



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Tema:

“LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, SAN JUAN, SAN IGNACIO, UNIÓN Y TRABAJO Y SAN DIEGO DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI (TRAMO I) Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DE LOS HABITANTES.”

AUTOR:

Luis Ricardo Mopocita Cunalata

TUTOR:

Ing. Mg. Darío Llamuca

Ambato – Ecuador

2015

CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Mg. Darío Llamuca, certifico que la presente Tesis de grado ha sido realizada por el Sr. Luis Ricardo Mopocita Cunalata, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, se desarrolló bajo mi supervisión y autoría, siendo un trabajo personal e inédito, y ha sido elaborado bajo el tema: “LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, SAN JUAN, SAN IGNACIO, UNIÓN Y TRABAJO Y SAN DIEGO DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI (TRAMO I) Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DE LOS HABITANTES.”

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

Ambato, Julio 2015

Ing. Mg. Darío Llamuca
TUTOR

AUTORÍA

Los criterios expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema: “LAS CONDICIONES DE LA VÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, SAN JUAN, SAN IGNACIO, UNIÓN Y TRABAJO Y SAN DIEGO DE LA PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI (TRAMO I) Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO-ECONÓMICO DE LOS HABITANTES”, fue realizado responsablemente por mi persona, así también, ideas, conclusiones, recomendaciones y propuesta son de mi exclusiva responsabilidad, como autor de este trabajo de investigación.

Ambato, Julio 2015

Luis Ricardo Mopocita Cunalata

C.I.: 1804630182

Autor

DEDICATORIA

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado, un esfuerzo total es una victoria completa” (Mahatma Gandhi)

*El presente trabajo de graduación se lo dedico principalmente a **Dios**, por darme salud, cuidarme en cada paso que he dado por este mundo lleno de sorpresas, darme la fortaleza necesaria para enfrentar los obstáculos y dificultades que se presentaron en esta travesía estudiantil y salir adelante, darme momentos llenos de felicidad junto a los seres que más quiero en la vida, por permitirme llegar hasta estos instantes de mi formación.*

*A mi padre **Carlos**, por confiar y apoyar las decisiones que he tomado, es el pilar de todo esto, ejemplo de esfuerzo y lucha incansable para alcanzar lo que se propone, quien me ha transmitido sus conocimientos, claro ejemplo de voluntad inquebrantable y al mismo tiempo ser tan sensible con sus hijos.*

*A mi madre **Rosa**, por todo su apoyo incondicional que atreves de sus palabras de aliento me llena fuerzas para continuar, por su amor y ternura que de una u otra manera siempre está pendiente del bienestar y salud de sus hijos.*

A mis hermanas y hermanos que estuvieron en todo momento apoyándome moralmente para alcanzar mis sueños.

*A mi abuelita **Elena**, por sus consejos y por su ternura, que siempre están presentes en mi mente.*

*A **Maribel Chasi**, Amiga, Compañera y Novia, por su comprensión y apoyo incondicional, en los buenos y malos momentos, eres y serás mi motivación para salir adelante.*

Luis Mopocita

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios, a la Virgen de Agua Santa y al Niño de Isinche por todas sus bendiciones y por brindarme la fortaleza necesaria para superar los obstáculos que se presentaron durante esta carrera que el día de hoy se ve reflejado en este momento tan anhelado.

A mis padres **Rosa** y **Carlos**, por confiar en mí, por apoyarme en todas las decisiones que he tomado y por su sacrificio implacable para darme lo necesario para lograr culminar mi educación. ¡Papá, Mamá, lo logramos!

A **Maribel Chasi**, por su cariño, comprensión y apoyo para superar los obstáculos que se han presentado.

Mis sinceros agradecimientos al **Ing. Darío LLamuca** por guiarme y dar solución a las inquietudes referentes a la investigación.

A la **Ing. Lorena Pérez** e **Ing. Vinicio Almeida** por estar prestos a ayudarme incondicionalmente.

A la **Universidad Técnica de Ambato** especialmente a la **Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica** que me abrieron las puertas para poder acoger los conocimientos impartidos por sus docentes para formar profesionales con ética y calidad.

Al **Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Mulalillo** por brindarme las facilidades para poder llevar a cabo este proyecto.

A mis **Amigos y compañeros** que han estado alentándome con sus palabras, compartiendo conocimientos, alegrías y tristezas, y que de una u otra forma han contribuido para alcanzar esta meta.

“Cuando la gratitud es tan absoluta las palabras sobran” (Álvaro Muti)

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A.- PAGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA DE TESIS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XIV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVI

B.- TEXTO: INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1	TEMA	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1	Contextualización	1
1.2.2	Análisis crítico	2
1.2.3	Prognosis.....	2
1.2.4	Formulación del problema.....	3
1.2.5	Preguntas directrices	3
1.2.6	Delimitaciones	3
1.2.6.1	Delimitación del contenido.....	3
1.2.6.2	Delimitación Espacial	4
1.2.6.3	Delimitación Temporal	4
1.3	JUSTIFICACIÓN	4
1.4	OBJETIVOS	5
1.4.1	Objetivo general.....	5

1.4.2	Objetivos Específicos	5
-------	-----------------------------	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	6
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	7
2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	7
2.4.1	Supra Ordinación de Variables	7
2.4.2	Definiciones	8
2.4.2.1	Carreteras o Vías.....	8
2.4.2.1.1	Clasificación de las vías	8
2.4.2.2	Diseño Geométrico	11
2.4.2.2.1	Alineamiento horizontal	17
2.4.2.2.2	Alineamiento vertical	27
2.4.2.2.3	Sección transversal	31
2.4.2.3	Tráfico.....	33
2.4.2.4	Estudio de Suelos.....	39
2.4.2.4.1	Análisis granulométrico.....	41
2.4.2.4.2	Estados de consistencia	42
2.4.2.4.3	Compacidad del suelo	44
2.4.2.4.4	Capacidad portante	45
2.4.2.5	Pavimentos.....	47
2.4.2.5.1	Pavimentos flexibles.....	48
2.4.2.5.2	Pavimentos rígidos	51
2.4.2.5.3	Pavimentos articulados.....	51
2.4.2.6	Drenaje.....	56
2.4.2.6.1	Drenaje longitudinal	57
2.4.2.6.2	Drenaje transversal	58
2.5	HIPÓTESIS	61
2.5.1	Hipótesis de trabajo	61
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	61

2.6.1	Variable independiente	61
2.6.2	Variable dependiente	61

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	MODALIDADES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.2	NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	63
3.3.1	Población	63
3.3.2	Muestra	64
3.4	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	65
3.4.1	Variable independiente	65
3.4.2	Variable dependiente	66
3.5	PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	66
3.6	PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	67

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS	68
4.1.1	Análisis de resultados de la encuesta.....	68
4.1.2	Análisis de resultados del inventario vial	77
4.1.3	Análisis de resultados del tráfico	77
4.1.3.1	Tráfico.....	79
4.1.3.1.1	Factor hora pico.....	79
4.1.3.1.2	Tráfico actual	80
4.1.3.1.3	Tráfico futuro	84
4.1.3.1.4	Clasificación de la vía	87
4.1.4	Análisis de estudio de suelos	88
4.1.4.1	Contenido de humedad	88
4.1.4.2	Granulometría	88

4.1.4.3	Límites de Atterberg	89
4.1.4.4	Compactación de laboratorio	89
4.1.4.5	CBR Puntual	89
4.2	INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	90
4.2.1	Interpretación de datos del tráfico	90
4.2.2	Interpretación de datos de suelo.....	90
4.3	Verificación de la hipótesis.....	91

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES	97
5.2	RECOMENDACIONES.....	99

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1	DATOS INFORMATIVOS	100
6.1.1	Ubicación.....	100
6.1.1.1	Relieve	102
6.1.1.2	Elevación	102
6.1.2	Población	102
6.1.3	Condiciones climáticas.....	103
6.1.4	Análisis socioeconómico	105
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	106
6.3	JUSTIFICACIÓN	107
6.4	OBJETIVOS	108
6.4.1	General.....	108
6.4.2	Específicos	108
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	108

6.6	FUNDAMENTACIÓN.....	109
6.6.1	Diseño geométrico	109
6.6.2	Diseño del pavimento	110
6.6.3	Sistemas de drenaje.....	110
6.7	METODOLOGÍA.....	111
6.7.1	Diseño geométrico	111
6.7.1.1	Diseño horizontal.....	111
6.7.1.2	Diseño vertical	119
6.7.1.3	Sección Transversal	122
6.7.2	Diseño del pavimento flexible	122
6.7.2.1	Datos para el diseño del pavimento flexible	128
6.7.3	Sistemas de drenaje.....	140
6.7.3.1	Diseño de cunetas	140
6.7.3.2	Diseño de alcantarillas	147
6.7.4	Señalización.....	152
6.7.4.1	Señalización horizontal.....	152
6.7.4.2	Señalización vertical	158
6.7.5	Cálculo de volúmenes.....	163
6.7.6	Presupuesto	170
6.7.7	Cronograma valorado	171
6.8	ADMINISTRACIÓN.....	172
6.8.1	Recursos económicos.....	172
6.8.2	Recursos técnicos.....	172
6.8.3	Recursos administrativos	172
6.9	PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	172

