1.04	12	30
SN requerido: 3.01 [pulg] Espesor Requerido: 23 [pulg]						
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PROPUESTA			SN propuesto: 3.64 [pulg]		Espesor Propuesto: 29 [pulg]	
Descripción	Coefficiente	Factor de drenaje	Espesor de Diseño		SN Efectivo	Verificación
	(a _f)	(m _f)	[pulg]	[cm]	[pulg]	
Empedrado	0.07	1.00	6	15	0.42	$**\log W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-4.5}}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{0.19}}} + 2.3 \log M_R - 8.07$ $\log W_{18} \quad 5,394 \quad < \quad **\log W_{18} \quad 6,593$ $\therefore \text{Cumple}$
Base estabilizada con cemento	0.21	0.80	7	18	1.49	
Suelo estabilizado con geocelda	0.11	0.80	16	40	1.73	

Nota: Cálculos utilizando las fórmulas de la guía AASHTO 1993.

Figura 33

Cálculo de los espesores del pavimento flexible vía privada

CÁLCULO DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA VIA PRIVADA "RECINTO SAN JOAQUÍN" [NORMAS AASHTO 1993]						
Datos						
Periodo de Diseño [años]	10					
W18	8.18E+04					
So	0.49					
% Confiabilidad	80%					
Zr	0.841					
Pi	4.2					
Pt	2					
Δ PSI	2.2					
Mr Subrasante [Psi]	4638					
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REQUERIDA						
Descripción	Mr	Coefficiente	Factor de drenaje	SN Requerido	Espesor Requerido	
	[psi]	(a _f)	(m _f)	[pulg]	[pulg]	[cm]
Empedrado	-	0.05	1.00	0.76	6	15.00
Base estabilizada con cemento	75000	0.21	0.80	0.87	5	13.15
Suelo estabilizado con geocelda	14928	0.11	0.80	0.91	10	26.27
SN requerido: 2.54 [pulg] Espesor Requerido: 27 [pulg]						
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PROPUESTA						
SN propuesto: 2.62 [pulg]			Espesor Propuesto: 22 [pulg]			
Descripción	Coefficiente	Factor de drenaje	Espesor de Diseño		SN Efectivo	Verificación
	(a _f)	(m _f)	[pulg]	[cm]	[pulg]	
Empedrado	0.07	1.00	6	15	0.30	$**\log W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-4.5}}{0.4 + \frac{1.094}{(SN+1)^{0.19}}} + 2.3 \log M_R - 8.07$ $\log W_{18} \quad 4,913 \quad < \quad **\log W_{18} \quad 5,597$ $\therefore \text{Cumple}$
Base estabilizada con cemento	0.21	0.80	6	15	1.24	
Suelo estabilizado con geocelda	0.11	0.80	10	25	1.08	

Nota: Cálculos realizados empleando las fórmulas de la guía AASHTO 1993.

3.2.2 Optimización del diseño de pavimento utilizando geoceldas

Una vez definidos los espesores del diseño base (sin geoceldas), se procede a la optimización incorporando el refuerzo con geoceldas sobre la subrasante. Para seguir un criterio más conservador se adoptan los espesores calculados para la vía pública, siendo este el escenario más crítico. En consecuencia, el diseño optimizado con geoceldas será igual para la vía pública y la vía privada.

Para optimizar los espesores del pavimento, se aplica la metodología propuesta por Avesani Neto & Garcia (2020). Indica que las geoceldas confinan el material granular lo cual aumenta su rigidez expresada como módulo de elasticidad (E) o, en términos de pavimentos, módulo resiliente (M_r) y, por ende, mejorando la relación esfuerzo deformación. Este incremento de rigidez reduce las deformaciones permanentes en la subrasante y prolonga la vida útil de la estructura. En la práctica, el efecto del refuerzo se incorpora mediante un módulo efectivo de la subrasante mejorada, que se utiliza para repetir el cálculo AASHTO 1993 y ajustar los espesores de las capas, manteniendo las condiciones de confiabilidad y serviciabilidad del diseño base.

Para obtener el MIF (Factor de incremento del módulo) se calcula comparando el módulo de elasticidad del suelo reforzado con el correspondiente módulo del suelo sin refuerzo, teniendo como resultado la siguiente expresión;

$$MIF = \left(\frac{K_r}{K_{aa}} \right)^n + \frac{0,5}{\beta_2 k_u/k} \left(\frac{1}{K_{aa}} \right)^n \quad (\text{Ec. 3.17})$$

Donde;

K_r = Coeficiente de presión de tierra lateral residual.

K_{aa} = Coeficiente de presión de tierra lateral activo equivalente.

n = Exponente de módulo de Duncan.

β_2 = índice de extensibilidad relativo en descarga.

k_u/k = Módulo de descarga de Duncan.

El análisis supone que las deformaciones del suelo y del refuerzo con geoceldas son compatibles entre sí; para representarlas se emplea una versión modificada del modelo elástico no lineal de tipo hiperbólico desarrollado por (DUNCAN J, 1980).

Figura 34

Parámetros del Modelo Duncan

Datos según modelo Duncan	
Rf	0,80
n	0,40
ku/k	1,20
k	600
kr	1,00

Nota: Datos obtenidos del modelo DUNCAN J (1980)

Para el relleno de las geoceldas se utilizará un material de mejoramiento, cuyas propiedades geotécnicas fueron proporcionadas por la Prefectura del Guayas en el informe elaborado para los proyectos de los puentes vehiculares.

Figura 35

Características del material de relleno de las geoceldas

Material de mejoramiento	
ϕ'	38
γ	18
c'	0

Nota: Valores obtenidos de los informes geotécnicos de los proyectos vehiculares Evia y las Flores.

Se seleccionó la geocelda modelo GCW 150-445 sus propiedades se detallan a continuación;

Figura 36

Dimensiones de la Geocelda GCW 150 - 445

DIMENSIONES	REFERENCIA	
	GCW - 356	GCW - 445
Altura (h) mm	125 150 200 250	150
Dimensiones de la Celda Abierta ($\pm 3\%$) (m) (x - y)	0.259 x 0.226	0.315 x 0.304
Distancia entre soldadura (b)mm	356	445
Dimensión Panel Extendido (m) (L x W) *	5.18 x 6.78	5.04 x 9.12
Área Sección Expandida (m ²)	35,12	45,96
Díámetro de perforaciones de la pared (mm)	10	10

Definir referencia
* Se pueden fabricar dimensiones especiales de acuerdo al proyecto.



Nota: Ficha técnica de Pavco Wavin

Figura 37

Propiedades de la Geocelda GCW 150 - 445

Geocelda	
h [m]	0.15
Espesor pared [m]	0.0015
Modulo elasticidad [kPa]	600000
Rigidez de la Geocelda J [kN/m]	900

Nota: Los datos fueron obtenidos mediante la ficha técnica de Pavco Wavin

Además, es necesario conocer las características el material que se colocará superior a las geoceldas, ya que sus propiedades condicionan la distribución de esfuerzos y el desempeño del pavimento.

Figura 38

Características de la Base

Capa Base	
γ [Kn/m ³]	18,55
h [m]	0,20

Nota: Datos obtenidos mediante granulometría de la Tabla 34

Tabla 41

Características de la Subbase

Capa Subbase	
γ [Kn/m ³]	18
h [m]	0,40

La influencia del MIF también depende del coeficiente de presión lateral activa equivalente (K_{aa})

$$K_{aa} = \frac{Ka}{(1 - Ka) \left(\frac{c'}{\sigma'_3 \cdot \tan \phi'} + 1 \right) \cdot \frac{1}{R_f} + Ka} \quad (\text{Ec. 3.18})$$

Donde,

Ka = coeficiente de fricción de tierra lateral activo

c' = Cohesión efectiva del material de lleno.

Φ' = Ángulo efectivo de fricción del suelo.

σ'_3 = Esfuerzo principal menor dentro de la abertura de la Geocelda.

Rf = Índice de falla (Duncan et al. 1980).

Se adopta $\sigma'_3 = 0$ para el relleno granular de las geoceldas. Esto equivale a despreciar el confinamiento lateral efectivo dentro de la celda; en consecuencia, el efecto de refuerzo estimado (MIF) resulta conservador.

$$ka = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (\text{Ec. 3.19})$$

Donde,

Φ : ángulo de fricción del suelo

Bajo condiciones de presión lateral en reposo, el coeficiente de Poisson se obtiene con la siguiente ecuación.

$$V_o = \frac{K_o}{1 + K_o} \quad (\text{Ec. 3.20})$$

$$Ko = 1 - \text{sen}(\varphi) \quad (\text{Ec. 3.21})$$

Donde,

Φ' = Ángulo efectivo de fricción del suelo.

Ko = Coeficiente de fricción lateral de tierras en reposo

Siguiendo la teoría de superficie de falla de Rankine, el factor portante del suelo se define de la siguiente manera;

$$N_\gamma = \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \left[\tan^4 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) - 1 \right] \quad (\text{Ec. 3.22})$$

Φ = Ángulo de fricción del material de relleno de geocelda

Con el propósito de disponer de datos típicos de Q y L , se realizó una revisión de los equipos usuales de compactación y se presentan en la Figura 39 los modelos más comunes. Para el diseño se consideró el equipo CS533E de Caterpillar.

Figura 39

Equipos convencionales de compactación

Equipo	Carga en el tambor de compactación (kg)	Ancho de compactación (mm)	Uso típico
CB24B	1296	1200	Ciclorutas y senderos peatonales
CB24B	3510	1676	Vías secundarias
CS533E	5760	2134	Vías principales y carreteras

Nota: Tabla 7.2 del Manual de PAVCO para el diseño de geoceldas.

Con el fin de determinar el máximo esfuerzo vertical debido a la compactación, se desprecia la influencia de las deformaciones horizontales y se asume una condición sin deformación lateral, teniendo la siguiente expresión;

$$\sigma'_{vc} = \frac{V_o(1 + Ka) \left[\left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{\gamma \cdot Q \cdot N_\gamma}{L} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}{K_o} \quad (\text{Ec. 3.23})$$

Donde,

σ'_{vc} = Máximo esfuerzo vertical debido a la compactación.

Q = Máxima fuerza vertical de operación del rollo del compactador [Kn].

L = Longitud del rollo del compactador [m].

γ = Peso unitario del suelo $\left[\frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} \right]$.

Ka = Coeficiente activo de presión de tierra.

V_o = Coeficiente de Poisson.

N_γ = Factor de capacidad de carga del suelo.

El modelo adoptado calcula la tensión vertical considerando el confinamiento por geoceldas y la contribución de las capas superiores, con la siguiente expresión;

$$\sigma_{vo} = \frac{h_{geocelda} \gamma}{2} + q \quad (\text{Ec. 3.24})$$

Donde;

γ = Peso unitario del suelo $\left[\frac{Kn}{m^3} \right]$

q = sobre carga $\gamma \cdot h$ de los materiales de la estructura de pavimento que se encuentran por encima de la geocelda $\left[\frac{Kn}{m^2} \right]$

$h_{geocelda}$ = altura de la geocelda [m]

Teniendo en cuenta lo anterior, se calcula la relación de sobre consolidación mediante la siguiente expresión;

$$OCR = \frac{\sigma_{vc}}{\sigma_{vo}} \quad (\text{Ec. 3.25})$$

Donde;

σ_{vo} = Esfuerzo vertical debido al refuerzo de las Geoceldas y las capas superiores del material de conformación de la estructura de pavimentos. [kPa]

σ_{vc} = Máximo esfuerzo vertical debido a la compactación.

Para determinar el índice de rigidez relativa del material reforzado con geoceldas (S_i), se asume un relleno granular y se consideran las propiedades del propio refuerzo como material y geometría de la geocelda. Se obtiene mediante la siguiente expresión;

$$S_i = \frac{2 J}{k P_a d_{eq}} \quad (\text{Ec. 3.26})$$

Donde;

d_{eq} = Abertura equivalente de la celda [m].

J = Rigidez del material de la Geocelda $\left[\frac{kN}{m}\right]$

k = Módulo de carga de Duncan.

P_a = Presión atmosférica [kPa].

Se obtiene la abertura equivalente de la celda con la siguiente expresión;

$$d_{eq} = \sqrt{\frac{4 A_{GCE}}{\pi}} \quad (\text{Ec. 3.27})$$

Donde;

A_{GCE} = Área de la abertura de la celda [m^2]

Tanto el índice de extensibilidad relativa bajo carga (β_1) como el índice bajo descarga (β_2) son parámetros que reflejan la relación entre el refuerzo y la rigidez del material de la geocelda. Por lo que, afecta directamente al valor del MIF. Se realiza mediante las ecuaciones que se presentan a continuación;

$$\beta_1 = \frac{1}{S_i} \left(\frac{\sigma_{vo} OCR}{P_a} \right)^n \quad (\text{Ec. 3.28})$$

Donde;

σ_{vo} = Esfuerzo vertical de peso propio [kPa].

S_i = Índice de rigidez relativa del material reforzado con Geocelda (adimensional).

OCR = Relación de sobreconsolidación.

P_a = Presión atmosférica [kPa].

n = Exponente de módulo de Duncan.

$$\beta_2 = \frac{\beta_1}{OCR^n} \quad (\text{Ec. 3.29})$$

Donde;

β_1 = Índice de extensibilidad relativo en condiciones de carga.

OCR = Relación de sobreconsolidación.

n = Exponente de módulo de Duncan.

Dadas las consideraciones anteriores, los valores del MIF tanto para la Subbase (Suelo estabilizado con geoceldas) y Subrasante son los siguientes;

Figura 40

MIF de la Subbase

Datos	
Ka	0,238
Kaa	0,200
Ko	0,384
vo	0,278
N_γ	34,182
σ'vc	81,058
q [Kn/m²]	3,339
σvo [kPa]	4,689
OCR	17,287
AGCE [mm²]	95760
deq [mm]	349,178
deq [m]	0,349
Pa [kPa]	96
Si	0,089
β1	10,443
β2	3,340
MIF	2,142

Tabla 42

MIF de la Subrasante

Datos

Ka	0,238
Kaa	0,200
Ko	0,384
vo	0,278
N_γ	34,182
σ'vc	81,058
q [Kn/m²]	7,200
σvo [kPa]	8,550
OCR	9,480
AGCE [mm²]	95760
deq [mm]	349,178
deq [m]	0,349
Pa [kPa]	96
Si	0,089
β1	10,443
β2	4,247
MIF	2,091

Al conocer el módulo de incremento (MIF) para las dos capas afectadas por la instalación de geoceldas. Para este diseño se actualizarán los módulos resilientes (Mr) de la Subbase (Suelo estabilizado con geoceldas) y Subrasante, ya que recibe una mejora indirecta debido al confinamiento de la subbase. Se obtienen los módulos utilizando la siguiente expresión;

$$M_{r(mod)} = E_{mod} = \frac{(H_1) (MIF)(E) + (H_2)(E)}{H} \quad (\text{Ec. 3.30})$$

Donde;

H_1 = Espesor de la zona totalmente confinada.

H_2 = Espesor de la zona no confinada.

E = Módulo de resiliencia del material de llenado.

H = Espesor total de la capa.

Tabla 43

Modulo Resiliente Modificado Capa de Subbase (Suelo Estabilizado con Geoceldas)

Subbase Reforzada con Geocelda	
H1 [cm]	17
E [kg/cm²]	1050,31
H2 [cm]	23
H [cm]	40
E mod [kg/cm²]	1560,06
E mod [Mpa]	156

Para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante se optó por una franja de influencia de 5 cm, equivalente aproximadamente a un tercio de la altura de la geocelda. Esta elección se basa en que constituye una aproximación conservadora de la atenuación del confinamiento hacia la subrasante.

Tabla 44

Modulo Resiliente Modificado Capa de Subrasante

Subrasante	
H1 [cm]	2
E [kg/cm²]	347
H2 [cm]	3
H [cm]	5
E mod [kg/cm²]	498,46
E mod [Mpa]	51

Con los módulos resilientes (M_r) modificados, se procede al dimensionamiento a la estructura de pavimento conforme a la Guía AASHTO 1993, siguiendo el procedimiento descrito

en la Secciones 3.2.1.4.2 y 3.2.1.4.4 de este documento, hasta determinar el Número Estructural (SN) y los espesores de cada capa.

Teniendo como resultado un M_r modificado para la subrasante de 51 Mpa y para la Subbase 156 Mpa con un coeficiente estructural (a_2) de 0,15.

Figura 41

Relación del coeficiente estructural con el módulo resiliente

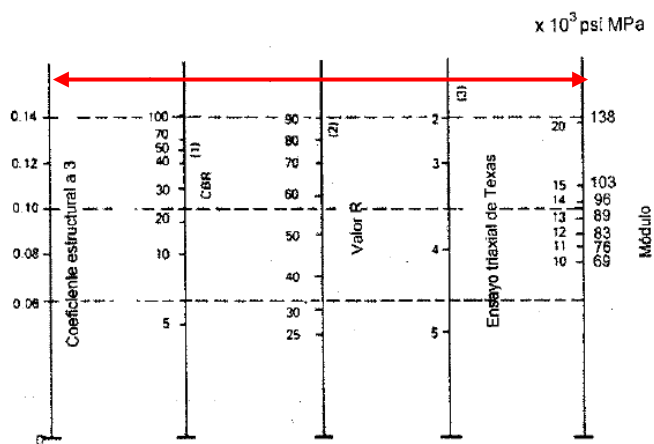


Figura 5.18 Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.

Figura 42

Cálculo de números estructurales para cada capa del pavimento incluyendo Geoceldas

SN REQUERIDO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO VÍA DE ACCESO (GEOCELAS)		SN REQUERIDO PARA LA CAPA DE RODADURA (EMPEDRADO)	
Datos Período de Diseño [años] 10 W18 2,48E+05 So 0,49 % Confiabilidad 80% Zr 0,841 PSI inicial 4,2 PSI final 2 Δ PSI 2,2 Mr [psi] Empedrado Base estabilizada con cemento 75000 Suelo estabilizado con geocelda 22609		SN REQUERIDO PARA LA CAPA DE RODADURA (EMPEDRADO) Ecuación AASHTO 93 Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido Confiabilidad (R) y Desviación estándar (S): 80 % Z=0,841 So 0,49 Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4,2 PSI final 2 Módulo resiliente de la subrasante Mr 75000 psi Información adicional para pavimentos rígidos: Módulo de elasticidad del concreto - E (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (Ct) Módulo de ruptura del concreto - S (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd) Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18 W18 = 247574 Número Estructural SN = 0,98	
SN REQUERIDO PARA LA CAPA DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Ecuación AASHTO 93 Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido Confiabilidad (R) y Desviación estándar (S): 80 % Z=0,841 So 0,49 Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4,2 PSI final 2 Módulo resiliente de la subrasante Mr 75000 psi Información adicional para pavimentos rígidos: Módulo de elasticidad del concreto - E (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (Ct) Módulo de ruptura del concreto - S (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd) Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18 W18 = 247575 Número Estructural SN = 2,55		SN REQUERIDO PARA LA CAPA DE BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Ecuación AASHTO 93 Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido Confiabilidad (R) y Desviación estándar (S): 80 % Z=0,841 So 0,49 Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4,2 PSI final 2 Módulo resiliente de la subrasante Mr 22609 psi Información adicional para pavimentos rígidos: Módulo de elasticidad del concreto - E (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (Ct) Módulo de ruptura del concreto - S (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd) Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18 W18 = 247575 Número Estructural SN = 1,67	

Figura 43

Cálculo de los espesores del pavimento flexible para vía de acceso al recinto San Joaquín

CÁLCULO DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE INCLUYENDO GEOCELAS PARA VÍA DE ACCESO "RECINTO SAN JOAQUÍN" [NORMAS AASHTO 1993]																																		
Datos Período de Diseño [años] 10 W18 2,48E+05 So 0,49 % Confiabilidad 80% Zr 0,841 Pi 4,2 Pf 2 Δ PSI 2,2 Mr Modificado Subrasante [Psi] 7391																																		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO REQUERIDA <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Mr Modificados [psi]</th> <th>Coefficiente (a₁)</th> <th>Factor de drenaje (m₁)</th> <th>SN Requerido [pulg]</th> <th colspan="2">Espesor Requerido [pulg] [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Empedrado</td> <td>-</td> <td>0,07</td> <td>1,00</td> <td>0,98</td> <td>5</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Base estabilizada con cemento</td> <td>75000</td> <td>0,21</td> <td>0,80</td> <td>0,69</td> <td>4</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Suelo estabilizado con geocelda</td> <td>22609</td> <td>0,14</td> <td>0,80</td> <td>0,88</td> <td>8</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>							Descripción	Mr Modificados [psi]	Coefficiente (a ₁)	Factor de drenaje (m ₁)	SN Requerido [pulg]	Espesor Requerido [pulg] [cm]		Empedrado	-	0,07	1,00	0,98	5	12	Base estabilizada con cemento	75000	0,21	0,80	0,69	4	10	Suelo estabilizado con geocelda	22609	0,14	0,80	0,88	8	20
Descripción	Mr Modificados [psi]	Coefficiente (a ₁)	Factor de drenaje (m ₁)	SN Requerido [pulg]	Espesor Requerido [pulg] [cm]																													
Empedrado	-	0,07	1,00	0,98	5	12																												
Base estabilizada con cemento	75000	0,21	0,80	0,69	4	10																												
Suelo estabilizado con geocelda	22609	0,14	0,80	0,88	8	20																												
SN requerido: 2,55 [pulg] Espesor Requerido: 17 [pulg]																																		
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PROPUESTA <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Coefficiente (a₁)</th> <th>Factor de drenaje (m₁)</th> <th colspan="2">Espesor de Diseño [pulg] [cm]</th> <th>SN Efectivo [pulg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Empedrado</td> <td>0,07</td> <td>1,00</td> <td>5</td> <td>12</td> <td>0,33</td> </tr> <tr> <td>Base estabilizada con cemento</td> <td>0,21</td> <td>0,80</td> <td>6</td> <td>14</td> <td>1,16</td> </tr> <tr> <td>Suelo estabilizado con geocelda</td> <td>0,15</td> <td>0,80</td> <td>8</td> <td>20</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table>							Descripción	Coefficiente (a ₁)	Factor de drenaje (m ₁)	Espesor de Diseño [pulg] [cm]		SN Efectivo [pulg]	Empedrado	0,07	1,00	5	12	0,33	Base estabilizada con cemento	0,21	0,80	6	14	1,16	Suelo estabilizado con geocelda	0,15	0,80	8	20	1,10				
Descripción	Coefficiente (a ₁)	Factor de drenaje (m ₁)	Espesor de Diseño [pulg] [cm]		SN Efectivo [pulg]																													
Empedrado	0,07	1,00	5	12	0,33																													
Base estabilizada con cemento	0,21	0,80	6	14	1,16																													
Suelo estabilizado con geocelda	0,15	0,80	8	20	1,10																													
SN Efectivo: 2,59 [pulg] Espesor de Diseño: 18 [pulg]																																		
Verificación $**\log W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \frac{A_{PSI}}{4.5 - 1.5}}{0.4 + (SN + 1)^{0.15}} + 2.3 \log M_R - 8.07$																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Log W18</th> <th>5,394</th> <th><</th> <th>**Log W18</th> <th>6,030</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">∴ Cumple</td> </tr> </tbody> </table>							Log W18	5,394	<	**Log W18	6,030	∴ Cumple																						
Log W18	5,394	<	**Log W18	6,030																														
∴ Cumple																																		

Teniendo como resultado una reducción de la estructura de pavimento de 26 cm.

Tabla 45

Comparación de Espesores Diseño sin Geoceldas vs con Geoceldas

Capa	Estructura de Pavimento Sin Geoceldas		Estructura de Pavimento con Geoceldas		Reducción de Espesor [cm]
	Espesor de Diseño [cm]	SN de Diseño [plg]	Espesor de Diseño [cm]	SN de Diseño [plg]	
Empedrado	15	0,42	12	0,33	3
Base estabilizada con cemento	18	1,49	15	1,16	3
Suelo estabilizado con geocelda	40	1,73	20	1,10	20
Total	73	3,64	47	2,59	26

Nota: Reducción del 36% en las capas de pavimento.

3.2.3 Diseño Geométrico Vial

3.2.3.1 Criterios de diseño

De acuerdo con el MTOP (2003), los principales criterios que rigen para el diseño vial son el TPDA y la tipología del terreno. Teniendo en cuenta esto, en la sección 3.1.1, se detalla el procedimiento para la obtención del tráfico proyectado a 20 años, siendo de 84 vehículos/día para la vía contemplada en la parte pública y de 41 vehículos/día para la parte privada, clasificándose la vía como clase V. Con respecto a la tipología del terreno, se tiene un terreno ondulado para el segmento vial público y montañoso para el privado.

3.2.3.2 Velocidad de diseño

Se refiere a la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad bajo condiciones favorables de clima y tránsito (MTOP, 2003). Este valor constituye el límite de seguridad para el usuario y sirve como base para el diseño del alineamiento horizontal y vertical.

Considerando la vía clase V y las Normas Absolutas se tiene una velocidad de diseño de 35 km/h para el tramo de vía público y de 25 km/h para el privado. De manera similar el MTOP (2003), recomienda adaptar valores de diseño superiores a los mínimos establecidos, siempre que se pueda garantizar la seguridad.

Se toma en cuenta las Normas Absolutas debido a que se considera necesario el mejorar una carretera existente siguiendo el trazado actual.

Figura 44

Velocidad de diseño

CATEGORÍA DE LA VÍA		TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H											
			BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
			(RELIEVE LLANO)		(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)					
			Para el caso de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el caso de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el caso de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
			Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	(Tipo)	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	Todos	3000 - 8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000 - 3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300 - 1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
	TIPO													
IV	5, 5E, 6 y 7	100 - 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Nota: La tabla presentada corresponde a Carrera (2022) con información del MTOP (2003)

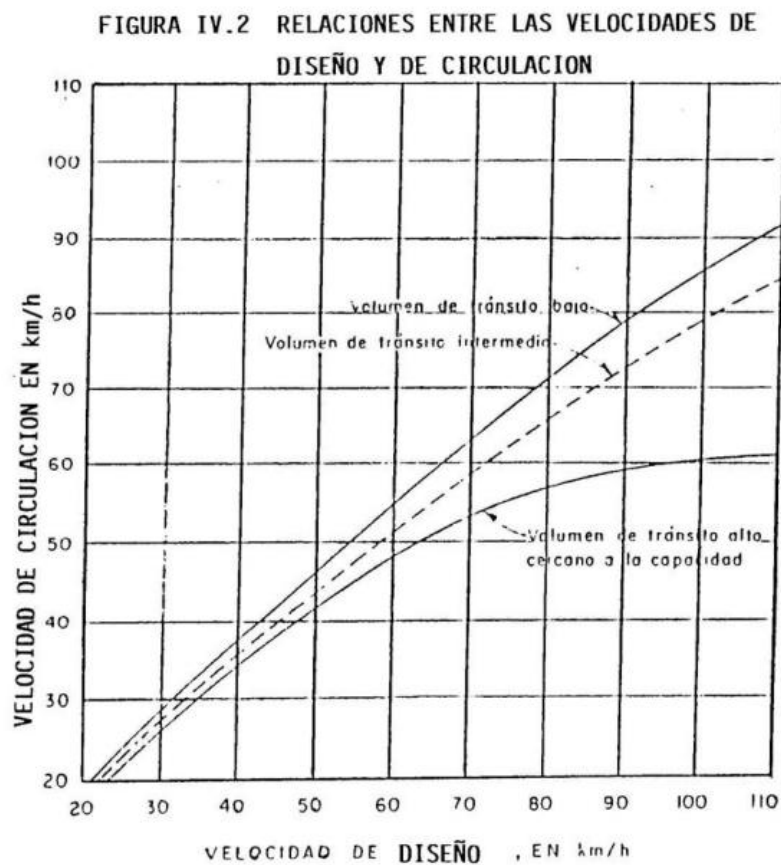
3.2.3.3 Velocidad de circulación

Hace referencia a la velocidad real a la que se desplaza un vehículo a lo largo de una sección determinada de carretera. Se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo empleado en recorrerla (MTOP, 2003).

La relación con respecto a la velocidad de diseño se muestra a continuación;

Figura 45

Relación entre la velocidad de diseño y de circulación



Nota: La ilustración mostrada corresponde a las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

Tabla 46*Relación entre la velocidad de diseño y de circulación*

Velocidad de Diseño en km/h	Velocidad de Circulación en km/h		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito Intermedio	Volumen de Tránsito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Nota: La tabla corresponde a las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

El valor asumido de velocidad de circulación será de 28 km/h para la parte pública y 24 km/h para la privada.

3.2.3.4 Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje de la carretera sobre un plano horizontal. Está conformado por las tangentes y las curvas, las cuales pueden ser circulares o de transición. Las tangentes corresponden a los tramos rectos de la vía, mientras que una curva es la unión de dos tangentes consecutivas con rumbos diferentes.

Para el alineamiento horizontal, se priorizó el trazado actual de la vía a medida de lo posible, adaptándolo a las condiciones topográficas del terreno.

3.2.3.4.1 Tangentes

Proyección de los tramos rectos que unen las curvas sobre un plano horizontal. El punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se denomina PI, mientras que el ángulo formado por dichas prolongaciones se lo llama alfa (α).

Tangentes excesivamente largas pueden ser causa de accidentes, al incrementar el riesgo debido a la somnolencia que genera en el conductor mantener la vista fija en un mismo punto por periodos prolongados, además del encandilamiento que se puede generar durante la noche.

Debido a esto se recomienda limitar la longitud de las tangentes intermedias (tramo comprendido entre el final de una curva y el inicio de la siguiente).

3.2.3.4.2 Curvas Circulares

Permiten enlazar dos tangentes consecutivas de manera suave y continua, asegurando que el cambio de dirección ofrezca seguridad y comodidad al usuario.

Se pueden clasificar en curvas circulares simples o compuestas.

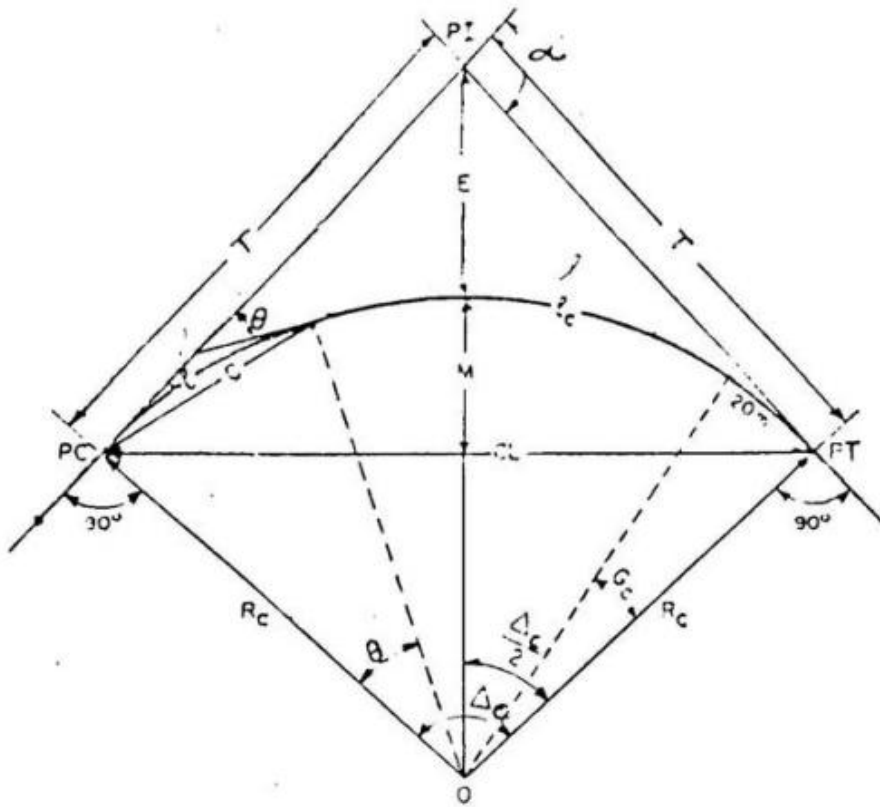
$$\frac{G_C}{20} = \frac{360}{2\pi R} \quad (\text{Ec. 3.31})$$

$$G_C = \frac{1145.92}{R} \quad (\text{Ec. 3.32})$$

Donde;

G_C : Grado de curvatura (ángulo formado por un arco de 20 metros)

R : Radio de curvatura

Figura 46*Elementos de la curva circular simple*

Nota: La imagen fue obtenida de las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

Donde;

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α : Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c : Ángulo central de la curva circular

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

G_c : Grado de curvatura de la curva circular

R_C : Radio de la curva circular

T : Tangente de la curva circular o subtangente

E : External

M : Ordenada media

C : Cuerda

CL : Cuerda larga

l : Longitud de arco

l_e : Longitud de la curva circular

$$l_c = \frac{\pi R \alpha}{180} \quad (\text{Ec. 3.33})$$

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{Ec. 3.34})$$

$$E = R * \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1\right) \quad (\text{Ec. 3.35})$$

$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 3.36})$$

$$\theta = \frac{G_C * 1}{20} \quad (\text{Ec. 3.37})$$

$$C = 2 * R * \sin \frac{\theta}{2} \quad (\text{Ec. 3.38})$$

$$CL = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 3.39})$$

$$\phi = \frac{\theta}{2} \quad (\text{Ec. 3.40})$$

$$\phi = \frac{G_C * 1}{40} \quad (\text{Ec. 3.41})$$

$$\phi = \frac{G * l_c}{40} \quad (\text{Ec. 3.42})$$

3.2.3.4.3 Curvas de Transición

Las curvas de transición son elementos geométricos que conectan gradualmente un tramo de tangente con una curva circular, permitiendo que el cambio de dirección y de radio se produzca de forma progresiva.

La característica distintiva de una curva de transición es que el radio de curvatura varía de manera continua a lo largo de su recorrido.

3.2.3.4.4 Radio mínimo de curvas horizontales

Corresponde al menor valor de radio que garantiza la seguridad de circulación para una determinada velocidad de diseño, considerando el peralte máximo y coeficiente de fricción lateral.

El radio mínimo de curvas horizontales se determinan por medio de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)} \quad (\text{Ec. 3.43})$$

Donde;

R : Radio mínimo de una curva horizontal, m.

V : Velocidad de diseño, Km/h.

f : Coeficiente de fricción lateral.

e : Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de la calzada)

3.2.3.4.5 Peralte

Es la inclinación transversal de la calzada en una curva para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos al tomar una curva.

Su principal función es la de mejorar la estabilidad de los vehículos, reduciendo el riesgo de derrape, de tal manera que se genere seguridad y comodidad en la circulación, especialmente a velocidades de diseño elevadas.

El MTOP (2003) recomienda un peralte máximo de 8% para una vía clase V.

La ecuación para calcular el peralte es la siguiente:

$$e = \frac{V^2}{127R} - f \quad (\text{Ec. 3.44})$$

Donde;

e : Peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada). V : Velocidad de diseño, Km/h.

V : Velocidad de diseño, Km/h.

R : Radio de la curva, m.

f : Máximo coeficiente de fricción lateral

Figura 47

Valores Límites Permisibles de f

REQUERIMIENTOS	VALORES LIMITES PERMISIBLES DE "F"; SEGUN EL PAVIMENTO ESTE		
	SECO	HUMEDO	CON HIELO
ESTABILIDAD CONTRA EL VOLCAMIENTO	0,60	0,60	0,60
ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO	0,36	0,24	0,12
COMODIDAD DEL VIAJE PARA EL PASAJERO	0,15	0,15	0,15
EXPLOTACION ECONOMICA DEL VEHICULO	0,16	0,10	0,10

Nota: La tabla fue obtenida de las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

3.2.3.5 Alineamiento Vertical

Es la proyección del eje de la vía sobre un plano vertical y representa el perfil longitudinal de la carretera.

3.2.3.5.1 Gradientes máximas y mínimas

El gradiente o pendiente longitudinal representa la inclinación del eje de la vía respecto a la horizontal. La normativa establece valores máximos y mínimos para garantizar la eficiencia operativa de la carretera.

Tabla 47

Valores de diseño de las pendientes longitudinales máximas

Clase de carretera	TPDA	Recomendable			Absoluto		
		LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II >	8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 a 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 a 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V <	100	5	6	8	6	8	14

Nota: La tabla fue obtenida de las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

3.2.3.5.2 Curvas Verticales

Son elementos del alineamiento vertical que permiten unir dos tramos de diferente gradiente de manera progresiva, asegurando un cambio suave en la inclinación de la vía. Se clasifican en curvas verticales cóncavas y convexas.

3.2.3.5.3 Curvas Verticales Cóncavas

En este tipo de curva vertical la pendiente de entrada es descendente mientras que la de salida es ascendente. Estas curvas deben de cumplir con los parámetros que aseguren distancias de visibilidad adecuadas durante la noche, de modo que la luz de los faros de un vehículo sea similar a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

Se la obtiene mediante la siguiente ecuación;

$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5S} \quad (\text{Ec. 3.45})$$

Donde;

L : longitud de la curva vertical cóncava, expresada en metros.

A : diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S : distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

O bien se puede expresar como;

$$L = K * A \quad (\text{Ec. 3.46})$$

Figura 48

Valores de k para Curvas Verticales Cóncavas

CURVAS VERTICALES CONCAVAS MININAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Nota: La tabla fue obtenida de las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

3.2.3.5.4 Curvas Verticales Convexas

Se emplean para enlazar de forma progresiva dos gradientes cuya pendiente inicial es ascendente y la pendiente final es descendente y se las determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo.

Se la puede determinar mediante la siguiente ecuación:

$$L = \frac{AS^2}{426} \quad (\text{Ec. 3.47})$$

Donde;

L : longitud de la curva vertical cóncava, expresada en metros.

A : diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S : distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

O bien se puede expresar como;

$$L = K * A \quad (\text{Ec. 3.48})$$

Figura 49

Valores de k para Curvas Verticales Convexas

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Nota: La tabla fue obtenida de las normas de diseño geométrico de carreteras (MTOP, 2003)

3.2.3.6 Valores obtenidos del alineamiento horizontal y vertical

Mediante la modelación en el Software Civil 3D, se pudo obtener la siguiente información;

Figura 50*Tangentes del tramo Público*

TABLA DE RECTAS				
Línea #	Longitud (m)	Dirección	Punto Inicial	Punto Final
L1	48.02	S39° 12' 29.28"E	(702138.40,9752755.79)	(702168.75,9752718.58)
L2	381.08	S5° 43' 03.60"W	(702186.37,9752660.04)	(702148.40,9752280.85)
L3	162.03	S29° 37' 51.13"E	(702158.46,9752233.33)	(702238.57,9752092.49)
L4	104.22	S89° 51' 53.10"E	(702281.92,9752067.21)	(702386.13,9752066.97)
L5	114.03	S52° 30' 49.80"E	(702434.63,9752050.45)	(702525.12,9751981.05)
L6	59.96	S34° 26' 04.96"E	(702542.41,9751962.81)	(702576.32,9751913.36)

Figura 51*Curvas del tramo Público*

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA												
P.I. #	Curva	ALFA (° ' ")	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I	P.C.	P.T.	PERALTE (%)	SOBRE ANCHO
PI:1	N° 1 Der	44°55'33"	80.00	33.076	62.728	61.13	6.57	0+081.097	0+048.021	0+110.749	6.80%	1.50 m
PI:2	N° 2 Izq	35°20'55"	80.00	25.492	49.356	48.58	3.96	0+517.325	0+491.834	0+541.189	6.80%	1.60 m
PI:3	N° 3 Izq	60°14'02"	50.00	29.004	52.564	50.18	7.80	0+732.222	0+703.218	0+755.782	8.00%	1.35 m
PI:4	N° 4 Der	37°21'03"	80.00	27.040	52.152	51.23	4.45	0+887.042	0+860.002	0+912.153	6.80%	1.50 m
PI:5	N° 5 Der	18°04'45"	80.00	12.727	25.243	25.14	1.01	1+038.915	1+026.188	1+051.431	6.80%	1.60 m

Figura 52*Tangentes del tramo Privado Parte 1*

TABLA DE RECTAS				
Línea #	Longitud (m)	Dirección	Punto Inicial	Punto Final
L7	43.04	S38° 21' 50.80"E	(702576.32,9751913.36)	(702603.03,9751879.61)
L8	11.46	S19° 20' 22.60"E	(702606.22,9751873.82)	(702610.02,9751863.00)
L9	12.54	S5° 20' 59.93"E	(702611.06,9751858.24)	(702612.23,9751845.76)
L10	27.26	S15° 54' 00.01"E	(702612.91,9751842.15)	(702620.37,9751815.93)
L11	8.61	S33° 59' 42.41"E	(702623.03,9751810.23)	(702627.84,9751803.09)
L12	1.40	S89° 54' 34.20"E	(702631.67,9751801.05)	(702633.07,9751801.05)
L13	13.94	S81° 11' 58.21"E	(702637.61,9751800.69)	(702651.38,9751798.56)
L14	14.84	S64° 29' 24.43"E	(702659.71,9751795.99)	(702673.11,9751789.60)
L15	6.35	S51° 02' 57.85"E	(702677.07,9751787.10)	(702682.00,9751783.11)
L16	12.48	S2° 01' 52.04"E	(702689.42,9751768.27)	(702689.86,9751755.80)
L17	5.66	S26° 43' 22.57"E	(702691.98,9751747.51)	(702694.53,9751742.46)
L18	24.43	S57° 21' 51.81"E	(702701.61,9751734.61)	(702722.18,9751721.44)
L19	35.21	S80° 51' 47.32"E	(702729.79,9751718.53)	(702764.55,9751712.94)
L20	9.14	S6° 18' 36.21"W	(702770.15,9751696.12)	(702769.14,9751687.04)

Figura 53*Tangentes del tramo Privado Parte 2*

TABLA DE RECTAS				
Línea #	Longitud (m)	Dirección	Punto Inicial	Punto Final
L21	23.12	S34° 34' 35.20" W	(702765.73,9751677.89)	(702752.61,9751658.85)
L22	6.60	S51° 04' 34.91" E	(702753.91,9751649.89)	(702759.05,9751645.74)
L23	92.24	S66° 12' 35.42" E	(702763.55,9751643.00)	(702847.94,9751605.79)
L24	20.08	S83° 23' 54.62" E	(702853.71,9751604.23)	(702873.66,9751601.92)
L25	34.06	N67° 02' 17.22" E	(702883.76,9751603.37)	(702915.13,9751616.66)
L26	3.99	N19° 14' 59.22" E	(702926.21,9751628.48)	(702927.52,9751632.25)
L27	10.06	N24° 53' 21.47" W	(702927.28,9751637.17)	(702923.05,9751646.30)
L28	7.44	N1° 18' 22.64" E	(702921.19,9751655.17)	(702921.36,9751662.61)
L29	3.99	N65° 48' 33.60" E	(702925.50,9751668.85)	(702929.14,9751670.48)
L30	35.49	S53° 53' 22.14" E	(702933.71,9751670.00)	(702962.38,9751649.09)
L31	44.40	S89° 14' 34.51" E	(702973.90,9751645.25)	(703018.30,9751644.66)
L32	31.62	S59° 41' 50.02" E	(703028.13,9751641.93)	(703055.42,9751625.98)
L33	42.17	N86° 26' 33.41" E	(703066.76,9751623.28)	(703108.85,9751625.90)
L34	62.35	S62° 52' 02.19" E	(703119.21,9751623.74)	(703174.70,9751595.31)
L35	1.51	S1° 44' 45.84" W	(703185.57,9751576.90)	(703185.52,9751575.39)
L36	3.87	S18° 58' 59.17" W	(703185.17,9751573.44)	(703183.91,9751569.78)

Figura 54*Curvas del tramo Público Parte 1*

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA										
P.I. #	Curva	ALFA (° ' ")	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I	P.C.	P.T.
PI:6	N° 6 Der	19°01'28"	20.00	3.351	6.641	6.61	0.28	1+157.785	1+154.433	1+161.074
PI:7	N° 7 Der	13°59'23"	20.00	2.454	4.883	4.87	0.15	1+174.988	1+172.535	1+177.418
PI:8	N° 8 Der	10°33'00"	20.00	1.847	3.683	3.68	0.09	1+191.802	1+189.955	1+193.638
PI:9	N° 9 Der	18°05'42"	20.00	3.185	6.316	6.29	0.25	1+224.083	1+220.899	1+227.215
PI:10	N° 10 Der	55°54'52"	4.63	2.455	4.514	4.34	0.61	1+238.277	1+235.822	1+240.336
PI:11	N° 11 Der	8°42'36"	30.00	2.285	4.561	4.56	0.09	1+244.019	1+241.734	1+246.295
PI:12	N° 12 Der	16°42'34"	30.00	4.406	8.749	8.72	0.32	1+264.638	1+260.232	1+268.981
PI:13	N° 13 Der	13°26'27"	20.00	2.357	4.692	4.68	0.14	1+286.182	1+283.826	1+288.518
PI:14	N° 14 Der	49°01'06"	20.00	9.118	17.111	16.59	1.98	1+303.983	1+294.864	1+311.975
PI:15	N° 15 Der	24°41'31"	20.00	4.377	8.619	8.55	0.47	1+328.830	1+324.452	1+333.072
PI:16	N° 16 Der	30°38'29"	20.00	5.479	10.696	10.57	0.74	1+344.206	1+338.727	1+349.423
PI:17	N° 17 Der	23°29'56"	20.00	4.160	8.203	8.15	0.43	1+378.010	1+373.850	1+382.052
PI:18	N° 18 Der	81°32'17"	6.91	5.958	9.834	9.02	2.21	1+423.222	1+417.264	1+427.097
PI:19	N° 19 Der	5°38'07"	20.00	0.984	1.967	1.97	0.02	1+436.034	1+435.050	1+437.017
PI:20	N° 20 Der	28°15'59"	20.00	5.036	9.867	9.77	0.62	1+451.192	1+446.156	1+456.023

Figura 55*Curvas del tramo Público Parte 2*

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA										
P.I. #	Curva	ALFA (° ' ")	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I	P.C.	P.T.
PI:21	N° 21 Der	85°39'10"	6.66	6.173	9.957	9.06	2.42	1+485.318	1+479.145	1+489.102
PI:22	N° 22 Der	15°08'01"	20.00	2.657	5.283	5.27	0.18	1+498.362	1+495.705	1+500.988
PI:23	N° 23 Der	17°11'19"	20.00	3.023	6.000	5.98	0.23	1+596.246	1+593.223	1+599.223
PI:24	N° 24 Der	29°33'48"	20.00	5.277	10.320	10.21	0.68	1+624.583	1+619.305	1+629.625
PI:25	N° 25 Der	47°47'18"	20.00	8.860	16.681	16.20	1.87	1+672.550	1+663.690	1+680.371
PI:26	N° 26 Der	44°08'21"	6.56	2.660	5.054	4.93	0.52	1+687.021	1+684.361	1+689.416
PI:27	N° 27 Der	26°11'44"	20.00	4.653	9.144	9.06	0.53	1+704.130	1+699.476	1+708.620
PI:28	N° 28 Der	64°30'11"	7.02	4.428	7.900	7.49	1.28	1+720.485	1+716.057	1+723.957
PI:29	N° 29 Der	60°18'04"	4.57	2.657	4.814	4.59	0.72	1+730.599	1+727.942	1+732.756
PI:30	N° 30 Der	35°21'12"	20.00	6.374	12.341	12.15	0.99	1+774.617	1+768.243	1+780.584
PI:31	N° 31 Der	29°32'44"	20.00	5.274	10.313	10.20	0.68	1+830.261	1+824.987	1+835.300
PI:32	N° 32 Der	33°51'37"	20.00	6.088	11.819	11.65	0.91	1+873.005	1+866.917	1+878.737
PI:33	N° 33 Der	30°41'24"	20.00	5.488	10.713	10.59	0.74	1+926.399	1+920.911	1+931.624
PI:34	N° 34 Der	64°36'48"	20.00	12.647	22.554	21.38	3.66	2+006.618	1+993.971	2+016.525
PI:35	N° 35 Der	17°14'13"	6.62	1.003	1.992	1.98	0.08	2+019.034	2+018.030	2+020.022

Figura 56*Movimiento de Tierras: Abscisa 0+000 - 0+220*

VIA RECINTO SAN JOAQUÍN						
ABSCISAS	ÁREAS (m2)		VOL_PARCIALES (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+000.00	4.2	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	4.32	0	85.20	0.00	85.20	0.00
0+040.00	14.46	0	187.80	0.00	273.00	0.00
0+051.00	20.7	0	193.38	0.00	466.38	0.00
0+054.00	21.13	0	62.75	0.00	529.13	0.00
0+057.00	21.54	0	64.01	0.00	593.14	0.00
0+060.00	22.13	0	65.51	0.00	658.65	0.00
0+063.00	23.24	0	68.06	0.00	726.71	0.00
0+066.00	24.43	0	71.51	0.00	798.22	0.00
0+069.00	25.51	0	74.91	0.00	873.13	0.00
0+072.00	25.37	0	76.32	0.00	949.45	0.00
0+075.00	24.65	0	75.03	0.00	1,024.48	0.00
0+078.00	23.94	0	72.89	0.00	1,097.37	0.00
0+081.00	23.32	0	70.89	0.00	1,168.26	0.00
0+084.00	22.75	0	69.11	0.00	1,237.37	0.00
0+087.00	22.24	0	67.49	0.00	1,304.86	0.00
0+090.00	21.78	0	66.03	0.00	1,370.89	0.00
0+093.00	21.24	0	64.53	0.00	1,435.42	0.00
0+096.00	20.3	0	62.31	0.00	1,497.73	0.00
0+099.00	19.3	0	59.40	0.00	1,557.13	0.00
0+102.00	18.04	0	56.01	0.00	1,613.14	0.00
0+105.00	16.77	0	52.22	0.00	1,665.36	0.00
0+108.00	15.53	0	48.45	0.00	1,713.81	0.00
0+120.00	11.77	0	163.80	0.00	1,877.61	0.00
0+140.00	9.46	0	212.30	0.00	2,089.91	0.00
0+160.00	9.38	0	188.40	0.00	2,278.31	0.00
0+180.00	3.42	0	128.00	0.00	2,406.31	0.00
0+200.00	0.03	0.59	34.50	5.90	2,440.81	5.90
0+220.00	0	8.16	0.30	87.50	2,441.11	93.40

Figura 57*Movimiento de Tierras: Abscisa 0+240 - 0+537*

VIA RECINTO SAN JOAQUÍN						
ABSCISAS	ÁREAS (m2)		VOL_PARCIALES (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+240.00	0	11.35	0.00	195.10	2,441.11	288.50
0+260.00	0	24.34	0.00	356.90	2,441.11	645.40
0+280.00	0	29.07	0.00	534.10	2,441.11	1,179.50
0+300.00	0	17.57	0.00	466.40	2,441.11	1,645.90
0+320.00	0.01	0.46	0.10	180.30	2,441.21	1,826.20
0+340.00	0.51	0.1	5.20	5.60	2,446.41	1,831.80
0+360.00	1.05	0.06	15.60	1.60	2,462.01	1,833.40
0+380.00	3.97	0	50.20	0.60	2,512.21	1,834.00
0+400.00	9.55	0	135.20	0.00	2,647.41	1,834.00
0+420.00	9.02	0	185.70	0.00	2,833.11	1,834.00
0+440.00	10.81	0	198.30	0.00	3,031.41	1,834.00
0+460.00	0	2.79	108.10	27.90	3,139.51	1,861.90
0+480.00	2.98	0.06	29.80	28.50	3,169.31	1,890.40
0+492.00	4.11	0.03	42.54	0.54	3,211.85	1,890.94
0+495.00	4.45	0.03	12.84	0.09	3,224.69	1,891.03
0+498.00	4.83	0.02	13.92	0.08	3,238.61	1,891.11
0+501.00	5.23	0.02	15.09	0.06	3,253.70	1,891.17
0+504.00	5.61	0.02	16.26	0.06	3,269.96	1,891.23
0+507.00	5.9	0.01	17.27	0.05	3,287.23	1,891.28
0+510.00	6.2	0.01	18.15	0.03	3,305.38	1,891.31
0+513.00	6.51	0.01	19.07	0.03	3,324.45	1,891.34
0+516.00	6.82	0	20.00	0.02	3,344.45	1,891.36
0+519.00	7.01	0	20.75	0.00	3,365.20	1,891.36
0+522.00	6.97	0	20.97	0.00	3,386.17	1,891.36
0+525.00	6.86	0	20.75	0.00	3,406.92	1,891.36
0+528.00	6.86	0	20.58	0.00	3,427.50	1,891.36
0+531.00	6.68	0	20.31	0.00	3,447.81	1,891.36
0+534.00	6.4	0	19.62	0.00	3,467.43	1,891.36
0+537.00	6.13	0	18.80	0.00	3,486.23	1,891.36

Figura 58*Movimiento de Tierras: Abscisa 0+540 - 0+747*

VIA RECINTO SAN JOAQUÍN						
ABSCISAS	ÁREAS (m2)		VOL_PARCIALES (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+540.00	5.9	0	18.05	0.00	3,504.28	1,891.36
0+560.00	5.08	0	109.80	0.00	3,614.08	1,891.36
0+580.00	4.79	0	98.70	0.00	3,712.78	1,891.36
0+600.00	3.52	0	83.10	0.00	3,795.88	1,891.36
0+620.00	3.4	0	69.20	0.00	3,865.08	1,891.36
0+640.00	0.02	0.83	34.20	8.30	3,899.28	1,899.66
0+660.00	0	6.33	0.20	71.60	3,899.48	1,971.26
0+680.00	0	18.87	0.00	252.00	3,899.48	2,223.26
0+700.00	0	32.37	0.00	512.40	3,899.48	2,735.66
0+705.00	0	31.38	0.00	159.38	3,899.48	2,895.04
0+708.00	0	29.98	0.00	92.04	3,899.48	2,987.08
0+711.00	0	28.48	0.00	87.69	3,899.48	3,074.77
0+714.00	0	27.05	0.00	83.30	3,899.48	3,158.07
0+717.00	0	25.65	0.00	79.05	3,899.48	3,237.12
0+720.00	0	24.17	0.00	74.73	3,899.48	3,311.85
0+723.00	0	22.77	0.00	70.41	3,899.48	3,382.26
0+726.00	0	21.4	0.00	66.26	3,899.48	3,448.52
0+729.00	0	19.46	0.00	61.29	3,899.48	3,509.81
0+732.00	0	17.31	0.00	55.16	3,899.48	3,564.97
0+735.00	0	15.39	0.00	49.05	3,899.48	3,614.02
0+738.00	0	13.52	0.00	43.37	3,899.48	3,657.39
0+741.00	0	11.72	0.00	37.86	3,899.48	3,695.25
0+744.00	0	9.95	0.00	32.51	3,899.48	3,727.76
0+747.00	0	8.2	0.00	27.23	3,899.48	3,754.99

Figura 59*Movimiento de Tierras: Abscisa 0+750 - 0+903*

VIA RECINTO SAN JOAQUÍN						
ABSCISAS	ÁREAS (m2)		VOL_PARCIALES (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+750.00	0	6.56	0.00	22.14	3,899.48	3,777.13
0+753.00	0	4.92	0.00	17.22	3,899.48	3,794.35
0+760.00	0	1.31	0.00	21.81	3,899.48	3,816.16
0+780.00	7.46	0	74.60	13.10	3,974.08	3,829.26
0+800.00	10.35	0	178.10	0.00	4,152.18	3,829.26
0+820.00	16.27	0	266.20	0.00	4,418.38	3,829.26
0+840.00	10.57	0	268.40	0.00	4,686.78	3,829.26
0+860.00	12.33	0	229.00	0.00	4,915.78	3,829.26
0+861.00	12.57	0	12.45	0.00	4,928.23	3,829.26
0+864.00	13.18	0	38.63	0.00	4,966.86	3,829.26
0+867.00	13.83	0	40.52	0.00	5,007.38	3,829.26
0+870.00	14.4	0	42.35	0.00	5,049.73	3,829.26
0+873.00	14.58	0	43.47	0.00	5,093.20	3,829.26
0+876.00	14.59	0	43.76	0.00	5,136.96	3,829.26
0+879.00	14.63	0	43.83	0.00	5,180.79	3,829.26
0+882.00	14.69	0	43.98	0.00	5,224.77	3,829.26
0+885.00	14.78	0	44.21	0.00	5,268.98	3,829.26
0+888.00	14.89	0	44.51	0.00	5,313.49	3,829.26
0+891.00	15.04	0	44.90	0.00	5,358.39	3,829.26
0+894.00	15.72	0	46.14	0.00	5,404.53	3,829.26
0+897.00	16.39	0	48.17	0.00	5,452.70	3,829.26
0+900.00	16.34	0	49.10	0.00	5,501.80	3,829.26
0+903.00	16.03	0	48.56	0.00	5,550.36	3,829.26

Figura 60

Movimiento de Tierras: Abscisa 0+906 - 1+111

VIA RECINTO SAN JOAQUÍN						
ABSCISAS	ÁREAS (m2)		VOL_PARCIALES (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)	
	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno
0+906.00	15.52	0	47.33	0.00	5,597.69	3,829.26
0+909.00	14.68	0	45.30	0.00	5,642.99	3,829.26
0+912.00	13.6	0	42.42	0.00	5,685.41	3,829.26
0+920.00	10.91	0	98.04	0.00	5,783.45	3,829.26
0+940.00	9.4	0	203.10	0.00	5,986.55	3,829.26
0+960.00	7.5	0	169.00	0.00	6,155.55	3,829.26
0+980.00	11.7	0	192.00	0.00	6,347.55	3,829.26
1+000.00	0	6.02	117.00	60.20	6,464.55	3,889.46
1+020.00	0.24	2.41	2.40	84.30	6,466.95	3,973.76
1+029.00	1.18	1.47	6.39	17.46	6,473.34	3,991.22
1+032.00	0.68	2.01	2.79	5.22	6,476.13	3,996.44
1+035.00	0.46	2.91	1.71	7.38	6,477.84	4,003.82
1+038.00	2.11	3.16	3.86	9.11	6,481.70	4,012.93
1+041.00	4.31	1.59	9.63	7.13	6,491.33	4,020.06
1+044.00	3.97	1.57	12.42	4.74	6,503.75	4,024.80
1+047.00	3.71	1.48	11.52	4.58	6,515.27	4,029.38
1+050.00	3.59	1.33	10.95	4.22	6,526.22	4,033.60
1+060.00	3.65	0.66	36.20	9.95	6,562.42	4,043.55
1+080.00	1.86	0.02	55.10	6.80	6,617.52	4,050.35
1+100.00	3.07	0	49.30	0.20	6,666.82	4,050.55
1+111.39	4.23	0	41.57	0.00	6,708.39	4,050.55

Tabla 48

Diferencias de elevación del perfil longitudinal del tramo de vía pública

PVI	Abscisa	Este	Norte	Elevación Existente	Elevación Diseño	Diferencia de Elevación
0	0+020.00	702134.5226	9752755.403	223.500m	223.505m	-0.005m
1	0+040.00	702146.2947	9752739.235	223.984m	223.640m	0.344m
2	0+060.00	702158.0669	9752723.066	224.738m	223.776m	0.961m
3	0+080.00	702169.6121	9752706.741	225.544m	223.912m	1.632m
4	0+100.00	702178.6346	9752688.922	225.888m	224.048m	1.841m
5	0+120.00	702184.3177	9752669.774	225.833m	224.183m	1.650m
6	0+140.00	702186.4775	9752649.919	225.601m	224.319m	1.282m
7	0+160.00	702185.2133	9752629.976	225.621m	224.455m	1.166m
8	0+180.00	702183.0879	9752610.089	225.782m	224.590m	1.192m
9	0+200.00	702180.9625	9752590.202	225.535m	224.726m	0.809m

10	0+220.00	702178.8371	9752570.316	225.157m	224.862m	0.295m
11	0+240.00	702176.7117	9752550.429	224.501m	224.997m	-0.496m
12	0+260.00	702174.5864	9752530.542	224.267m	225.133m	-0.866m
13	0+280.00	702172.461	9752510.655	223.478m	225.269m	-1.790m
14	0+300.00	702170.3356	9752490.769	222.994m	225.370m	-2.375m
15	0+320.00	702168.2102	9752470.882	223.478m	225.401m	-1.924m
16	0+340.00	702166.0848	9752450.995	224.611m	225.364m	-0.753m
17	0+360.00	702163.9595	9752431.108	224.499m	225.257m	-0.758m
18	0+380.00	702161.8341	9752411.222	224.261m	225.116m	-0.855m
19	0+400.00	702159.7087	9752391.335	224.009m	224.974m	-0.965m
20	0+420.00	702157.5833	9752371.448	223.920m	224.833m	-0.913m
21	0+440.00	702155.4579	9752351.561	223.494m	224.691m	-1.198m
22	0+460.00	702153.3325	9752331.675	222.943m	224.550m	-1.607m
23	0+480.00	702151.2072	9752311.788	223.001m	224.408m	-1.408m
24	0+500.00	702149.1082	9752291.899	223.297m	224.267m	-0.970m
25	0+520.00	702149.148	9752271.924	223.500m	224.126m	-0.625m
26	0+540.00	702152.6436	9752252.257	223.496m	223.984m	-0.488m
27	0+560.00	702159.4895	9752233.492	223.501m	223.843m	-0.342m
28	0+580.00	702169.0421	9752215.928	223.587m	223.786m	-0.200m
29	0+600.00	702178.9155	9752198.535	223.977m	223.922m	0.055m
30	0+620.00	702188.7888	9752181.142	223.978m	224.250m	-0.272m
31	0+640.00	702198.6622	9752163.749	223.945m	224.686m	-0.741m
32	0+660.00	702208.5356	9752146.356	224.000m	225.122m	-1.122m
33	0+680.00	702218.409	9752128.963	224.313m	225.559m	-1.246m
34	0+700.00	702228.2824	9752111.57	223.471m	225.997m	-2.527m
35	0+720.00	702238.9245	9752094.658	222.951m	226.498m	-3.547m
36	0+740.00	702252.3273	9752079.851	225.044m	227.086m	-2.041m
37	0+760.00	702268.1867	9752067.711	226.336m	227.756m	-1.421m
38	0+780.00	702287.9298	9752067.72	227.511m	228.452m	-0.940m
39	0+800.00	702307.9088	9752068.636	228.635m	229.147m	-0.512m
40	0+820.00	702327.8948	9752069.139	229.873m	229.842m	0.031m
41	0+840.00	702347.8001	9752067.236	230.626m	230.537m	0.089m
42	0+860.00	702367.6846	9752065.089	231.380m	231.232m	0.147m
43	0+880.00	702387.4722	9752062.276	232.235m	231.927m	0.308m
44	0+900.00	702406.9217	9752057.617	233.329m	232.622m	0.707m
45	0+920.00	702425.8503	9752051.244	234.120m	233.317m	0.803m
46	0+940.00	702443.3146	9752041.554	234.815m	234.013m	0.803m
47	0+960.00	702459.2299	9752029.448	235.580m	234.708m	0.873m
48	0+980.00	702475.0102	9752017.16	236.378m	235.381m	0.996m
49	1+000.00	702490.7904	9752004.873	237.202m	235.958m	1.244m
50	1+020.00	702506.5706	9751992.585	234.927m	236.430m	-1.502m
51	1+040.00	702522.3508	9751980.298	238.245m	236.797m	1.448m
52	1+060.00	702537.4742	9751967.241	239.036m	237.082m	1.953m

53	1+080.00	702550.0738	9751951.744	238.003m	237.361m	0.642m
54	1+100.00	702560.3548	9751934.593	237.849m	237.639m	0.210m
55	1+120.00	702570.4527	9751917.329	238.284m	237.917m	0.367m

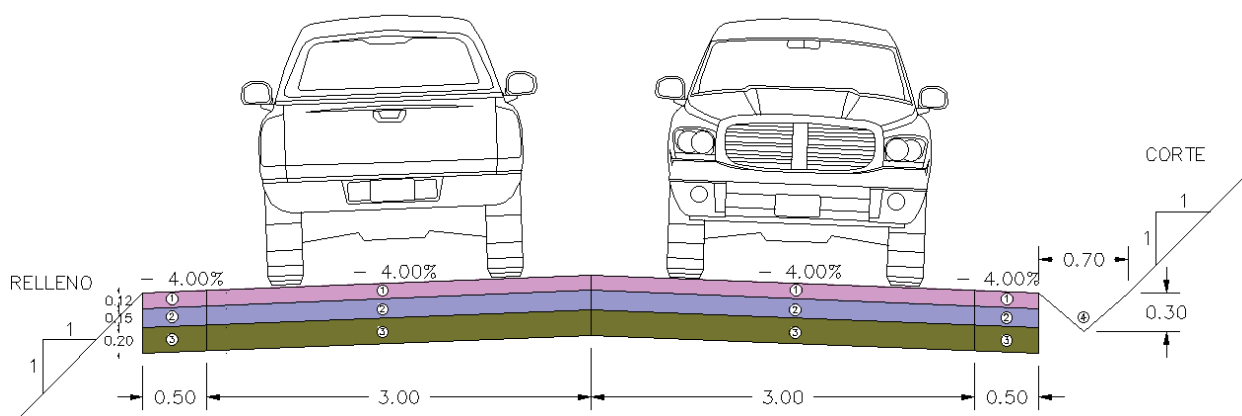
Nota: La tabla fue obtenida mediante el software Civil 3D. El signo negativo de la diferencia de elevación hace referencia al relleno, mientras que el valor positivo significa corte.

Debido a la dificultad de acceso al predio privado, producto de las condiciones climáticas e inestabilidad del suelo. El cliente no logró ejecutar el levantamiento altimétrico dentro del terreno durante el periodo que se desarrolló el proyecto integrador. En consecuencia, solicitó presentar únicamente el diseño geométrico vertical de la vía pública, para el cual se dispone de la topografía facilitada por la Prefectura Ciudadana del Guayas.

3.2.3.7 Sección transversal típica

Figura 61

Sección transversal típica de la vía



Donde;

- ① Empedrado, espesor = 12 cm
- ② Base Estabilizada con Cemento, espesor = 15 cm
- ③ Suelo Estabilizado con Geocelda, espesor = 20 cm
- ④ Cuneta empedrada con revestimiento de hormigón simple

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

Este estudio de impacto ambiental abarca la identificación y el análisis de los efectos que están vinculados a las actividades de construcción, operación y mantenimiento de la vía de acceso rural ubicada en el Recinto San Joaquín, cantón El Triunfo. La mejora de la infraestructura vial tiene como objetivo principal ofrecer nuevas oportunidades de desarrollo mediante una solución técnicamente viable y sostenible.

A partir del análisis de alternativas evidenciado en el capítulo dos, en el cual se consideraron criterios técnicos, económicos y sociales, priorizando las soluciones sostenibles. Bajo este contexto, la infraestructura vial adoptada está compuesta por estabilización de la subrasante mediante geoceldas, base estabilizada con cemento tipo MH (Moderado calor de hidratación) y empedrado como capa de rodadura.

El proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); en especial con el ODS 9 Industria, innovación e infraestructura, al fomentar el diseño de una infraestructura vial resiliente, eficiente y con bajo impacto ambiental; con el ODS 11, ciudades y comunidades sostenibles, al garantizar la movilidad segura y continua promoviendo nuevas oportunidades de desarrollo económico y social, a su vez de contar con acceso a servicios básicos y actividades productivas. Finalmente se vincula al ODS 12 producción y consumo responsables, por medio de la selección de materiales sostenibles y la incorporación de prácticas constructivas que disminuyen la generación de residuos.

4.2 Línea base ambiental

En esta sección se describen las características presentas en el área de estudio, abarcando los principales componentes del medio físico, biótico y socioeconómico, de tal manera que se comprenda la sensibilidad ambiental de la zona.

4.2.1 Medio físico

- **Clima:** En el área de estudio, Recinto San Joaquín, existe un clima tropical húmedo, con mayor frecuencia de precipitaciones entre los meses de enero y abril y una temperatura promedio anual de 26 °C (INAMHI, 2015b).
- **Topografía y suelo:** Considerando una longitud de vía de aproximadamente 2 km, se puede evidenciar una topografía regular en su tramo inicial (abscisas 0+000 a 0+740), en donde se tiene un terreno ondulado, al presentar pendientes longitudinales entre 3% y 6%, lo cual permite intervenciones constructivas con bajo movimiento de tierras, al no necesitar cortes o rellenos pronunciados. Sin embargo, para el tramo restante se cuenta con un terreno escarpado, es decir pendientes longitudinales mayores del 8%. La morfología del suelo presenta un perfil estratigráfico con estratos predominantes limo-arenosos y gravas limosas, con características de baja plasticidad y niveles variables de sobreconsolidación.
- **Hidrología superficial:** Considerando la topografía realizada por la Prefectura Ciudadana del Guayas (2021), se identifican dos ríos que cruzan sobre el eje vial, mismos que durante la temporada invernal incrementan significativamente su caudal, provocando zonas de inundación e inseguridad a los habitantes. Ante esta situación la Prefectura Ciudadana del Guayas realizó los respectivos estudios para realizar puentes vehiculares en estos dos cruces; sin embargo, aún no están en ejecución.

Adicionalmente, existen múltiples quebradas que atraviesan la vía o discurren paralelas a ella, que de igual manera en época de lluvia su capacidad de concentración y escurrimiento las convierte en factores críticos para el diseño del drenaje.

4.2.2 *Medio biótico*

- **Flora:** Durante la visita en campo se pudo observar una presencia considerable de cultivos de cacao fino de aroma, especie de gran importancia económica para el sector (Villacrés Helguero et al., 2018b). Adicionalmente, según entrevistas al cliente y a moradores de la zona, también se encuentran especies como el pachaco usado en la industria de la construcción y árbol del pan utilizado para alimentación y medicina.
- **Fauna:** De manera similar, durante la visita realizada no se identificaron especies en peligro en la zona. Sin embargo, se observaron diversas clases de aves, reptiles menores como lagartijas y pequeños mamíferos como roedores.

4.2.3 *Medio socioeconómico*

- **Población:** Según datos proporcionados por la INEC (2010) existe una población total en el cantón El Triunfo de 44778 habitantes, siendo esta información la más actual publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- **Actividades económicas:** Por medio de entrevistas con los habitantes del sector se pudo conocer que la economía se centra en la agricultura y actividades del campo, además del turismo. La finca a la cual da acceso el diseño vial forma parte del ecoturismo, ofreciendo un contacto directo con la naturaleza.

4.3 **Actividades del proyecto**

A continuación, se identifican las actividades con mayor influencia en el entorno del proyecto de construcción de la vía de acceso rural en el Recinto San Joaquín, las cuales son

susceptibles de generar impactos ambientales en el entorno físico, biótico y socioeconómico. Se agruparon las actividades de acuerdo con la fase del proyecto que pertenecen.

Tabla 49

Actividades susceptibles de causar impacto ambiental

Fase del Proyecto	Actividad	Descripción
Obra Preliminar	Limpieza y desbroce del terreno	Remoción de vegetación superficial no protegida para liberar el área de intervención.
	Movimiento de tierras	Ejecución de cortes y rellenos para lograr la rasante del proyecto.
Construcción	Compactación y estabilización de subrasante con geoceldas	Colocación de material del sitio y geocelda HDPE para mejorar la capacidad portante del terreno.
	Ejecución de base estabilizada con cemento tipo MH	Mezcla y compactación de la base con cemento para aumentar la resistencia estructural.
	Construcción de capa de rodadura Empedrado	Colocación de cantos rodados, arena y compactación como capa de rodadura.
	Uso de la vía	Tránsito vehicular puede generar compactación adicional o desprendimiento de material.
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento vial periódico	Limpieza de cunetas, relleno de baches, recolocación de piedras sueltas, y control de erosión.

Nota: Se clasificaron las actividades de acuerdo con la fase del proyecto que pertenece

4.4 Identificación de impactos ambientales

Para el análisis de impacto ambiental se consideraron distintas fases del proyecto como la obra preliminar, construcción y la fase de operación y mantenimiento, se detallaron las actividades relevantes de cada una de ellas. La metodología empleada para la identificación fue la matriz de Leopold, la cual es una herramienta que permite establecer relaciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales potencialmente afectados mediante una matriz de doble entrada, evaluando la magnitud e importancia de cada impacto (Leopold et al., 1971).

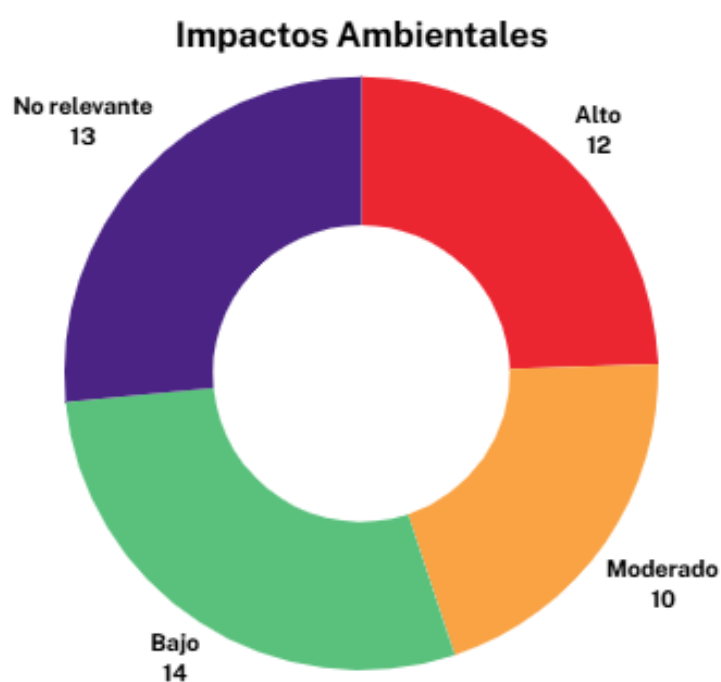
En este proceso se contemplaron tanto los impactos negativos como los positivos. Adicionalmente, se identificaron los aspectos ambientales asociados a cada actividad. Este análisis cualitativo permite reconocer los impactos más significativos y, a su vez, garantiza que el diseño técnico de la vía de acceso al recinto San Joaquín se ejecute incorporando medidas adecuadas para la prevención y mitigación de dichos impactos.

A continuación, en la **Figura 62** se presenta la distribución cualitativa de los impactos ambientales identificados en el proyecto. Se observa que la mayor proporción corresponde a

impactos de baja significancia (14), seguidos por los clasificados como no relevantes (12). De manera similar se identificaron 12 impactos de alta significancia y 10 impactos moderados.

Figura 62

Resumen de Impactos Ambientales



Nota: En total existes 49 Impactos Ambientales asociados a cada actividad. 12 altos, 10 moderados, 14 bajos y 13 no relevantes.

En la **Tabla 50**, se presentan los principales aspectos e impactos ambientales identificados para las fases del proyecto.

Tabla 50

Matriz de Aspectos e Impactos Ambientales asociados a cada actividad

Fase del Proyecto	Actividad	Aspecto ambiental asociado		Impacto Ambiental Asociado	
Obra Preliminar	Limpieza y desbroce del terreno	Residuos	Generación de residuos vegetales como ramas y maleza debido al desbroce.	Vegetación	Reducción alta de cobertura vegetal
		Emisiones al aire	Dispersión de polvo por remoción superficial.	Suelo	Alteración alta del Suelo
		Emisiones sonoras	Generación de ruido por motosierras o maquinaria ligera.	Aire	Generación alta de material particulado (polvo)
				Comunidad	Fuente alta de empleo
				Ruido	Perturbación moderada al entorno social

Fase del Proyecto	Actividad	Aspecto ambiental asociado		Impacto Ambiental Asociado	
Construcción	Movimiento de tierras	Residuos	Excedentes del material excavado o de corte.	Vegetación	Reducción alta de cobertura vegetal
		Emisiones al aire	Emisión de polvo debido a la excavación uso de maquinaria.	Suelo	Alteración alta del Suelo
		Emisiones sonoras	Ruido generado por retroexcavadoras y volquetas.	Recursos Hídricos	Afectación moderada de cuerpos de agua
		Productos combustibles	La utilización de diésel, aceites o lubricantes en maquinaria pesada.	Ruido	Perturbación moderada al entorno social
				Comunidad	Fuente alta de empleo
				Aire	Generación alta de material particulado (polvo)

Actividad	Aspecto ambiental asociado		Impacto Ambiental Asociado	
Compactación y estabilización con geoceldas	Emisiones al aire	Liberación de polvo durante el relleno de celdas.	Suelo	Alteración moderada del Suelo
	Emisiones sonoras	Vibración y ruido del rodillo compactador.	Ruido	Perturbación moderada al entorno social
	Productos combustibles	Consumo de diésel y aceites para el rodillo compactador.	Comunidad	Fuente baja de empleo
			Aire	Generación baja de material particulado (polvo)
Base estabilizada con cemento tipo MH	Residuos	Sobrantes de mezcla o materiales no utilizados.	Suelo	Alteración alta del Suelo
	Emisiones al aire	Polvo de cemento de la mezcla.	Recursos Hídricos	Afectación moderada de cuerpos de agua
	Emisiones sonoras	Operación de compactación.	Ruido	Perturbación moderada al entorno social

		Aspecto ambiental asociado		Impacto Ambiental Asociado	
				Comunidad	Fuente moderada de empleo
				Aire	Generación alta de material particulado (polvo)
Capa de rodadura empedrado		Residuos	Fragmentos o excedentes de piedra.	Suelo	Alteración baja del Suelo
		Productos combustibles	Transporte del material con maquinaria liviana.	Comunidad	Fuente alta de empleo
				Ruido	Perturbación moderada al entorno social
				Aire	Generación baja de material particulado (polvo)
Operación y Mantenimiento	Uso de la vía	Emisiones al aire	Gases de escape por vehículos livianos y pesados.	Suelo	Alteración alta del Suelo
		Emisiones sonoras	Ruido por tránsito vehicular.	Recursos Hídricos	Afectación baja de cuerpos de agua

		Aspecto ambiental asociado		Impacto Ambiental Asociado	
				Ruido	Perturbación baja al entorno social
				Aire	Generación baja de material particulado (polvo)
				Comunidad	Confort y seguridad alta a los usuarios
Mantenimiento vial periódico		Residuos	Materiales sobrantes del mantenimiento.	Vegetación	Reducción baja de cobertura vegetal
		Emisiones al aire	Polvo generado por limpieza y reparaciones.	Suelo	Alteración baja del Suelo
		Productos combustibles	Uso de volquetas, rodillos, combustibles y aceites.	Recursos Hídricos	Afectación baja de cuerpos de agua
				Ruido	Perturbación baja al entorno social
				Aire	Generación baja de material particulado (polvo)

		Aspecto ambiental asociado	Impacto Ambiental Asociado
			Comunidad
			Fuente moderada de empleo
			Confort y seguridad moderada a los usuarios

Nota: Se consideraron las actividades con mayor influencia al entorno del proyecto.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Para la valoración de los impactos ambientales se empleará la Matriz de Leopold, la cual permite evaluar la magnitud e importancia de los efectos generados por las actividades del proyecto sobre los componentes del entorno. La estructura de la matriz está compuesta por filas que representan las actividades del proyecto y columnas que corresponden a los factores ambientales. La significancia del impacto se determina mediante el producto entre la magnitud y la importancia, de acuerdo con el grado de afectación. Con el fin de determinar la importancia de cada impacto ambiental se hará uso de la escala de valoración propuesta por Tito (2020).