C.- MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA.....	174
ANEXOS.....	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°. 1 Clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado	9
Tabla N°. 2 Relación función, clase MOP y tráfico.....	10
Tabla N°. 3 Velocidades de Diseño	11
Tabla N°. 4 Relación entre velocidades de circulación y de diseño.	12
Tabla N°. 5 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo (Metros).	15
Tabla N°. 6 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo (Metros).....	17
Tabla N°. 7 Radios mínimos de curvatura en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”	22
Tabla N°. 8 Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte....	25
Tabla N°. 9 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (Porcentajes).....	28
Tabla N°. 10 Anchos de calzada	31
Tabla N°. 11 Tasa de crecimiento del tráfico.....	39
Tabla N°. 12 Clasificación de suelos SUCS	41
Tabla N°. 13 Especificaciones de los ensayos de compactación de los suelos....	45
Tabla N°. 14 Clasificación de la subrasante en según el valor del CBR	47
Tabla N°. 15 Límites granulométricos para sub-bases	52
Tabla N°. 16 Especificaciones generales para sub-bases.....	53
Tabla N°. 17 Límites granulométricos para bases	54
Tabla N°. 18 Especificaciones generales para bases.....	54
Tabla N°. 19 Granulometría de los agregados para mezclas bituminosa.....	55
Tabla N°. 20 Criterios de diseño para mezclas MARSHALL	56
Tabla N°. 21 División territorial administrativa de la parroquia Mulalillo	63
Tabla N°. 22 Respuestas de encuestas pregunta N°. 1	68
Tabla N°. 23 Respuestas de encuestas pregunta N°. 2.....	69
Tabla N°. 24 Respuestas de encuestas pregunta N°. 3.....	70
Tabla N°. 25 Respuestas de encuestas pregunta N°. 4.....	72
Tabla N°. 26 Respuestas de encuestas pregunta N°. 5.....	73

Tabla N°. 27 Respuestas de encuestas pregunta N°. 6.....	74
Tabla N°. 28 Respuestas de encuestas pregunta N°. 7.....	75
Tabla N°. 29 Respuestas de encuestas pregunta N°. 8.....	76
Tabla N°. 30 Cuento vehicular del día jueves.....	78
Tabla N°. 31 Volumen de tránsito en hora pico.....	79
Tabla N°. 32 TPDA Actual.....	81
Tabla N°. 33 Tráfico Actual.....	84
Tabla N°. 34 Tráfico futuro proyectado a 20 años.....	87
Tabla N°. 35 Ubicación de pozos a cielo abierto.....	88
Tabla N°. 36 Contenido de humedad natural.....	88
Tabla N°. 37 Granulometría.....	88
Tabla N°. 38 Límites de Atterberg.....	89
Tabla N°. 39 Proctor.....	89
Tabla N°. 40 CBR Puntual.....	89
Tabla N°. 41 Valor percentil por nivel de tránsito.....	91
Tabla N°. 42 Frecuencia observada.....	92
Tabla N°. 43 Frecuencia esperada.....	93
Tabla N°. 44 Chi-cuadrado (X^2) calculado.....	94
Tabla N°. 45 Chi-cuadrado (X^2) Tabular.....	95
Tabla N°. 46 Ubicación geográfica del proyecto.....	100
Tabla N°. 47 Beneficiarios Directos.....	102
Tabla N°. 48 Condiciones climáticas (Salcedo-Rumipamba).....	104
Tabla N°. 49 Periodo de diseño.....	123
Tabla N°. 50 Factores de daño.....	123
Tabla N°. 51 Factor de distribución por dirección (DD).....	125
Tabla N°. 52 Factor de distribución por carril (DC).....	125
Tabla N°. 53 Número de ejes equivalente a 8,2 toneladas.....	127
Tabla N°. 54 Niveles recomendados de confiabilidad.....	128
Tabla N°. 55 Desviación estándar normal “Zr”.....	128
Tabla N°. 56 Índice de servicio inicial.....	130
Tabla N°. 57 Índice de servicio final.....	130
Tabla N°. 58 Módulos de la carpeta asfáltica.....	132

Tabla N°. 59 Coeficiente estructural de la base	134
Tabla N°. 60 Coeficiente estructural de la sub-base	135
Tabla N°. 61 Calidad de drenaje	136
Tabla N°. 62 Coeficientes de drenaje m2 y m3	136
Tabla N°. 63 Espesores mínimos de D1 y D2 en función del W18.....	138
Tabla N°. 64 Diseño de pavimento flexible	139
Tabla N°. 65 Caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendientes.....	143
Tabla N°. 66 Coeficientes de escorrentía de la fórmula de Talbot	148
Tabla N°. 67 Volúmenes de hormigón de tipos de cabezales	151
Tabla N°. 68 Ubicación de alcantarillas y pases de agua.....	152
Tabla N°. 69 Tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones	154
Tabla N°. 70 Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m ²).....	155
Tabla N°. 71 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.....	157
Tabla N°. 72 Volumen de hormigón de 210 Kg/cm ²	167

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°. 1 Distancia de visibilidad de parada.....	13
Gráfico N°. 2 Distancia de visibilidad de rebasamiento (dr)	16
Gráfico N°. 3 Elementos de una curva circular simple	18
Gráfico N°. 4 Estabilidad del vehículo en las curvas.....	23
Gráfico N°. 5 Transición del peralte	25
Gráfico N°. 6 Esquema para determinar el sobreancho de un carril de tránsito en una curva	27
Gráfico N°. 7 Curvas verticales convexas	30
Gráfico N°. 8 Curvas verticales cóncavas.....	30
Gráfico N°. 9 Sección transversal típica	32
Gráfico N°. 10 Curva de la 30 ^{VA} hora (hora pico).....	37
Gráfico N°. 11 Cuchara de Casa Grande	44
Gráfico N°. 12 Determinación del índice CBR.....	46
Gráfico N°. 13 Estructura de un pavimento flexible.....	49
Gráfico N°. 14 Estructura de un pavimento rígido	51
Gráfico N°. 15 Estructura de un pavimento articulado	51
Gráfico N°. 16 Secciones típicas de cunetas	58
Gráfico N°. 17 Dimensiones típicas de cunetas triangulares	58
Gráfico N°. 18 Elementos de una alcantarilla.....	59
Gráfico N°. 19 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 1.....	69
Gráfico N°. 20 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 2.....	70
Gráfico N°. 21 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 3.....	71
Gráfico N°. 22 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 4.....	72
Gráfico N°. 23 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 5.....	73
Gráfico N°. 24 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 6.....	74
Gráfico N°. 25 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 7.....	75
Gráfico N°. 26 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 8.....	76
Gráfico N°. 27 Tráfico futuro	90
Gráfico N°. 28 CBR de diseño.....	91

Gráfico N°. 29 Distribución gráfica de la prueba Chi-cuadrado (X^2).....	96
Gráfico N°. 30 Ubicación del proyecto.....	101
Gráfico N°. 31 Distribución temporal de precipitaciones.....	103
Gráfico N°. 32 Distribución temporal de temperatura.....	105
Gráfico N°. 33 Monograma para estimar el coeficiente estructural a1 para la carpeta asfáltica.	131
Gráfico N°. 34 Monograma para estimar el coeficiente estructural de la base a2.	133
Gráfico N°. 35 Monograma para estimar el coeficiente estructural de la Sub-base a3.....	135
Gráfico N°. 36 Ecuación AASHTO 93	137
Gráfico N°. 37 Espesores de las capas de la estructura del pavimento.....	140
Gráfico N°. 38 Dimensiones de la cuneta del proyecto	141
Gráfico N°. 39 Cabezal tipo A	149
Gráfico N°. 40 Cabezal tipo B	150
Gráfico N°. 41 Cabezal tipo C	151
Gráfico N°. 42 Ángulos de iluminación y observación	155
Gráfico N°. 43 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.	157
Gráfico N°. 44 Soporte en voladizo	158
Gráfico N°. 45 Soporte normal de dos postes	159
Gráfico N°. 46 Señales regulatorias	159
Gráfico N°. 47 Señales preventivas	160
Gráfico N°. 48 Señales de información	161
Gráfico N°. 49 Señales delineadoras.....	162
Gráfico N°. 50 Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales.....	162

RESUMEN EJECUTIVO

Tema: “Las condiciones de la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) y su incidencia en el desarrollo Socio-Económico de los habitantes.”

Autor: Luis Ricardo Mopocita Cunalata

Fecha: Julio, 2015

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal impulsar el desarrollo socio-económico de los habitantes de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

La vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego, se encuentra en pésimas condiciones, por lo que es importante realizar los estudios pertinentes para ejecutar el diseño geométrico en base a las normas del MOP-2003, y de la misma forma el diseño de la estructura del pavimento que se sustenta en las normas AASHTO.

Inicialmente se realizaron observaciones de campo para evaluar las condiciones actuales de la vía, ejecutando encuestas a los habitantes del sector con el objetivo de recolectar información, luego se procedió a realizar el levantamiento topográfico tomando en cuenta todos los detalles presentes en la vía. Posteriormente se extrajeron muestras de suelo para sus respectivos ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, compactación y CBR, adicionalmente se efectuó el conteo manual de vehículos para determinar el número de vehículos que circulan por la vía para su clasificación.

Finalmente se tabuló la información y se cumplió con el diseño geométrico de la carretera, diseño de la estructura del pavimento, cunetas y alcantarillas para proveer un sistema de drenaje adecuado a la vía, además se elaboró el análisis de precios unitarios y el cronograma valorado de trabajo.

CAPÍTULO I

EL PROLEMA

1.1 TEMA

“Las condiciones de la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) y su incidencia en el desarrollo Socio-Económico de los habitantes.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

Hace años atrás el sistema vial de nuestro país se encontraba en un constante deterioro debido a la falta de planificación, actualmente el Ecuador ha dado un gran paso en el desarrollo vial, teniendo gran aceptación entre las personas ya que las vías no solo son un medio de circulación que brinda seguridad y comodidad sino el eje principal para alcanzar el bienestar económico de un pueblo.

La Provincia de Cotopaxi permanece en constante evolución y esto hace necesario disponer de una amplia red vial bien elaborada para transporte terrestre como base de integración entre comunidades y los centros de las ciudades, impulsando el desarrollando económico. Las actividades agrícolas y ganaderas en la provincia son los factores más importantes que impulsan el desarrollo económico de los habitantes, por lo que es indispensable mejorar las existentes, tomando en cuenta las ordenanzas y normativas municipales, ambientales y de diseño vial.

El crecimiento poblacional en zonas urbanas y rurales hace necesario la construcción de vías para la comunicación, transporte de mercadería hacia las ciudades principales que movilizan el comercio impulsando al bienestar económico del sector y la calidad de vida de sus habitantes.

El objetivo de este proyecto es mejorar la vía que une las comunidades de Cuatro esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo ya que el mejoramiento de las vías permitirá impulsar el desarrollo socio-económico y por ende la calidad de vida de los habitantes del sector, facilitando el ingreso y salida de los vehículos que hacen posible la movilización del comercio hacia otros sectores.

1.2.2 Análisis crítico

Actualmente estas vías se encuentran deterioradas y dificultan la salida a los moradores con sus productos hacia las ciudades principales para poder comercializarlos. Esto hace a que los productos se maltraten, los medios de transporte como los vehículos se deterioren con mayor rapidez, razón por la cual en la actualidad los vehículos no circulan por esta vía y los pocos vehículos que circulan por esta vía solo llegan hasta la comunidad de Unión y Trabajo por lo que los habitantes de las comunidades; San Ignacio, San Juan y San Diego llevan sus productos caminando hasta la comunidad de Unión y Trabajo para posteriormente poder transportarlos para su comercialización, todos estos problemas impiden mejorar la calidad de vida de los habitantes, razón por la cual las autoridades del sector requieren un estudio vial adecuado para facilitar la movilización de las personas y sus productos.

La vía se encuentra empedrada pero se encuentra cubierta de vegetación y otra parte la rasante se encuentra a nivel de suelo natural, todo esto se debe a la falta de mantenimiento y principalmente a las aguas lluvia ya que la vía no cuenta con cunetas por lo que se encuentra vulnerable a estas debido a la falta de un sistema de drenaje adecuado para desalojar el agua.

1.2.3 Prognosis

En el caso de no realizarse los estudios pertinentes a estas vías, los moradores seguirán transportando sus productos caminando hasta la comunidad de Unión y Trabajo, por ende el valor por transporte se aumentara ya que no muchos vehículos

circulan por la vía, al igual que el tiempo de recorrido por la misma aumenta, impidiendo el desarrollo socio-económico de los habitantes.

Siendo los sectores agrícola y ganadero los más afectados de la zona ya que no permitirá el ingreso de maquinaria-equipos necesarios para innovar las nuevas técnicas de trabajo y así optimizar el tiempo y mano de obra, puesto que estos dos factores son indispensables y al mismo tiempo costosos para llevar a cabo el desarrollo agrícola, al no contar con una vía adecuada la maquinaria ingresará con dificultad perjudicando aún más la vía debido a que no resistirá las cargas elevadas de tránsito producidas por la maquinaria.

1.2.4 Formulación del problema

¿Cómo influye las condiciones de la vía en el desarrollo Socio-Económico de los habitantes de las comunidades de Cuatro esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I)?

1.2.5 Preguntas directrices

¿Cuál es la situación actual de la zona?

¿Cuál es el estado de la vía actual?

¿Existen estudios de diseño y trazado geométrico de vías?

¿Cuál es el tipo de suelo en la zona?

¿Qué volumen vehicular circula por la vía?

1.2.6 Delimitaciones

1.2.6.1 Delimitación del contenido

- Campo: Ingeniería Civil
- Área: Vías terrestres
- Aspectos: Topografía
Mecánica de suelos
Tráfico
Diseño Geométrico de Vías
Diseño de la estructura pavimento

1.2.6.2 Delimitación Espacial

El presente trabajo contará con estudios de campo los mismos que se llevaran a cabo en la vía que une las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi con una longitud de 4,680 Km (TRAMO I).

1.2.6.3 Delimitación Temporal

El presente proyecto de investigación se realizó desde el mes de Enero de 2015 hasta mes de Julio de 2015.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la vía que une las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo se encuentran deterioradas, lo que dificulta el ingreso y salida de vehículos con sus cultivos al mercado, ocasionando pérdidas económicas, tanto en su mercadería como en sus medios de transporte ya que al transitar por estas vías los productos se maltratan y los medios de transporte sufren daños mecánicos, impidiendo el desarrollo socio-económico de los habitantes.

El propósito de este proyecto es facilitar a los moradores de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo el ingreso y salida de sus productos mediante una vía que brinde comodidad y seguridad a sus usuarios impulsando así su desarrollo socio-económico de sus habitantes.

Al realizar el estudio de la vía mejorará el anillo vial interparroquial ya que se dará iniciativa al avance vial del resto de la parroquia dando una infraestructura adecuada la cual prolongue su vida útil, facilitando el traslado de personas y productos en una forma ágil, segura y cómoda, contribuyendo así al desarrollo socio-económico de los habitantes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Estudiar las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características de la población.
- Definir las condiciones actuales de las vías.
- Definir la topografía de la vía.
- Determinar las características del suelo.
- Evaluar el tráfico actual.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La presente investigación se sustenta en los siguientes trabajos similares que se encuentran en la Universidad Técnica De Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

La tesis elaborada por el Sr. Diego Fabián Iglesias Chariguamán, bajo el tema: “Las condiciones de la red vial urbana de la parroquia Sucre, Provincia de Tungurahua, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes”, concluye que la inexistencia de una red vial adecuada es el factor predominante que impide el normal desarrollo socio-económico en la localidad, limitando a sus habitantes a un estilo de vida muy precario.

En la investigación realizada por el Sr. Cesar Andrés Beltrán Narváez, bajo el tema: “Las condiciones de las vías centrales de la Parroquia el Rosario, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus moradores”, concluye que las vías centrales de la Parroquia el Rosario se encuentran en un estado regular o malo, el diseño de nuevas vías mejorara la comercialización de productos cultivados en el sector, siempre y cuando exista un estudio vial de calidad.

La tesis de grado elaborada por el Sr. Cristian Mauricio Pullas Mejía, bajo el tema: “Las condiciones de la vía de ingreso a la parroquia Cumanda, Cantón Palora, provincia de morona Santiago, ubicado en el kilómetro 33.70 de la vía Baños-Puyo, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes”, concluye que con la inversión para el mejoramiento de la vía de ingreso a la Parroquia Cumanda se generara una mejor fluidez en el tráfico vehicular brindando comodidad y seguridad a los usuarios.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación se fundamenta en el paradigma Crítico-Propositivo, crítico porque se analizan y evalúan las condiciones actuales de la vía mediante una información detallada de la zona y sus problemas socio-económicos. Propositivo debido a que se proyecta una propuesta de solución al problema y se involucra de manera participativa a la población que se beneficia directa o indirectamente con el mejoramiento de la vía como parte de la investigación.