Tabla 51

Escala de valoración de importancia del impacto ambiental

Característica	Puntaje				
	1	2.5	5	7.5	10
Extensión [E]	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración [D]	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad [R]	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (incidencia sobre factor ambiental)	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

Nota: Escala de valoración según Tito (2020)

Una vez identificadas las tres características fundamentales y los puntajes de estas, se hará uso de la siguiente ecuación para obtener el valor de importancia del impacto ambiental.

$$IMP = We * E + Wd * D + Wr * R \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde:

IMP: Valor de Importancia del impacto ambiental

We: Peso de Extensión (se asume 0.3)

E: Valor de Extensión

Wd: Peso de Duración (se asume 0.3)

D: Valor de Duración

Wr: Peso de Reversibilidad (se asume 0.4)

R: Valor de Reversibilidad

A continuación, se muestra la tabla con los valores obtenidos de importancia del impacto ambiental por cada actividad realizada.

Tabla 52

Análisis cuantitativo del IMP

Componente	Impacto Ambiental	Característica	Obra Preliminar		Construcción			Operación y Mantenimiento	
			Limpieza y desbroce del terreno	Movimiento de tierras	Compactación y estabilización del suelo con geoceldas	Ejecución de base estabilizada con cemento tipo MH	Construcción de capa de rodadura Empedrado	Uso de la vía	Mantenimiento periódico
Vegetación	Reducción cobertura vegetal	E	2.5	1					1
		D	2.5	2.5					1
		R	7.5	5					7.5
		IMP	4.50	3.05					3.60
Suelo	Alteración del suelo	E	2.5	5	2.5	2.5	2.5	7.5	1
		D	2.5	2.5	1	2.5	2.5	10	2.5
		R	7.5	7.5	7.5	7.5	2.5	10	5
		IMP	4.50	5.25	4.05	4.50	2.50	9.25	3.05
Recursos Hídricos	Afectación de cuerpos de agua	E		2.5		2.5		1	1
		D		2.5		2.5		2.5	1
		R		5		5		2.5	2.5
		IMP		3.50		3.50		2.05	1.60

Componente	Impacto Ambiental	Característica	Limpieza y desbroce del terreno	Movimiento de tierras	Compactación y estabilización del suelo con geoceldas	Ejecución de base estabilizada con cemento tipo MH	Construcción de capa de rodadura Empedrado	Uso de la vía	Mantenimiento periódico
Aire	Generación de material particulado (polvo)	E	2.5	7.5	2.5	5	2.5	2.5	1
		D	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
		R	5	5	5	10	5	5	5
		IMP	3.50	5.00	3.50	6.25	3.50	3.50	3.05
Ruido	Perturbación al entorno social	E	2.5	5	1	5	1	1	1
		D	1.0	1	1	2.5	2.5	5	1
		R	1	2.5	2.5	2.5	1	1	2.5
		IMP	1.45	2.80	1.60	3.25	1.45	2.20	1.60
Comunidad	Fuente de empleo	E	7.5	10	1	5	7.5		5
		D	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5		2.5
		R	10	10	10	10	10		10
		IMP	7.00	7.75	5.05	6.25	7.00		6.25
	Confort y seguridad moderada a los usuarios	E						7.5	1
		D						10	2.5
		R						10	7.5
		IMP						9.25	4.05

Nota: Valores obtenidos de IMP por cada actividad realizada.

Con los valores obtenidos en la **Tabla 52**, se presenta la Matriz de Leopold, la cual incorpora el valor de magnitud, diferenciando entre impactos positivos (+) o negativos (-).

Tabla 53

Escala de Magnitudes Positivas

Magnitud Positiva		
Intensidad	Afectación	Calificación
Baja	Baja	+1
Baja	Media	+2
Baja	Alta	+3
Media	Baja	+4
Media	Media	+5
Media	Alta	+6
Alta	Baja	+7
Alta	Media	+8
Alta	Alta	+9
Muy alta	Alta	+10

Tabla 54

Escala de Magnitudes Negativas

Magnitud Negativa		
Intensidad	Afectación	Calificación
Baja	Baja	-1
Baja	Media	-2
Baja	Alta	-3
Media	Baja	-4
Media	Media	-5
Media	Alta	-6
Alta	Baja	-7
Alta	Media	-8
Alta	Alta	-9
Muy alta	Alta	-10

Tabla 55

Matriz de Leopold

		Obra Preliminar		Construcción			Operación y Mantenimiento			Afectaciones		Total afectaciones
Componente	Impacto Ambiental	Limpieza y desbroce del terreno	Movimiento de tierras	Compactación y estabilización del suelo con geoceldas	Ejecución de base estabilizada con cemento tipo MH	Construcción de capa de rodadura Empedrado	Uso de la vía	Mantenimiento periódico	+	-		
Vegetación	Reducción cobertura vegetal	-5	-3					-3	0	3	3	
		4.50	3.05					3.60				
Suelo	Alteración del suelo	-3	-8	-6	-3	-2	-10	-6	0	7	7	
		4.50	5.25	4.05	4.50	2.50	9.25	3.05				
Recursos Hídricos	Afectación de cuerpos de agua		-2		-4		-8	-5	0	4	4	
			3.50		3.50		2.05	1.60				
Aire	Generación de material	-2	-8	-4	-6	-2	-9	-5	0	7	7	
		3.50	5.00	3.50	6.25	3.50	3.50	3.05				
Ruido	Perturbación al entorno social	-1	-8	-3	-5	-3	-5	-5	0	7	7	
		1.45	2.80	1.60	3.25	1.45	2.20	1.60				
Comunidad	Fuente de empleo	10	10	10	10	9		7	6	0	6	
		7.00	7.75	5.05	6.25	7.00		6.25				
	Confort y seguridad						10	-5	1	1	2	
Afectaciones	+	1	1	1	1	1	1	1	7			
	-	4	5	3	4	3	4	6		29		
Total Afectaciones		5	6	4	5	4	5	7			36	

A continuación, se procede a calcular el impacto ambiental de cada actividad del proyecto en cada componente, por medio de la siguiente ecuación;

$$IA = \pm \sqrt{IMP * |MAG|} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

IA: Valor de impacto ambiental

IMP: Valor de Importancia del impacto ambiental

MAG: Magnitud del impacto ambiental

Tabla 56

Matriz de valoración de impactos ambientales por cada actividad y componente

Análisis de Impactos Ambientales y Sociales												
Componente	Impacto Ambiental	Obra Preliminar		Construcción		Operación y Mantenimiento				Impacto		Total de impactos
		Limpieza y desbroce del terreno	Movimiento de tierras	Compactación y estabilización del suelo con geoceldas	Ejecución de base estabilizada con cemento tipo MH	Construcción de capa de rodadura Empedrado	Uso de la vía	Mantenimiento periódico				
									+	-		
Vegetación	Reducción cobertura vegetal	-4.74	-3.02						-3.29	0.00	11.05	11.05
Suelo	Alteración del suelo	-3.67	-6.48	-4.93	-3.67	-2.24	-9.62	-4.28	0.00	34.89	34.89	
Recursos Hídricos	Afectación de cuerpos de agua		-2.65		-3.74		-4.05	-2.83	0.00	13.27	13.27	
Aire	Generación de material	-2.65	-6.32	-3.74	-6.12	-2.65	-5.61	-3.91	0.00	31.00	31.00	
Ruido	Perturbación al entorno social	-1.20	-4.73	-2.19	-4.03	-2.09	-3.32	-2.83	0.00	20.39	20.39	
Comunidad	Fuente de empleo	8.37	8.80	7.11	7.91	7.94		6.61	46.73	0.00	46.73	
	Confort y seguridad						9.62	-4.50	9.62	4.50	14.12	
Afectaciones	+	8.37	8.80	7.11	7.91	7.94	9.62	6.61	56.35			
	-	12.27	23.21	10.86	17.57	6.97	22.60	21.63	115.10			
Total Afectaciones		20.63	32.01	17.97	25.48	14.90	32.21	28.24			171.45	

Adicionalmente, Tito (2020) propone la escala de valoración cualitativa, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 57

Escala de valoración cualitativa de impacto ambiental

Calificación del Impacto Ambiental	Valor del índice de impacto ambiental (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$
Significativo	$6.5 > IA \geq 4.5$
No Significativo	$ IA < 4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Por último, se presenta la valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto

Tabla 58*Valoración cualitativa de los impactos ambientales*

Componente	Impacto Ambiental	Obra Preliminar		Construcción			Operación y Mantenimiento	
		Limpieza y desbroce del terreno	Movimiento de tierras	Compactación y estabilización del suelo con geoceldas	Ejecución de base estabilizada con cemento tipo MH	Construcción de capa de rodadura Empedrado	Uso de la vía	Mantenimiento periódico
Vegetación	Reducción cobertura vegetal	Significativo	No Significativo					No Significativo
Suelo	Alteración del suelo	No Significativo	Significativo	Significativo	No Significativo	No Significativo	Altamente Significativos	No Significativo
Recursos Hídricos	Afectación de cuerpos de agua		No Significativo		No Significativo		No Significativo	No Significativo
Aire	Generación de material particulado (polvo)	No Significativo	Significativo	No Significativo	Significativo	No Significativo	Significativo	No Significativo
Ruido	Perturbación al entorno social	No Significativo	Significativo	No Significativo	No Significativo	No Significativo	No Significativo	No Significativo
Comunidad	Fuente de empleo	Benéfico	Benéfico	Benéfico	Benéfico	Benéfico		Benéfico
	Confort y seguridad moderada a los usuarios						Benéfico	Significativo

En base a la **Tabla 58** se puede observar que solamente hay una actividad que resulta altamente significativa, correspondiente al suelo durante la fase de operación, específicamente por el uso continuo de la vía, lo cual generaría un desgaste y posteriormente fallas en el pavimento.

En relación con el aire, los impactos se concentran en la generación de material particulado (polvo) derivado del movimiento de tierras y el tránsito vehicular. Los impactos sobre el ruido se estiman no significativos a significativos, especialmente en el uso de maquinaria. Los recursos hídricos fueron evaluados como cambios no significativos, de tal manera que las actividades provistas no representan un mayor riesgo a los cuerpos de agua.

En contraste, el proyecto genera varios impactos positivos en el componente social, especialmente en la fuente de empleo, al involucrar a la comunidad en actividades de limpieza y desbroce del terreno, movimiento de tierras, construcción de la capa de rodadura de empedrado y mantenimiento periódico de la vía.

Este análisis de la valoración cualitativa demuestra que a pesar de que el proyecto genera impactos ambientales negativos, estos pueden ser intervenidos y mitigados mediante la implementación de medidas adecuadas, como revegetación de áreas intervenidas, riego de la vía para el control de polvo y mantenimiento preventivo del pavimento. Por otro lado, los beneficios sociales del proyecto contribuyen a los objetivos de desarrollo sostenible en la zona de influencia.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Mediante el análisis y valoración de impactos ambientales, se ha planteado medidas de prevención para disminuir los efectos negativos, así como fortalecer los impactos positivos generados por las actividades del proyecto durante las distintas fases del proyecto. A continuación, se detallan las principales medidas de prevención propuestas;

Tabla 59*Prevención de Impactos Ambientales*

Fase del Proyecto	Actividad	Medida de Prevención/Mitigación
Obra Preliminar	Limpieza y desbroce del terreno	Delimitar y señalizar el área que se va a intervenir, de esta manera se evita afectar innecesariamente la vegetación.
		Utilizar los residuos vegetales como cobertura orgánica o fertilizante.
Construcción	Movimiento de tierras	Humedecer periódicamente el suelo para controlar la generación de polvo.
		Almacenar temporalmente el material excavado en zonas autorizadas.
		Evitar quebradas o cuerpos de agua, delimitar la zona mediante barreras naturales mediante troncos o sacos.
		Supervisar el uso de maquinaria para prevenir fugas de combustible.
	Compactación y estabilización de la subrasante con geoceldas	Limpiar el área antes de la instalación para evitar contaminación por residuos existentes.
		Capacitar al personal sobre la seguridad en obra, haciendo énfasis en el uso adecuado de equipos y elementos de protección personal (EPP).
	Base estabilizada con cemento tipo MH	Almacenar los sacos de cemento bajo techo y sobre plataformas impermeables.
		Transporte adecuado de los sacos de cemento evitar derrames de cemento en zonas externas a la obra.
	Capa de rodadura empedrado	Utilizar material granular (piedra) proveniente de canteras legalmente autorizadas.

Fase del Proyecto	Actividad	Medida de Prevención/Mitigación
Operación y Mantenimiento	Uso de la vía	Implementar señalética adecuada para controlar la velocidad y evitar accidentes.
		Establecer un plan comunitario de conservación y limpieza.
	Mantenimiento vial periódico	Realizar las intervenciones en época de verano para reducir la escorrentía.
		Gestionar adecuadamente los residuos generados.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

El presente proyecto se estructura en seis capítulos que agrupan las principales partidas de obra. En obras preliminares se contemplan actividades como el trazado y replanteo, letreros informativos de obra, bombeo y la remoción de árboles existentes en el área de intervención. Dentro del movimiento de tierras se incluye excavación y el desalojo del material, garantizando las condiciones adecuadas para la conformación de la plataforma vial.

En el capítulo de estructura del pavimento se consideran los siguientes rubros; suministro de material de préstamo importado empleado como relleno para las celdas, suministro e instalación de geoceldas de polietileno de alta densidad (HDPE), colocación de subbase clase 1 como parte del mejoramiento de la subrasante, ejecución de una base estabilizada con cemento tipo MH, y finalmente, el suministro y colocación de empedrado tanto en forma manual como mecánica. Asimismo, se incluye la construcción de cunetas, ejecutadas tanto de manera manual como con apoyo mecánico, para garantizar el adecuado drenaje superficial.

En lo referente a la seguridad vial, se incorpora la señalización vertical como medida preventiva y de control del tránsito durante operación de la vía. Finalmente, se contemplan rubros destinados al Plan de Manejo Ambiental y Vial, orientados a mitigar los impactos negativos que puedan generarse durante el desarrollo de la obra.

5.2 Cantidades y Análisis de precios unitarios

A continuación, se presenta **Tabla 60** la en la cual se detallan las cantidades y precios unitarios correspondientes a cada rubro considerado en los distintos capítulos del proyecto. Para cada actividad se efectuó un Análisis de Precios Unitarios (APU), considerando los costos de equipo, mano de obra, materiales y transporte, cuyo detalle se encuentra en el Anexo A. Además, las cantidades de obra fueron determinadas a partir de los cálculos realizados con base en el diseño y los planos generados para el proyecto. Finalmente, para la determinación de los precios unitarios se tomó como referencia la lista oficial de precios del Municipio de Guayaquil publicada en su página web, garantizando así la coherencia con los valores vigentes en el mercado local.

Tabla 60

Cantidades y Precios Unitarios de rubros

DISEÑO DE VÍA DE ACCESO A RECINTO "SAN JOAQUÍN"				
Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	APU
1.0	Obra Preliminar			
1.1	Trazado y Replanteo	m2	18701,76	\$ 1,04
1.2	Letrero de Obra (3m x 2m)	u	2,00	\$ 148,10
1.3	Bombeo de Agua	Hora	64,00	\$ 8,89
1.4	Remoción de Árboles	u	50,00	\$ 49,54
2.0	Movimiento de Tierras			
2.1	Excavación Sin Clasificación	m3	7924,40	\$ 0,70
2.2	Desalojo de Material	m3/km	7075,36	\$ 0,30
3.0	Estructura de Pavimento			
3.1	Material de Préstamo Importado	m3	2337,72	\$ 15,27
3.2	Transporte De Material	m3/km	16240,00	\$ 0,35
3.3	Sub-Base Clase 1	m3	779,24	\$ 20,28
3.4	Suministro e Instalación de Geocelda HDPE (H=150 mm - A= 445 mm)	m2	14168,00	\$ 5,95
3.5	Base de Agregados Estabilizada con Cemento Tipo MH	m3	2337,72	\$ 45,86
3.6	Suministro y Colocación manual de Empedrado	m2	6960,80	\$ 5,10
3.7	Suministro y Colocación mecánica de Empedrado	m2	8624,00	\$ 12,53
3.8	Construcción mecánica de Cunetas con Material de empedrado	m	1232,00	\$ 15,85

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	APU
3.9	Construcción manual de Cunetas con Material de empedrado	m	994,40	\$ 14,92
4.0	Señalización Vial (Vertical)			
4.1	Suministro e Instalación de Letrero (Aluminio)	m2	5,58	\$ 372,30
4.2	Suministro e Instalación de Elementos de Sujeción o Fijación de Letreros	u	10,00	\$ 13,53
4.3	Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H. A	m	27,00	\$ 15,15
5.0	Plan de Manejo Ambiental			
5.1	Control de Polvo	m3	8656,65	\$ 4,34
5.2	Tanque Metálico de 55 Galones	u	16,00	\$ 20,78
5.3	Alquiler de Batería Sanitaria	u	14,00	\$ 154,71
5.4	Control y Monitoreo de Material Particulado	Estac	2,00	\$ 547,31
5.5	Control Y Monitoreo De Gases Co (8H), So2 (24H) Y No2(1H)	Estac	2,00	\$ 1.094,56
5.6	Control y Monitoreo de Ruido	Estac	14,00	\$ 83,43
5.7	Reunión con la comunidad	u	14,00	\$ 58,50
6.0	Plan de Seguridad Vial			
6.1	Barricada De Madera (1.20X1.50) M C/3 Tabl.C/Cinta Reflect.	u	28,00	\$ 22,01
6.2	Cono De Seguridad	u	70,00	\$ 18,28
6.3	Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75)	m2	14,00	\$ 97,88
6.4	Señalización Vertical Lado De La Vía (Desvio Izquierda O Derecha, 0.75M X 0.60M)	m2	14,00	\$ 97,88
6.5	Cintas Plásticas De Seguridad (Color Reflectivo)	m	4900,00	\$ 0,19

5.3 Costo del proyecto

La inversión total estimada para la ejecución del proyecto es de **USD 510,540.71**. Este valor se sustenta en el presupuesto referencial presentado a continuación, en el cual se especifican las cantidades previstas de cada rubro, los precios unitarios y los costos totales correspondientes. El presupuesto constituye una estimación técnica y financiera inicial, que permite dimensionar los recursos necesarios para la adecuada planificación y ejecución de la obra.

Tabla 61

Presupuesto Vía de Acceso a Recinto San Joaquín

DISEÑO DE VÍA DE ACCESO A RECINTO "SAN JOAQUÍN"					\$	510.540,71
Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	APU	Monto	
1.0	Obra Preliminar				\$	22.715,61
1.1	Trazado y Replanteo	m2	18701,76	\$ 1,04	\$	19.373,08
1.2	Letrero de Obra (3m x 2m)	u	2,00	\$ 148,10	\$	296,20
1.3	Bombeo de Agua	Hora	64,00	\$ 8,89	\$	569,20
1.4	Remoción de Árboles	u	50,00	\$ 49,54	\$	2.477,12
2.0	Movimiento de Tierras				\$	7.707,94
2.1	Excavación Sin Clasificación	m3	7924,40	\$ 0,70	\$	5.560,95
2.2	Desalojo de Material	m3/km	7075,36	\$ 0,30	\$	2.146,99
3.0	Estructura de Pavimento				\$	426.576,27
3.1	Material de Préstamo Importado	m3	2337,72	\$ 15,27	\$	35.700,21
3.2	Transporte De Material	m3/km	16240,00	\$ 0,35	\$	5.760,98
3.3	Sub-Base Clase 1	m3	779,24	\$ 20,28	\$	15.806,44
3.4	Suministro e Instalación de Geocelda HDPE (H=150 mm - A= 445 mm)	m2	14168,00	\$ 5,95	\$	84.230,81
3.5	Base de Agregados Estabilizada con Cemento Tipo MH	m3	2337,72	\$ 45,86	\$	107.204,33
3.6	Suministro y Colocación manual de Empedrado	m2	6960,80	\$ 5,10	\$	35.487,86
3.7	Suministro y Colocación mecánica de Empedrado	m2	8624,00	\$ 12,53	\$	108.025,14
3.8	Construcción mecánica de Cunetas con Material de empedrado	m	1232,00	\$ 15,85	\$	19.523,62
3.9	Construcción manual de Cunetas con Material de empedrado	m	994,40	\$ 14,92	\$	14.836,90

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	APU	Monto
4.0	Señalización Vial (Vertical)			\$	2.621,78
4.1	Suministro e Instalación de Letrero (Aluminio)	m2	5,58	\$ 372,30	\$ 2.077,43
4.2	Suministro e Instalación de Elementos de Sujeción o Fijación de Letreros	u	10,00	\$ 13,53	\$ 135,26
4.3	Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H.A	m	27,00	\$ 15,15	\$ 409,09
5.0	Plan de Manejo Ambiental			\$	45.358,23
5.1	Control de Polvo	m3	8656,65	\$ 4,34	\$ 37.589,08
5.2	Tanque Metálico de 55 Galones	u	16,00	\$ 20,78	\$ 332,45
5.3	Alquiler de Batería Sanitaria	u	14,00	\$ 154,71	\$ 2.165,93
5.4	Control y Monitoreo de Material Particulado	Estac	2,00	\$ 547,31	\$ 1.094,62
5.5	Control Y Monitoreo De Gases Co (8H), So2 (24H) Y No2(1H)	Estac	2,00	\$ 1.094,56	\$ 2.189,12
5.6	Control y Monitoreo de Ruido	Estac	14,00	\$ 83,43	\$ 1.168,04
5.7	Reunión con la comunidad	u	14,00	\$ 58,50	\$ 819,00
6.0	Plan de Seguridad Vial			\$	5.560,86
6.1	Barricada De Madera (1.20X1.50) M C/3 Tabl.C/Cinta Reflect.	u	28,00	\$ 22,01	\$ 616,17
6.2	Cono De Seguridad	u	70,00	\$ 18,28	\$ 1.279,52
6.3	Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75)	m2	14,00	\$ 97,88	\$ 1.370,28
6.4	Señalización Vertical Lado De La Vía (Desvio Izquierda O Derecha, 0.75M X 0.60M)	m2	14,00	\$ 97,88	\$ 1.370,28
6.5	Cintas Plásticas De Seguridad (Color Reflectivo)	m	4900,00	\$ 0,19	\$ 924,62

Figura 64

Cronograma Valorado

DISEÑO DE VÍA DE ACCESO A RECINTO "SAN JOAQUÍN"						\$ 510.540,71													
Partida	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Monto	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14
1.0	Obra Preliminar			\$	22.715,61														
1.1	Trazado y Replanteo	m2	18701,76	\$ 1,04	\$ 19.373,08	\$ 4.843,27	\$ 4.843,27	\$ 4.843,27	\$ 4.843,27										
1.2	Letrero de Obra (3m x 2m)	u	2,00	\$ 148,10	\$ 296,20	\$ 296,20													
1.3	Bombeo de Agua	Hora	64,00	\$ 8,89	\$ 569,20	\$ 71,15	\$ 71,15	\$ 71,15	\$ 71,15	\$ 71,15	\$ 71,15	\$ 71,15	\$ 71,15						
1.4	Remoción de Árboles	u	50,00	\$ 49,54	\$ 2.477,12			\$ 2.477,12											
2.0	Movimiento de Tierras			\$	7.707,94														
2.1	Excavación Sin Clasificación	m3	7924,40	\$ 0,70	\$ 5.560,95					\$ 5.560,95									
2.2	Desalojo de Material	m3/km	7075,36	\$ 0,30	\$ 2.146,99					\$ 2.146,99									
3.0	Estructura de Pavimento			\$	426.576,27														
3.1	Material de Préstamo Importado	m3	2337,72	\$ 15,27	\$ 35.700,21							\$ 35.700,21							
3.2	Transporte De Material	m3/km	16240,00	\$ 0,35	\$ 5.760,98						\$ 720,12	\$ 720,12	\$ 720,12	\$ 720,12	\$ 720,12	\$ 720,12	\$ 720,12	\$ 720,12	
3.3	Sub-Base Clase 1	m3	779,24	\$ 20,28	\$ 15.806,44						\$ 15.806,44								
3.4	Suministro e Instalación de Geotextil HDPE (H=150 mm - A= 445 mm)	m2	14168,00	\$ 5,95	\$ 84.230,81							\$ 84.230,81							
3.5	Base de Apoyados Estabilizada con Cemento Tipo MH	m3	2337,72	\$ 45,86	\$ 107.204,33								\$ 107.204,33						
3.6	Suministro y Colocación manual de Empedrado	m2	6960,80	\$ 5,10	\$ 35.487,86									\$ 7.097,57	\$ 7.097,57	\$ 7.097,57	\$ 7.097,57	\$ 7.097,57	
3.7	Suministro y Colocación mecánica de Empedrado	m2	8624,00	\$ 12,53	\$ 108.025,14									\$ 18.004,19	\$ 18.004,19	\$ 18.004,19	\$ 18.004,19	\$ 18.004,19	\$ 18.004,19
3.8	Construcción mecánica de Cuetas con Material de empedrado	m	1232,00	\$ 15,85	\$ 19.523,62									\$ 3.253,94	\$ 3.253,94	\$ 3.253,94	\$ 3.253,94	\$ 3.253,94	\$ 3.253,94
3.9	Construcción manual de Cuetas con Material de empedrado	m	994,40	\$ 14,92	\$ 14.836,90									\$ 2.967,38	\$ 2.967,38	\$ 2.967,38	\$ 2.967,38	\$ 2.967,38	\$ 2.967,38
4.0	Señalización Vial (Vertical)			\$	2.621,78														
4.1	Suministro e Instalación de Letrero (Aluminio)	m2	5,58	\$ 372,30	\$ 2.077,43														\$ 2.077,43
4.2	Suministro e Instalación de Elementos de Sujeción o Fijación de Letreros	u	10,00	\$ 13,53	\$ 135,26														\$ 135,26
4.3	Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H.A	m	27,00	\$ 15,15	\$ 409,09														\$ 409,09
5.0	Plan de Manejo Ambiental			\$	45.358,23														
5.1	Control de Polvo	m3	8656,65	\$ 4,34	\$ 37.589,08	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93	\$ 2.684,93
5.2	Tanque Metálico de 55 Galones	u	16,00	\$ 20,78	\$ 332,45	\$ 41,56	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 20,78	\$ 41,56
5.3	Alquiler de Batería Sanitaria	u	14,00	\$ 154,71	\$ 2.165,93	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 154,71	\$ 2.165,93
5.4	Control y Monitoreo de Material Particulado	Estac	2,00	\$ 547,31	\$ 1.094,62	\$ 547,31													\$ 547,31
5.5	Control Y Monitoreo De Gases Co (8H), So2 (24H) Y No2(1H)	Estac	2,00	\$ 1.094,56	\$ 2.189,12	\$ 1.094,56													\$ 1.094,56
5.6	Control y Monitoreo de Ruido	Estac	14,00	\$ 83,43	\$ 1.168,04	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43	\$ 83,43
5.7	Reunión con la comunidad	u	14,00	\$ 58,50	\$ 819,00	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50	\$ 58,50
6.0	Plan de Seguridad Vial			\$	5.560,86														
6.1	Barricada De Madera (1.20X1.50)M C/3 Tabl C/Cinta Reflect.	u	28,00	\$ 22,01	\$ 616,17	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01	\$ 44,01
6.2	Cono De Seguridad	u	70,00	\$ 18,28	\$ 1.279,52	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39	\$ 91,39
6.3	Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75)	m2	14,00	\$ 97,88	\$ 1.370,28	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88
6.4	Señalización Vertical Lado De La Vía (Desvío Izquierda O Derecha, 0.75M X 0.60M)	m2	14,00	\$ 97,88	\$ 1.370,28	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88	\$ 97,88
6.5	Cintas Plásticas De Seguridad (Color Reflectivo)	m	4900,00	\$ 0,19	\$ 924,62	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04	\$ 66,04
Costo Mensual						\$ 10.272,83	\$ 8.313,98	\$ 8.313,98	\$ 10.791,10	\$ 11.178,65	\$ 19.997,27	\$ 124.121,85	\$ 111.395,16	\$ 35.442,75	\$ 35.442,75	\$ 35.442,75	\$ 35.442,75	\$ 35.442,75	\$ 28.942,11
Costo Parcial						2,01%	1,63%	1,63%	2,11%	2,19%	3,92%	24,31%	21,82%	6,94%	6,94%	6,94%	6,94%	6,94%	5,67%
Costo Acumulado						\$ 10.272,83	\$ 18.586,81	\$ 26.900,79	\$ 37.691,89	\$ 48.870,54	\$ 68.867,81	\$ 192.989,65	\$ 304.384,82	\$ 339.827,57	\$ 375.270,33	\$ 410.713,08	\$ 446.155,84	\$ 481.598,59	\$ 510.540,71
Avance de Obra						2,01%	3,64%	5,27%	7,38%	9,57%	13,49%	37,80%	59,62%	66,56%	73,50%	80,45%	87,39%	94,33%	100,00%

5.5 Especificaciones Técnicas

En esta sección se detalla los lineamientos técnicos, procedimientos constructivos, equipos y materiales a emplear para la correcta ejecución del proyecto, con el fin de garantizar que cada actividad cumpla con los estándares de seguridad, durabilidad y sostenibilidad requeridos. Se tomó como guía las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP, 2022a), además de los proyectos desarrollados por la Alcaldía de Guayaquil para obras financiadas por la CAF.

5.5.1 Trazado y Replanteo

Descripción

Consiste en marcar en obra las longitudes, alineamientos y niveles indicados en los planos, conforme a las órdenes del Fiscalizador.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, equipo topográfico.

Materiales: Accesorios (clavos, piola, tiras, cuartones, etc.).

Procedimiento de Trabajo

Colocar referencias de ejes, que permanezcan estables durante toda la etapa de la construcción. Posteriormente, delimitar las áreas a construir con estacas de madera y piola; y establecer los rellenos y excavaciones indicados en los planos de acuerdo con las abscisas y cotas. Fiscalización comprobará y aprobará cada etapa del replanteo.

Medición y Forma de Pago

La medición de las cantidades a pagarse para este rubro se hará en metros cuadrados (m²). El pago se lo realizará al precio unitario establecido en el contrato.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta ejecución, estabilidad y conservación de los trabajos realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
1.1	Trazado y Replanteo	m2

5.5.2 Letrero de Obra (3m x 2m)

Descripción

El trabajo consistirá en el suministro, transporte, instalación y retiro de un letrero metálico de obra provisional de 3mx2m con planchas de acero negro, soporte leyenda, etc.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, soldadora.

Materiales: Estructura metálica con tubo cuadrado estructural de 25 x 25 x 2 mm, soldadura, lona impresa con protección UV, pintura reflectiva, elementos de fijación.

Procedimiento de Trabajo

El letrero se lo realizará con acero negro ASTM A36, soldados con fijación y anclaje de acuerdo con las dimensiones y especificaciones. Tendrá que ser visible a una distancia mínima de 100 m y serán instalados en las ubicaciones detalladas en los planos o por instrucciones del fiscalizador. Se deberá realizar el mantenimiento del letrero durante la obra y retiro al finalizar la misma

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en unidad (u) por cada letrero de obra instalado. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable por la conservación y mantenimiento de los equipos de señalización indicados en este rubro, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
1.2	Letrero de Obra (3m x 2m)	u

5.5.3 Bombeo de Agua

Descripción

Corresponde a la extracción de agua proveniente de escorrentía superficial o subterránea, con el fin de mantener seco el área a construir garantizando la correcta ejecución de las actividades posteriores.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Bomba de succión, manguera de descarga.

Materiales: Combustible, lubricantes y accesorios de conexión para el sistema de bombeo.

Procedimiento de Trabajo

Se deberá instalar la bomba en los puntos críticos establecidos por parte de Fiscalización, para realizar la extracción y evacuación del agua hacia zonas de drenaje autorizadas. Se tendrá que realizar una revisión periódica del equipo durante el proceso de bombeo. Finalizada la actividad se retirará el equipo.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será por hora efectiva (Hora) de bombeo ejecutada y aprobada. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta ejecución, estabilidad y conservación de los trabajos realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

Nº del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
1.3	Bombeo de Agua	Hora

5.5.4 Remoción de Árboles

Descripción

Consiste en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada. En las zonas indicadas en el plano o por el Fiscalizador, se deberá retirar los árboles que interfieran en la construcción de la vía.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, motosierra.

Materiales: No aplica.

Procedimiento de Trabajo

Identificar las zonas de vegetación de árboles a remover, previa identificación por medio de los planos o por Fiscalización. Se hará la tala controlada y extracción de raíces para posterior disposición del material vegetal en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental competente. Se deberá rellenar y compactar los espacios dejados por los árboles removidos. Este trabajo debe ser efectuado considerando la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2266.

Normas y Aspectos Técnicos

Norma NTE INEN 2266: Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en unidad (u) por árbol removido. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta ejecución, estabilidad y conservación de los trabajos realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
1.4	Remoción de Árboles	u

5.5.5 Excavación sin Clasificación

Descripción

El trabajo consistirá en la excavación de material de cualquier naturaleza que se encuentre dentro de los límites indicados en los planos o por la Fiscalización, para la conformación de la estructura vial.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Retroexcavadora.

Materiales: No aplica.

Procedimiento de Trabajo

Se realizará el replanteo y señalización de las áreas de excavación, el material excavado que el Fiscalizador considere que no es adecuado podrá ser utilizado en terraplenes o de no ser adecuado para tal uso, deberá ser desalojado. Se tendrá en cuenta las cotas del proyecto para la ejecución de cortes.

Normas y Aspectos Técnicos

Norma NTE INEN 2266: Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales

Peligrosos.

MOP – 001-F 2002: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

Registro Oficial: No. 249 Suplemento

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metro cúbico (m3) de material excavado. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato por la disposición del material, colocación, esparcido, el control y evacuación del agua, cumpliendo con las Ordenanzas y Reglamento que norma el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas y Leyes Ambientales.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta ejecución por la excavación sin clasificación, estabilidad y conservación de los trabajos realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
2.1	Excavación Sin Clasificación	m3

5.5.6 Desalojo de Material

Descripción

Este trabajo consiste en el retiro de material no deseado procedente de las excavaciones hasta los sitios de disposición final.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, volqueta.

Materiales: No aplica.

Procedimiento de Trabajo

Para el retiro del material, este podrá ser depositado en algún relleno sanitario cercano al sector que cuente con Informe favorable de la Fiscalización, Administrador del Contrato, Dirección de Ambiente y Preservación de Áreas Verdes y la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales.

Adicionalmente, se deberá de cumplir con las normativas y ordenanzas descritas a continuación:

Normas y Aspectos Técnicos

Norma NTE INEN 2266: Transporte, Almacenamiento y Manejo de Materiales Peligrosos.

MOP – 001-F 2002: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

Registro Oficial: No. 249 Suplemento

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metro cúbico por kilómetro (m³/km) de desalojo de material. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato por todo el desalojo de la excavación no deseada a los lugares aprobados por Fiscalización, Administrador del Contrato, Dirección de Ambiente y Preservación de Áreas Verdes y la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable del correcto traslado del material y garantizar la disposición en sitios autorizados ambientalmente. Como parte de sus obligaciones deberá reparar

o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
2.2	Desalojo de Material	m3/km

5.5.7 Material de Préstamo Importado

Descripción

Este trabajo comprende el suministro de material granular seleccionado para el relleno y compactación, proveniente de canteras autorizadas, cuya disposición deberá constar en los planos o disposición del Fiscalizador.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, rodillo vibratorio, motoniveladora y tanquero de agua con bomba.

Materiales: Agua, material granular de préstamo, cumpliendo con los requisitos granulométricos establecidos en la MTOP.

Procedimiento de Trabajo

Para el material de préstamo importado seleccionado se deberá realizar los ensayos de laboratorio específico y deberá ser compactado con rodillo, en capas de 20 cm, previamente humedecidas logrando el contenido de humedad óptimo.

El MTOP (2013) recomienda que el material de mejoramiento para subrasante deberá ser suelo granular, material rocoso o combinaciones de ambos, libre de material orgánico. Tendrá una granulometría que tenga 100% de pasante del tamiz de cuatro pulgadas (100 mm) con abertura cuadrada y un pasante del tamiz N° 200 (0.075 mm) menor al 20%.

La parte del material pasante del tamiz N° 40 (0.425 mm) deberá tener un índice de plasticidad (IP) menor o igual a nueve y límite líquido hasta 35%, solamente si el valor del CBR es mayor al 10%, el cual es determinado mediante el ensayo AASHTO-T-91.

La distribución, conformación y compactación del suelo seleccionado se realizará en base a los requisitos establecidos en los numerales 402-1.05.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

Grado de compactación relativa

Se encuentra en la tabla 305-2.1 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes del MOP-001-F 2002.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metro cúbico (m³) debidamente compactado según las especificaciones detalladas. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y este deberá incluir suministro, colocación, compactación y control de calidad.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta colocación del material importado, garantizando la estabilidad de todos los rellenos contruidos, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.1	Material de Préstamo Importado	m ³

5.5.8 Transporte de Material

Descripción

Corresponde al traslado del material de préstamo importado ya sea este de mejoramiento de la subrasante, subbase o base, desde la cantera de origen hasta la ubicación del proyecto.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, volqueta.

Materiales: No aplica.

Procedimiento de Trabajo

Se realizará el traslado del material hasta la ubicación especificada en los planos con la supervisión del Fiscalizador.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metro cúbico por kilómetro (m³/km) debidamente colocado y compactado según las especificaciones detalladas. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable del transporte del material y conservación de las actividades ejecutadas, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.2	Transporte De Material	m ³ /km

5.5.9 Sub-Base Clase 1

Descripción

Corresponde a la conformación de una capa de sub-base granular clase 1, constituida por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado y deberá ser colocada sobre la subrasante previamente preparada.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, tanquero de agua con bomba, rodillo vibratorio, motoniveladora.

Materiales: Sub-base clase 1 y agua.

Procedimiento de Trabajo

Los parámetros que deberá cumplir la sub-base para clasificarse como Clase 1 son que esté conformada por agregados obtenidos por trituración de roca o grava y graduados uniformemente como se especifica en la Tabla 403-1.1 del MTOP (2013).

Figura 65

Clasificación por granulometría de las Sub-bases

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Nota: La tabla fue obtenida del MTOP (2013).

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos (2) centímetros con el espesor especificado en los planos, adicionalmente, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser menor al especificado.

Se realizará el extendido del material en capas no mayores a 20 cm de espesor de material suelto, seguido de la hidratación, conformación y compactación necesaria, la cual deberá realizarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas o rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor.

Una vez terminada la actividad, se deberá comprobar las pendientes, alineaciones y secciones transversales, así como efectuar los ensayos de densidad por parte del Fiscalizador, para determinar su aprobación o reparación.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metro cúbico (m³) debidamente realizados y aceptados por la Fiscalización. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y deberá incluir desde el suministro hasta la colocación, pruebas de campo y laboratorio solicitadas por el Fiscalizador.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta ejecución, estabilidad y conservación de los trabajos realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.3	Sub-Base Clase 1	m ³

5.5.10 Suministro e Instalación de Geocelda HDPE (H=150 mm – A=445 mm)

Descripción

Consiste en el suministro, transporte e instalación de geoceldas de polietileno de alta densidad (HDPE) de 150 mm de altura y 445 mm de ancho, utilizadas como refuerzo en la estructura del pavimento. Su función principal es generar un confinamiento celular tridimensional que mejora la capacidad portante del suelo y optimiza los espesores de las capas granulares. El sistema garantiza una mayor durabilidad de la vía y reducción de asentamientos diferenciales.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo: retroexcavadora, minicargador, rodillo liso vibratorio, compactador manual, pines conectores de HDPE y herramientas menores.