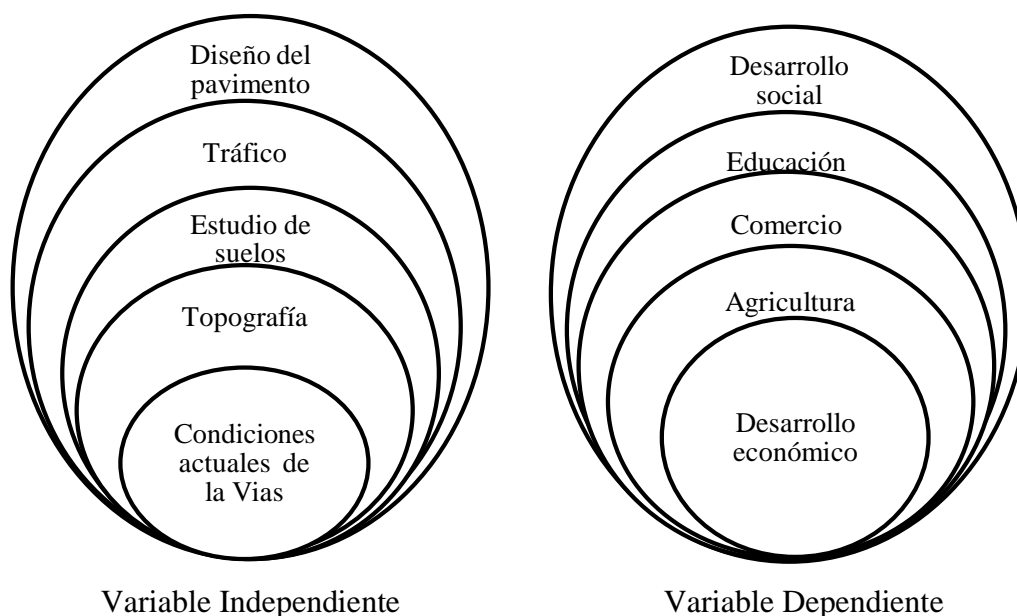
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se basará en los siguientes fundamentos legales:

- Normas de diseño geométrico del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP-2003).
- Normas de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte para el diseño del pavimento (AASHTO – 93).
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Supra Ordinación de Variables



2.4.2 Definiciones

2.4.2.1 Carreteras o Vías

Algunos acostumbran denominar Caminos a las vía rurales, mientras que el nombre de Carreteras se lo aplican a los caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos. (Crespo Villalaz, 2004, p.1)

La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada. (Crespo Villalaz, 2004, p.1)

2.4.2.1.1 Clasificación de las vías

En el Ecuador, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP-2003) ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica.

Según su orografía

- **Terrenos planos.-** tienen pendientes transversales al eje de la vía menor o igual al 5 % y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de 3 %, demandando un mínimo movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.
- **Terreno ondulado.-** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 6 % y 12 % y sus pendiente longitudinales se encuentran entre 3 % y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.
- **Terreno montañoso.-** Tienen pendientes transversales al eje de la vía entre 13 % y el 40 % y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6 % y 8 %, por lo que requiere importantes movimientos de tierra, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

- **Terreno escarpado.-** Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 40 % y sus longitudes excepcionales son superiores al 8 %, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

De acuerdo al tráfico

Para el diseño de carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un periodo de 15 o 20 años.

Tabla N°. 1 Clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado

CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO 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 del tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico del 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.	

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

Según la función jerárquica

La tabla N°. 2 presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según el MOP-2003.

Tabla N°. 2 Relación función, clase MOP y tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (SEGÚN EL MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI o RII (2)	> 8.000
	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
COLECTORA	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
	III	300 - 1.000
	IV	100 – 300
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Notas:
 (1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.
 (2) RI – RII – Autopistas

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

De acuerdo a la jerarquía atribuida en la red, las carreteras deberán ser diseñadas con las características geométricas correspondientes a su clase y construirse por etapas en función del incremento del tráfico.

- **Colectoras arteriales.-** Estos corredores pueden ser canteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Dentro del grupo de autopistas, estas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos. Dentro del segundo grupo de arteriales (Clase I y II) que son la mayoría de carreteras, estas mantendrán una sola superficie de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado; incluirá además pero en forma eventual, zonas suplementarias en las que se asientan carriles auxiliares, zonas de giro, paraderos y sus accesos que se realizan a través de vías de servicio y rampas de ingreso/salida adecuadamente diseñadas.
- **Vías Colectoras.-** Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

- **Caminos Vecinales.-** Estas son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores.

2.4.2.2 Diseño Geométrico

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, se concibe como el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos automotores, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. Una carretera queda definida geoméricamente por el proyecto de su eje en planta o alineamiento horizontal, por su perfil o alineamiento vertical y por el proyecto de los elementos integrantes de sus secciones transversales típicas. (Cal y Mayor & Cárdenas, 1995)

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la máxima velocidad que, en condiciones de seguridad, puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado. (SIECA, 2004)¹

La velocidad de diseño depende principalmente de la topografía predominante en el proyecto y la clase de vía de acuerdo al TPDA.

Tabla N°. 3 Velocidades de Diseño

CATEGORIA DE VÍA		TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)					
			RECOMENDADO			ABSOLUTO		
			LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II (Tipo)		> 8.000	120	110	90	110	90	80
I	Todos	3.000 - 8.000	110	100	80	100	80	60
II	Todos	1.000 - 3.000	100	90	70	90	80	50
III	Todos	300 - 1.000	90	80	60	80	60	40
IV	5, 5E, 6 y 7	100 - 300	80	60	50	60	35	25
V	4 y 4E	< 100	60	50	40	50	35	25

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

¹ Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual_centroamericano_de_normas_2da.pdf

Las normas de diseño geométrico de carreteras MOP-2003, recomienda que cuando el TPDA está cercano al límite inferior se utilicen la velocidad absoluta y si el TPDA está cercano al límite superior se use la velocidad recomendada.

Velocidad de circulación

Es la velocidad promedio de un vehículo en un determinado tramo de carretera, obtenida mediante la relación de la distancia recorrida a lo largo de dicho tramo con el tiempo efectivo de recorrido del vehículo. (SIECA, 2004)

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$$

La velocidad de circulación de los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito. (MOP, 2003)

La relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño para volúmenes de tránsito altos no se utilizan para fines de diseño, siendo su carácter solamente ilustrativo. Todo camino debe diseñarse para que circulen por él, volúmenes de tránsito que no estén sujetos al grado de saturación. (MOP, 2003)

Las normas de diseño geométrico de carreteras MOP-2003, establece una relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño que se muestra en la tabla N°. 4 que corresponde a la relación entre velocidades de circulación y de diseño.

Tabla N°. 4 Relación entre velocidades de circulación y de diseño.

Velocidad de diseño en Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN Km/h		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

Los valores de la velocidad de circulación correspondientes a volúmenes de tráfico bajos se usan como base para el cálculo de las distancias de visibilidad para parada de un vehículo y los correspondientes a volúmenes de tráfico intermedio se usan para el cálculo de la distancia de visibilidad para rebasamiento de vehículos. (MOP, 2003)

Distancia de visibilidad

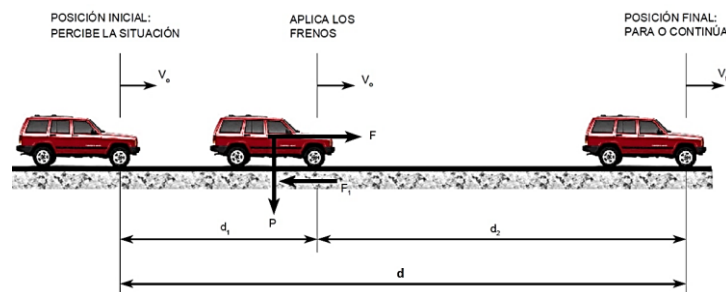
Es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)²

La distancia de visibilidad se discuten en dos aspectos:

a) Distancia de visibilidad de parada (d)

Es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido. Esta distancia se calcula para que un conductor y su vehículo alcancen a detenerse ante el peligro u obstáculo. Es la distancia de visibilidad mínima que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. (SIECA, 2004)

Gráfico N°. 1 Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Manual Centroamericano SIECA (2004).

²Obtenido de http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/DISE%20GEOMETRICO%20DE%20CARRETERAS%20%28D%20G-2013%29.pdf

Para la determinación de la distancia de parada, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales.

La distancia de visibilidad de parada (d) se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$d = d_1 + d_2$$

Donde:

d_1 = distancia de percepción y reacción del conductor

d_2 = Distancia de frenado

- **La distancia de percepción y reacción del conductor (d_1).**- está regida por el estado de alerta y la habilidad del conductor. Es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el pedal del freno.

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 1,5 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. Por razones de seguridad, se debe adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores y equivalente a un segundo. De aquí que el tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, se lo considera igual a 2,5 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad. (MOP, 2003)

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = \frac{V_c * t}{3,6 \text{ seg}} \rightarrow d_1 = \frac{2,5 \text{ seg} * V_c}{3,6 \text{ seg}}$$

Donde:

T = Tiempo total de percepción más reacción (2,5 seg).

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

$$d_1 = 0,6944 V_c$$

- **Distancia de frenado (d₂).**- Es la distancia que se necesita para detener el vehículo después de la acción anterior. El tiempo de reacción para actuar el freno es el intervalo que ocurre desde el instante en que el conductor percibe la existencia de un objeto o peligro en la carretera adelante, hasta que el conductor logra reaccionar aplicando los frenos. (SIECA, 2004)

Esta distancia se calcula con la fórmula siguiente:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 f}$$

Donde: V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente longitudinal (f) no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, tales como la presión del aire de las llantas, tipo de llantas, presencia de humedad y tipo de pavimento, siendo de mayor significación, especialmente para altas velocidades, el sistema de frenos del vehículo. (MOP, 2003)

La variación del coeficiente longitudinal (f) se calcula con la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,30}}$$

Tabla N°. 5 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo (Metros).

Clase de carretera	TPDA ESPERADO	Criterio de diseño: pavimento mojado					
		RECOMENDADO			ABSOLUTO		
		LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II	> 8.000	220	180	135	180	135	110
I	3.000 a 8.000	180	160	110	160	110	70
II	1.000 a 3.000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1.000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	menos de 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

b) Distancia de visibilidad de rebasamiento (dr)

Se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. (SIECA, 2004)

Esta velocidad se calcula con la siguiente fórmula:

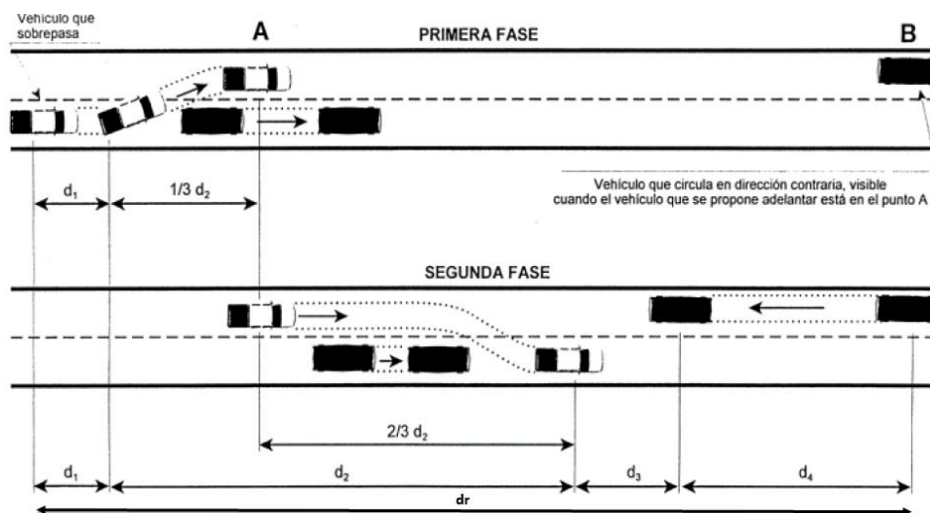
$$dr = 9,54 V - 218 \rightarrow (30 < V < 100)$$

Donde:

dr = distancia de visibilidad para el rebasamiento, expresada en metros.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora (50 km/h).

Gráfico N°. 2 Distancia de visibilidad de rebasamiento (dr)



Fuente: Manual Centroamericano SIECA (2004).

Las normas de diseño geométrico de carreteras MOP recomiendan las distancias de rebasamiento que presentan en la tabla N°. 6.

Tabla N°. 6 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo (Metros).

Clase de carretera	RECOMENDADO			ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II > 8.000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3.000 a 8.000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1.000 a 3.000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1.000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100	290	210	150	210	150	110

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

2.4.2.2.1 Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición. (MOP, 2003)

La proyección del eje en un tramo recto, se define la tangente y el enlace de dos tangente consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva. (MOP, 2003)

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. (MOP, 2003)

a. Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama

PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa). (MOP, 2003)

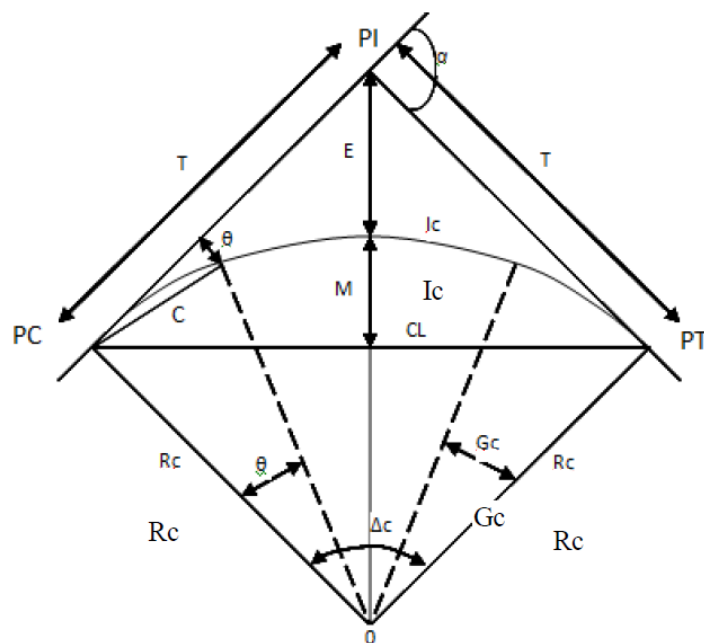
Las tangentes intermedias van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad. (MOP, 2003)

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o porque favorece al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. (MOP, 2003)

b. Curvas circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. (MOP, 2003)

Gráfico N.º 3 Elementos de una curva circular simple



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

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
GC	Grado de curvatura de la curva circular
RC	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 un arco
le	Longitud de la curva circular

Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

Grado de curvatura: Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño. (MOP, 2003)

El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se presenta con la letra G_C y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_C}{20} = \frac{360}{2\pi R} \rightarrow G_C = \frac{1145,92}{R}$$

Radio de curvatura: Es el radio de la curva circular y se identifica como “R” su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$R = \frac{1145,92}{G_C}$$

Ángulo central: Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como “ α ” (alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes. (MOP, 2003)

Longitud de la curva: Es la longitud del arco entre el PC y el PT. Se lo representa como L_c y su fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \rightarrow L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado. (MOP, 2003)

Tangente de curva o subtangente: Es la distancia entre el PI y el PC ó entre en PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes, Se representa con la letra “T”. (MOP, 2003)

Su fórmula es $T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$

External: Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E”. (MOP, 2003)

Su fórmula es: $E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$

Ordenada media: Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M”. (MOP, 2003)

Su fórmula es: $M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$

Deflexión en un punto cualquiera de la curva: Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. Se lo representa como θ .

Se calcula con la siguiente fórmula $\theta = \frac{G_c * 1}{20}$

Cuerda: Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C”.(MOP, 2003)

Su fórmula es: $C = 2 * R * \sen \frac{\theta}{2}$

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama CUERDA LARGA. Se la representa con las letras “CL” y su fórmula es:

$$CL = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

Ángulo de la cuerda: Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “Ø”. (MOP, 2003)

Su fórmula para el cálculo es: $\varnothing = \frac{\theta}{2}$

En función del grado de curvatura: $\varnothing = \frac{G_C * 1}{40}$

El ángulo para la cuerda larga se calcula con la siguiente fórmula:

$$\varnothing = \frac{G * L_C}{40}$$

c. Radio mínimo de curvas horizontales

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. (MOP, 2003)

El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. (MOP, 2003)

Los radios mínimos son los valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relacionan con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2008)³

³ Obtenido de <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>

El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R = Radio mínimo de curvatura horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

F = Coeficiente de fricción lateral.