Materiales: geoceldas HDPE (H=150 mm – A=445 mm), material granular de lleno (arena, grava, subbase o RAP), elementos de fijación (estacas metálicas o de madera, conectores de HDPE).

Procedimiento de Trabajo

Se inicia la instalación con la preparación de la subrasante debe de estar nivelada y compactada hasta alcanzar la densidad especificada. Una vez lista, se coloca el material de subbase 1 A para posteriormente extender los paneles de geocelda, los cuales se fijan mediante varillas para asegurar su correcta sujeción. Los paneles se unen entre sí utilizando grapados pines conectores de HDPE, conformando una superficie continua y estable. Se procede al llenado con material granular previamente aprobado, el cual se deposita en capas sucesivas de máximo 15 cm de espesor, extendiéndose uniformemente sobre las celdas. Cada capa se compacta de manera controlada con rodillo vibratorio, garantizando que el material quede completamente confinado.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará en metros cuadrados (m²) de geocelda instalada, correctamente rellena y compactada, de acuerdo con los planos y especificaciones del proyecto. El pago se efectuará al precio unitario establecido en el presupuesto aprobado, e incluirá el suministro de geoceldas, transporte, mano de obra, materiales de lleno, equipo y todos los trabajos necesarios para la correcta instalación.

Obligaciones del Contratista

El contratista será responsable de verificar que las geoceldas cumplan con las normas internacionales aplicables (ASTM, ISO, AASHTO) y de garantizar la correcta alineación y

estabilidad de los paneles durante la instalación. Asimismo, deberá asegurar que la compactación del material de lleno se ejecute bajo un estricto control de calidad y con personal capacitado.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.4	Suministro e Instalación de Geocelda HDPE (H=150 mm – A=445 mm)	m2

5.5.11 Base de Agregados Estabilizada con Cemento Tipo MH

Descripción

Comprende la construcción de la capa de base compuesta de agregados triturados o cribados o de una combinación de ambos, cemento hidráulico tipo MH y agua, mezclados en planta o en sitio, con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de los agregados

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, tanquero de agua con bomba, rodillo liso, motoniveladora.

Materiales: Base clase I, agua y cemento hidráulico tipo MH incluido transporte.

Procedimiento de Trabajo

Los agregados empleados serán aquellos que cumplan lo indicado en la sección 404-1 del MOP-001F-2022 para una Base de Agregados Clase 1, mostrada a continuación:

Figura 66*Especificaciones para Base Clase I*

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	A	B	C
2" (50.8 mm.)	100	--	--
1 1/2" (38.1 mm.)	70 - 100	100	--
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 - 100	100
3/4" (19.0 mm.)	50 - 80	60 - 90	70 - 100
3/8" (9.5 mm.)	40 - 70	45 - 75	50 - 80
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
Nº 10 (2.00 mm.)	20 - 50	20 - 50	25 - 50
Nº 40 (0.425 mm.)	5 - 30	5 - 30	10 - 30
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 5	0 - 5	0 - 5

Nota: La tabla fue obtenida del MOP (2002a).

Se utilizará cemento hidráulico Tipo MH como aglutinante para la mezcla, que cumpla con lo establecido en las normas NTE INEN 150, NTE INEN 490 y NTE INEN 2380 para un cemento de moderado calor de hidratación.

El agua a emplearse para la mezcla y el curado debe de ser potable y libre de impurezas y deberá de cumplir los requisitos mencionados en la NTE INEN 1855.

Ensayos y Tolerancias

El contenido de cemento deberá ser verificado mediante ACI 230.1R-09 sección 8.3.1, mientras que los ensayos de densidad máxima y humedad óptima se realizarán en base a la AASHTO T-180.

La resistencia a la compresión simple deberá ser mayor o igual a 25 kg/cm² a los 7 días, siguiendo los procedimientos de ASTM D 1622 o ASTM C 1435.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un (1) centímetro con el espesor especificado en los planos, adicionalmente, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser menor al especificado.

Mezclado y Tendido

El mezclado podrá realizarse en planta o en obra. Para el mezclado en planta se deberá emplear una dosificadora con sistema de dosificación para agregados, cemento y agua. La mezcla se transportará en volquetas y será tendida por medio de maquinarias autopropulsadas, con humedecimiento previo de la superficie.

Para el mezclado en sitio se podrá realizar mediante motoniveladora y distribuyendo los sacos de manera homogénea.

La compactación se ejecutará mediante rodillos lisos hasta alcanzar una densidad mínima del 95% del Proctor Modificado. En los bordes se podrá utilizar compactadores menores.

El curado de la base estabilizada con cemento se deberá realizar por al menos 7 días, con el fin de evitar pérdidas de humedad.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará en metros cúbicos (m³) de base debidamente colocado y compactado en obra de acuerdo con los planos y especificaciones del proyecto. El pago se efectuará al precio unitario establecido en el presupuesto aprobado, e incluirá el suministro de agregados, mezcla, transporte de materiales excepto la base granular y demás trabajos necesarios para la correcta instalación.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la correcta ejecución, estabilidad y conservación de los trabajos realizados, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

Nº del Rubro

Descripción

Unidad de Medición

3.5	Base de Agregados Estabilizada con Cemento Tipo MH	m3
-----	---	----

5.5.12 Suministro y Colocación manual de Empedrado

Descripción

Comprende el suministro, transporte y colocación manual de piedra partida o canto rodado para la conformación de la capa de rodadura del camino. El empedrado constituye una superficie resistente, estable y económica, adecuada para vías rurales de bajo tránsito, garantizando durabilidad y un mantenimiento reducido en comparación con superficies lastrada.

Equipo Mínimo y Materiales

El equipo requerido para la ejecución comprende martillos o combos de 2 kg para el hincado de piedra, herramientas manuales como palas, picos, rastrillos y carretillas para transporte interno. Además, se utilizará un rodillo liso sin vibración con un peso de entre 4 y 8 toneladas, destinado a la compactación final de la capa de empedrado.

La piedra partida o canto rodado deberá cumplir con las características físico-mecánicas establecidas;

Figura 67

Características del Material

CARACTERÍSTICAS	VALOR REQUERIDO
Pérdida por abrasión en máquina de los Angeles (500 revoluciones)	≤ 40%
Pérdida de peso mediante ensayo de durabilidad luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio	≤ 12%
Densidad mínima	2.3 gr/cm ³
Diámetro mínimo para empedrado	8 cm
Diámetro máximo para empedrado	12 cm
Diámetro mínimo para maestra o cordones maestros	10 cm
Diámetro máximo para maestra o cordones maestros	15 cm

Nota: Cuadro N° 1 del Manual Andino Construcción de Empedrado

Procedimiento de Trabajo

La ejecución del empedrado inicia con la preparación de la base, la cual debe encontrarse debidamente conformada y compactada según lo establecido en los planos y especificaciones del proyecto. Una vez lista, se disgrega una capa superficial de aproximadamente 2 cm que servirá de cama para las piedras. Posteriormente se colocan las piedras maestras o cordones en los bordes, eje y carriles intermedios, a intervalos no mayores a 1,50 m, y en pendientes superiores al 10 % se instalan maestras transversales cada 3,5 m para evitar desplazamientos de material. Sobre esta base se procede a la colocación manual de piedras de 8 a 12 cm, hincándolas con martillos para lograr un adecuado confinamiento. Una vez colocadas, los espacios se rellenan con arena, el cual se asienta mediante escobas y riego de agua en un proceso denominado emporado. Finalmente, se realiza la compactación con rodillo liso sin vibración, iniciando en los bordes hacia el centro, hasta obtener una superficie uniforme y estable.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará en metros cuadrados (m²) de empedrado colocado, compactado y aceptado por la fiscalización, considerando únicamente la superficie efectiva de rodadura. El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato e incluirá el suministro de la piedra, su transporte, preparación de la subrasante, y piedras de relleno, emporado, compactación final y todas las labores necesarias para la correcta ejecución del empedrado.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar que las piedras utilizadas cumplan las características físico-mecánicas establecidas en la normativa vigente Manual Andino de Construcción de Empedrados, verificando su tamaño, resistencia y durabilidad. Será responsable de ejecutar el empedrado siguiendo la secuencia constructiva definida, asegurando la alineación correcta de maestras y el hincado adecuado de las piedras. Asimismo, deberá velar por la correcta compactación de la del empedrado, la aplicación uniforme del material de emporado (Arena) y la calidad final de la

superficie terminada. El contratista deberá cumplir estrictamente las normas de seguridad industrial, señalización preventiva y mitigación ambiental, además de presentar certificados de calidad de los materiales empleados y reemplazar cualquier tramo de empedrado que no cumpla con las especificaciones.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.6	Suministro y Colocación manual de Empedrado	m2

5.5.13 Suministro y Colocación mecánica de Empedrado

Descripción

Comprende el suministro, transporte y colocación de piedra partida o canto rodado para la conformación de la capa de rodadura del camino, ejecutada mediante procedimientos mecánicos y de conformidad con las especificaciones técnicas establecidas. A diferencia del empedrado manual, este método emplea maquinaria para la carga del material, lo que optimiza tiempos de ejecución en proyectos de mayor magnitud. El empedrado mecánico constituye una solución durable y económica para caminos rurales y vías de bajo tránsito, proporcionando una superficie de rodadura estable y resistente al desgaste.

Equipo Mínimo y Materiales

El equipo requerido incluye retroexcavadora para la carga del material, volquetas para el transporte de piedra y rodillo liso sin vibración de 4 a 8 toneladas para la compactación final. Se dispondrá además de herramientas manuales complementarias para la colocación puntual de las piedras y correcciones durante el proceso.

La piedra partida o canto rodado debe cumplir con las características establecidas en el Manual Andino indicadas en la **Figura 67**.

Procedimiento de Trabajo

La ejecución inicia con la clasificación del material, realizada mediante retroexcavadora. El material transportado en volquetas se distribuye a lo largo del eje de la vía en montículos equidistantes, que permitan la correcta utilización del volumen previsto. La base debe encontrarse debidamente conformada y compactada según especificaciones, sobre la cual se coloca una capa de arena de aproximadamente 2 cm. A continuación, se colocan mecánicamente las piedras maestras o cordones en bordes y ejes del camino, mientras que las piedras deben de ser de 8 a 12 cm y se coloca en el área restante. Se rellena los espacios con arena la cual se distribuye con escobas y riego de agua hasta cubrir completamente las juntas. Finalmente, la superficie se compacta con rodillo liso sin vibración de 4 a 8 toneladas, trabajando desde los bordes hacia el centro, hasta lograr la uniformidad de la capa

Medición y Forma de Pago

La medición se realiza en metros cuadrados (m²) de empedrado colocado, compactado y aceptado por la fiscalización, considerando únicamente la superficie efectiva de rodadura. El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato e incluirá el suministro, clasificación y transporte de la piedra, colocación mecánica de maestras y piedras de relleno, compactación final y todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución del empedrado.

Obligaciones del Contratista

El contratista debe cumplir con los requisitos de calidad y dimensiones establecidas en el Manual Andino de Construcción de empedrados, garantizando su adecuada clasificación y limpieza antes de la colocación. Será responsable de ejecutar la colocación mecánica con el apoyo de cuadrillas manuales, verificando la alineación de maestras y la uniformidad del empedrado terminado. Asimismo, deberá presentar certificados de calidad de los materiales empleados, reponer cualquier tramo rechazado por la fiscalización.

Nº del Rubro

Descripción

Unidad de Medición

3.7	Suministro y Colocación mecánica de Empedrado	m2
-----	---	----

5.5.14 Construcción mecánica de Cunetas con Material de empedrado

Descripción

Se realiza la construcción de cunetas laterales mediante el uso de piedra partida o canto rodado, colocados con apoyo mecánico y manual, a fin de garantizar un drenaje superficial eficiente en el camino. Las cunetas se diseñan con base en los planos aprobados y cumplen con las dimensiones, pendientes y alineamientos especificados. El objetivo principal es evacuar adecuadamente las aguas de lluvia, evitando la erosión de la plataforma y prolongando la vida útil del empedrado.

Equipo Mínimo y Materiales

El equipo requerido incluye retroexcavadora para la excavación y conformación de la cuneta, volquetas para el transporte del material, concretera para elaboración de mortero, rodillo manual o liviano para compactación, además de herramientas menores como martillos de 2 kg, palas y picos.

Se utiliza canto rodado o piedra partida para la construcción de la cuneta el cual debe ser de diámetro entre 10 y 20 cm para maestras o cordones, y entre 8 y 12 cm para el resto del empedrado. Se empleará como aglutinante mortero de cemento Portland relación 1:3, los agregados utilizados para el mortero deberán cumplir con las granulometrías y condiciones establecidas en las normas AASHTO.

Procedimiento de Trabajo

Se comienza con la excavación y conformación mecánica de la cuneta, respetando la sección transversal indicada en los planos. Posteriormente, se colocan maestras o hileras de piedra de mayor tamaño en el fondo y los bordes superiores de la cuneta, asegurando su correcta alineación y pendiente. Luego, se rellenan los costados con piedra de menor tamaño, la cual se ajusta mediante hincado manual. Una vez conformado el empedrado, se procede al relleno de juntas con mortero, cubriendo completamente la piedra hasta obtener una superficie uniforme. Finalmente, se compacta suavemente la superficie para garantizar la adherencia y estabilidad de la cuneta.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará en metros lineales (m) de cuneta empedrada debidamente construida y aceptada por la fiscalización. El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato e incluirá la excavación y conformación, suministro y transporte de piedra, preparación de mortero, colocación y ajuste de la piedra, relleno de juntas y todas las operaciones necesarias para la correcta ejecución de la cuneta.

Obligaciones del Contratista

El contratista debe garantizar que las piedras y materiales de aglutinante cumplan las normas técnicas exigidas (AASHTO y Manual Andino de Construcción de Empedrados). Además, será responsable de mantener la alineación y pendiente de la cuneta durante todo el proceso constructivo, reponiendo los tramos rechazados por la fiscalización.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.8	Construcción mecánica de Cunetas con Material de Empedrado	m

5.5.15 Construcción manual de Cunetas con Material de empedrado

Descripción

Comprende la construcción manual de cunetas laterales con piedra partida o canto rodado, colocadas manualmente en el fondo y costados de la excavación previamente conformada. Su finalidad es garantizar el adecuado drenaje superficial de las aguas lluvias, protegiendo la calzada y alargando la vida útil del empedrado. Las cunetas se ejecutarán según las dimensiones, alineamientos y pendientes establecidas en los planos del proyecto.

Equipo Mínimo y Materiales

Para la ejecución manual se requiere de herramientas básicas como palas, picos, rastrillos y carretillas, además de martillos o combos de 2 kg para el hincado de la piedra. Se emplearán recipientes para la preparación manual del mortero.

Se utiliza canto rodado o piedra partida para la construcción de la cuneta el cual debe ser de diámetro entre 10 y 20 cm para maestras o cordones, y entre 8 y 12 cm para el resto del empedrado. Se empleará como aglutinante mortero de cemento Portland relación 1:3, los agregados utilizados para el mortero deberán cumplir con las granulometrías y condiciones establecidas en las normas AASHTO.

Procedimiento de Trabajo

La medición se realizará en metros lineales (m) de cuneta empedrada terminada y aceptada por la fiscalización. El pago se efectuará al precio unitario establecido en el contrato, incluyendo la excavación, conformación manual, suministro y transporte de piedra, preparación de mortero u hormigón, colocación de piedras, relleno de juntas y todas las actividades necesarias para la correcta ejecución.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará en metros lineales (m) de cuneta empedrada terminada y aceptada por la fiscalización. El pago se efectuará al precio unitario establecido en el contrato, incluyendo la excavación, conformación manual, suministro y transporte de piedra, preparación de mortero, colocación de piedras, relleno de juntas y todas las actividades necesarias para la correcta ejecución

Obligaciones del Contratista

El contratista será responsable de asegurar que las piedras y el material aglutinante cumplan con las características técnicas exigidas (AASHTO y Manual Andino de Construcción de Empedrado). Deberá ejecutar la obra respetando las pendientes y alineaciones indicadas, y corregir o reponer cualquier tramo rechazado por la fiscalización.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
3.9	Construcción manual de Cunetas con Material de empedrado	m

5.5.16 Suministro e Instalación de Letrero (Aluminio)

Descripción

El trabajo consiste en la entrega, transporte, instalación y retiro de un letrero provisional fabricado en aluminio, con estructura metálica de soporte fijada al suelo mediante un dado de mortero. El letrero será colocado en los puntos indicados por la Fiscalización, deberá mantenerse en buen estado, visible y legible durante toda la obra, y será retirado al finalizar los trabajos.

Equipo Mínimo y Materiales

Para la ejecución se emplearán herramientas básicas y taladro eléctrico. Los materiales principales son planchas de aluminio, estructura de soporte en perfiles metálicos, pernos galvanizados, vinil impreso con protección UV, de color reflectivo conforme a las normas del MTOP y mortero para el dado de fijación.

Procedimiento de Trabajo

La estructura se armará de acuerdo con los planos aprobados. Sobre ella se fijarán las placas de aluminio y el recubrimiento en vinil con la información exigida por la normativa vigente. El acabado será en vinil reflectivo para garantizar visibilidad tanto de día como de noche. La instalación se realizará colocando el soporte en el suelo y asegurándolo con un dado de mortero. Durante la ejecución de la obra se efectuará mantenimiento básico y, al finalizar, el letrero será retirado dejando el área en condiciones limpias.

Medición y Forma de Pago

La medición se hará por cada letrero instalado. El pago se realizará al precio unitario contractual, el cual incluye todos los materiales, transporte, instalación, mantenimiento y retiro definitivo.

Obligaciones del Contratista

El contratista será responsable de mantener el letrero en condiciones adecuadas de estabilidad, visibilidad y legibilidad hasta la entrega final de la obra. Deberá reparar o reemplazar cualquier daño ocasionado por deficiencias en la ejecución, negligencia o deterioro, sin costo adicional para el contratante.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
4.1	Suministro e Instalación de Letrero de Obra (Aluminio)	u

5.5.17 Suministro e Instalación de Elementos de Sujeción o Fijación de Letreros

Descripción

El trabajo consiste en la provisión y colocación de los elementos necesarios para fijar todos los letreros de obra, garantizando su estabilidad y durabilidad durante todo el período de ejecución.

Equipo Mínimo y Materiales

Para esta actividad se emplearán herramientas básicas y taladro eléctrico. Los materiales estarán compuestos por pernos galvanizados, tuercas, arandelas, abrazaderas metálicas, soportes, tacos de expansión y cualquier otro accesorio de fijación requerido según el tipo de letrero a instalar.

Procedimiento de Trabajo

Los elementos de sujeción se instalarán siguiendo las especificaciones del fabricante de cada accesorio y de acuerdo con los planos aprobados. Se perforarán los puntos de anclaje necesarios, se colocarán los elementos de fijación, asegurando que el letrero quede estable, correctamente alineado y con la resistencia adecuada frente a condiciones como el viento o manipulación. Se revisará el ajuste de los elementos durante toda la obra y se reemplazará cualquier pieza defectuosa.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará por cada conjunto de elementos de sujeción instalados y aprobados por la Fiscalización. El pago se hará al precio unitario contractual e incluirá la totalidad de los materiales, equipos y la mano de obra empleada para su instalación.

Obligaciones del Contratista

El contratista será responsable de que todos los elementos de fijación se mantengan en buen estado durante el plazo de ejecución de la obra. En caso de presentarse fallas, corrosión o daños, deberá repararlos o sustituirlos sin costo adicional para la entidad contratante.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
4.2	Suministro e Instalación de Elementos de Sujeción o Fijación de Letreros	u

5.5.18 Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H.A

Descripción

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de tubo cuadrado galvanizado de 2" x 2 mm de espesor, incluyendo el dado de hormigón armado (H.A.) para su anclaje y fijación. Los trabajos se ejecutarán conforme a los planos de diseño y a las instrucciones de la fiscalización, cumpliendo con las normas vigentes de señalización vial y construcción.

Equipo Mínimo y Materiales

Se utilizará herramientas menores de corte, como cortadora, concretera para realizar los dados de hormigón y equipos auxiliares de transporte.

Los materiales que se emplearán es agua, acero de acero de refuerzo en barras $f_y = 4200$ kg/cm², cemento Portland tipo GU, agregados (piedra triturada de 3/4" y arena corriente fina), tubo cuadrado galvanizado de 50 x 50 x 2 mm, esmaltes de diferentes colores para acabado, pintura anticorrosiva, elementos de fijación y accesorios necesarios para completar la instalación

Procedimiento de Trabajo

El proceso inicia con la construcción del dado de hormigón armado. Luego, se instala el tubo cuadrado galvanizado fijándolo de acuerdo con los planos y utilizando los accesorios requeridos. Posteriormente se aplican dos manos de pintura anticorrosiva adherente y dos manos

de pintura esmalte de acabado. Todo el proceso debe garantizar la correcta verticalidad, alineación y resistencia del conjunto.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará en metros lineales (m) de tubo galvanizado instalado, incluyendo el dado de hormigón armado y todos los acabados requeridos. El pago se efectuará al precio unitario establecido en el contrato, el cual incluye suministro, transporte, almacenamiento, fabricación, pintura, soldadura, accesorios, fijaciones, mano de obra, herramientas y equipos.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar el cumplimiento de las normas técnicas, además será responsable de la estabilidad y conservación de los elementos instalados hasta la recepción definitiva de la obra, debiendo reconstruir cualquier parte defectuosa que resulte de deficiencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
4.3	Suministro e Instalación de Tubo Cuadrado Galvanizado incluye Dado H.A	m

5.5.19 Control de Polvo

Descripción

Consiste en la aplicación de agua como medida para reducir la generación de polvo ocasionada por las actividades de construcción y el tránsito de maquinaria y vehículos en las vías del proyecto. El objetivo es mitigar riesgos a la salud del personal de obra y de los habitantes del área de influencia, así como prevenir impactos ambientales negativos. La aplicación se realizará siguiendo las instrucciones de la fiscalización y de acuerdo con las necesidades del frente de trabajo.

Equipo Mínimo y Materiales

Se utilizarán tanqueros equipados con sistema de rociadores a presión, provistos de bomba y debidamente aprobados por la fiscalización.

El único material requerido es agua, la cual deberá aplicarse en condiciones que aseguren su distribución uniforme y eviten acumulaciones o escurrimientos innecesarios.

Procedimiento de Trabajo

El agua será distribuida de manera uniforme mediante tanqueros garantizando una humectación controlada de la superficie expuesta. La tasa de aplicación oscilará entre 0,90 y 3,5 litros por metro cuadrado, según las indicaciones del fiscalizador, quien también definirá la frecuencia de riego en función de las condiciones ambientales y del tránsito. La velocidad máxima de circulación de los tanqueros durante la aplicación no deberá superar los 5 km/h. Está prohibido el uso de productos químicos como aditivos o estabilizantes para el control de polvo, debiéndose priorizar siempre el empleo de agua.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará en metros cúbicos (m³) de agua efectivamente aplicada y verificada por la fiscalización. El pago se hará al precio unitario establecido en el contrato, e incluirá el suministro de agua, transporte, operación de tanqueros, mano de obra y equipos. No se reconocerán pagos adicionales por aplicaciones fuera de la jornada laboral normal ni por diferencias en las cantidades efectivamente utilizadas respecto a las previstas en el presupuesto.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar que la aplicación del agua se realice de manera eficiente y segura, evitando escurrimientos que afecten la vía o a terceros. Será responsable de mantener los equipos en buen estado operativo, de coordinar la frecuencia de aplicación con la fiscalización y de asegurar el cumplimiento de las disposiciones ambientales y de seguridad vigentes.

Asimismo, deberá tomar medidas preventivas adicionales, como cubrir materiales finos con lonas o plásticos, en los casos en que se considere necesario.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.1	Control de Polvo	m3

5.5.20 Tanque Metálico de 55 Galones

Descripción

Se realiza el suministro, acondicionamiento e instalación de tanques metálicos de 55 galones, destinados al acopio temporal primario de desechos sólidos generados en la obra. Su implementación forma parte de las medidas de orden, limpieza y gestión ambiental en el frente de trabajo, en cumplimiento con la Norma INEN 2841 sobre estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos.

Equipo Mínimo y Materiales

No se requiere equipo especializado para la ejecución de este rubro, únicamente herramientas básicas para su instalación, ubicación y mantenimiento.

Se utilizan esmaltes de varios colores para la identificación según tipo de residuo;

- **Verde:** desechos orgánicos (restos de comida, hojarasca).
- **Negro:** desechos no reciclables (basura común).
- **Rojo:** desechos peligrosos (trapos con pintura, aceites, envases contaminados).

Procedimiento de Trabajo

Los tanques de 55 galones serán acondicionados y ubicados en puntos estratégicos de la obra, garantizando la cobertura de todas las áreas de actividad. Se deberán instalar al menos tres recipientes por frente de trabajo, segregados según tipología de desechos. Los tanques se pintarán en su interior y exterior de acuerdo con la codificación establecida por la Norma INEN

2841 y contarán con rotulación legible para facilitar su identificación. Su uso será exclusivo para el depósito temporal primario de residuos sólidos, los cuales serán evacuados periódicamente hacia el servicio de recolección municipal autorizado. Los recipientes deberán mantenerse en buen estado durante toda la obra y serán reemplazados en caso de deterioro que impida su funcionalidad.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará en unidades (u) de tanque metálico de 55 galones debidamente instalado y aprobado por la fiscalización. El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato, incluyendo el suministro del tanque, pintura, rotulación, transporte, mano de obra y todas las actividades necesarias para su correcta implementación y mantenimiento.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar la correcta ubicación, identificación y uso de los tanques, así como la evacuación oportuna de los desechos hacia el sistema municipal de recolección. Será responsable del mantenimiento, limpieza y reposición de los recipientes en caso de daño, asegurando que en ningún momento representen un foco de contaminación o afecten el orden de la obra.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.3	Tanque Metálico de 55 Galones	u

5.5.21 Alquiler de Batería Sanitaria

Descripción

Es el alquiler mensual de baterías sanitarias portátiles, destinadas al uso del personal que labora en el proyecto en zonas donde no existe disponibilidad de sistemas convencionales de agua potable y alcantarillado. Su implementación permite prevenir la contaminación ambiental ocasionada por desechos humanos y garantizar condiciones adecuadas de higiene en obra.

Equipo Mínimo y Materiales

El equipo mínimo requerido corresponde a la propia batería sanitaria portátil en alquiler, equipada con tanque receptor y sistema de ventilación y filtros que eviten la emisión de olores.

Procedimiento de Trabajo

Las baterías sanitarias deberán ubicarse en áreas estratégicas de la obra o en los lugares que determine la fiscalización, con capacidad suficiente para cubrir la demanda del personal. La norma establece que se debe disponer de una unidad por cada 25 trabajadores, considerando jornadas laborales de 8 horas por 7 días. Cada módulo debe contar con tanque receptor de al menos 225 litros, cargado con un químico biodegradable que retrase la descomposición de los residuos y evite malos olores.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará en unidades (u) de batería sanitaria efectivamente instalada y utilizada, verificadas por la fiscalización. El pago incluirá el costo de alquiler, transporte, instalación, limpieza periódica, insumos químicos, dispositivos auxiliares y todas las actividades necesarias para garantizar la operación y mantenimiento del servicio.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar el adecuado funcionamiento de las baterías sanitarias durante toda la obra, respondiendo por su mantenimiento, limpieza y reposición en caso de fallas. Será responsable de cumplir con la normativa aplicable en materia sanitaria, ambiental y de seguridad laboral, incluyendo las NTE INEN 1569 y NTE INEN 1571 sobre artefactos sanitarios.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.3	Alquiler de Batería Sanitaria	u

5.5.22 Control y Monitoreo de Material Particulado

Descripción

Consiste en la ejecución del control y monitoreo de emisiones de material particulado en suspensión, generado por las actividades constructivas y susceptible de dispersarse en el ambiente por acción del viento. El objetivo es garantizar que los niveles de concentración no superen los límites establecidos en la normativa ambiental vigente, protegiendo la salud del personal de obra y de la población aledaña.

Equipo Mínimo y Materiales

Se requiere equipo de muestreo y análisis especializado, debidamente calibrado y aprobado por la fiscalización. El contratista deberá disponer además de accesorios y filtros adecuados para la toma de muestras de aire conforme a protocolos internacionales.

Procedimiento de Trabajo

El monitoreo se efectuará mediante equipos certificados de muestreo que recolectan las partículas en períodos de 24 horas continuas. El procedimiento seguirá las directrices de la Norma de Calidad del Aire Ambiente, teniendo como referencia los métodos descritos en la normativa ambiental de Estados Unidos (40 CFR 50), las Directivas de la Comunidad Europea y las normas ASTM correspondientes.

Medición y Forma de Pago

La medición se realizará en jornadas de 24 horas (Estac) de muestreo efectivamente ejecutadas y verificadas por la fiscalización. El pago incluirá el costo de operación de equipos, insumos de muestreo, análisis de laboratorio, registro de datos, elaboración de reportes y todas las actividades necesarias para garantizar la correcta implementación del control.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá asegurar que los equipos utilizados estén calibrados y cuenten con certificación vigente, así como garantizar la trazabilidad de los resultados. También será responsable de elaborar informes técnicos con la interpretación de los datos, comparando los resultados con la normativa aplicable.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.4	Control y Monitoreo de Material Particulado	Estac

5.5.23 Control y Monitoreo de Gases Co (8H), So2 (24H) Y No2 (1H)

Descripción

Consiste en la realización del control y monitoreo ambiental de gases contaminantes producidos por las actividades constructivas y el tránsito vehicular asociado a la obra, específicamente Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO₂). El objetivo es garantizar que sus concentraciones se mantengan dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la normativa ambiental vigente, con el fin de proteger la salud del personal y de la comunidad cercana, así como prevenir impactos negativos en la calidad del aire.

Equipo Mínimo y Materiales

Se utilizarán equipos de muestreo y análisis de gases atmosféricos certificados, como analizadores portátiles o estaciones automáticas con capacidad de medición continua. Los equipos deberán estar debidamente calibrados y contar con la aprobación de la fiscalización.

Procedimiento de Trabajo

El monitoreo de gases se realizará siguiendo la metodología establecida en normas internacionales y ecuatorianas; Los equipos se instalarán en puntos estratégicos definidos en coordinación con la fiscalización, garantizando representatividad de las condiciones de calidad del aire en el área de influencia.

Los datos se deben comparar con los límites establecidos en la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, que adopta criterios de la EPA (40 CFR Part 50), directrices de la Comunidad Europea y normativa ecuatoriana vigente.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará por cada jornada de monitoreo, según el gas y el período correspondiente. El pago se realizará al precio unitario establecido en el contrato e incluirá el uso de equipos, insumos, operación, análisis de laboratorio, elaboración de reportes y todas las actividades necesarias para garantizar la ejecución del monitoreo.

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar el buen estado y calibración de los equipos de monitoreo, así como la confiabilidad de los datos obtenidos. Será responsable de elaborar y presentar informes técnicos que incluyan análisis de resultados, comparaciones con límites permisibles y recomendaciones de medidas correctivas en caso de excedencias.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.5	Control y Monitoreo de Gases Co (8H), So2 (24H) Y No2 (1H)	Estac

5.5.24 Control y Monitoreo de Ruido

Descripción

Consiste en la ejecución del control y monitoreo de niveles de ruido ambiental generados por las actividades de construcción, maquinaria y tránsito vehicular asociado a la obra. El objetivo es verificar que los valores de presión sonora se mantengan dentro de los límites máximos establecidos en la normativa ecuatoriana y en los estándares internacionales de calidad ambiental, protegiendo la salud auditiva de los trabajadores y evitando molestias a las comunidades cercanas.

Equipo Mínimo y Materiales

El monitoreo se realizará con sonómetros integradores-promediadores de precisión, debidamente calibrados y certificados según normativa internacional (IEC 61672 o equivalente).

Procedimiento de Trabajo

Las mediciones de ruido se realizarán en puntos estratégicos del área de influencia de la obra, definidos en coordinación con la fiscalización. Se deberán efectuar registros en diferentes horarios (diurno y nocturno) para evaluar el impacto de las actividades constructivas en distintos momentos del día.

Los resultados serán comparados con los límites establecidos en la legislación nacional vigente (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente – TULSMA) y en normativas internacionales de referencia.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará en jornadas de monitoreo efectivamente ejecutadas y verificadas por la fiscalización. El pago incluirá la operación de equipos, insumos, registros, procesamiento de datos y elaboración de informes técnicos

Obligaciones del Contratista

El contratista deberá garantizar la calibración y correcto funcionamiento de los equipos de medición, así como la trazabilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. Será responsable de presentar informes técnicos con la interpretación de los datos y comparaciones con los límites normativos.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.6	Control y Monitoreo de Ruido	Estac

5.5.25 Reunión con la comunidad

Descripción

Incluye la planificación y realización de reuniones informativas con la comunidad del área de influencia, para socializar el avance del proyecto, las medidas ambientales y atender inquietudes.

Equipo Mínimo y Materiales

Se requiere equipos logísticos básicos como sonido y proyector. Además, material de socialización como trípticos, volantes o presentaciones digitales.

Procedimiento de Trabajo

El contratista coordinará reuniones en lugares accesibles, registrará asistencia y compromisos en actas, y presentará la información del proyecto en un lenguaje comprensible.

Medición y Forma de Pago

La medición se efectuará en unidades (u) por cada reunión efectivamente realizada y aprobada por la fiscalización. El pago incluirá todos los costos de organización, logística, material informativo y personal de apoyo.

Obligaciones del Contratista

El contratista será responsable de organizar y conducir las reuniones de manera participativa y transparente, asegurando la entrega de información técnica en un lenguaje

accesible para la comunidad. Deberá garantizar la asistencia de personal técnico del proyecto para responder dudas y coordinar con las autoridades locales.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
5.7	Reunión con la comunidad	u

5.5.26 Barricada De Madera (1.20X1.50) M C/3 Tabl.C/Cinta Reflect.

Descripción

Este trabajo comprende el suministro de material granular seleccionado para el relleno y compactación, proveniente de canteras autorizadas, cuya disposición deberá constar en los planos o disposición del Fiscalizador.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Materiales: Plywood 12 mm, cuarterones cepillados 1½” x 1”, esmalte en varios colores, lámina vinílica reflectiva grado de ingeniería.

Procedimiento de Trabajo

La barricada se formará con tres listones horizontales de plywood, fijados sobre dos cuarterones de madera dura. Tendrá una altura de 1.50 m y estará recubierta con franjas reflectivas de 15 cm, inclinadas a 45° y de colores blanco y naranja.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en unidad (u) de barricada de madera instalada y aceptada. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y este deberá incluir materiales y mano de obra.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la conservación y mantenimiento de lo realizado en este rubro, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá

reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
6.1	Barricada De Madera (1.20X1.50) M C/3 Tabl.C/Cinta Reflect.	u

5.5.27 Cono de Seguridad

Descripción

Es un dispositivo para control vehicular, tiene forma de cono truncado con una altura de 700 mm, fabricado en material plástico anaranjado o amarillo, con protección UV, provistos de cintas reflectivas para garantizar la visibilidad.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: No aplica.

Materiales: Cono plástico reflectivo de 71 cm de altura, con collares vinílicos reflectivos.

Procedimiento de Trabajo

Deberán ser colocados en accesos, desvíos o zonas de trabajo. Tendrán que soportar vientos de hasta 70 km/h y se usarán en conjunto con otra señalética vial temporal aprobada por Fiscalización.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en unidad (u) de cono colocado. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y este deberá incluir materiales y mano de obra.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la conservación y mantenimiento de lo realizado en este rubro, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá

reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
6.2	Cono De Seguridad	u

5.5.28 Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75)

Descripción

Señal vertical provisional para zonas de obra, elaborada en panel de aluminio de 2 mm con recubrimiento retroreflectivo de alta intensidad (grado IV).

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, soldadora, cortadora.

Materiales: Panel de aluminio, vinil reflectivo de alta intensidad, elementos de fijación y soporte metálico.

Procedimiento de Trabajo

Se deberá instalar en postes metálicos, con diseño y colores según RTE INEN 004-2012 y normas MUTCD y ASTM. Se ubicará a la distancia reglamentaria de la zona de trabajo para advertir a los usuarios de la vía.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metros cuadrados (m²) de señal instalada y aprobada. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y este deberá incluir fabricación, instalación, mano de obra y accesorios.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la conservación y mantenimiento de lo realizado en este rubro, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá

reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
6.3	Señal Prov. Vertical Junto A La Vía: Hombres Trabajando (0.75X0.75)	m2

5.5.29 Señalización Vertical Lado De La Vía (Desvío Izquierda O Derecha, 0.75M X 0.60M)

Descripción

Señal vertical provisional para zonas de obra, elaborada en panel de aluminio de 2 mm con recubrimiento retroreflectivo de alta intensidad (grado IV).

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores, soldadora, cortadora.

Materiales: Lámina de aluminio, vinil reflectivo de alta intensidad, acero estructural inc. transporte.

Procedimiento de Trabajo

Se fabricará e instalará de acuerdo con el diseño aprobado por la Fiscalización y cumpliendo con RTE INEN 004-2012 y normas ASTM y AASSHTO.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metros cuadrados (m2) de señal instalada y aprobada. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y este deberá incluir fabricación, instalación, mano de obra y accesorios.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la conservación y mantenimiento de lo realizado en este rubro, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá

reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
6.4	Señalización Vertical Lado De La Vía (Desvío Izquierda O Derecha, 0.75M X 0.60M)	m2

5.5.30 Cintas Plásticas de Seguridad (Color Reflectivo)

Descripción

Este rubro consiste en el suministro e instalación de cintas plásticas de seguridad reflectivas de polietileno o vinilo de 10 cm de ancho, empleadas como delimitadores perimetrales de áreas en construcción.

Equipo Mínimo y Materiales

Equipo mínimo: Herramientas menores.

Materiales: Cinta plástica reflectiva color rojo o amarillo.

Procedimiento de Trabajo

Estas cintas se colocarán sobre postes de madera o metal, anclados a bloques de hormigón. Los postes tendrán una altura mínima de 1.50 m y se deberá colocar dos hileras de cinta separadas 50 cm entre sí, siguiendo las indicaciones de la Fiscalización.

Medición y Forma de Pago

La medición para el pago de este rubro será en metros (m) de cinta instalada y aprobada. El pago se lo realizará al precio unitario contractual que conste en el contrato y este deberá incluir el suministro, colocación y retiro.

Obligaciones del Contratista

El contratista será el responsable de la conservación y mantenimiento de lo realizado en este rubro, hasta la Recepción Definitiva de la obra. Como parte de sus obligaciones deberá reparar o reacondicionar todas las partes defectuosas de la actividad realizada que se deban a deficiencias, mala ejecución o negligencia en la construcción.

N° del Rubro	Descripción	Unidad de Medición
6.5	Cintas Plásticas De Seguridad (Color Reflectivo)	m

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Este capítulo presenta las conclusiones del proyecto integrador, en las cuales se sintetizan los resultados obtenidos y el cumplimiento de los objetivos planteados.