E = Peralte de la curvatura, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

Tabla N°. 7 Radios mínimos de curvatura en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”

Vd Km/h	"f" máx	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04	e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04
20	0,350		7,32	7,68	8,08		18	20	20
25	0,315		12,46	13,12	13,86		20	25	25
30	0,284		19,47	20,6	21,87		25	30	30
35	0,255		28,79	30,62	32,7		30	35	36
40	0,221		41,86	44,83	48,27		42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82		56	60	66
50	0,190		72,91	78,74	85,59		75	80	90
60	0,165	106,97	115,7	125,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	100	170	185	205
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275	300	330	370
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350	375	415	465
110	0,124	425,34	467,04	517,8	580,95	430	470	520	585
120	0,120	515,39	566,39	629,92	708,66	520	570	630	710

Nota: Se podrá utilizar un radio mínimo de 15 m, siempre y cuando se trate de:

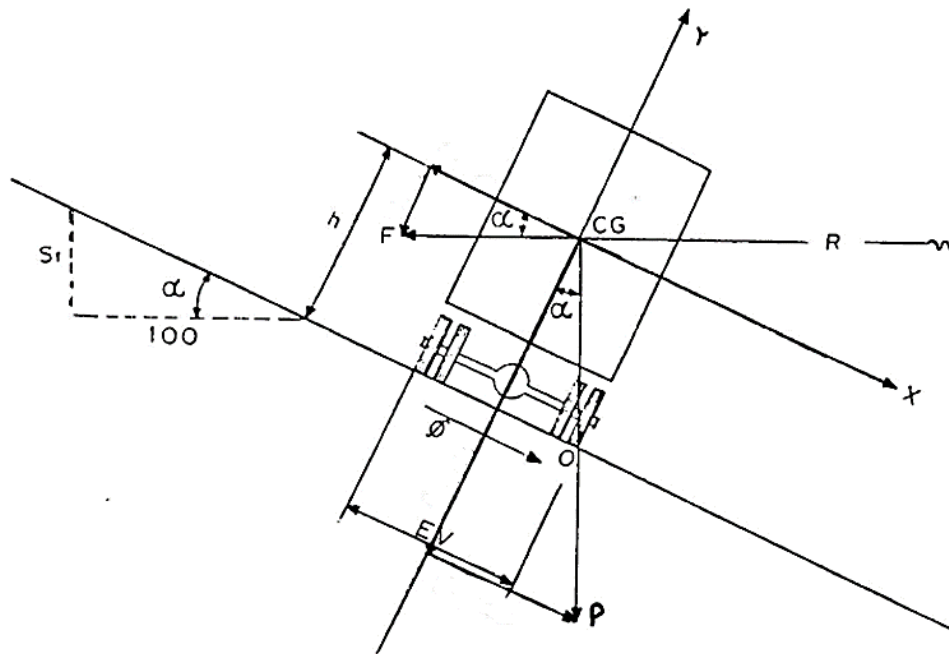
- Aprovechar infraestructuras existentes.
- Relieve difícil (escarpado)
- Caminos de bajo costo.

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

d. Peralte (e)

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada. (MOP, 2003)

Gráfico N°. 4 Estabilidad del vehículo en las curvas



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

La fórmula para el cálculo del peralte es:

$$e = \frac{V^2}{127 R} - f$$

Donde:

E = Peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada)

V = Velocidad de diseño, Km/h

R = Radio de la curva, m.

f = Máximo coeficiente de fricción lateral

e. Magnitud del peralte

El uso del peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. Debido a estas limitaciones de orden práctico, no es posible compensar totalmente con el peralte la acción de la fuerza centrífuga en las curvas pronunciadas, siendo necesario recurrir a la fricción, para que sumado al efecto del peralte, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumenta el rozamiento lateral. (MOP, 2003)

Las normas del MOP recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10 % para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 km/h; y el 8 % para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) velocidades hasta 50 km/h.

f. Desarrollo del peralte

Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte. (MOP, 2003)

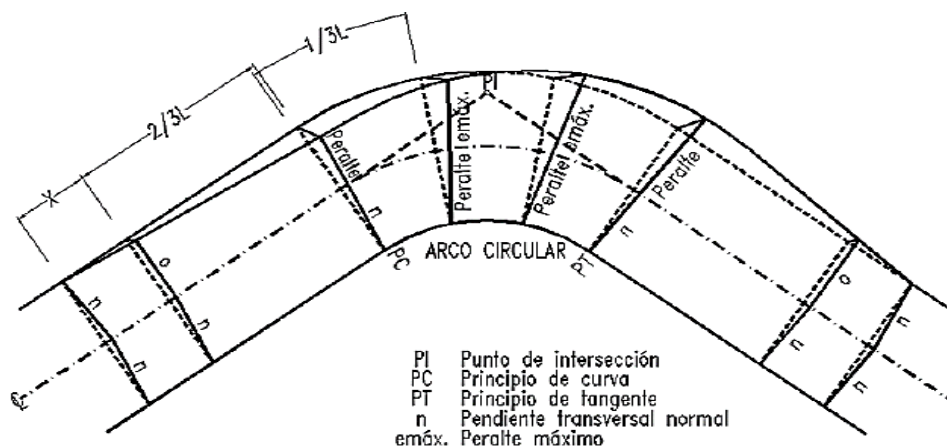
Se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que tiene en la alineación recta, al valor “F” que tiene una curva de radio “R”.

EL desarrollo o transición del peralte puede efectuarse con una curva de enlace, que regule la trayectoria del vehículo durante su recorrido en la transición, o sin curva de enlace, dependiendo de dos factores que son: El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte existen tres métodos:

1. Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
2. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
3. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica $2/3$ en la alineación recta y el $1/3$ dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad ($0,5 L$) en la recta y la mitad en la curva circular. (MOP, 2003)

Gráfico N°. 5 Transición del peralte



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

Los valores recomendados de las gradientes longitudinales “i” para el desarrollo del peralte se indican en la tabla N°. 8.

Tabla N°. 8 Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte

VD, Km/h	Valor de (i), %	Máxima pendiente equivalente
30	0,750	1:133
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

g. Longitud de transición

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. (MOP, 2003)

La longitud mínima se determina según los siguientes criterios:

- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en la tabla N°. 8.
- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos es decir:

$$L_{\min} = 0,56 V \text{ Km/h}$$

Valor considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil.

h. Sobreancho

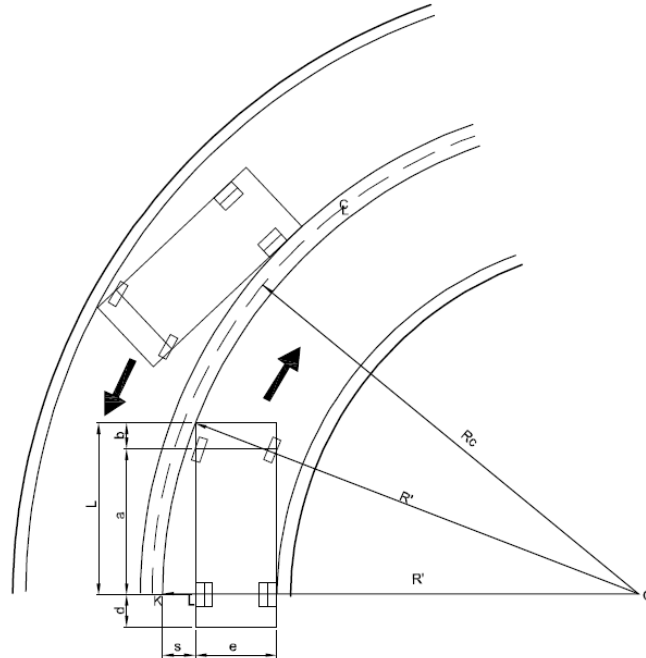
Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

El objeto del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreanchos por las siguientes razones:

1. El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.
2. La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva.

Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Gráfico N°. 6 Esquema para determinar el sobreancho de un carril de tránsito en una curva



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores.

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonable gradual del borde del pavimento y coincidir la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. (MOP, 2003)

2.4.2.2.2 Alineamiento vertical

El alineamiento vertical está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)

El alineamiento vertical permite la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la topografía, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, velocidad del proyecto, seguridad, costos de construcción, categoría de la carretera, valores estéticos y drenaje. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)

Gradientes

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos. (MOP, 2003)

Tabla N°. 9 Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (Porcentajes)

Clase de carretera	RECOMENDADO			ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R - I o R - II > 8.000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3.000 a 8.000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1.000 a 3.000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1.000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100	5	6	8	6	8	12

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

La gradiente y longitud máximas, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del: 8 – 10 %, La longitud máxima será de: 1.000 m.

10 – 12 %, La longitud máxima será de: 500 m.

12 – 14 %, La longitud máxima será de: 250 m.