- Se logró el diseño geométrico de la vía de acceso al Recinto San Joaquín, en el cantón El Triunfo, con una longitud proyectada de 2,02 km. El trazado cumple con los parámetros de velocidad de diseño, alineamientos horizontales y verticales, pendientes longitudinales, radios de curvatura y secciones transversales establecidos en las especificaciones del MTOP y en la Norma Ecuatoriana Vial NEVI 12, garantizando así la funcionalidad y seguridad de la infraestructura.
- Se definió la estructura de pavimento conformada por una subrasante estabilizada con geoceldas de HDPE, una base granular estabilizada con cemento y una capa de rodadura de empedrado. El dimensionamiento de espesores se realizó aplicando la metodología de la AASHTO 1993, a través del cálculo del Número Estructural (SN), mientras que el modelo hiperbólico de Duncan permitió determinar el Factor de Mejora por Interacción con Geoceldas (MIF), utilizado para incrementar el módulo resiliente de las capas reforzadas. Esta combinación estructural garantiza mayor capacidad de soporte y reducción de espesores.
- Se comparó una estructura de pavimento convencional, sin la estabilización de geoceldas, cuyo espesor total alcanzó 73 cm, frente a una estructura reforzada con geoceldas, cuyo espesor se redujo a 47 cm. Esta diferencia representa una disminución aproximada del 36 % en el espesor global, lo que se traduce en menores volúmenes de material, reducción de costos de transporte y, en consecuencia, un ahorro significativo en

el presupuesto de la obra, sin comprometer la capacidad estructural ni la durabilidad de la vía.

- El proyecto de diseño vial contempla un presupuesto inicial de \$510.540,71, equivalente a un costo promedio de \$255,27 por metro lineal, y un plazo de ejecución estimado de 14 meses. La inclusión de geoceldas permitió reducir en un 36 % los espesores de la estructura del pavimento, lo cual representó un ahorro aproximado del 5 % en el costo total del proyecto respecto a un diseño convencional.
- El análisis de alternativas y el estudio de suelos determinaron que el material disponible en el sitio, de tipo limoso-arcilloso, no resulta técnicamente viable para la conformación de la estructura del pavimento debido a su baja capacidad portante. Asimismo, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante Pavco Wavin, las geoceldas de HDPE deben ser rellenas únicamente con material granular, lo que descartó el uso del recurso local. No obstante, la incorporación de geoceldas permitió optimizar el diseño estructural al reducir los espesores de las capas, disminuyendo el volumen de material importado requerido. Esta condición generará menores costos de explotación y transporte, así como una reducción de las emisiones de CO₂, evidenciando que, aunque no fue posible emplear los materiales locales, la solución adoptada mantiene un enfoque eficiente, sostenible y económicamente viable.
- Mediante la Matriz de Leopold, se pudo realizar el análisis de los aspectos e impactos ambientales, los cuales permitieron evidenciar que a pesar de que se generan efectos negativos durante las fases del proyecto, estos pueden ser intervenidos y mitigados mediante la implementación de medidas adecuadas, como revegetación de áreas intervenidas, riego de la vía para el control de polvo y mantenimiento preventivo del pavimento. De manera complementaria, se identificaron efectos positivos vinculados al

componente social contribuyendo a la generación de empleo y la mejora de la seguridad vial.

6.2 Recomendaciones

En esta sección se escriben las recomendaciones concretas o trabajos específicos que se recomiendan realizar en el futuro, basados en la discusión de los resultados, o situaciones mejorables que se hayan encontrado durante el desarrollo del proyecto.

- Se recomienda actualizar el levantamiento topográfico del tramo público de la vía, debido a que el disponible fue realizado hace aproximadamente tres años. La actualización de esta información permitirá optimizar el diseño, reajustar el cálculo de movimiento de tierras y realizar de manera más precisa el trazado geométrico de la vía.
- Debido a las condiciones climáticas y topográficas del predio privado, no se pudo realizar el levantamiento altimétrico durante el periodo que se desarrolló el proyecto integrador, por lo que se debería obtener esta información para proyectar el diseño vertical con mayor exactitud.
- Se sugiere la ejecución de un estudio de Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), con una duración mínima de siete días consecutivos de manera que se registre un flujo vehicular representativo.
- Se aconseja incluir en los diseños geométricos realizados en el software Civil 3D la estructura de los dos puentes (Puente Vehicular Las Flores y Estero Evia) que se ejecutarán por parte de la Prefectura del Guayas, de tal manera que se integre todo el diseño vial.
- Previo a la construcción, el cliente deberá realizar estudios de suelos dentro del tramo de vía privado, con el fin de obtener parámetros representativos y específicos que fortalezcan la confiabilidad del diseño estructural.

- Se recomienda efectuar un estudio hidrológico de la vía, con el fin de poder definir adecuadamente las obras de drenaje transversal y longitudinal, evitando la erosión, inundaciones y daños prematuros en la infraestructura vial. Adicionalmente, este estudio permitirá determinar los caudales de diseño, periodos de retorno y escorrentía del área de influencia.
- En el tramo de vía privado se pudo evidenciar pendientes longitudinales elevadas, por lo cual se requiere realizar un análisis técnico más detallado que contemple tanto la estructura del pavimento a construir como las posibles medidas de estabilización complementarias.
- Realizar un diseño de señalización para prevenir accidentes.

Referencias

- AASHTO. (1993a). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- AASHTO. (1993b). *AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Aguado de Cea, A., Gálvez, J. C., Aguado Renter, A., Pujadas Álvarez, P., & Fernández-Ordoñez, D. (2017). Evaluación de la sostenibilidad de carreteras. *Carreteras (Madrid)*, 1982), 4(213), 8–19.
- Ahmed, W., Lu, G., Ng, S. T., & Liu, G. (2025). Innovative valorization of solid waste materials for production of sustainable low-carbon pavement: A systematic review and scientometric analysis. *Case Studies in Construction Materials*, e04541.
- Argüello, J., & Martínez, R. (2004). Manual andino para la construcción y mantenimiento de empedrados. *Quito: Organización Internacional Del Trabajo (OIT)*.
- Asher, S., & Novosad, P. (2020). Rural roads and local economic development. *American Economic Review*, 110(3), 797–823.
- Avesani Neto, J., & Garcia, R. (2020). Stress-dependent method for calculating the modulus improvement factor in geocell-reinforced soil layers. *Geotextiles and Geomembranes*, 49, 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2020.09.009>
- Banerjee, S., Manna, B., & Shahu, J. T. (2025). Performance evaluation of geocell-reinforced pavements overlying black cotton soil. *Geotextiles and Geomembranes*, 53(5), 1076–1093. <https://doi.org/10.1016/J.GEOTEXMEM.2025.04.004>
- Barrionuevo Tacuri, N. E., & Cepeda Asqui, M. A. (2023). *Auditoria de seguridad vial en la vía E-487 hasta la vía E-40 en el tramo Cumandá–El Triunfo*.
- Ben Saïd, S. E. E., Euch Khay, S. El, Achour, T., & Loulizi, A. (2017). Modelling of the adhesion between reclaimed asphalt pavement aggregates and hydrated cement paste. *Construction and Building Materials*, 152, 839–846. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.078>
- Blas Cruz. (2022). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE OBRAS HIDRAULICAS DE ARTE MAYOR REQUERIDAS EN VARIOS SECTORES DE LA*

PROVINCIA DEL GUAYAS: INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PUENTE VEHICULAR LAS FLORES.

- Blas Cruz Carpio. (2022a). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE OBRAS HIDRÁULICAS DE ARTE MAYOR REQUERIDAS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS.*
- Blas Cruz Carpio. (2022b). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE OBRAS HIDRÁULICAS DE ARTE MAYOR REQUERIDAS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS: INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PUENTE VEHICULAR ESTERO EVIA.*
- Bocsko, K. (2025, April 10). *Presto Geosystems Announces Environmental Product Declaration (EPD) for Geocells* | Presto Geosystems. <https://www.prestogeo.com/blog/presto-geosystems-announces-environmental-product-declaration-epd-for-geocells/>
- Bressi, S., Primavera, M., & Santos, J. (2022). A comparative life cycle assessment study with uncertainty analysis of cement treated base (CTB) pavement layers containing recycled asphalt pavement (RAP) materials. *Resources, Conservation and Recycling*, 180, 106160.
- Brisc, A., & BODOCAN, V. (2024). THE IMPACT OF ROAD TRANSPORTATION NETWORKS ON THE TERRITORIAL DISTRIBUTION OF POPULATION AND SETTLEMENTS. CASE STUDY: NORTH-WEST DEVELOPMENT REGION OF ROMANIA. *Geographia Technica*, 20, 21–32. https://doi.org/10.21163/GT_2025.201.03
- Buitrago García, V. K. (2022). *Revisión de literatura sobre el uso de asfalto flexible reciclado (RAP) como alternativa para la pavimentación de vías terciarias y el efecto económico en la construcción y mantenimiento de la vía.*
- Carrera. (2022). *PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL TRAMO DE VÍA QUE UNE LA COMUNIDAD “LA COCHA” Y LA VÍA PRINCIPAL ZUMBAHUA CON UNA LONGITUD DE 1.7 KM, EN LA PARROQUIA ZUMBAHUA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.
- Celauro, C., Corriere, F., Guerrieri, M., & Casto, B. Lo. (2015). Environmentally appraising different pavement and construction scenarios: A comparative analysis for a typical local road. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 34, 41–51.
- Chen, J.-S., Chu, P. Y., Lin, Y. Y., & Lin, K.-Y. (2007). Characterization of binder and mix properties to detect reclaimed asphalt pavement content in bituminous mixtures. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 34(5), 581–588.

- Chuquiguanga-Auquilla, M. C. (2024). La infraestructura vial en las teorías y enfoques del desarrollo: una síntesis desde la literatura. *Epistemia Revista Científica*, 8(1), 86–96.
- Copeland, A. (2011). *Reclaimed asphalt pavement in asphalt mixtures: State of the practice*. United States. Federal Highway Administration. Office of Research
- Covilla-Varela, E., Turbay, E., Polo-Mendoza, R., Martínez-Arguelles, G., & Cantero-Durango, J. (2023). Recycled Concrete Aggregates (RCA)-based asphalt mixtures: A performance-related evaluation with sustainability-criteria verification. *Construction and Building Materials*, 403, 133203. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133203>
- de Bortoli, A. (2023). Understanding the environmental impacts of virgin aggregates: Critical literature review and primary comprehensive life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production*, 415, 137629.
- De Schepper, M., Van den Heede, P., Van Driessche, I., & De Belie, N. (2014). Life cycle assessment of completely recyclable concrete. *Materials*, 7(8), 6010–6027.
- DIGECONTRUC. (2022a). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE OBRAS HIDRAULICAS DE ARTE MAYOR REQUERIDAS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS*.
- DIGECONTRUC. (2022b). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑOS DEFINITIVOS DE OBRAS HIDRAULICAS DE ARTE MAYOR REQUERIDAS EN VARIOS SECTORES DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS. Informe Tráfico: Puente Las Flores*.
- DUNCAN J. (1980). Strength, stress-strain and bulk modulus parameters for finite element analysis of stresses and movements in soil. *Geotech. Eng. Research Report No. UCB/GT/80-01*. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1570854174563070208.bib?lang=ja>
- Espinoza Loor, L. E., & Pico Gutiérrez, E. V. (2025). Participación ciudadana, desarrollo y ordenamiento territorial. *Revista InveCom*, 5(1).
- Fanijo, E. O., Kolawole, J. T., Babafemi, A. J., & Liu, J. (2023). A comprehensive review on the use of recycled concrete aggregate for pavement construction: Properties, performance, and sustainability. *Cleaner Materials*, 9, 100199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clema.2023.100199>
- Fernández Ordoñez, H. O. (2023). *Caminos rurales, una puerta al desarrollo y la conectividad territorial-América Latina*. CAF-banco de desarrollo de América Latina y el Caribe.

- Gómez-García, D. C., Saldaña-Márquez, H., Gómez-Soberón, J. M., & Corral-Higuera, R. (2017). Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 283–304.
- Garcés, M. (2023). Evaluación de la percepción comunitaria, gestión y calidad de infraestructuras viales de tercer orden: caso de estudio Portoviejo, Manabí. *Religación*, 8, e2101308. <https://doi.org/10.46652/rgn.v8i37.1308>
- Han, J., Pokharel, S., Yang, X., Manandhar, C., Leshchinsky, D., Halahmi, I., & Parsons, R. (2011). Performance of Geocell-Reinforced RAP Bases over Weak Subgrade under Full-Scale Moving Wheel Loads. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 23, 1525–1534. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000286](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000286)
- INAMHI. (2014). *Boletín Climatológico Octubre 2014*.
- INAMHI. (2015a). *BOLETIN CLIMATOLOGICO ANUAL 2015*.
- INAMHI. (2015b). *BOLETIN CLIMATOLOGICO ANUAL 2015*.
- INEC. (2010). *Población en el cantón El Triunfo*.
- Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón (IBCH). (2010). *Diseño de Pavimentos (AASHTO-93) y Software DIPAV 2.0*.
- Irali, F., Kivi, A., Smith, J. T., Tighe, S. L., & Sangiorgi, C. (2013). Recycled concrete aggregate in concrete pavements: A five year study on its effect on pavement performance. *2013 Conference and Exhibition of the Transportation Association of Canada-Transportation: Better-Faster-Safer*, 1–17.
- Kandhal, P. S., & Mallick, R. B. (1998). *Pavement recycling guidelines for state and local governments: participant's reference book*.
- Karfa, P., & Sarkar, D. (2024). *Geocell Reinforcement in Pavement Construction: A Critical Review* (pp. 177–195). https://doi.org/10.1007/978-981-99-5919-8_16
- Khan, M. A., & Puppala, A. J. (2023). Sustainable pavement with geocell reinforced reclaimed-asphalt-pavement (RAP) base layer. *Journal of Cleaner Production*, 387, 135802. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.135802>
- Kox, S., Vanroelen, G., Van Herck, J., de Krem, H., & Vandoren, B. (2019). Experimental evaluation of the high-grade properties of recycled concrete aggregates and their application in concrete road pavement construction. *Case Studies in Construction Materials*, 11, e00282. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00282>

- Lau, A. W., Edil, T., Tanyu, B., Benson, C., & Aydilek, A. H. (2013). Laboratory evaluation of geocell-reinforced gravel subbase over poor subgrades. *Geosynthetics International*, 20, 47–61. <https://doi.org/10.1680/gein.13.00001>
- Leiva-Villacorta, F., & Vargas-Nordcbeck, A. (2017). Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP). *Infraestructura Vial*, 19(33), 35–44.
- Leopold, L., Clarke, F. E., Hanshaw, B., Balsley, J., & Survey, U. S. G. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. In *Circular*. <https://doi.org/10.3133/cir645>
- Lima, D., Arrieta-Baldovino, J., & Izzo, R. L. (2023). Sustainable use of recycled asphalt pavement in soil stabilization. *Civil Engineering Journal*, 9(9), 2315–2329.
- LÓPEZ, C. E., PARRA, M. F., & MONTAÑEZ, A. L. (2019). Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI. *Revista Espacios*, 40(42), 1–12. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=6d185a42-26c4-33cf-a90e-2f51f4ff6eb3>
- Majer, S., Sołowczuk, A., & Budziński, B. (2024). Long-Term Performance of Natural Stone Cobbles for Paving Raised Junctions: Findings from over a Decade of Use. *Sustainability*, 16, 6040. <https://doi.org/10.3390/su16146040>
- Martínez, W. (2014). Evaluación del impacto ambiental en obras viales. *Negotium: Revista de Ciencias Gerenciales*, 10(29), 5–21.
- Meddah, S. (2017). Recycled aggregates in concrete production: engineering properties and environmental impact. *MATEC Web of Conferences*, 101, 05021. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710105021>
- Medina Ortega, M. A. (2021). *Análisis del gasto público de inversión en infraestructura vial y su efecto en el crecimiento económico del Ecuador, durante el período 2007–2018*.
- Mikou, M., Rozenberg, J., Koks, E., Fox, C., & Peralta Quiros, T. (2019). Assessing Rural Accessibility and Rural Roads Investment Needs Using Open Source Data. *Assessing Rural Accessibility and Rural Roads Investment Needs Using Open Source Data*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-8746>
- Mills-Beale, J., & You, Z. (2010). The mechanical properties of asphalt mixtures with Recycled Concrete Aggregates. *Construction and Building Materials*, 24(3), 230–235. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.08.046>
- MOP. (2002a). *MOP - 001-F 2002*.

MOP. (2002b). *MOP - 001-F 2002*.

MTOP. (n.d.). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*.

MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico*.

MTOP. (2013). VOLUMEN N°3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES. In *NEVI-12- MTOP* (Vol. 3).
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf

MTOP. (2022a). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*.

MTOP. (2022b). *MOP - 001 - F 2002 Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*.

MUNICIPALIDAD DE TACANA. (2023). *MEJORAMIENTO CAMINO RURAL INICIA PUENTE VEHICULAR S/RIO COHATAN A CENTRO CANTÓN CHIQUILAU ALDEA TOJCHECHE, TACANA, SAN MARCOS*.

Narayan, K. C., Aryal, R., Joshi, B. R., & Shahi, P. B. (2022). Thickness and Cost Comparison of Cement Treated and Granular Base for Flexible Pavement: A Case Study of Pathlaiya-Nijgadh Section of East-West Highway of Nepal. *Journal of Engineering Technology and Planning*, 3(1), 10–17.

Nwakaire, C., Soon Poh, Y., Yuen, C. W., Onn, C., Koting, S., & Babalghaith, A. (2020). Laboratory study on recycled concrete aggregate based asphalt mixtures for sustainable flexible pavement surfacing. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121462.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121462>

Panda, B., Imran, N. T., & Samal, K. (2020). A study on replacement of coarse aggregate with recycled concrete aggregate (RCA) in road construction. In *Recent Developments in Sustainable Infrastructure: Select Proceedings of ICRDSI 2019* (pp. 1097–1106). Springer.

Patino Boyacá, N. B., Reyes-Ortiz, O. J., & Camacho-Taüta, J. F. (2015). Comportamiento a fatiga de mezclas asfálticas colombianas con adición de pavimento reciclado al 100%. *Tecnura*, 19(43), 74–83.

Patriquin, D., Zeller, A., Truman, K., Hayes, R., & GIBBS, S. (2019). *Managing and Enhancing Terrestrial Road Ecology*.

Pérez, G. (2020a). *Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial*.

- Pérez, G. (2020b). *Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial*.
- Prefectura Ciudadana del Guayas. (2021). *Planos Topográficos*.
- Rodas, P. A. R., Villegas, L. S., Morales, F. H. G., & Mendoza, I. O. (2024). Análisis técnico de infraestructura vial rural: Evaluación estructural y propuesta de diseño para el acceso al recinto El Secal, Ecuador. *Arandu UTIC*, 11(2), 2315–2327.
- Samy, A. K., Bakhoun, E. S., Essawy, Y. A. S., & Hamdy, K. A. (2025). Integrating sustainability and least cost path analysis with a relative sustainability scoring index for optimal road planning. *Scientific Reports*, 15(1), 1–22.
- Satyanarayana Reddy, C. N. V, Viswa Teja, T. V, & Vineel, Ch. (2021). Cost Economics of Geocell Reinforced Flexible Pavements on Intermediate Compressible Clayey Subgrades. In C. N. V Satyanarayana Reddy, S. Saride, & S. Halder (Eds.), *Transportation, Water and Environmental Geotechnics* (pp. 307–315). Springer Singapore.
- Schwartz, C., Boudreau, R., & Christopher, B. R. (2006). *FHWA NHI-05-037 Geotechnical Aspects of Pavements*.
- Sudarno, S., Purwanto, P., & Pratikso, P. (2014). Life Cycle Assessment on Cement Treated Recycling Base (CTRB) Construction. *Waste Technology*, 2. <https://doi.org/10.12777/wastech.2.2.31-40>
- Sun, Q., Li, W., & Zhou, Q. (2023). Rural Access Index: A global study. *ArXiv Preprint ArXiv:2309.00505*.
- The United Nations Environment Programme. (2022, November 22). *Traditional building practices offer sustainable solutions as African cities grow*.
- Tini, N. H., Shah, M. Z., & Sultan, Z. (2018). Impact of road transportation network on socio-economic well-being: an overview of global perspective. *International Journal of Scientific Research in Science Engineering and Technology*, 4(9), 282–296.
- Tito. (2020, August 2). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental excel ejemplos*.
- United Nations Environment Programme, & Yale Center for Ecosystems + Architecture. (2023). *Building Materials and the Climate: Constructing a New Future*.
- Usanga, I. N., Inyang, E. O., & Ikeagwuani, C. C. (2025). Investigation of deformation characteristics of asphalt mixtures containing Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) binders

- using laboratory simulations. *Hybrid Advances*, 10, 100426.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2025.100426>
- Vaca, M. Z., Soqueb, R. A., & Castro, E. B. (2016). Infraestructura Vial y Crecimiento Económico: Caso Parroquias Sevilla Don Bosco y San Isidro, Provincia de Morona Santiago, Ecuador. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 18(1), 83–92.
- Van Der Ree, R., Smith, D. J., & Grilo, C. (2015). *Handbook of road ecology*. John Wiley & Sons.
- Villacrés Helguero, J. L., Villacrés Helguero, C. A., & Leoro Llerena, M. (2018a). Estudio de prefactibilidad para la elaboración de chocolate artesanal, destinado al sector turístico en el Cantón El Triunfo, provincia del Guayas. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, noviembre.
- Villacrés Helguero, J. L., Villacrés Helguero, C. A., & Leoro Llerena, M. (2018b). Estudio de prefactibilidad para la elaboración de chocolate artesanal, destinado al sector turístico en el Cantón El Triunfo, provincia del Guayas. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, noviembre.
- Villalba, A. C., Cabrera, J. C., Galarza, C., & Molina, A. (2017). La infraestructura vial y el desarrollo socio económico: El caso Colonia San Vicente de Villanos, Ecuador. *Augusto Guzzo Revista Académica*, 1(19), 21–37.
- Weather Spark. (2025). *El clima en El Triunfo, el tiempo por mes, temperatura promedio (Ecuador)*. Promedio Mensual de Lluvia En El Triunfo.
<https://es.weatherspark.com/y/19361/Clima-promedio-en-El-Triunfo-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- West, R., Timm, D., Powell, B., Tran, N., Yin, F., Bowers, B., Rodezno, C., Leiva, F., Vargas, A., Gu, F., Moraes, R., & Nakhaei, M. (2021). *NCAT Report 21-03 Phase VII (2018-2021) NCAT Test Track Findings*.
- White, D., & Vennapusa, P. (2014). *Optimizing Pavement Base, Subbase, and Subgrade Layers for Cost and Performance of Local Roads*.
- Williams, E., Filipperti, M. B., Larsen, D., Capra, B., Pendon, M., & Couselo, R. (2013). Proyecto de reciclado de pavimento: Costos pertinentes y beneficios. *Centro Tecnológico de Desarrollo Regional. Facultad Regional San Rafael-Universidad Tecnológica Nacional. Los Reyunos, San Rafael, Mendoza, Argentina*.

Yunnan RPDRI. (2005). *Irregular Cobble Stone Pavement Specification*.

Zehawi, R., A.Kareem, Y., & Khudhair, E. (2022). Reduction of pavement thickness using a subgrade layer treated by different techniques. *Acta Polytechnica*, 62, 567–573.
<https://doi.org/10.14311/AP.2022.62.0567>

Zhang, Y., Gong, H., Jiang, X., Lv, X., Xiao, R., & Huang, B. (2021). Environmental impact assessment of pavement road bases with reuse and recycling strategies: A comparative study on geopolymer stabilized macadam and conventional alternatives. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102749.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102749>

ANEXO A

ANÁLIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN



PARTIDA: 1.1

DESCRIPCIÓN: TRAZADO Y REPLANTEO

UNIDAD: M2

RENDIMIENTO: 0,033

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,03
EQ. TOPOGRÁFICO	0,20	\$ 3,75	\$ 0,75	0,03	\$ 0,02
SUBTOTAL M:					\$ 0,06

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	3,00	\$ 4,23	\$ 12,69	0,03	\$ 0,42
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	0,03	\$ 0,03
CARPINTERO	1,00	\$ 4,28	\$ 4,28	0,03	\$ 0,14
TOPÓGRAFO (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	0,03	\$ 0,03
SUBTOTAL N:					\$ 0,63

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ACCESORIOS (CLAVOS, CUARTONES, PIOLA, TIRAS, ETC.)	U	1,00	0,20	\$ 0,20
SUBTOTAL O:				\$ 0,20

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$ 0,89
COSTOS INDIRECTOS 5%	\$ 0,04
UTILIDAD 10%	\$ 0,09
IMPREVISTOS 2%	\$ 0,02
PRECIO UNITARIO	\$ 1,04

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN



PARTIDA: 1.2

DESCRIPCIÓN: LETRERO DE OBRA (3M X 2M)

UNIDAD: U

RENDIMIENTO: 2,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 1,84
SOLDADORA	1,00	\$ 2,85	\$ 2,85	2,00	\$ 5,70
SUBTOTAL M:					\$ 7,54

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	2,00	\$ 16,92
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,10	\$ 4,75	\$ 0,48	2,00	\$ 0,95
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	2,00	\$ 4,75	\$ 9,50	2,00	\$ 19,00
SUBTOTAL N:					\$ 36,87

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
LONA IMPRESA	M2	8,16	\$ 5,80	\$ 47,33
SOLDADURA	KG	1,00	\$ 3,40	\$ 3,40
ELEMENTOS DE FIJACIÓN	U	1,00	\$ 4,00	\$ 4,00
ESMALTE VARIOS COLORES	GLN	0,02	\$ 15,09	\$ 0,30
ANTICORROSIVO (CO 5)	GLN	0,02	\$ 16,00	\$ 0,32
TUBO CUADRADO ESTRUCTURAL DE 25 X 25 X 2 MM	M	18,00	\$ 1,49	\$ 26,82
SUBTOTAL O:				\$ 82,17

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	126,58
COSTOS INDIRECTOS	5%	\$ 6,33
UTILIDAD	10%	\$ 12,66
IMPREVISTOS	2%	\$ 2,53
PRECIO UNITARIO	\$	148,10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 1.3

espol

DESCRIPCIÓN: BOMBEO DE AGUA

UNIDAD: HORA

RENDIMIENTO: 1,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,21
BOMBA DE AGUA DE 3"	1,00	\$ 3,16	\$ 3,16	1,00	\$ 3,16
SUBTOTAL M:					\$ 3,37

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	1,00	\$ 4,23
SUBTOTAL N:					\$ 4,23

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:			\$	-

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	7,60
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,38
UTILIDAD	10% \$	0,76
IMPREVISTOS	2% \$	0,15
PRECIO UNITARIO	\$	8,89

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 1.4



DESCRIPCIÓN: REMOCIÓN DE ÁRBOLES

UNIDAD: U

RENDIMIENTO: 2,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 1,74
MOTOSIERRA	1,00	\$ 2,86	\$ 2,86	2,00	\$ 5,72
SUBTOTAL M:					\$ 7,46

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	3,00	\$ 4,23	\$ 12,69	2,00	\$ 25,38
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	2,00	\$ 9,50
SUBTOTAL N:					\$ 34,88

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:			\$	-

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	42,34
COSTOS INDIRECTOS	5%	\$ 2,12
UTILIDAD	10%	\$ 4,23
IMPREVISTOS	2%	\$ 0,85
PRECIO UNITARIO	\$	49,54

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN



PARTIDA: 2.1

DESCRIPCIÓN: EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN **UNIDAD:** M3

RENDIMIENTO: 0,017

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
RETROEXCAVADORA	1,00	\$ 27,00	\$ 27,00	0,017	\$ 0,45
SUBTOTAL M:					\$ 0,45

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,017	\$ 0,07
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,017	\$ 0,08
SUBTOTAL N:					\$ 0,15

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:				\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	0,60
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,03
UTILIDAD	10% \$	0,06
IMPREVISTOS	2% \$	0,01
PRECIO UNITARIO	\$	0,70

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN



CÓDIGO: 2.2

DESCRIPCIÓN: DESALOJO DE MATERIAL

UNIDAD: M3/KM

RENDIMIENTO: 0,0063

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,003
VOLQUETA	1,00	\$ 30,00	\$ 30,00	0,0063	\$ 0,19
SUBTOTAL M:					\$ 0,19

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CHOFER	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,0063	\$ 0,04
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,0063	\$ 0,03
SUBTOTAL N:					\$ 0,07

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:				\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	0,26
COSTOS INDIRECTOS	5%	\$ 0,01
UTILIDAD	10%	\$ 0,03
IMPREVISTOS	2%	\$ 0,01
PRECIO UNITARIO	\$	0,30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 3.1



DESCRIPCIÓN: MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO

UNIDAD: M3

RENDIMIENTO: 0,012

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,01
TANQUERO DE AGUA	1,00	\$ 23,50	\$ 23,50	0,012	\$ 0,28
RODILLO VIBRATORIO	1,00	\$ 38,00	\$ 38,00	0,012	\$ 0,45
MOTONIVELADORA	1,00	\$ 47,00	\$ 47,00	0,012	\$ 0,55

SUBTOTAL M:	\$ 1,29
--------------------	----------------

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,012	\$ 0,05
CHOFER: TANQUEROS (ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,012	\$ 0,07
OPERADOR RODILLO AUTOPROPULSADO	1,00	\$ 4,52	\$ 4,52	0,012	\$ 0,05
OPERADOR MOTONIVELADORA	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,012	\$ 0,06

SUBTOTAL N:	\$ 0,23
--------------------	----------------

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,10	\$ 2,33	\$ 0,23
MATERIAL DE MEJORAMIENTO NO INCLUYE TRANSPORTE	M3	1,25	\$ 9,04	\$ 11,30

SUBTOTAL O:	\$ 11,53
--------------------	-----------------

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	13,05
COSTOS INDIRECTOS 5%	\$	0,65
UTILIDAD 10%	\$	1,31
IMPREVISTOS 2%	\$	0,26

PRECIO UNITARIO	\$ 15,27
------------------------	-----------------

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 3.2

espol

DESCRIPCIÓN: TRANSPORTE DE MATERIAL

UNIDAD: M3/KM

RENDIMIENTO: 0,007

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,00
VOLQUETA	1,00	\$ 30,00	\$ 30,00	0,0074	\$ 0,22
SUBTOTAL M:					\$ 0,23

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CHOFER	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,0074	\$ 0,05
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,0074	\$ 0,03
SUBTOTAL N:					\$ 0,08

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:				\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	0,30
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,02
UTILIDAD	10% \$	0,03
IMPREVISTOS	2% \$	0,01
PRECIO UNITARIO	\$	0,35

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 3.3

espol

DESCRIPCIÓN: SUB-BASE CLASE 1

UNIDAD: M3

RENDIMIENTO: 0,020

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,02
TANQUERO DE AGUA	1,00	\$ 23,50	\$ 23,50	0,020	\$ 0,47
RODILLO VIBRATORIO	1,00	\$ 38,00	\$ 38,00	0,020	\$ 0,76
MOTONIVELADORA	1,00	\$ 47,00	\$ 47,00	0,020	\$ 0,94

SUBTOTAL M:	\$ 2,19
--------------------	----------------

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,020	\$ 0,08
CHOFER: TANQUEROS (ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,020	\$ 0,12
OPERADOR RODILLO AUTOPROPULSADO	1,00	\$ 4,52	\$ 4,52	0,020	\$ 0,09
OPERADOR MOTONIVELADORA	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,020	\$ 0,10

SUBTOTAL N:	\$ 0,39
--------------------	----------------

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,10	\$ 2,33	\$ 0,23
SUB-BASE CLASE 1 NO INCLUYE TRANSPORTE	M3	1,20	\$ 12,10	\$ 14,52

SUBTOTAL O:	\$ 14,75
--------------------	-----------------

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO

SUBTOTAL P:	\$ -
--------------------	-------------

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$ 17,34
COSTOS INDIRECTOS 5%	\$ 0,87
UTILIDAD 10%	\$ 1,73
IMPREVISTOS 2%	\$ 0,35

PRECIO UNITARIO	\$ 20,28
------------------------	-----------------

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA:

3.4

espol

DESCRIPCIÓN:

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOCELDA
HDPE (H=150 MM - A= 445 MM)

UNIDAD:

M2

RENDIMIENTO:

0,010

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,02
TANQUERO DE AGUA	1,00	\$ 23,50	\$ 23,50	0,010	\$ 0,24
RODILLO VIBRATORIO	1,00	\$ 38,00	\$ 38,00	0,010	\$ 0,38
MINICARGADORA C/MARTILLO ROMPEDOR	1,00	\$ 31,00	\$ 31,00	0,010	\$ 0,31

SUBTOTAL M:

\$ 0,94

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	0,010	\$ 0,08
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,010	\$ 0,05
CHOFER: TANQUEROS (ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,010	\$ 0,06
OPERADOR RODILLO AUTOPROPULSADO	1,00	\$ 4,52	\$ 4,52	0,010	\$ 0,05
OPERADOR DE MINI EXCAVADORA/MINI CARGADORA CON SUS ADITAMENTOS	1,00	\$ 4,52	\$ 4,52	0,010	\$ 0,05

SUBTOTAL N:

\$ 0,28

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
GEOCELDA HDPE	M2	1,00	\$ 2,65	\$ 2,65
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS FY=4200 KG/CM2	KG	1,01	\$ 1,19	\$ 1,20

SUBTOTAL O:

\$ 3,85

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO

SUBTOTAL P:

\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)

\$ 5,08

COSTOS INDIRECTOS

5% \$ 0,25

UTILIDAD

10% \$ 0,51

IMPREVISTOS

2% \$ 0,10

PRECIO UNITARIO

\$ 5,95

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 3.5

espol

DESCRIPCIÓN: BASE DE AGREGADOS ESTABILIZADA CON CEMENTO TIPO MH

UNIDAD: M3

RENDIMIENTO: 0,050

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,10
TANQUERO DE AGUA	1,00	\$ 23,50	\$ 23,50	0,05	\$ 1,18
MOTONIVELADORA	1,00	\$ 47,00	\$ 47,00	0,05	\$ 2,35
RODILLO LISO	1,00	\$ 38,00	\$ 38,00	0,05	\$ 1,90

SUBTOTAL M: \$ 5,53

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	6,00	\$ 4,23	\$ 25,38	0,05	\$ 1,27
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	0,05	\$ 0,05
CHOFER: TANQUEROS (ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,05	\$ 0,31
OPERADOR RODILLO AUTOPROPULSADO	1,00	\$ 4,52	\$ 4,52	0,05	\$ 0,23
OPERADOR MOTONIVELADORA	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,05	\$ 0,24

SUBTOTAL N: \$ 2,09

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,08	\$ 2,33	\$ 0,17
BASE CLASE 1 NO INCLUYE TRANSPORTE	M3	1,20	\$ 12,75	\$ 15,30
CEMENTO TIPO MH	KG	115,00	\$ 0,14	\$ 16,10

SUBTOTAL O: \$ 31,57

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
-------------	--------	----------	----------	-------

SUBTOTAL P: \$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P) \$ 39,20

COSTOS INDIRECTOS 5% \$ 1,96

UTILIDAD 10% \$ 3,92

IMPREVISTOS 2% \$ 0,78

PRECIO UNITARIO \$ 45,86

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 3.6

espol

DESCRIPCIÓN: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN MANUAL DE EMPEDRADO

UNIDAD: M2

RENDIMIENTO: 0,133

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,02

SUBTOTAL M: \$ 0,02

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	4,00	\$ 4,23	\$ 16,92	0,133	\$ 2,26
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,133	\$ 0,63

SUBTOTAL N: \$ 2,89

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,03	\$ 2,33	\$ 0,08
ARENA CORRIENTE FINA	M3	0,05	\$ 13,40	\$ 0,64
PIEDRA BOLA (100-250)MM	M3	0,06	\$ 12,10	\$ 0,73

SUBTOTAL O: \$ 1,45

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO

SUBTOTAL P: \$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	4,36
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,22
UTILIDAD	10% \$	0,44
IMPREVISTOS	2% \$	0,09

PRECIO UNITARIO \$ 5,10

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 3.7

espol

DESCRIPCIÓN: SUMINISTRO Y COLOCACIÓN MECANICA DE EMPEDRADO

UNIDAD: M2

RENDIMIENTO: 0,133

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,02
TANQUERO DE AGUA	0,30	\$ 23,50	\$ 7,05	0,133	\$ 0,94
RODILLO VIBRATORIO	0,30	\$ 38,00	\$ 11,40	0,133	\$ 1,52
MINICARGADORA C/MARTILLO ROMPEDOR	0,75	\$ 31,00	\$ 23,25	0,133	\$ 3,10
MOTONIVELADORA	0,15	\$ 47,00	\$ 7,05	0,133	\$ 0,94
SUBTOTAL M:					\$ 6,52

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	0,133	\$ 1,13
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,133	\$ 0,63
CHOFER: TANQUEROS (ESTR. OC.C1)	0,30	\$ 6,22	\$ 1,87	0,133	\$ 0,25
OPERADOR RODILLO AUTOPROPULSADO	0,30	\$ 4,52	\$ 1,36	0,133	\$ 0,18
OPERADOR DE MINI EXCAVADORA/MINI CARGADORA CON SUS ADITAMENTOS	0,75	\$ 4,52	\$ 3,39	0,133	\$ 0,45
OPERADOR MOTONIVELADORA	0,15	\$ 4,75	\$ 0,71	0,133	\$ 0,10
SUBTOTAL N:					\$ 2,74

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,03	\$ 2,33	\$ 0,08
ARENA CORRIENTE FINA	M3	0,05	\$ 13,40	\$ 0,64
PIEDRA BOLA (100-250)MM	M3	0,06	\$ 12,10	\$ 0,73
SUBTOTAL O:				\$ 1,45

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	10,71
COSTOS INDIRECTOS	5%	\$ 0,54
UTILIDAD	10%	\$ 1,07
IMPREVISTOS	2%	\$ 0,21
PRECIO UNITARIO	\$	12,53

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 3.8
DESCRIPCIÓN: CONSTRUCCIÓN MECANICA DE CUNETAS
 CON MATERIAL DE EMPEDRADO
RENDIMIENTO: 0,33

espol
 UNIDAD: M

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 2,02
CONCRETERA	0,50	\$ 4,80	\$ 2,40	0,33	\$ 0,79
SUBTOTAL M:					\$ 2,81

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	0,33	\$ 2,79
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,33	\$ 1,57
SUBTOTAL N:					\$ 4,36

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,04	\$ 2,33	\$ 0,10
CEMENTO TIPO GU	KG	30,00	\$ 0,14	\$ 4,20
ARENA CORRIENTE FINA	M3	0,06	\$ 13,40	\$ 0,80
PIEDRA BOLA (100-250)MM	M3	0,08	\$ 16,94	\$ 1,27
SUBTOTAL O:				\$ 6,37

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	13,54
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,68
UTILIDAD	10% \$	1,35
IMPREVISTOS	2% \$	0,27
PRECIO UNITARIO	\$	15,85

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 3.9
DESCRIPCIÓN: CONSTRUCCIÓN MANUAL DE CUNETAS
 CON MATERIAL DE EMPEDRADO
RENDIMIENTO: 0,33

espol
 UNIDAD: M

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 2,02
SUBTOTAL M:					\$ 2,02

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	0,33	\$ 2,79
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	0,33	\$ 1,57
SUBTOTAL N:					\$ 4,36

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,04	\$ 2,33	\$ 0,10
CEMENTO TIPO GU	KG	30,00	\$ 0,14	\$ 4,20
ARENA CORRIENTE FINA	M3	0,06	\$ 13,40	\$ 0,80
PIEDRA BOLA (100-250)MM	M3	0,08	\$ 16,94	\$ 1,27
SUBTOTAL O:				\$ 6,37

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	12,75
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,64
UTILIDAD	10% \$	1,28
IMPREVISTOS	2% \$	0,26
PRECIO UNITARIO	\$	14,92

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN



PARTIDA: 4.1

DESCRIPCIÓN: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LETRERO (ALUMINIO)

UNIDAD: M2

RENDIMIENTO: 1,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,54
CORTADORA-DOBLADORA	0,50	\$ 1,68	\$ 0,84	\$ 1,00	\$ 0,84
SOLDADORA	0,30	\$ 2,85	\$ 0,86	\$ 1,00	\$ 0,86
SUBTOTAL M:					\$ 2,23