En longitudes cortas se pueden aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1°, 2° y 3° clase). (MOP, 2003)

Gradiente mínima

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. (MOP, 2003)

Curvas verticales

Las curvas verticales son curvas que se diseñan cuando se interceptan dos tangentes, en forma vertical, de un tramo de carretera. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. (MOP, 2003)

Tipos de curvas verticales:

- Curvas verticales convexas
- Curvas verticales cóncavas

Curvas verticales convexas

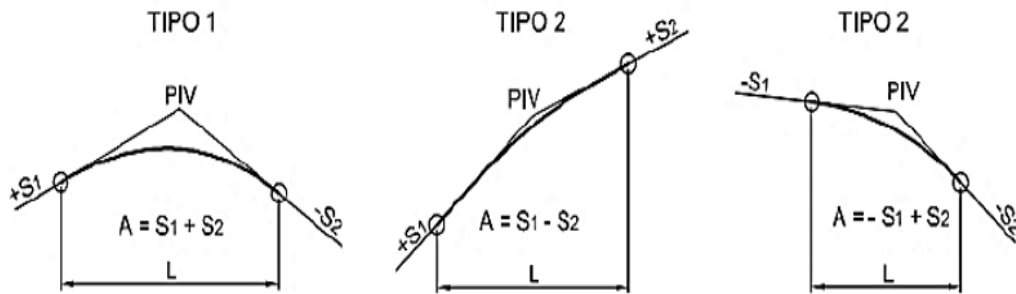
La longitud mínima de las curvas verticales se determinan en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. (MOP, 2003)

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * V$$

En donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

Gráfico N°. 7 Curvas verticales convexas



Fuente: <http://dc110.4shared.com/doc/sZng5vnz/preview.html>

Curvas verticales cóncavas

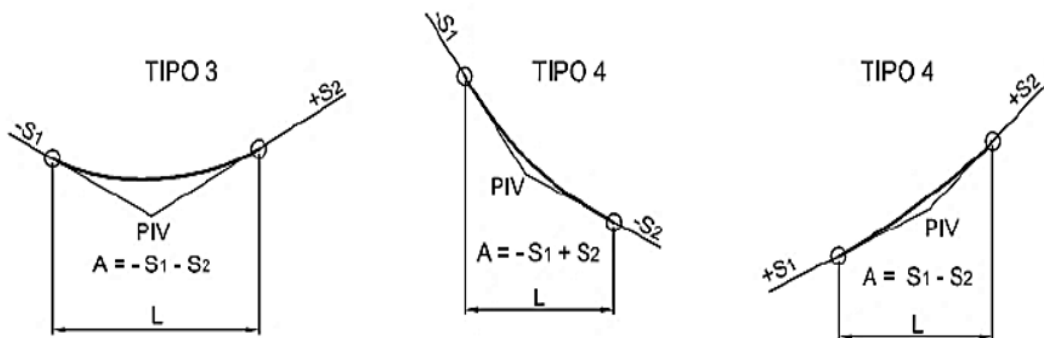
Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de la luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (MOP, 2003)

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * V$$

En donde, V es la velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

Gráfico N°. 8 Curvas verticales cóncavas



Fuente: <http://dc110.4shared.com/doc/sZng5vnz/preview.html>

2.4.2.2.3 Sección transversal

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen del tráfico y del terreno y por consiguiente de las velocidades de diseño más apropiadas para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña. (MOP, 2003)

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición el tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible. En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidad de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminoso o superficiales de rodadura de grava, en ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la recepción de las cagas de los vehículos sobre las mismas huellas. (MOP, 2003)

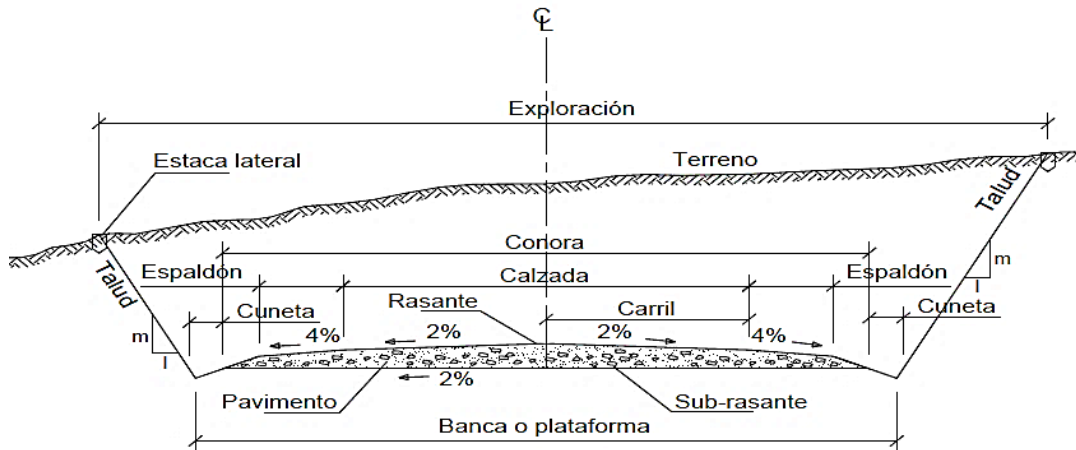
En la tabla N°. 10 se identifican los valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico, para el Ecuador.

Tabla N°. 10 Anchos de calzada

Clase de carretera	Ancho de Calzada (metros)	
	RECOMENDABLE	ABSOLUTO
R - I o R - II > 8.000 TPDA	7,30	7,30
I 3.000 a 8.000 TPDA	7,30	7,30
II 1.000 a 3.000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1.000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100	4,00	4,00

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

Gráfico N°. 9 Sección transversal típica



Fuente: Diseño Geométrico de vías James Cárdenas Grisales

Carril.- la división de la calzada en varias franjas paralelas se denomina carriles, los mismos que deben tener un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos.⁴

Calzada.- Se define como calzada a la superficie de la vía sobre la que transitan los vehículos, puede estar compuesta por uno o varios carriles de circulación. No incluye la berma. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)

Bermas.- Se define como berma a la franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada de la carretera que se utiliza como zona de seguridad para paradas de vehículos en emergencia y de confinamiento del pavimento. Las bermas pueden ser construidas por mezclas asfálticas, tratamiento superficial o simplemente una prolongación de la superficie de rodadura en las carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)

Corona.- Se define como corona (ancho de la plataforma) la superficie superior de la carretera que incluye la calzada y las bermas. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2013)

⁴ Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/28419/1/20142SFICT034262_1.PDF

Taludes.- Son obras, normalmente de tierra, que se construyen en ambos lados de las vías (tanto en excavación como en terraplén) con una inclinación tal que garantice la estabilidad de la obra.⁵

Cunetas.- son zanjas de sección trapezoidal o triangular que pueden estar revestidas o no, que sirven para recoger el agua que se escurre por la calzada y los taludes.⁶

Explanación.- El ancho de la explanación corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la vía, es decir, desde los bordes extremos de las laterales.⁶

2.4.2.3 Tráfico

El diseño de una carretera de un tramo de la misma debe basarse entre otras informaciones de los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico, en consecuencia, afecta directamente a las características del diseño geométrico. (MOP, 2003)

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos. (MOP, 2003)

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción, de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexploradas, la estimación el tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país, que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexploradas. (MOP, 2003)

⁵ Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/estabilidad-de-taludes.pdf>

⁶ Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/28419/1/20142SFICT034262_1.PDF

➤ **Tráfico promedio diario anual**

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA. (MOP, 2003)

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomara el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

El tráfico promedio diario anual (T.P.D.A), se determina a partir de observaciones puntuales del tráfico. Es necesario realizar conteos vehiculares que permitan conocer el nivel de tráfico existente.

Tipos de conteo

Manuales.- Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía. (MOP, 2003)

Automáticos.- Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico. (MOP, 2003)

Periodo de observación

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. (MOP, 2003)

➤ **Tráfico actual**

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si esta estuviera al servicio de los usuarios. (Moreno Bayona, 2002)⁷

Tráfico existente.- Es el que circula en la actualidad por una vía ya construida, o, sería el volumen de tráfico que usaría una nueva vía, si esta estuviera abierta al tránsito en el presente; construyendo lo que se conoce como tráfico atraído. (Moreno Bayona, 2002)

En los mejoramientos viales el tráfico actual será el existente antes de la mejora y el que se atrae después de otras vías próximas. El tráfico existente puede determinarse mediante conteos o encuestas de origen y destino. (Moreno Bayona, 2002)

Tráfico generado.- Es el que se origina exclusivamente por la novedad que genera un proyecto de mejoramiento o rehabilitación vial o la construcción de una vía nueva y no por la necesidad de utilizarla; se estima que se desarrolla en los dos primeros años como máximo a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. (Moreno Bayona, 2002)

Se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto.

$$TG = 20 \% \text{ Tráfico actual proyectado para el primer año}$$

Tráfico atraído.- Es el que se adquiere de otros medios de comunicación. La cuantía de esta atracción depende de la ubicación de la nueva carretera con relación al destino de los viajes, ya que puede ofrecer desplazamientos más cortos y confortables, o más económicos que los otros medios o modos de transporte. (Moreno Bayona, 2002)