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	\$ 1,00	\$ 8,46
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	\$ 1,00	\$ 0,95
SOLDADOR EN CONSTRUCCIÓN	0,30	\$ 4,35	\$ 1,31	\$ 1,00	\$ 1,31
SUBTOTAL N:					\$ 10,72

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SOLDADURA	KG	0,33	\$ 3,40	\$ 1,12
LETRERO ALUMINIO 2 MM. INC.FONDO.LAMIN.REFLECTI.PIN T.EPOX.ETC	M2	1,00	\$ 304,14	\$ 304,14
SUBTOTAL O:				\$ 305,26

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	318,20
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	15,91
UTILIDAD	10% \$	31,82
IMPREVISTOS	2% \$	6,36

PRECIO UNITARIO \$ 372,30

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 4.2

DESCRIPCIÓN: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE
ELEMENTOS DE SUJECCIÓN O FIJACIÓN DE

RENDIMIENTO: 0,33

espol

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,07
SUBTOTAL M:					\$ 0,07

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	\$ 1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,33	\$ 1,41
SUBTOTAL N:					\$ 1,41

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ELEMENTOS DE FIJACIÓN	U	1,00	\$ 10,08	\$ 10,08
SUBTOTAL O:				\$ 10,08

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	11,56
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,58
UTILIDAD	10% \$	1,16
IMPREVISTOS	2% \$	0,23
PRECIO UNITARIO	\$	13,53

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 4.3

espol

DESCRIPCIÓN: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBO
CUADRADO GALVANIZADO INCLUYE

UNIDAD: M

RENDIMIENTO: 0,29

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,20
CORTADORA-DOBLADORA	0,50	\$ 1,68	\$ 0,84	0,29	\$ 0,24
CONCRETERA	0,50	\$ 4,80	\$ 2,40	0,29	\$ 0,69
SUBTOTAL M:					\$ 1,12

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	0,29	\$ 2,42
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	0,29	\$ 0,27
FIERRERO	1,00	\$ 4,28	\$ 4,28	0,29	\$ 1,22
SUBTOTAL N:					\$ 3,91

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0,01	\$ 2,33	\$ 0,02
ACERO DE REFUERZO EN BARRAS FY=4200 KG/CM2	KG	0,93	\$ 1,19	\$ 1,11
CEMENTO TIPO GU	KG	5,50	\$ 0,14	\$ 0,77
PIEDRA 3/4"	M3	0,02	\$ 22,62	\$ 0,45
ARENA CORRIENTE FINA	M3	0,01	\$ 13,40	\$ 0,12
ESMALTE VARIOS COLORES	GLN	0,05	\$ 15,09	\$ 0,75
ELEMENTOS DE FIJACIÓN	M2	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
TUBO CUADRADO GALVANIZADO DE 50 X 50 X 2 MM	M	1,00	\$ 4,09	\$ 4,09
SUBTOTAL O:				\$ 7,92

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:		\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	12,95
COSTOS INDIRECTOS	5%	\$ 0,65
UTILIDAD	10%	\$ 1,30
IMPREVISTOS	2%	\$ 0,26
PRECIO UNITARIO	\$	15,15

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN



PARTIDA: 5.1

DESCRIPCIÓN: CONTROL DE POLVO

UNIDAD: M3

RENDIMIENTO: 0,04

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
TANQUERO DE AGUA	1,00	\$ 23,50	\$ 23,50	0,04	\$ 0,94
SUBTOTAL M:					\$ 0,9400

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,04	\$ 0,17
CHOFER: TANQUEROS (ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 6,22	\$ 6,22	0,04	\$ 0,25
SUBTOTAL N:					\$ 0,42

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	1,01	\$ 2,3300	\$ 2,35
SUBTOTAL O:				\$ 2,35

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	3,71
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,19
UTILIDAD	10% \$	0,37
IMPREVISTOS	2% \$	0,07
PRECIO UNITARIO	\$	4,34

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 5.2

espol

DESCRIPCIÓN: TANQUE METÁLICO DE 55 GALONES

UNIDAD: U

RENDIMIENTO: 1,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL M:					\$ -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	1,00	\$ 4,23
SUBTOTAL N:					\$ 4,23

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ESMALTE VARIOS COLORES	GLN	0,10	\$ 15,09	\$ 1,51
TANQUE METÁLICO 55 GLN	U	1,00	\$ 12,02	\$ 12,02
SUBTOTAL O:				\$ 13,53

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	17,76
COSTOS INDIRECTOS	5%	0,89
UTILIDAD	10%	\$ 1,78
IMPREVISTOS	2%	\$ 0,36
PRECIO UNITARIO	\$	20,78

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 5.3



DESCRIPCIÓN: ALQUILER DE BATERÍA SANITARIA

UNIDAD: U/MES

RENDIMIENTO: 1,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
BATERÍA SANITARIA (ALQ.)	1,00	\$ 128,00	\$ 128,00	1,00	\$ 128,00
SUBTOTAL M:					\$ 128,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	1,00	\$ 4,23
SUBTOTAL N:					\$ 4,23

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:				\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	132,23
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	6,61
UTILIDAD	10% \$	13,22
IMPREVISTOS	2% \$	2,64
PRECIO UNITARIO	\$	154,71

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

PARTIDA: 5.4



DESCRIPCIÓN: CONTROL Y MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO

UNIDAD: ESTAC

RENDIMIENTO: 24,04

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO/MUESTREO, MONITOREO/ANÁLISIS PM10	1,00	\$ 6,25	\$ 6,25	24,04	\$ 150,24
SUBTOTAL M:					\$ 150,24

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	24,04	\$ 203,37
LABORATORISTA (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	24,04	\$ 114,18
SUBTOTAL N:					\$ 317,55

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:				\$ -

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	467,79
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	23,39
UTILIDAD	10% \$	46,78
IMPREVISTOS	2% \$	9,36
PRECIO UNITARIO	\$	547,31

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 5.5

espol

DESCRIPCIÓN: CONTROL Y MONITOREO DE GASES CO
(8H), SO2 (24H) Y NO2(1H)

UNIDAD: ESTAC

RENDIMIENTO: 24,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
EQUIPO/MUESTREO, MONITOREO/ANALISIS GASES	1,00	\$ 30,00	\$ 30,00	24,00	\$ 720,00
SUBTOTAL M:					\$ 720,00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	24,00	\$ 101,52
LABORATORISTA (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	24,00	\$ 114,00
SUBTOTAL N:					\$ 215,52

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:			\$	-

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	935,52
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	46,78
UTILIDAD	10% \$	93,55
IMPREVISTOS	2% \$	18,71
PRECIO UNITARIO	\$	1.094,56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 5.6

DESCRIPCIÓN: CONTROL Y MONITOREO DE RUIDO UNIDAD: ESTAC

RENDIMIENTO: 1,47

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SONÓMETRO DIGITAL	1,00	\$ 39,50	\$ 39,50	1,47	\$ 58,10
SUBTOTAL M:					\$ 58,10

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	1,47	\$ 6,22
LABORATORISTA (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	1,47	\$ 6,99
SUBTOTAL N:					\$ 13,21

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O:			\$	-

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	71,31
COSTOS INDIRECTOS	5%	\$ 3,57
UTILIDAD	10%	\$ 7,13
IMPREVISTOS	2%	\$ 1,43
PRECIO UNITARIO	\$	83,43

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 5.7

DESCRIPCIÓN: REUNIÓN CON LA COMUNIDAD UNIDAD: U

RENDIMIENTO: 4,00

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL M:					\$ -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	4,00	\$ 16,92
MAESTRO DE OBRA	1,00	\$ 4,52	\$ 4,52	4,00	\$ 18,08
SUBTOTAL N:					\$ 35,00

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
HOJAS, MARCADORES Y BORRADORES	GLB	1,00	\$ 15,00	\$ 15,00
SUBTOTAL O:				\$ 15,00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	50,00
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	2,50
UTILIDAD	10% \$	5,00
IMPREVISTOS	2% \$	1,00
PRECIO UNITARIO	\$	58,50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 6.1

DESCRIPCIÓN: BARRICADA DE MADERA (1.20X1.50)M C/3
TABL.C/CINTA REFLECT.

UNIDAD: U

RENDIMIENTO: 1,54

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 1,05
SUBTOTAL M:					\$ 1,05

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	2,00	\$ 4,23	\$ 8,46	1,54	\$ 13,02
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	1,54	\$ 1,46
CARPINTERO	1,00	\$ 4,28	\$ 4,28	1,54	\$ 6,58
SUBTOTAL N:					\$ 21,06

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ESMALTE VARIOS COLORES	GLN	\$ 0,06	\$ 15,09	\$ 0,91
PLANCHA PLYWOOD (1220X2440X12)MM	U	\$ 0,25	\$ 27,08	\$ 6,77
CUARTONES DE ENCOFRADO	M	\$ 4,00	\$ 0,63	\$ 2,52
ELEMENTOS DE FIJACIÓN	U	\$ 0,50	\$ 1,20	\$ 0,60
LÁMINA VINYL REFLECTIVA GRADO INGENIERIA (COLORES)	M2	\$ 0,75	\$ 9,28	\$ 6,96
SUBTOTAL O:				17,76

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	18,81
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,94
UTILIDAD	10% \$	1,88
IMPREVISTOS	2% \$	0,38
PRECIO UNITARIO	\$	22,01

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 6.2

DESCRIPCIÓN: CONO DE SEGURIDAD **UNIDAD:** U

RENDIMIENTO: 0,10

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL M:					\$ -

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,10	\$ 0,42
SUBTOTAL N:					\$ 0,42

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CONO PLÁSTICO REFLECTIVO DE SEGURIDAD H = 28" = 71 CM.	U	1,00	\$ 15,20	\$ 15,20
SUBTOTAL O:				\$ 15,20

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	15,62
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	0,78
UTILIDAD	10% \$	1,56
IMPREVISTOS	2% \$	0,31
PRECIO UNITARIO	\$	18,28

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 6.3

DESCRIPCIÓN: SEÑAL PROV. VERTICAL JUNTO A LA VÍA:
HOMBRES TRABAJANDO (0.75X0.75) **UNIDAD:** M2

RENDIMIENTO: 1,33

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CORTADORA-DOBLADORA	0,50	\$ 1,68	\$ 0,84	1,33	\$ 1,12
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,66
SOLDADORA	1,00	\$ 2,85	\$ 2,85	1,33	\$ 3,80
SUBTOTAL M:					\$ 5,58

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	1,33	\$ 6,33
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	1,33	\$ 1,27
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	1,33	\$ 5,64
SUBTOTAL N:					\$ 13,24

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SOLDADURA	KG	0,20	\$ 3,4000	\$ 0,6800
ELEMENTOS DE FIJACIÓN	M2	1,00	\$ 0,6000	\$ 0,6000
LÁMINA/VINYL REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	M2	1,05	\$ 32,5700	\$ 34,1985
ACERO ESTRUCTURAL (PERF.CORREAS, TUBOS, ETC)	KG	28,50	\$ 1,0300	\$ 29,3550
SUBTOTAL O:				\$ 64,83

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	83,66
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	4,18
UTILIDAD	10% \$	8,37
IMPREVISTOS	2% \$	1,67
PRECIO UNITARIO	\$	97,88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO: 6.4

DESCRIPCIÓN: SEÑALIZACIÓN VERTICAL LADO DE LA VÍA (DESVIO IZQUIERDA O DERECHA, 0.75M X **UNIDAD:** M2

RENDIMIENTO: 1,33

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CORTADORA-DOBLADORA	0,500	\$ 1,68	\$ 0,84	1,33	\$ 1,12
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,66
SOLDADORA	1,000	\$ 2,85	\$ 2,85	1,33	\$ 3,80
SUBTOTAL M:					\$ 5,58

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO (EN CONSTRUCCIÓN - ESTR. OC.C1)	1,00	\$ 4,75	\$ 4,75	1,33	\$ 6,33
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	1,33	\$ 1,27
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	1,33	\$ 5,64
SUBTOTAL N:					\$ 13,24

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SOLDADURA	KG	0,20	\$ 3,40	\$ 0,68
ELEMENTOS DE FIJACIÓN	M2	1,00	\$ 0,60	\$ 0,60
LÁMINA/VINYL REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	M2	1,05	\$ 32,57	\$ 34,20
ACERO ESTRUCTURAL (PERF.CORREAS, TUBOS, ETC)	KG	28,50	\$ 1,03	\$ 29,36
SUBTOTAL O:				\$ 64,83

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO
SUBTOTAL P:				\$ -

TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)	\$	83,66
COSTOS INDIRECTOS	5% \$	4,18
UTILIDAD	10% \$	8,37
IMPREVISTOS	2% \$	1,67
PRECIO UNITARIO	\$	97,88

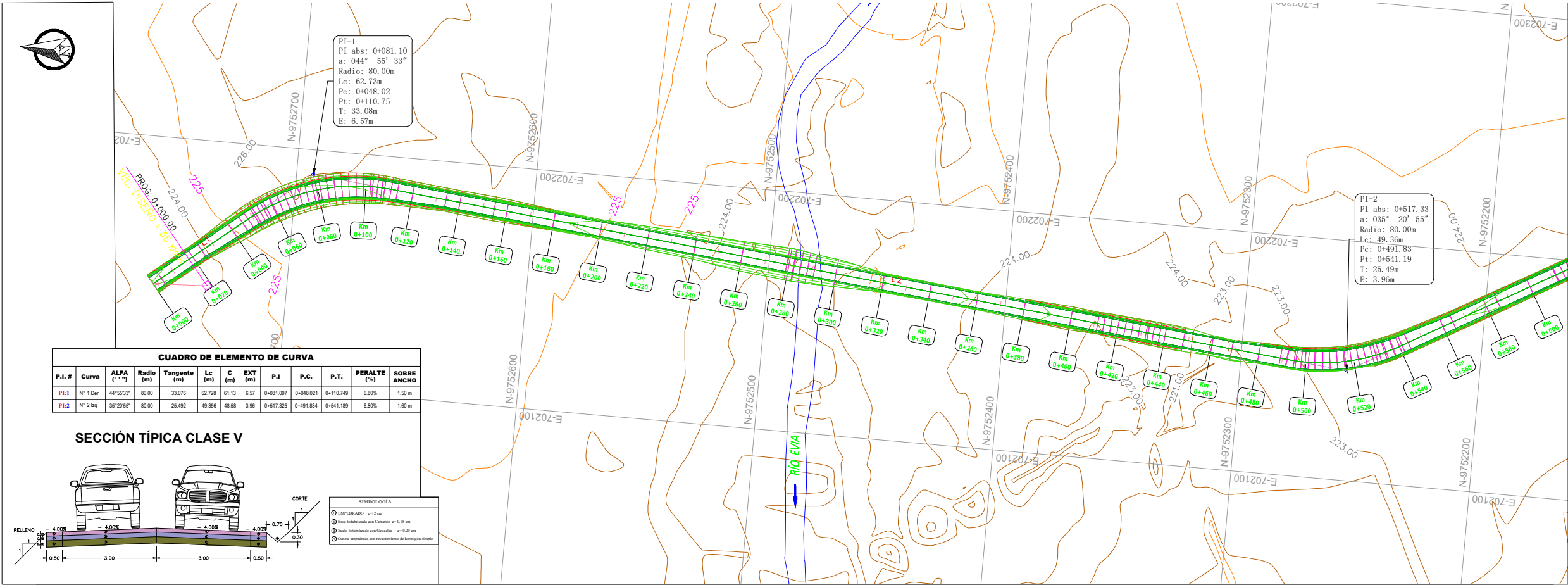
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS VÍA DE ACCESO SAN JOAQUIN

CÓDIGO:	6.5		
DESCRIPCIÓN:	CINTAS PLÁSTICAS DE SEGURIDAD (COLOR REFLECTIVO)	UNIDAD:	M
RENDIMIENTO:	0,02		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
HERRAMIENTAS MENORES (5% M/O)	5%MO				\$ 0,01
SUBTOTAL M:					\$ 0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	1,00	\$ 4,23	\$ 4,23	0,02	\$ 0,08
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES	0,20	\$ 4,75	\$ 0,95	0,02	\$ 0,02
SUBTOTAL N:					\$ 0,10
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CINTA PLÁSTICA DE SEGURIDAD COLOR REFLECTIVO	M	1,05	\$ 0,05	\$	0,05
SUBTOTAL O:					\$ 0,05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA/U	COSTO	
SUBTOTAL P:					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTOS (M+N+O+P)				\$	0,16
COSTOS INDIRECTOS				5% \$	0,01
UTILIDAD				10% \$	0,02
IMPREVISTOS				2% \$	0,00
PRECIO UNITARIO				\$	0,19

PLANOS



NOTAS GENERALES

El diseño vial se realizó conforme a la normativa vigente del MTO y demás especificaciones aplicables.

Las cotas, radios y progresivas mostradas en el plano deberán ser verificadas en campo antes de iniciar el replanteo.

Las longitudes y pendientes del alineamiento y del perfil longitudinal son referenciales y podrán ajustarse en obra según las condiciones del terreno, previa aprobación de la fiscalización.

Cualquier discrepancia entre el plano y las condiciones reales de campo deberá ser reportada de inmediato.

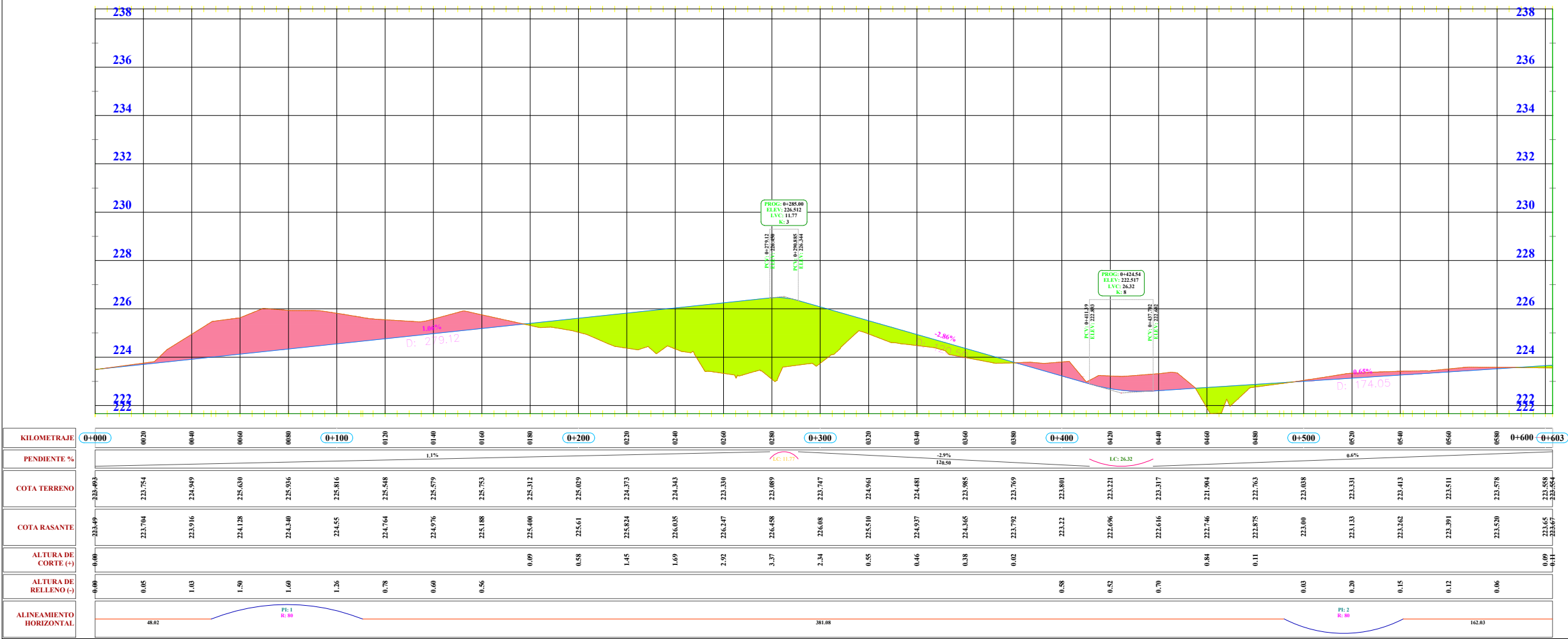
Las obras se ejecutarán garantizando la seguridad vial y el cumplimiento de los controles topográficos de alineación y nivelación.

El contratista será responsable de la correcta interpretación de los planos y de su aplicación en campo.

Escala de impresión:

Si se imprime en formato A1, la escala es 1:1000

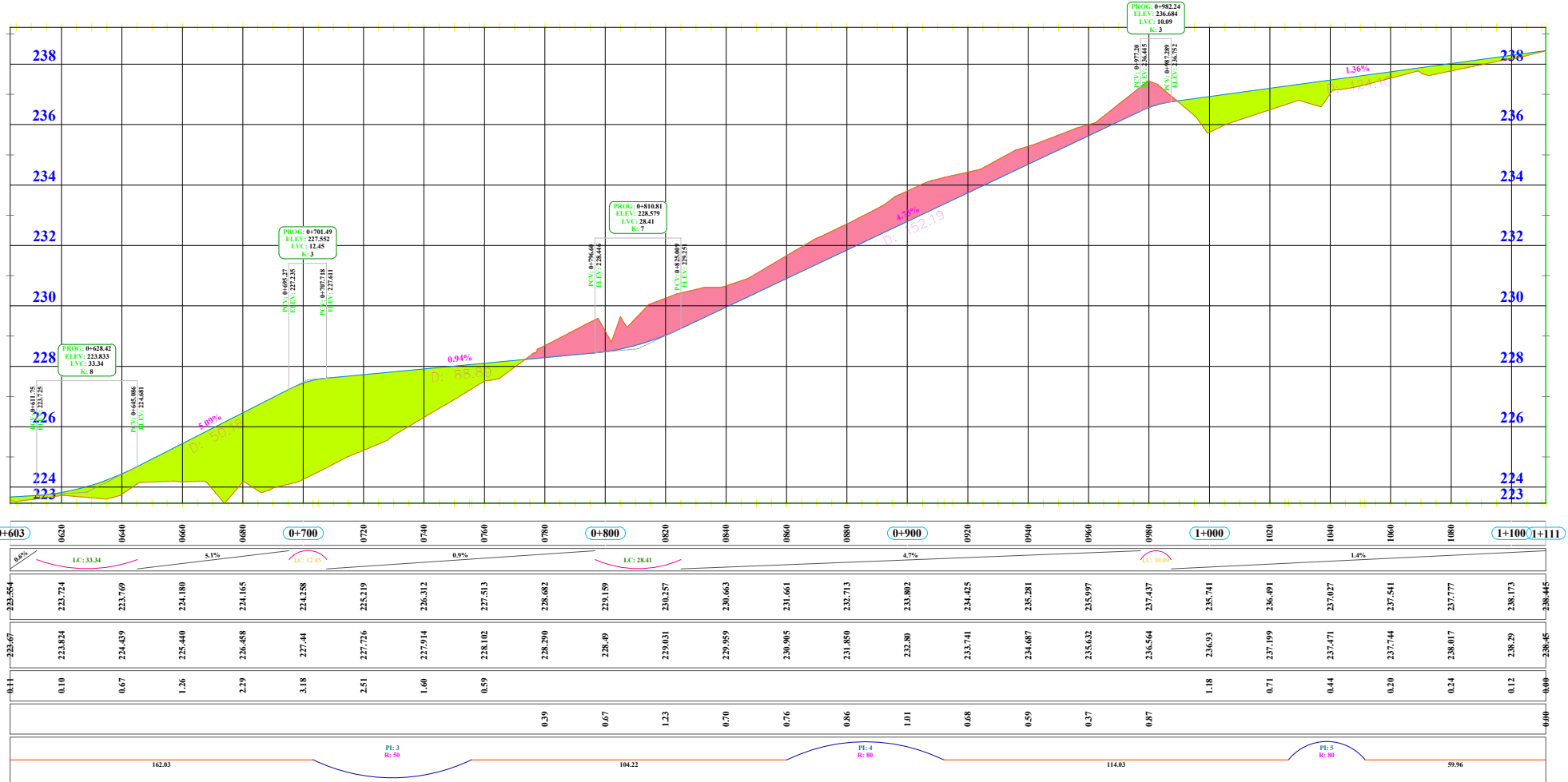
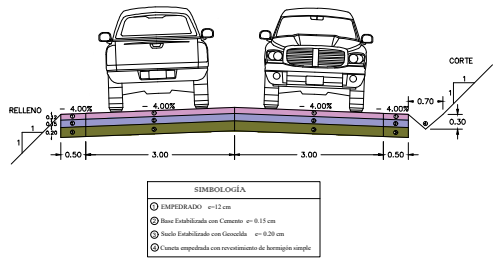
Si se imprime en formato A3, la escala es 1:2000





CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA										
P.I. #	Curva	ALFA (°'")	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I.	P.C.	P.T.
PI-3	N° 3 Izq	60°14'02"	50.00	29.004	52.564	50.18	7.80	0+732.22	0+703.218	0+755.782
PI-4	N° 4 Der	37°21'03"	80.00	27.040	52.152	51.23	4.45	0+887.04	0+860.002	0+912.153
PI-5	N° 5 Der	18°04'45"	80.00	12.727	25.243	25.14	1.01	1+038.91	1+026.188	1+051.431

SECCIÓN TÍPICA CLASE V



NOTAS GENERALES

El diseño vial se realizó conforme a la normativa vigente del MTOP y demás especificaciones aplicables.

Las cotas, radios y progresivas mostradas en el plano deberán ser verificadas en campo antes de iniciar el replanteo.

Las longitudes y pendientes del alineamiento y del perfil longitudinal son referenciales y podrán ajustarse en obra según las condiciones del terreno, previa aprobación de la fiscalización.

Cualquier discrepancia entre el plano y las condiciones reales de campo deberá ser reportada de inmediato.

Las obras se ejecutarán garantizando la seguridad vial y el cumplimiento de los controles topográficos de alineación y nivelación.

El contratista será responsable de la correcta interpretación de los planos y de su aplicación en campo.

Escala de impresión:

Si se imprime en formato A1, la escala es 1:1000

Si se imprime en formato A3, la escala es 1:2000

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

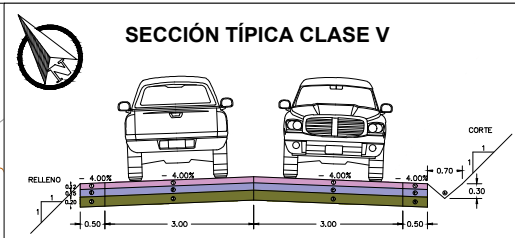
DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

TRAMO PÚBLICO ABCISADO: 0+603 - 1+111

Director de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijó Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025 Límite: 1:2000 A 2/4
---	---	--

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA											
P.I. #	Curva	ALFA (° ' ")	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I.	P.C.	P.T.	
PI-6	N° 6 Der	19°01'28"	20.00	3.351	6.641	6.61	0.28	1+157.75	1+154.433	1+161.074	
PI-7	N° 7 Der	13°59'22"	20.00	2.454	4.883	4.87	0.15	1+174.988	1+172.535	1+177.418	
PI-8	N° 8 Izq	10°33'00"	20.00	1.847	3.683	3.68	0.09	1+191.802	1+189.965	1+193.638	
PI-9	N° 9 Izq	18°06'42"	20.00	3.185	6.316	6.29	0.25	1+224.083	1+220.889	1+227.215	
PI-10	N° 10 Izq	55°54'52"	4.63	2.455	4.514	4.34	0.61	1+238.277	1+235.822	1+240.336	
PI-11	N° 11 Der	8°42'38"	30.00	2.285	4.561	4.56	0.09	1+244.019	1+241.734	1+246.295	
PI-12	N° 12 Der	16°42'34"	30.00	4.406	8.749	8.72	0.32	1+264.638	1+260.232	1+268.981	
PI-13	N° 13 Der	13°39'22"	20.00	2.357	4.692	4.68	0.14	1+286.182	1+283.805	1+289.518	
PI-14	N° 14 Der	40°01'06"	20.00	9.118	17.111	16.59	1.98	1+303.983	1+294.864	1+311.975	
PI-15	N° 15 Izq	24°41'31"	20.00	4.377	8.619	8.55	0.47	1+328.839	1+324.453	1+333.072	

CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA											
P.I. #	Curva	ALFA (° ' ")	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I.	P.C.	P.T.	
PI-16	N° 16 Izq	30°38'20"	20.00	5.479	10.896	10.57	0.74	1+344.206	1+338.727	1+349.423	
PI-17	N° 17 Izq	23°29'56"	20.00	4.160	8.203	8.15	0.43	1+378.010	1+373.850	1+382.052	
PI-18	N° 18 Der	81°32'11"	6.91	5.958	9.834	9.02	2.21	1+423.222	1+417.264	1+427.097	
PI-19	N° 19 Der	5°38'07"	20.00	0.984	1.967	1.97	0.02	1+436.034	1+435.050	1+437.017	
PI-20	N° 20 Der	28°15'59"	20.00	5.036	9.867	9.77	0.62	1+451.192	1+446.155	1+456.023	
PI-21	N° 21 Izq	85°39'10"	6.65	6.173	9.957	9.05	2.42	1+485.318	1+479.145	1+489.102	
PI-22	N° 22 Izq	15°08'01"	20.00	2.657	5.283	5.27	0.18	1+498.362	1+495.705	1+500.988	
PI-23	N° 23 Izq	17°11'19"	20.00	3.023	6.000	5.98	0.23	1+506.246	1+503.223	1+509.223	
PI-24	N° 24 Izq	29°33'48"	20.00	5.277	10.320	10.21	0.68	1+524.583	1+519.305	1+529.625	
PI-25	N° 25 Izq	47°47'18"	20.00	8.860	16.681	16.20	1.87	1+572.550	1+563.690	1+580.371	
PI-26	N° 26 Izq	44°08'21"	6.56	2.650	5.054	4.93	0.52	1+607.021	1+604.361	1+609.416	
PI-27	N° 27 Der	25°11'44"	20.00	4.653	9.144	9.05	0.53	1+704.130	1+699.475	1+708.620	



NOTAS GENERALES

El diseño vial se realizó conforme a la normativa vigente del MTO y demás especificaciones aplicables.

Las cotas, radios y progresivas mostradas en el plano deberán ser verificadas en campo antes de iniciar el replanteo.

Las longitudes y pendientes del alineamiento y del perfil longitudinal son referenciales y podrán ajustarse en obra según las condiciones del terreno, previa aprobación de la fiscalización.

Cualquier discrepancia entre el plano y las condiciones reales de campo deberá ser reportada de inmediato.

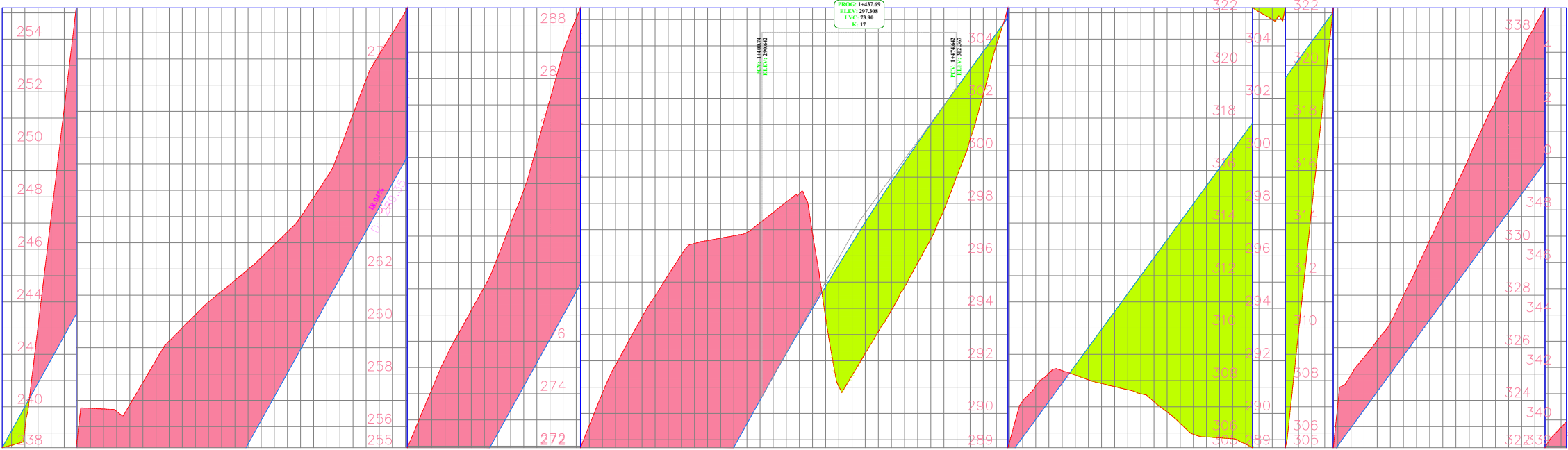
Las obras se ejecutarán garantizando la seguridad vial y el cumplimiento de los controles topográficos de alineación y nivelación.

El contratista será responsable de la correcta interpretación de los planos y de su aplicación en campo.

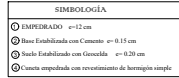
Escala de impresión:

Si se imprime en formato A1, la escala es 1:1000

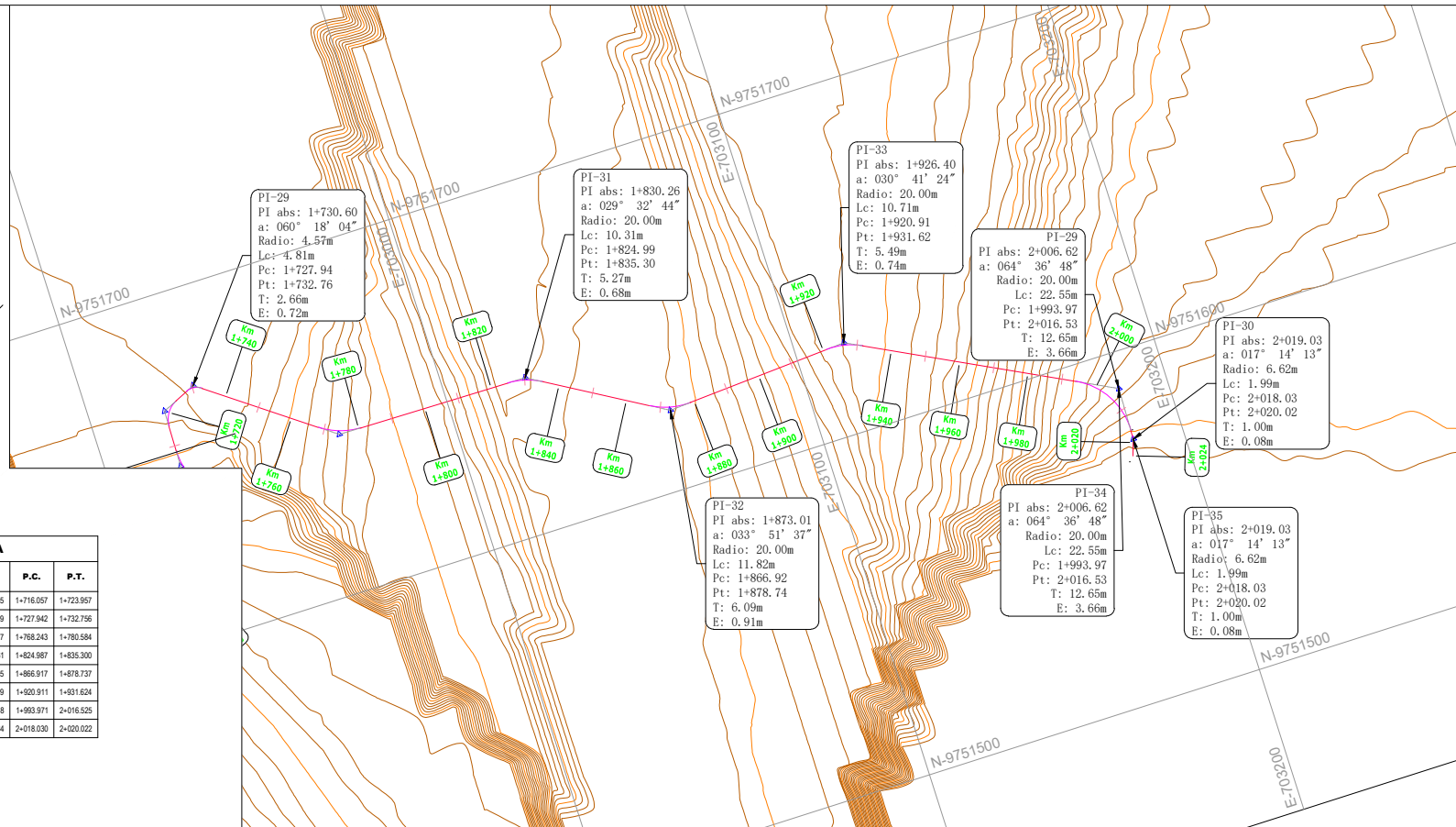
Si se imprime en formato A3, la escala es 1:2000



KILOMETRAJE	1+111	1120	1140	1160	1180	1+200	1220	1240	1260	1280	1+300	1320	1340	1360	1380	1+400	1420	1440	1460	1480	1+500	1520	1540	1560	1580	1+600	1620	1640	1660	1680	1+700-707																					
PENDIENTE %	18.0%																																12.75%										13.7%									
COTA TERRENO	238.445	239.089	245.558	256.834	259.757	261.569	263.410	266.543	270.980	275.310	279.170	285.197	290.779	294.470	296.580	297.261	296.811	292.280	295.727	300.440	307.215	308.211	307.653	306.370	305.788	305.442	323.826	326.945	331.141	335.364	339.131	339.928																				
COTA RASANTE	238.45	239.998	243.606	247.214	250.822	254.43	258.038	261.646	265.254	268.861	272.47	276.077	279.685	283.293	286.901	290.51	294.088	297.271	300.300	303.101	305.84	308.578	311.316	314.055	316.793	319.53	322.270	325.009	327.747	330.486	333.22	334.48																				
ALTURA DE CORTE (+)	0.00	0.91																4.99	4.57	2.66		0.37	3.66	7.69	11.01	14.09																										
ALTURA DE RELLENO (-)	0.00		11.95	9.62	8.93	7.14	5.37	4.90	5.73	6.45	6.70	9.12	11.09	11.18	9.68	6.75	2.80			1.38						1.56	1.94	3.39	4.88	5.91	6.75																					
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	43.84 PI-1 R=20 11.46 PI-2 R=20 12.54 PI-3 R=20 27.26 PI-4 R=20 8.61 PI-5 R=20 13.94 PI-6 R=20 14.84 PI-7 R=20 6.35 PI-8 R=20 12.48 PI-9 R=20 5.66 PI-10 R=20 24.43 PI-11 R=20 35.21 PI-12 R=20 7.95 PI-13 R=20 9.14 PI-14 R=20 23.12 PI-15 R=20 6.66 PI-16 R=20 92.24 PI-17 R=20 20.88 PI-18 R=20 34.86 PI-19 R=20 3.99 PI-20 R=20 10.86 PI-21 R=20 PI-22 R=20																																																			

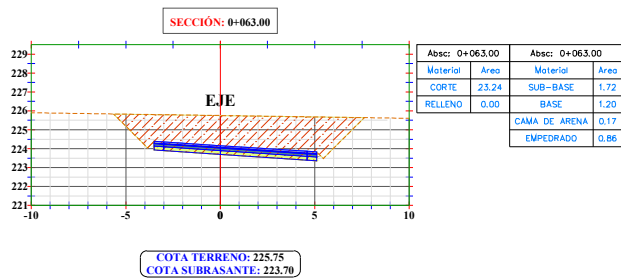
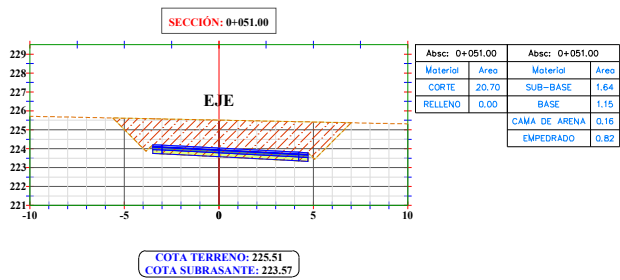
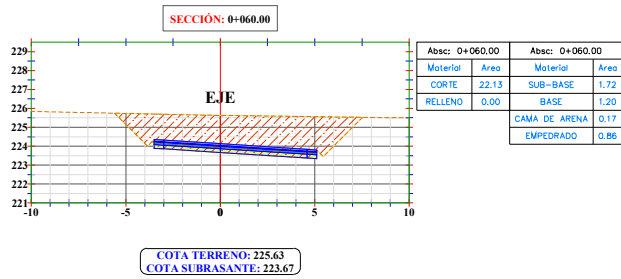
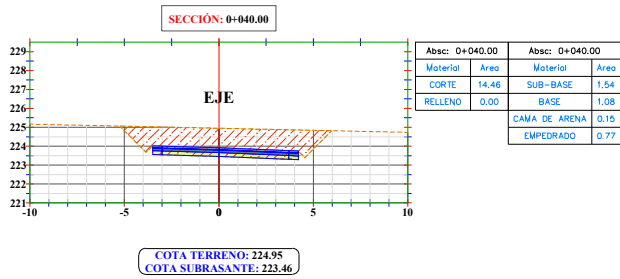
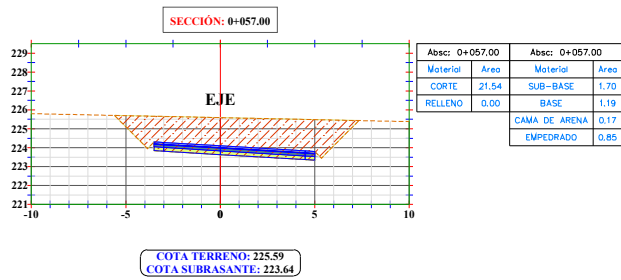
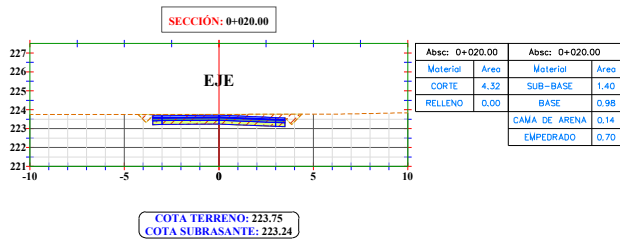
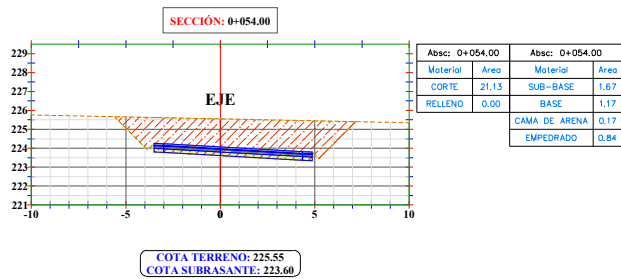
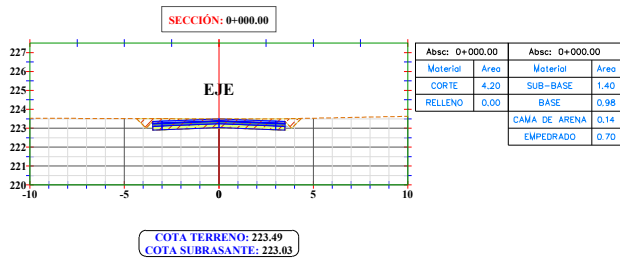


CUADRO DE ELEMENTO DE CURVA										
P.I. #	Curva	ALFA (°)	Radio (m)	Tangente (m)	Lc (m)	C (m)	EXT (m)	P.I	P.C.	P.T.
PI-28	Nº 28 Der	64°31'11"	7.02	4.428	7.900	7.49	1.28	+1720.485	+1716.057	+1723.957
PI-29	Nº 29 Der	60°18'04"	4.57	2.657	4.814	4.59	0.72	+1730.599	+1727.942	+1733.758
PI-30	Nº 30 Izq	35°21'12"	20.00	6.374	12.314	12.15	0.99	+1774.617	+1768.243	+1780.584
PI-31	Nº 31 Izq	29°32'44"	20.00	5.174	10.310	10.20	0.68	+1830.261	+1824.997	+1836.300
PI-32	Nº 32 Izq	33°08'31"	20.00	6.088	11.813	11.65	0.81	+1807.625	+1806.917	+1808.737
PI-33	Nº 33 Der	30°47'24"	20.00	5.468	10.713	10.59	0.74	+1826.399	+1820.911	+1831.624
PI-34	Nº 34 Der	64°36'48"	20.00	12.647	22.562	21.38	3.66	+2006.618	+1995.971	+2016.525
PI-35	Nº 35 Der	17°14'13"	6.62	1.013	1.994	1.88	0.20	+2019.034	+2018.020	+2020.020

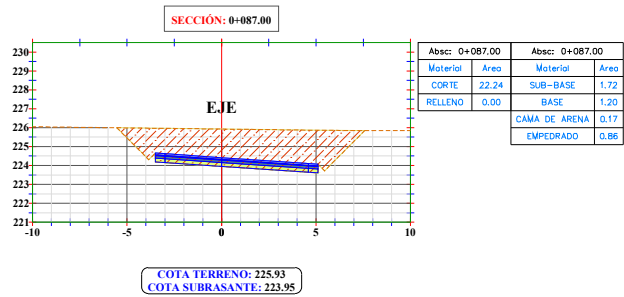
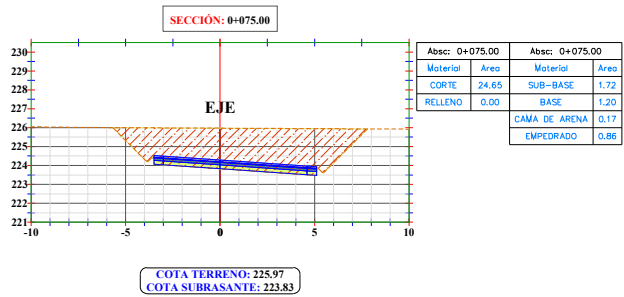
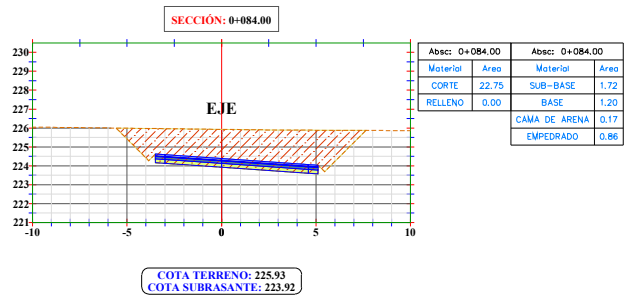
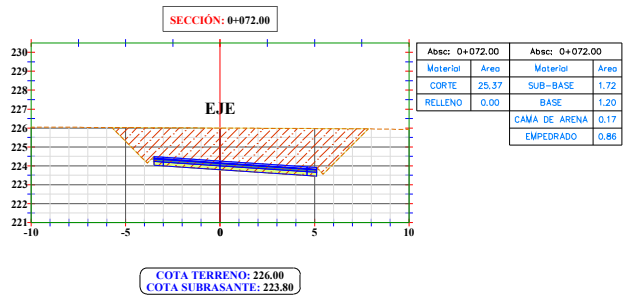
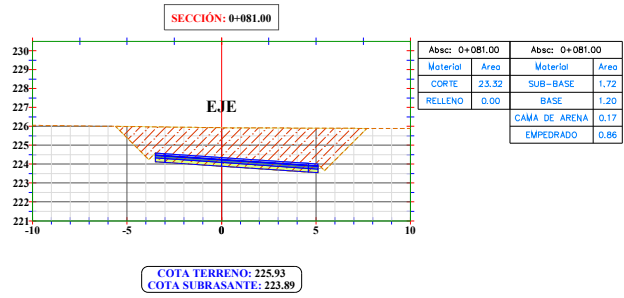
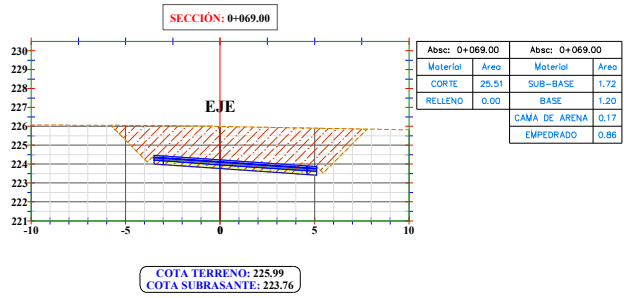
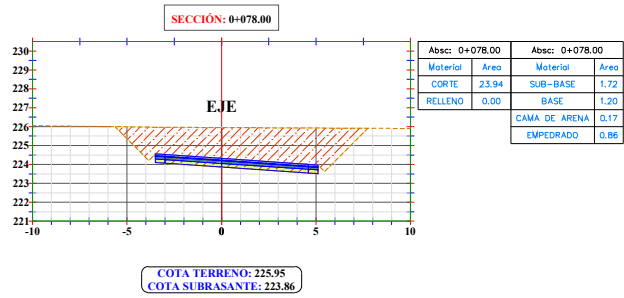
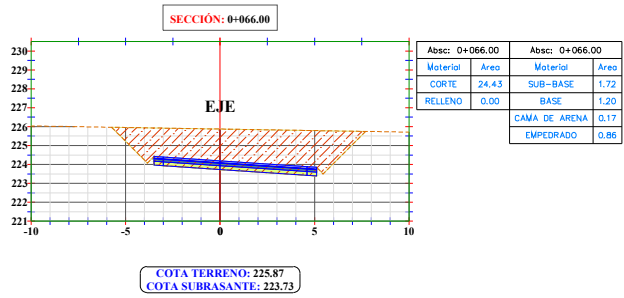


KILOMETRAJE	1+707 1720 1740 1760 1780 1800 1820 1840 1860 1880 1900 1920 1940 1960 1980 2+000 2+040																
PENDIENTE %	13.75% LC: 58.00 18.7%																
COTA TERRENO	339.928	341.334	342.687	345.105	348.519	351.058	357.470	357.823	358.279	359.934	363.653	368.304	370.314	373.319	380.606	386.602	390.659
COTA RASANTE	334.418	335.963	338.848	342.132	345.794	349.654	353.287	357.034	360.780	364.527	368.27	372.020	375.766	379.513	383.259	387.01	390.752
ALTURA DE CORTE (+)		5.37	3.84	2.97	2.73	1.52	4.18	0.79	2.50	4.59	4.62	3.82	5.55	6.19	2.65	0.40	0.09
ALTURA DE RELLENO (-)	5.56																0.06
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	PI: 23 R: 17 PI: 24 R: 5 PI: 25 R: 20 PI: 26 R: 20 PI: 27 R: 20 PI: 28 R: 20 PI: 29 R: 20 PI: 30 R: 20 7.44 3.99 35.49 44.40 31.62 42.17 62.35 151.347																

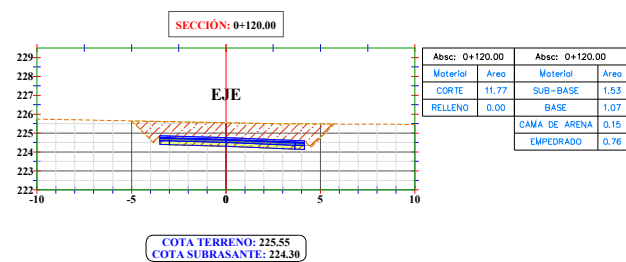
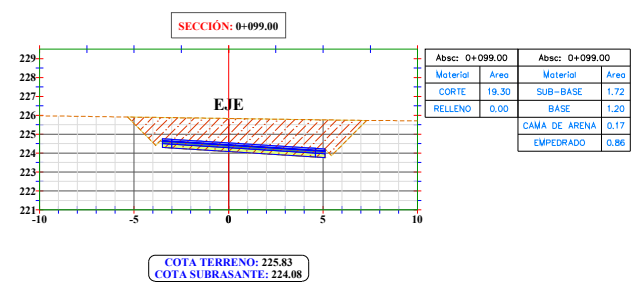
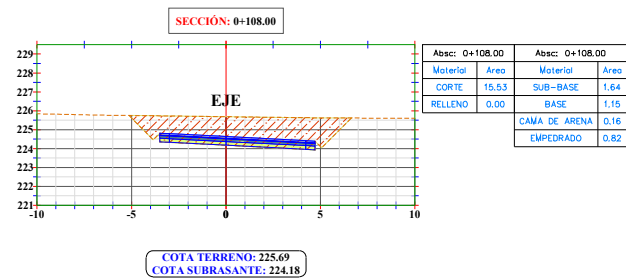
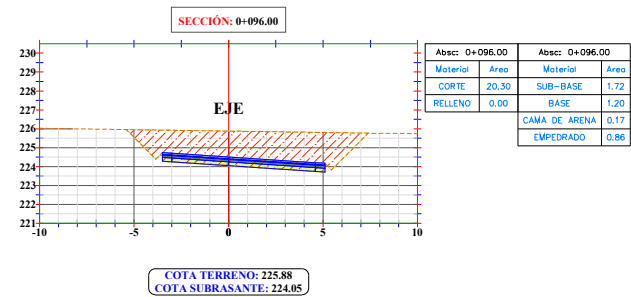
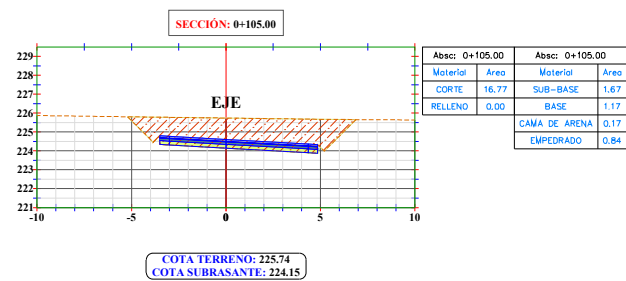
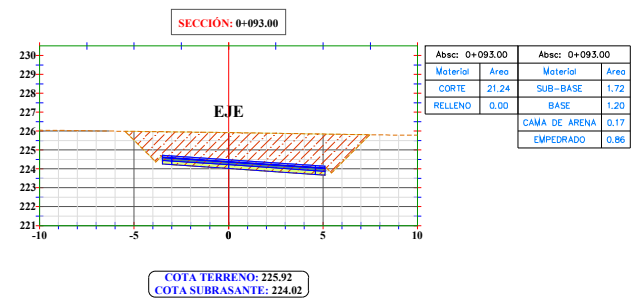
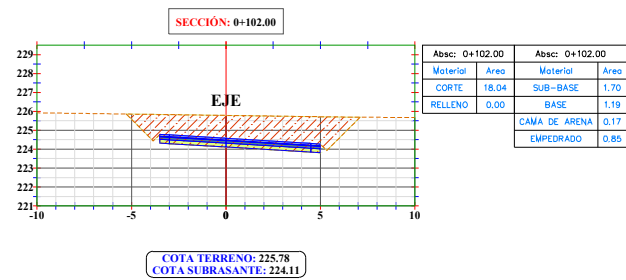
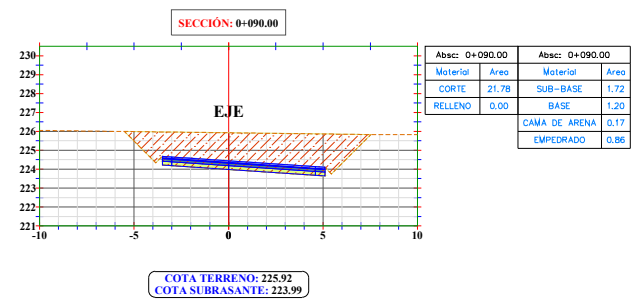
Prof. de Materia Integradora:	Marco Iván Feijó Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Lámina:	Escala:
MSc. Lenin Dender		A 4/4	1:2000



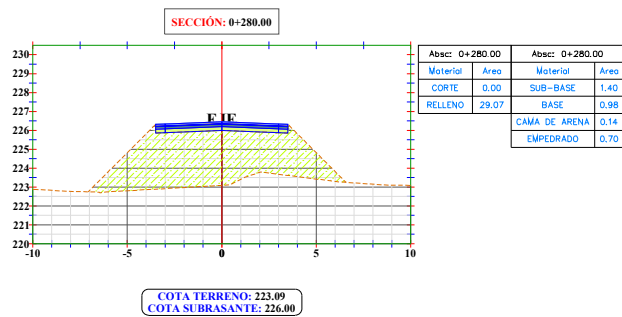
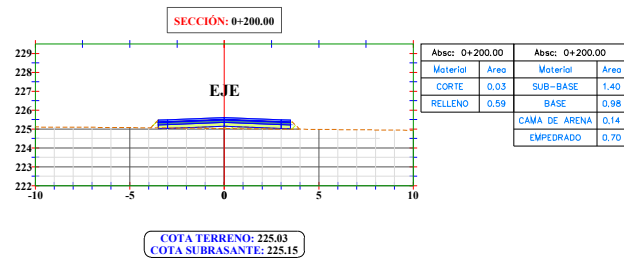
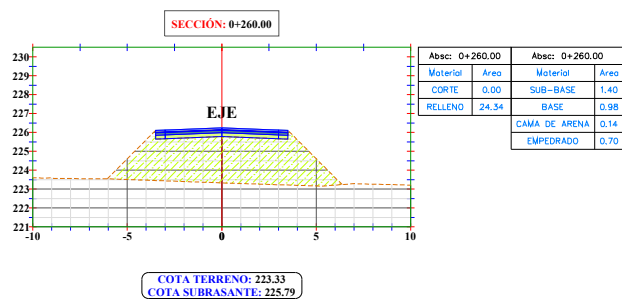
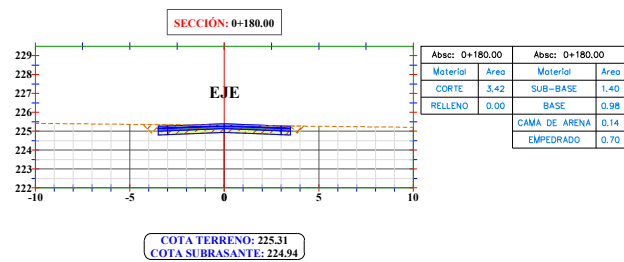
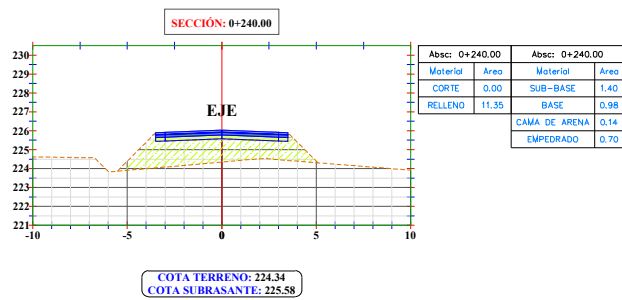
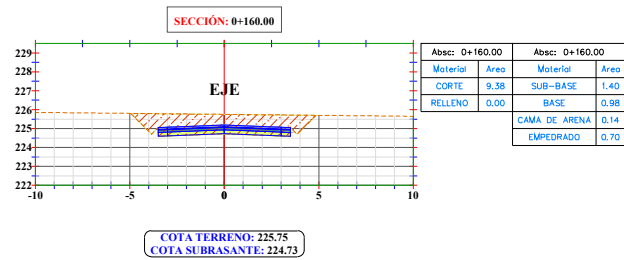
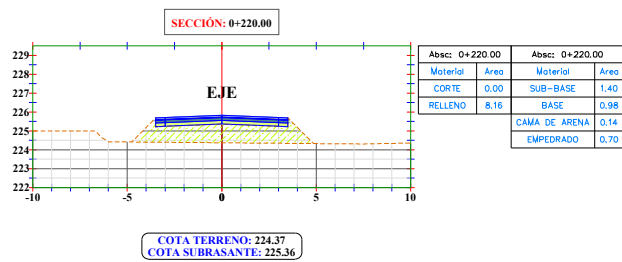
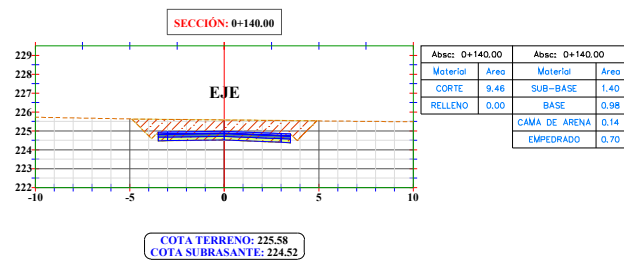
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: Secciones Transversales 0+000 - 0+063			
Tutor de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora MSc. Lenin Dender		Lámina: B 1/16	Escala: 1:2000



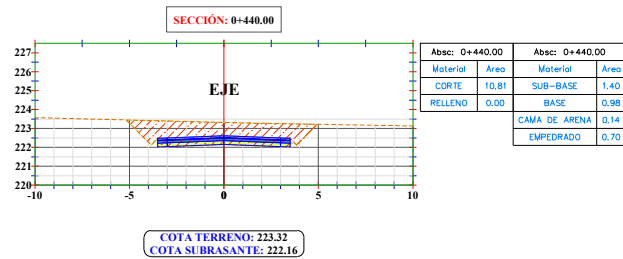
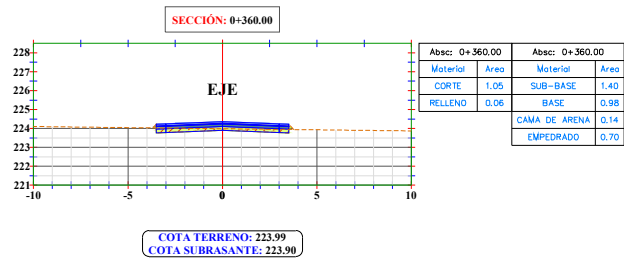
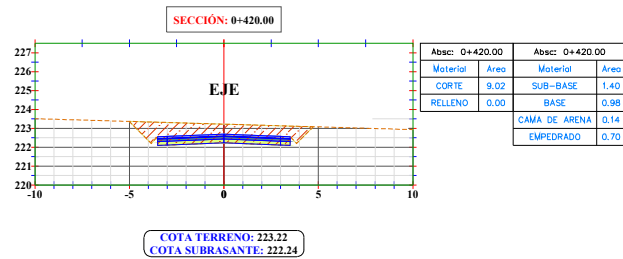
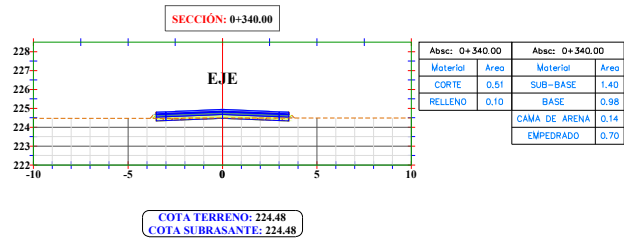
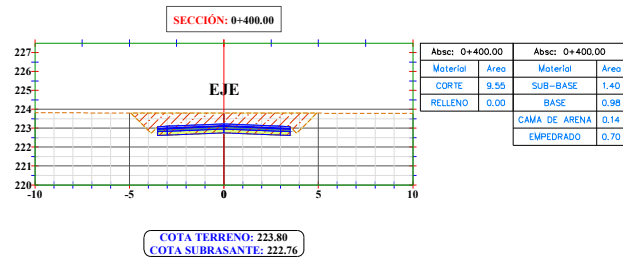
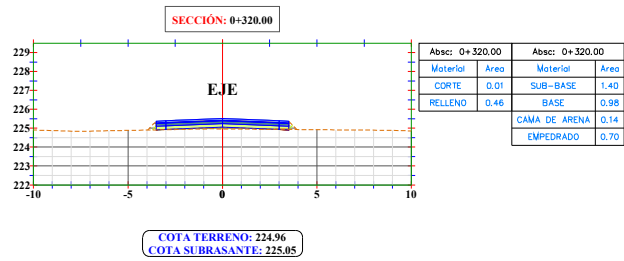
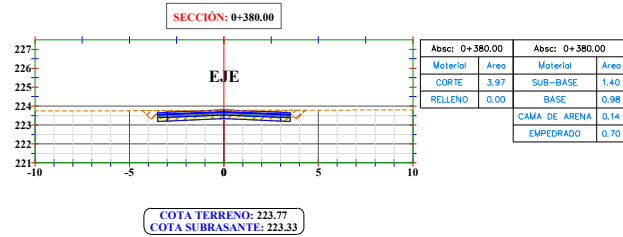
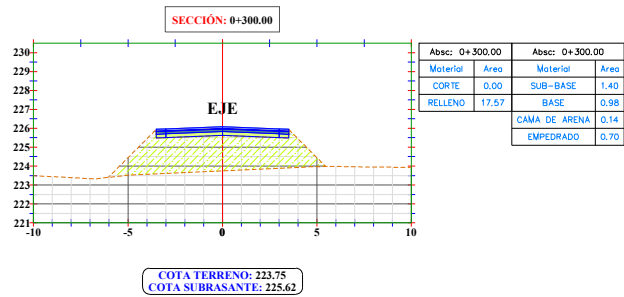
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO:			
Secciones Transversales 0+066 - 0+087			
Tutor de Ingeniería Civil:		Estudiante:	
MSc. Ingrid Orta		Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	
Prof de Materia Integradora		Fecha de Entrega:	
MSc. Lenin Dender		22 de agosto, 2025	
		Lámina:	
		B 2/16	
		Escala:	
		1:2000	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: Secciones Transversales 0+090 - 0+120			
Tutor de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora MSc. Lenin Dender		Lámina: B 3/16	Escala: 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: Secciones Transversales 0+140 - 0+280			
Tutor de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora MSc. Lenin Dender		Lámina: B 4/16	Escala: 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO: Secciones Transversales 0+300 - 0+440

Tutor de Ingeniería Civil:
MSc. Ingrid Orta

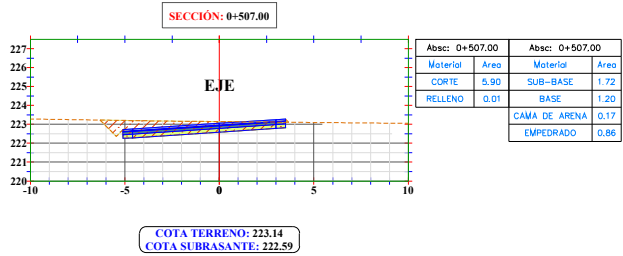
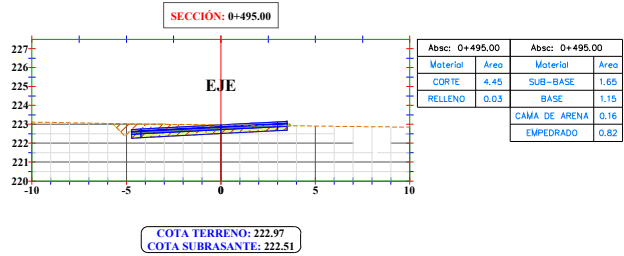
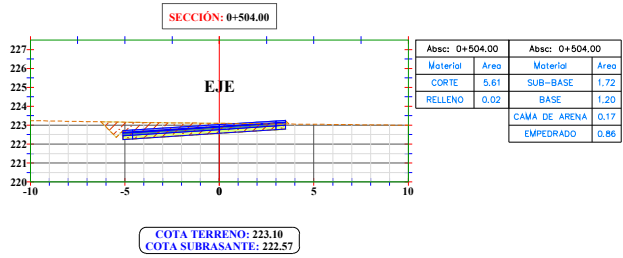
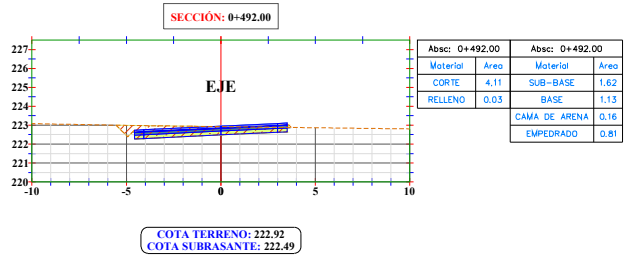
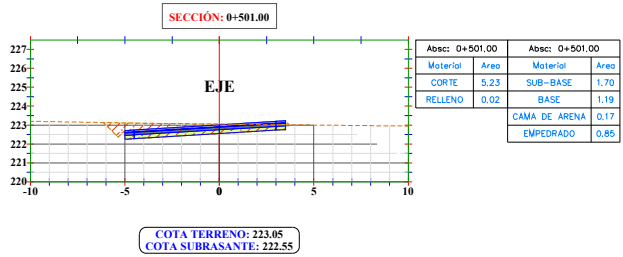
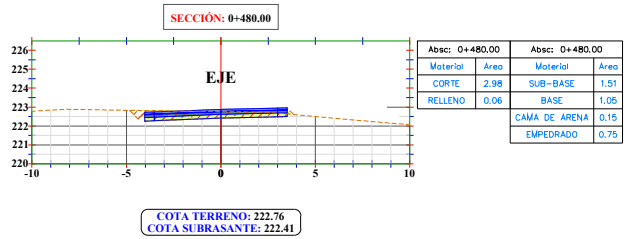
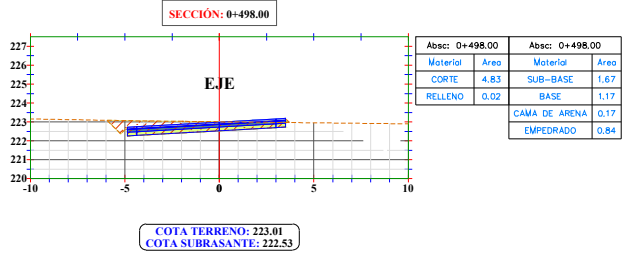
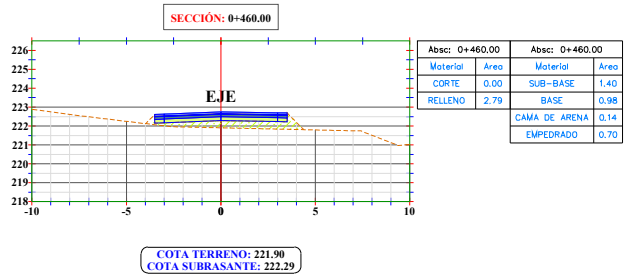
Estudiante:
Marco Iván Feijóo Jaramillo
Paula Doménica Abad Feraud

Fecha de Entrega:
22 de agosto,
2025

Prof de Materia Integradora
MSc. Lenin Dender

Lámina:
B 5/16

Escala:
1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO:

Secciones Transversales 0+460 - 0+507

Tutor de Ingeniería Civil:

MSc. Ingrid Orta

Estudiante:

Marco Iván Feijóo Jaramillo
Paula Doménica Abad Feraud

Fecha de Entrega:

22 de agosto,
2025

Prof de Materia Integradora

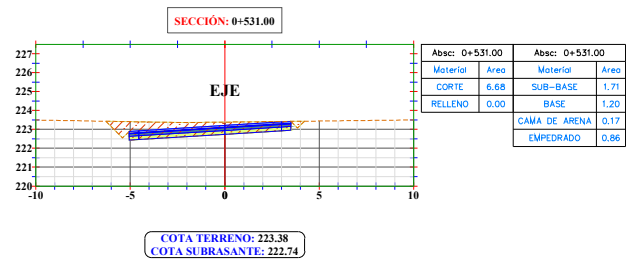
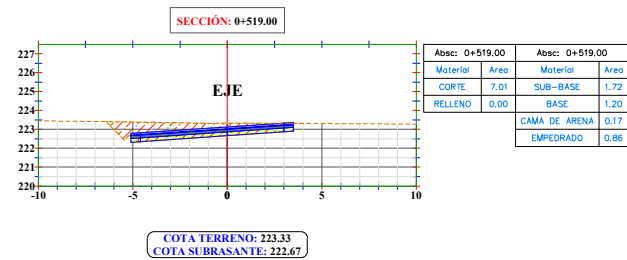
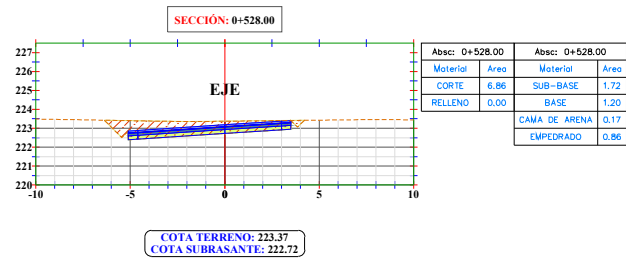
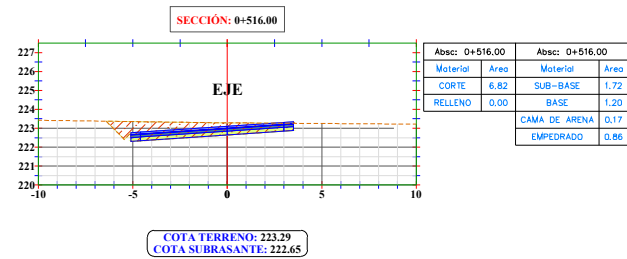
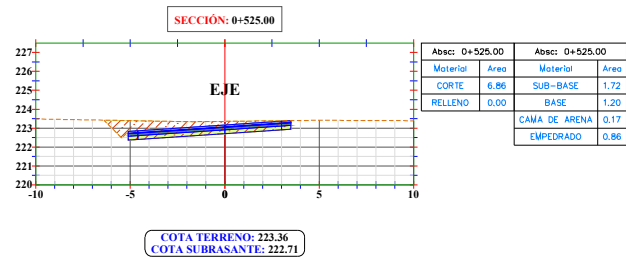
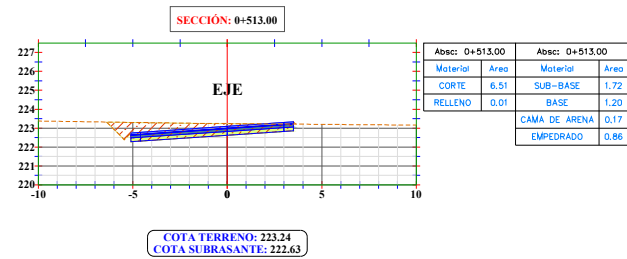
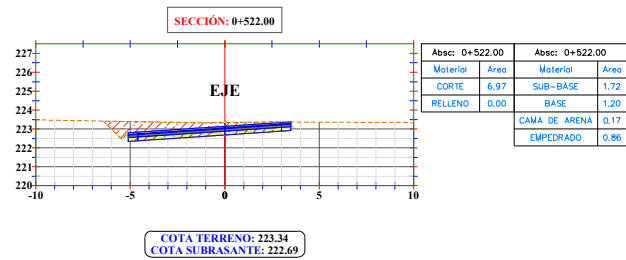
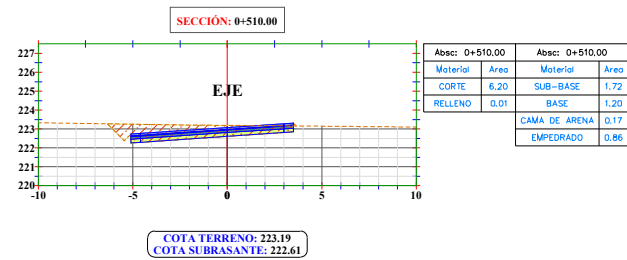
MSc. Lenin Dender

Lámina:

B 6/16

Escala:

1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO:

Secciones Transversales 0+510 - 0+531

Tutor de Ingeniería Civil:

MSc. Ingrid Orta

Estudiante:

Marco Iván Feijóo Jaramillo
Paula Doménica Abad Feraud

Fecha de Entrega:

22 de agosto,
2025

Prof de Materia Integradora

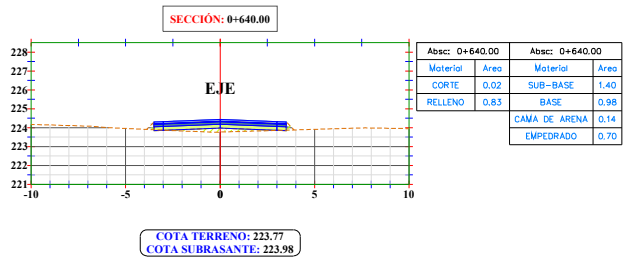
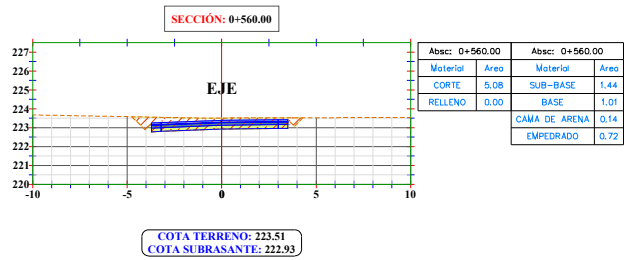
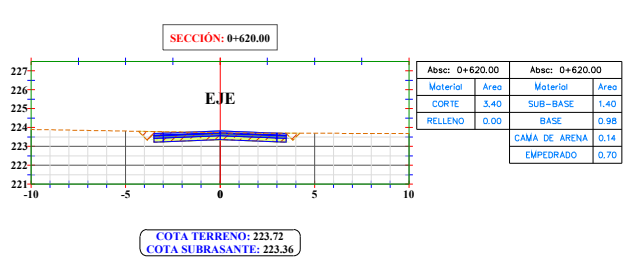
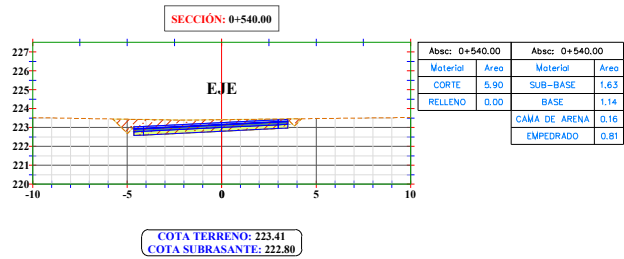
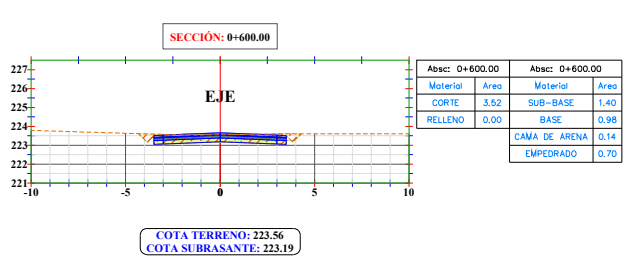
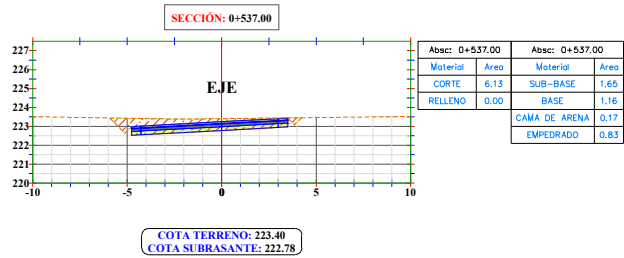
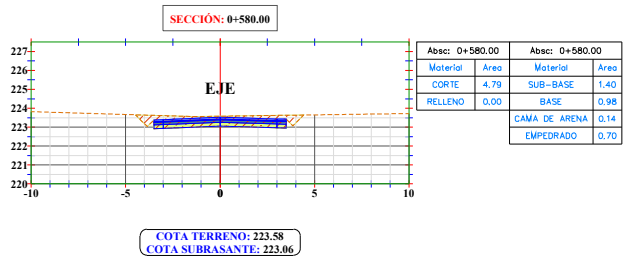
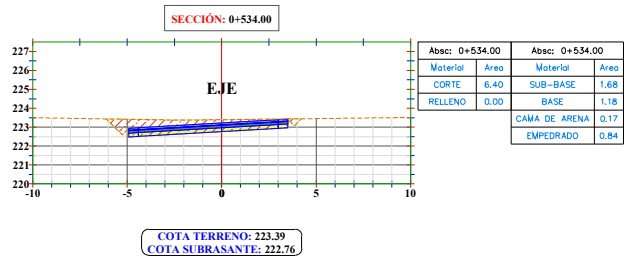
MSc. Lenin Dender

Lámina:

B 7/16

Escala:

1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO:

Secciones Transversales 0+534 - 0+640

Tutor de Ingeniería Civil:

MSc. Ingrid Orta

Prof de Materia Integradora

MSc. Lenin Dender

Estudiante:

Marco Iván Feijóo Jaramillo
Paula Doménica Abad Feraud

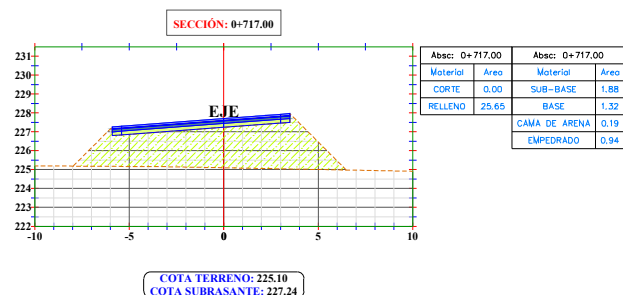
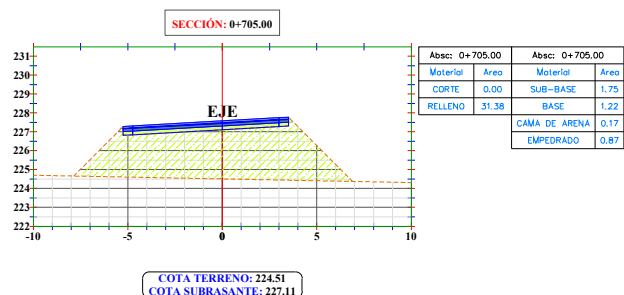
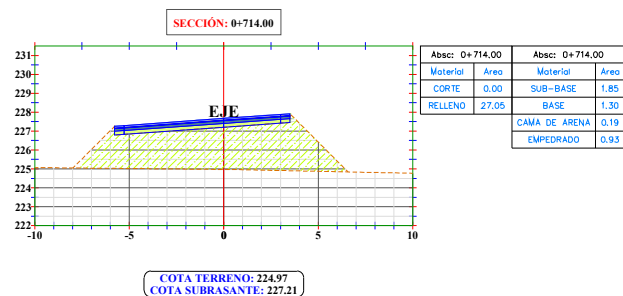
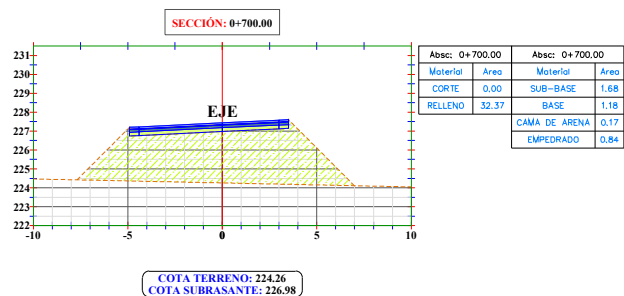
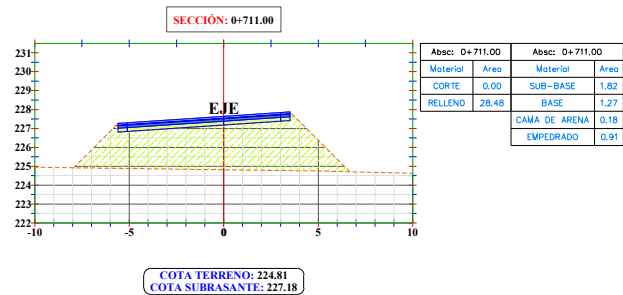
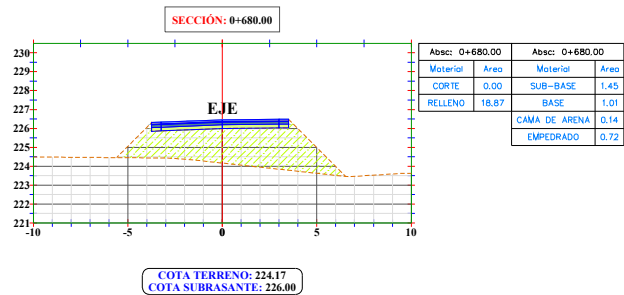
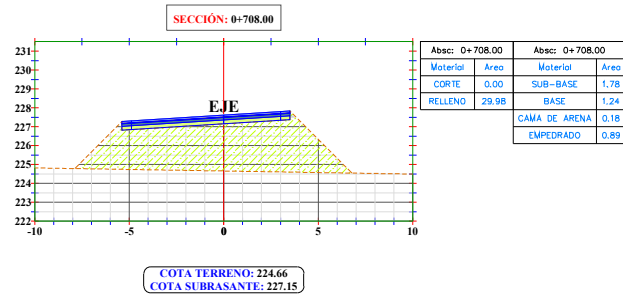
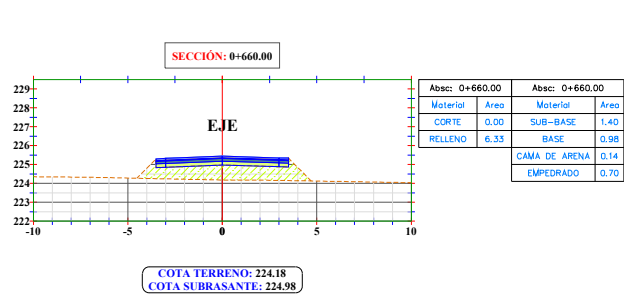
Fecha de Entrega:

22 de agosto,
2025

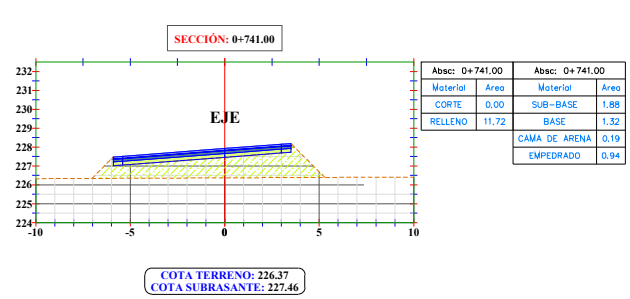
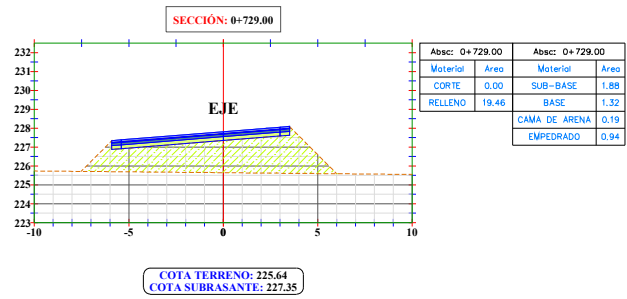
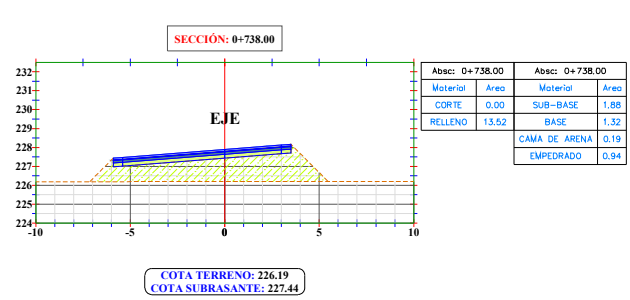
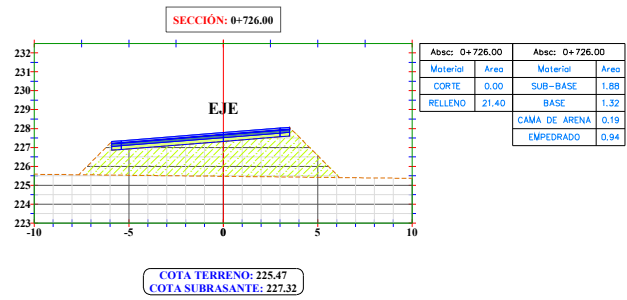
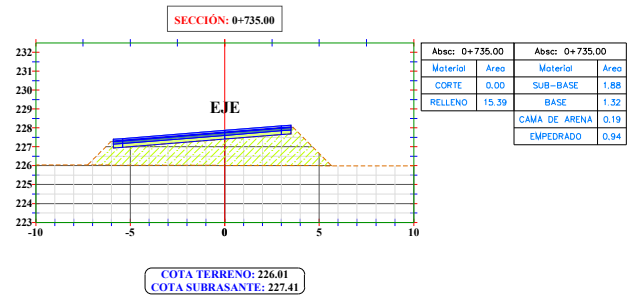
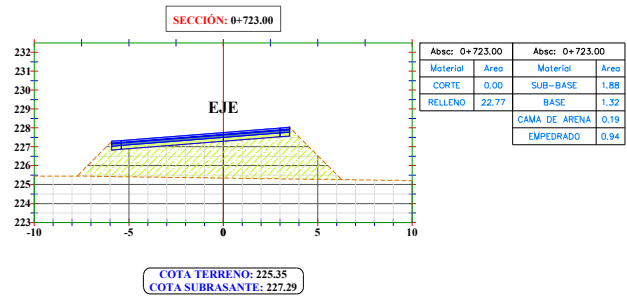
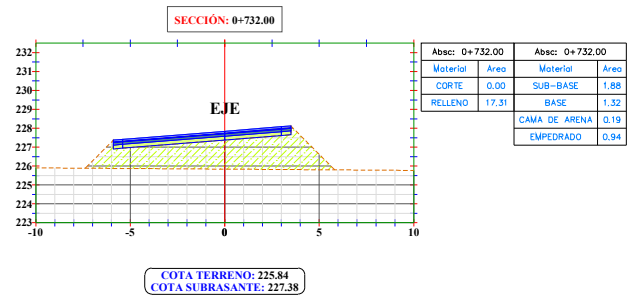
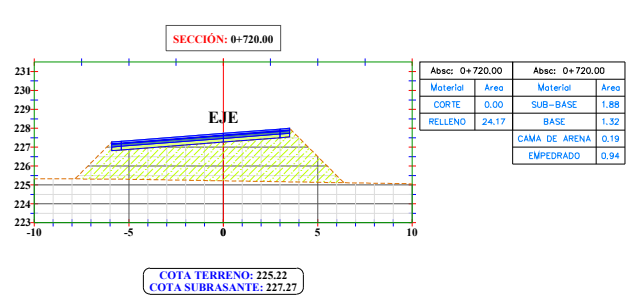
Lámina:

Escala:

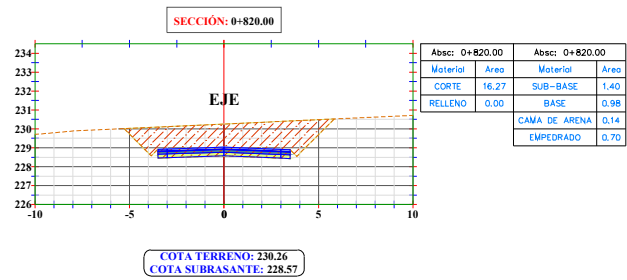
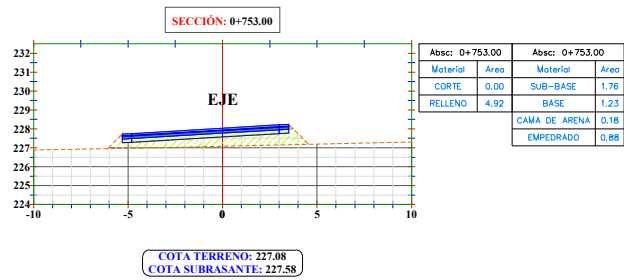
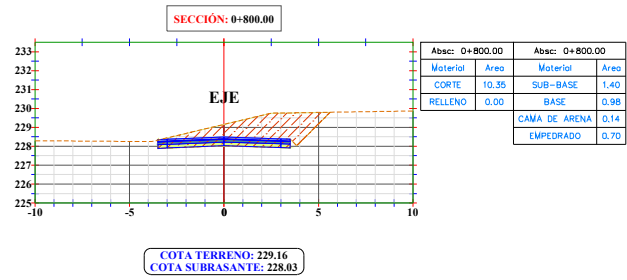
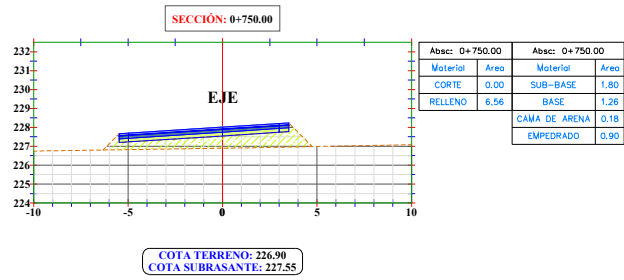
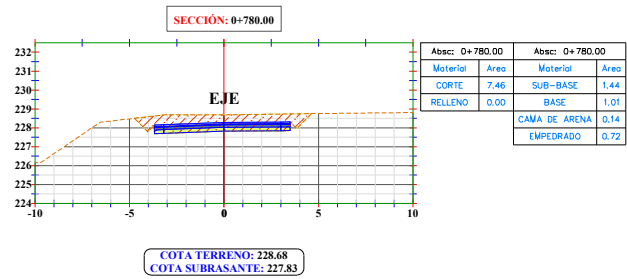
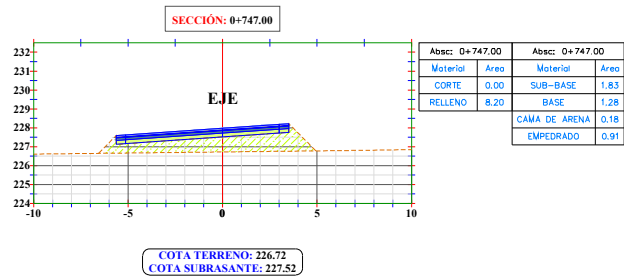
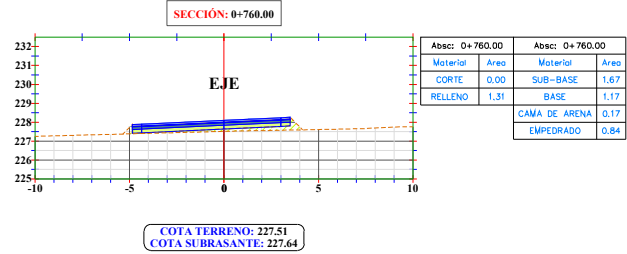
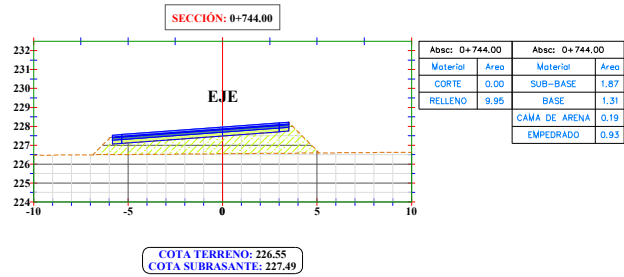
B 8/16 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: Secciones Transversales 0+660 - 0+717			
Tutor de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora MSc. Lenin Dender		Lámina: B 9/16	Escala: 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: Secciones Transversales 0+720 - 0+741			
Tutor de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora MSc. Lenin Dender		Lámina: B 10/16	Escala: 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO:

Secciones Transversales 0+744 - 0+820

Tutor de Ingeniería Civil:

MSc. Ingrid Orta

Prof de Materia Integradora

MSc. Lenin Dender

Estudiante:

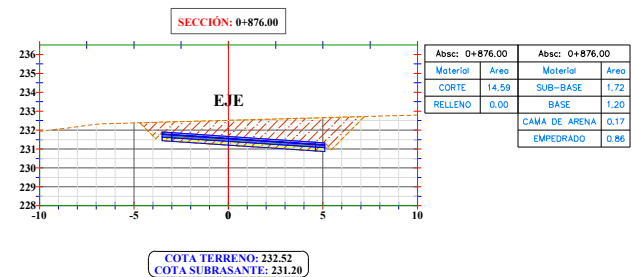
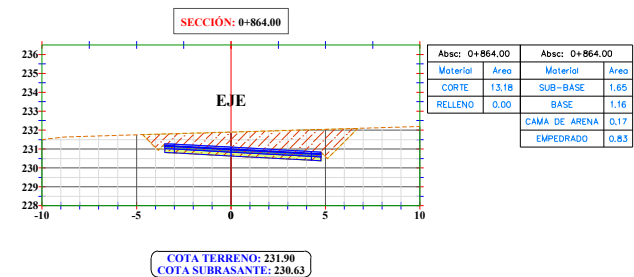
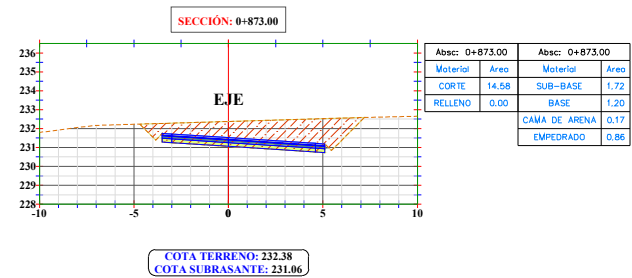
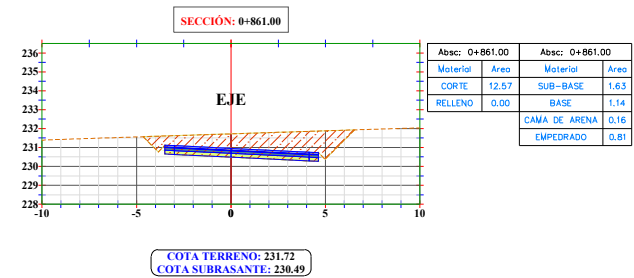
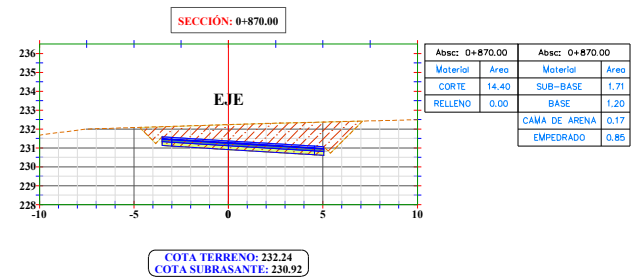
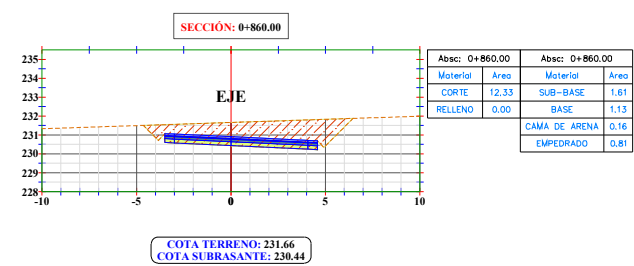
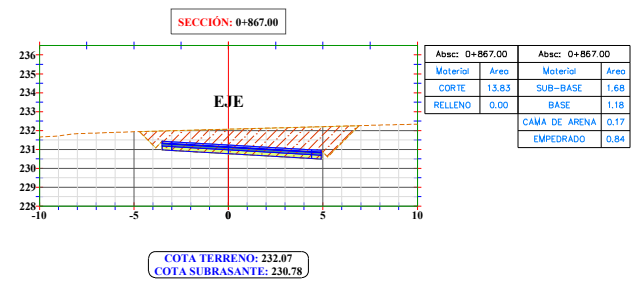
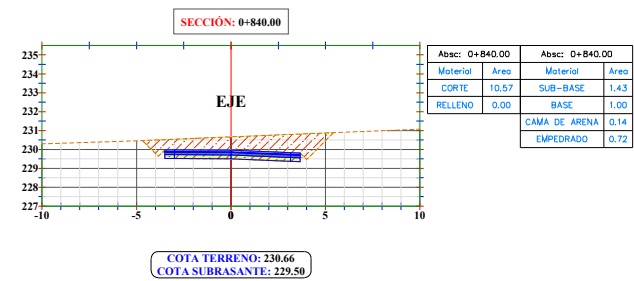
Marco Iván Feijóo Jaramillo
Paula Doménica Abad Feraud

Fecha de Entrega:

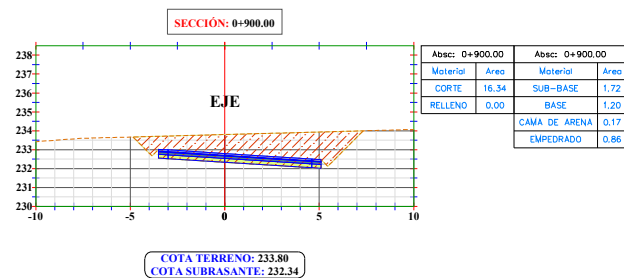
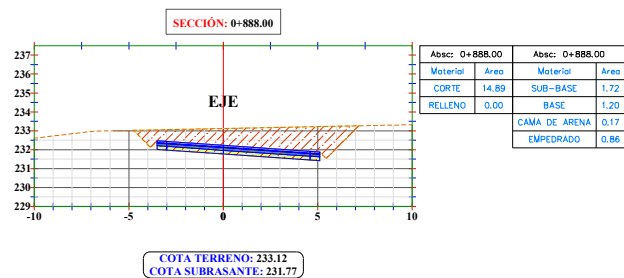
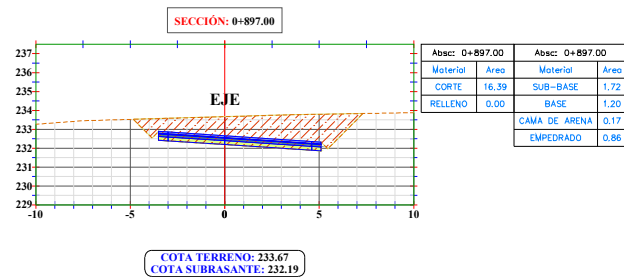
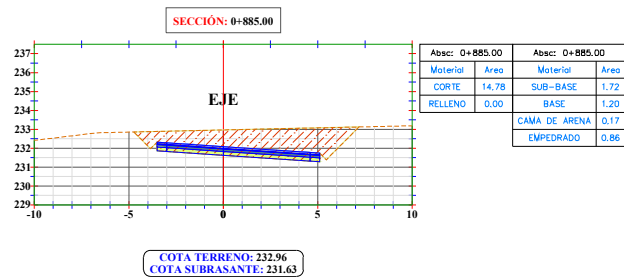
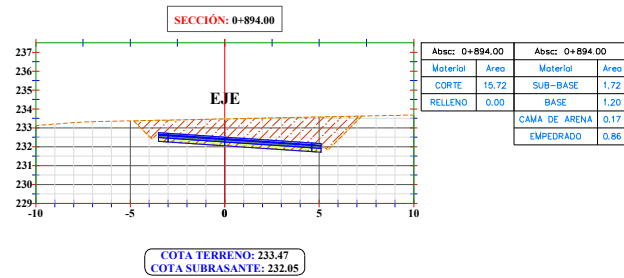
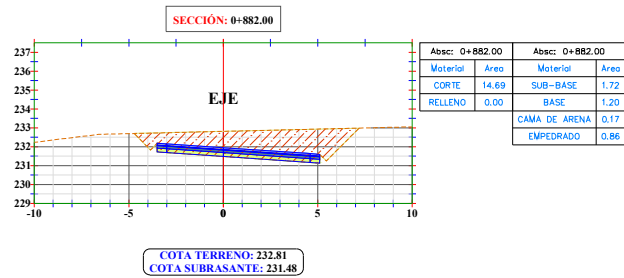
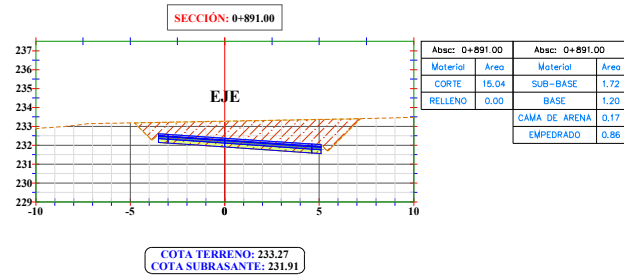
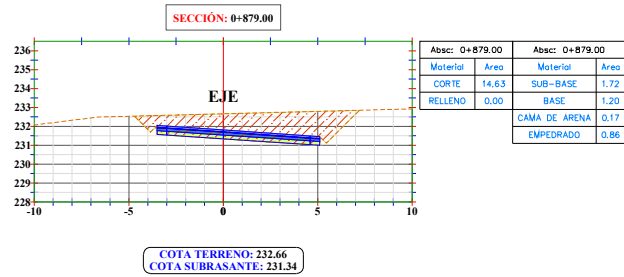
22 de agosto,
2025

Lámina:

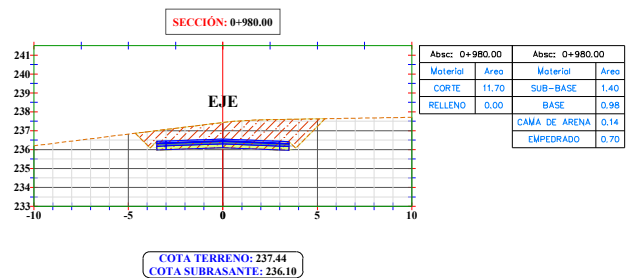
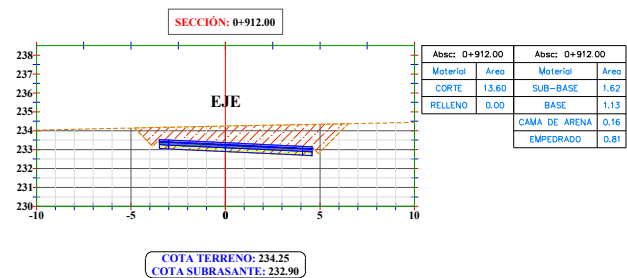
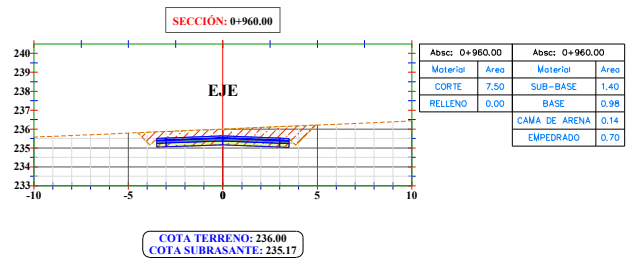
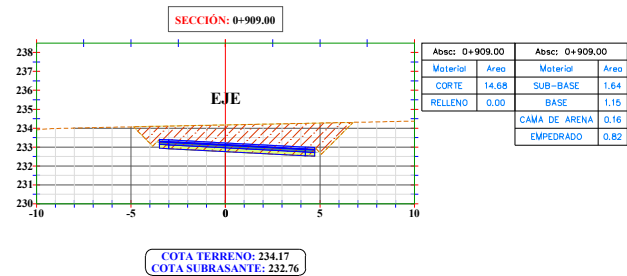
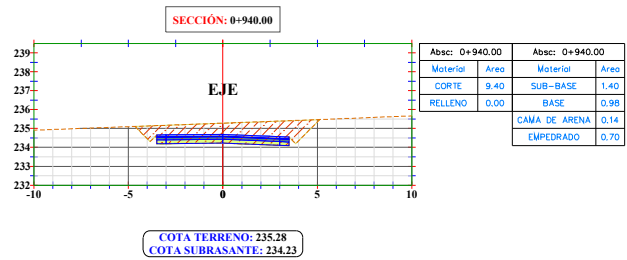
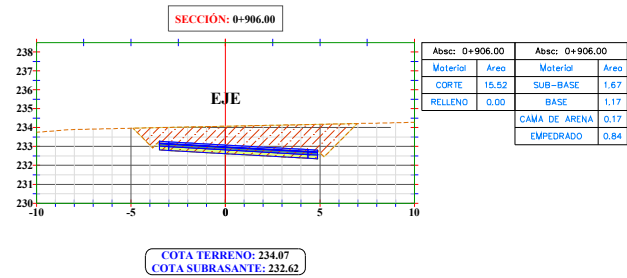
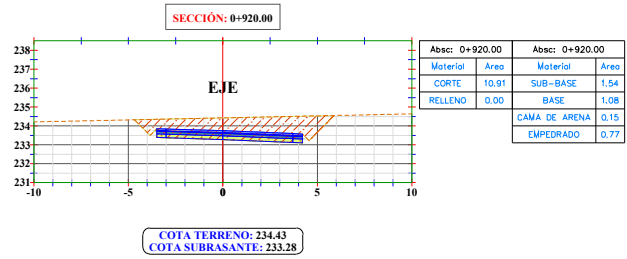
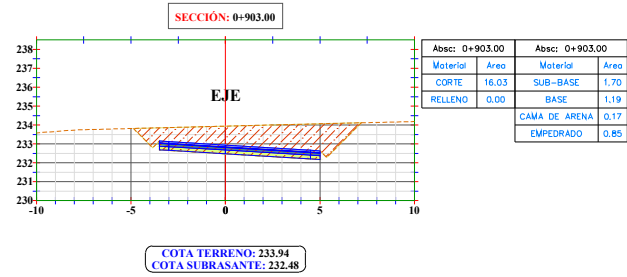
B 11/16 Escala:
1:2000



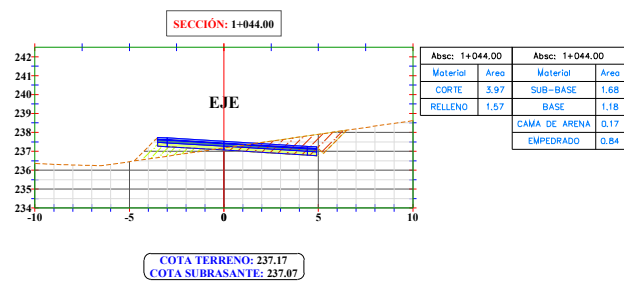
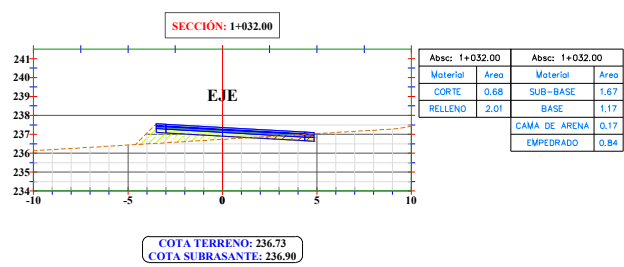
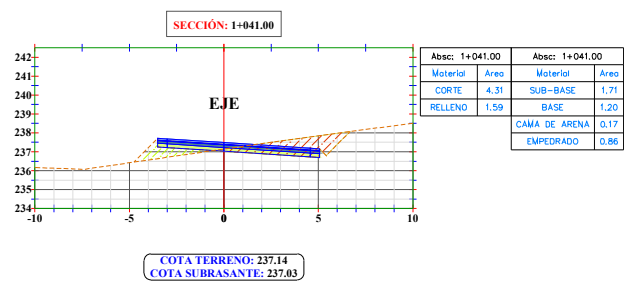
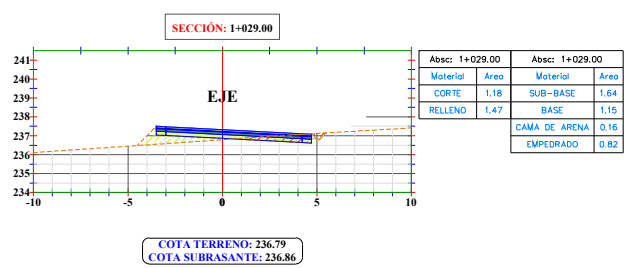
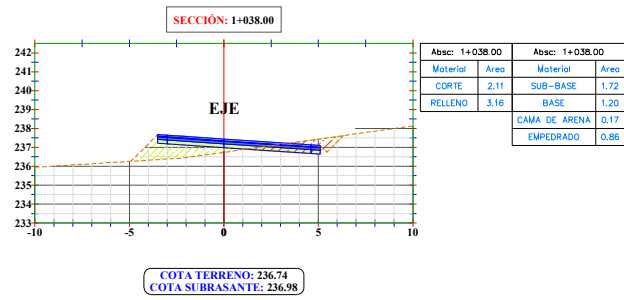
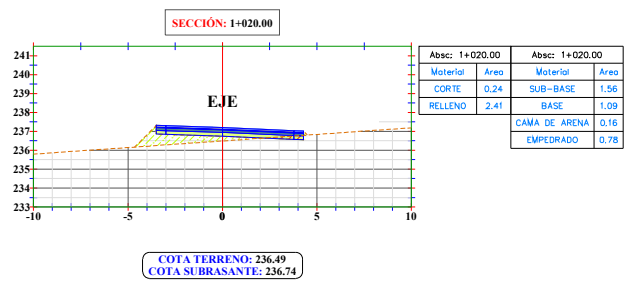
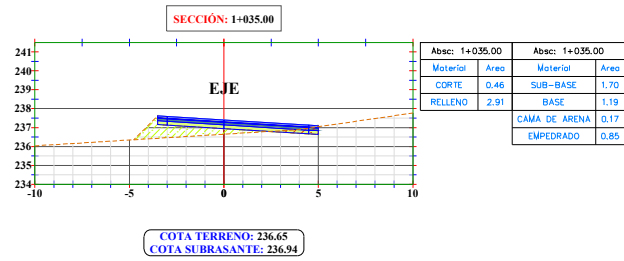
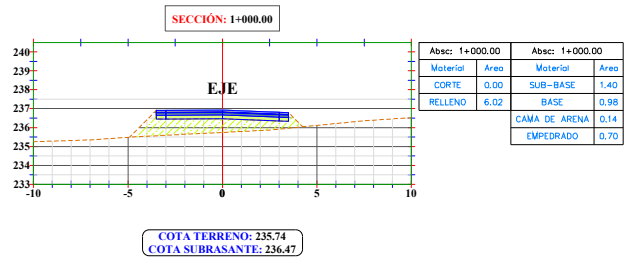
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: Secciones Transversales 0+840 - 0+876			
Tutor de Ingeniería Civil: MSc. Ingrid Orta	Estudiante: Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	Fecha de Entrega: 22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora MSc. Lenin Dender		Lámina: B 12/16	Escala: 1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO:			
Secciones Transversales 0+879 - 0+900			
Tutor de Ingeniería Civil:	Estudiante:	Fecha de Entrega:	
MSc. Ingrid Orta		22 de agosto, 2025	
Prof de Materia Integradora		Lámina:	Escala:
MSc. Lenin Dender	Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	B 13/16	1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO:			
DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO			
CONTENIDO:			
Secciones Transversales 0+903 - 0+980			
Tutor de Ingeniería Civil:	Estudiante:	Fecha de Entrega:	
MSc. Ingrid Orta		22 de agosto, 2025	
Prof. de Materia Integradora		Lámina:	Escala:
MSc. Lenin Dender	Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	B 14/16	1:2000



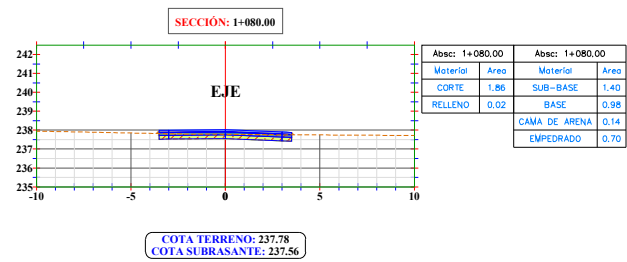
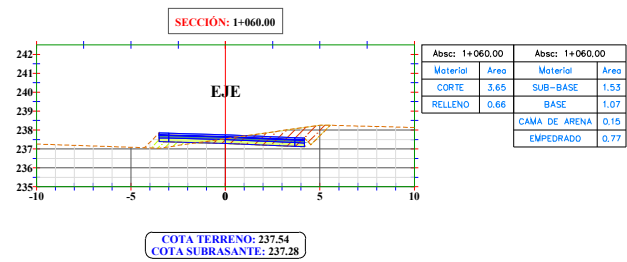
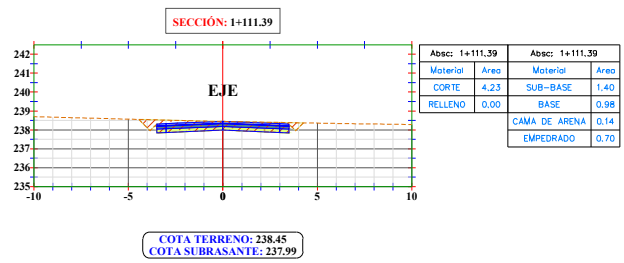
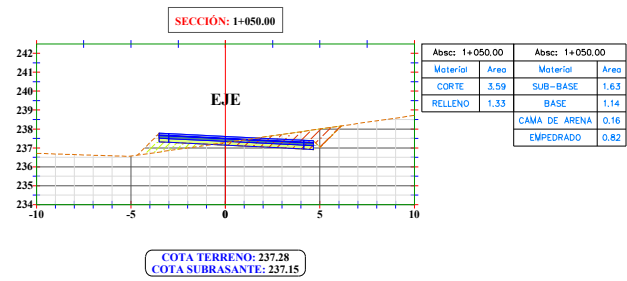
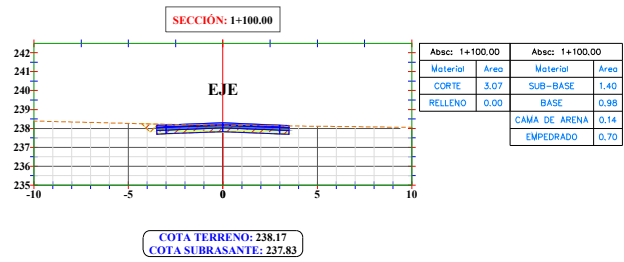
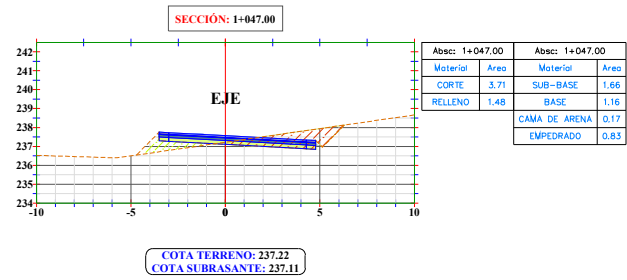
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO: Secciones Transversales 1+000 - 1+044

Tutor de Ingeniería Civil:	Estudiante:	Fecha de Entrega:
MSc. Ingrid Orta	Marco Iván Feijóo Jaramillo Paula Doménica Abad Feraud	22 de agosto, 2025
Prof de Materia Integradora		Lámina:
MSc. Lenin Dender		B 15/16
		Escala:
		1:2000



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍA DE ACCESO EN EL TRIUNFO

CONTENIDO:

Secciones Transversales 1+047 - 1+111

Tutor de Ingeniería Civil:

MSc. Ingrid Orta

Estudiante:

Marco Iván Feijóo Jaramillo
Paula Doménica Abad Feraud

Fecha de Entrega:

22 de agosto,
2025

Prof de Materia Integradora

MSc. Lenin Dender

Lámina:

B 16/16

Escala:

1:2000