⁷ Obtenido de http://es.slideshare.net/will_00/manual-para-diseo-de-carreteras2014

$$TA = 10 \% \text{ Tráfico actual}$$

Crecimiento normal del tránsito.- Es debido al aumento de la población; se establece por intermedio de la tasa de motorización (número de vehículos por habitantes) regional o local, índices de producción, índices de ingreso, etc. (Moreno Bayona, 2002)

Tráfico desarrollado.- Tiene su origen en la integración al desarrollo de los terrenos adyacentes a la nueva vía, a diferencia del tráfico inducido, este factor componente del tráfico futuro continua creciendo por varios años en la etapa de operación del proyecto. (Moreno Bayona, 2002)

$$TD = 5 \% \text{ Tráfico actual}$$

➤ **Factor hora pico.**

El factor hora pico o FHP, se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de dicha hora pico. Al afectar los volúmenes horarios de diseño por este factor, se está asumiendo las condiciones más exigentes de la demanda, a las cuales debe responder la propuesta de solución de reconstrucción, mejoramiento o ampliación de una carretera determinada. (SIECA, 2004)

Tránsito de la hora pico

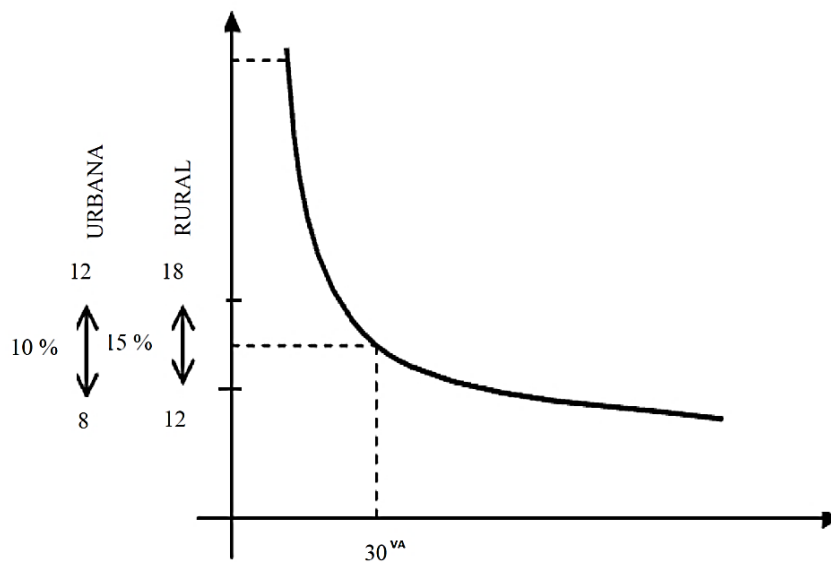
Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en debida cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las veinticuatro horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras. El tránsito de la hora pico, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que registra en un año ni a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admita cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menos niveles de comodidad para la conducción. (SIECA, 2004)

Para determinar el volumen de tránsito de la hora pico se acostumbra graficar la curva de datos de volúmenes de tránsito horario registrados durante todo un año en una estación permanente de registros del movimiento vehicular por carretera, mostrando en el eje de las ordenadas aquellos volúmenes registrados de mayor a menos, como porcentajes del TPDA, en tanto que en el eje de las abscisas se anota el número de horas por año en que el tránsito es mayor o igual al indicado. La hora máxima puede llegar a representar desde el 35 hasta el 38 por ciento del TPDA. La curva desciende bruscamente hasta su punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30^{va}, lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario, cabe esperar que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido. (SIECA, 2004)

El volumen de tránsito de la hora pico o 30^{va} hora se sitúa entre el 12 % y 18 % del TPDA, en el caso de carreteras rurales, con un término medio bastante representativo de 15 % del TPDA. (SIECA, 2004)

En carreteras urbanas, este volumen se ubica entre el 8 % y 12 % del TPDA, por lo que es válida la práctica de utilizar un 10 % del TPDA como valor de diseño, a falta de factores propios obtenidos de las investigaciones de tránsito. (SIECA, 2004)

Gráfico N°. 10 Curva de la 30^{VA} hora (hora pico).



Fuente: Apuntes diseño de Pavimentos Ing. Fricson Moreira

➤ **Tráfico futuro**

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. (MOP, 2003)

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto. (MOP, 2003)

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30^{VA} hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido solo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado. Esto es, que no resulta práctico ni económico incrementar el diseño al doble, si tal fuere el caso, para reducir las horas del congestionamiento, como tampoco corresponde tolerar un mayor número de horas de dicho congestionamiento para reducir en menor cuantía los requerimientos del diseño. (SIECA, 2004)

$$T_f = T_a(1 + i)^n$$

Donde:

T_f = Tráfico futuro o proyectado

T_a = Tráfico actual

i = tasa de crecimiento del tráfico (en caso de no contar con datos, utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustible).

n = Número de años proyectados.

Tabla N°. 11 Tasa de crecimiento del tráfico

TASA DE CRECIMIENTO (%)			
PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMIÓN
2010-2015	4,47%	2,22%	2,18%
2015-2020	3,97%	1,97%	1,94%
2020-2025	3,57%	1,78%	1,74%
2025-2030	3,25%	1,62%	1,58%
2030-2035	3,25%	1,62%	1,58%

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2011

2.4.2.4 Estudio de Suelos

El estudio de mecánica de suelos es de suma importancia para la creación del modelo geotécnico y el diseño de cimentaciones es un terreno es específico, debido a que se requieren conocer el tipo de suelo en el lugar a realizar la futura obra de índole civil, ya que debe realizar un estudio sobre las capacidades de carga y asentamiento generados sobre los estratos de suelo, de tal forma que estos posean las propiedades necesarias para el soporte de la estructura. (Quesada)⁸

El método consiste en realizar perforaciones sobre la superficie del terreno para obtener muestras particulares del subsuelo. Con ello se sabe la capacidad de carga del suelo, así como las virtudes o irregularidades que pudiera beneficiar o afectar al proyecto. (Quesada)

Los ensayos que definen las principales propiedades de los suelos en carreteras son: análisis granulométrico, límites de Atterberg, proctor normal o modificado y la determinación de la capacidad portante mediante el índice CBR. (Bañón Blázquez & Bevia García)⁹

⁸ Obtenido de <https://tecdigital.tec.ac.cr/file/3255755/informe>

⁹ Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/136631017/Manual-de-Carreteras-02s>

Clasificación de los suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), clasifica los suelos en 2 grandes fracciones: La gruesa, formada por partículas mayores que la malla N° 200 (0,074 mm) y menores que la malla de 3“(7,62 cm) y la fina, formada por las partículas que pasan la malla N° 200.

La fracción gruesa se subdivide en gravas y arenas, teniendo como frontera la malla N°. 4 (4 ,76 mm). Subdivisiones subsecuentes de esta fracción toman en cuenta el contenido y naturaleza de los finos, así como características de graduación.

La fracción fina se subdivide en grupos, tomando en cuenta sus características de plasticidad, las cuales relacionadas con las propiedades mecánicas e hidráulicas. Una de las propiedades que más influye para la formación de estos grupos es la compresibilidad, la cual está íntimamente ligada con las características de plasticidad, específicamente con el valor del límite líquido.

A continuación se presenta los siguientes grupos:

- a) Limos orgánicos, de símbolo genérico M.
- b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay).
- c) Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (organic)
- d) Gravas y suelos en que predominen estas. Símbolo genérico G (Gravel).
- e) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S (sand)

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

- 1. Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GW y SW.
- 2. Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GP y SP.
- 3. Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GM y SM.
- 4. Material con cantidad apreciable de finos plásticos. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GG y SG.

Tabla N°. 12 Clasificación de suelos SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% --> GW, GP, SW, SP. >12% --> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% --> casos límite que requieren usar doble símbolo.		
		Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	GP			
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.			
		Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	GC			
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu= $D_{60}/D_{10}>4$ Cc= $(D_{30})^2 / D$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7. Cu= $D_{60}/D_{10}>6$ Cc= $(D_{30})^2 / D$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	
		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	SP			
		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	SM			
		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	SC			
		Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50				ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.
		Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50				CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
Suelos muy orgánicos		PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.				
SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.				
Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50		MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50		CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.				
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50		OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.				

Fuente: Mecánica de suelos de Juárez Badillo Tomo I

2.4.2.4.1 Análisis granulométrico

La finalidad de este ensayo no es otra que determinar las proporciones de los distintos tamaños de grano existente en el mismo, o dicho de otro modo, su granulometría. El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se halla sujeta una

malla caracterizada por un espaciamiento uniforme entre hilos denominados abertura a luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar. (Bañón Blázquez & Bevía García)

La clasificación de un suelo en base a su granulometría se clasifica en:

Grava: de un tamaño menor a 76,2 mm (3") hasta el tamiz N°. 10 (2 mm).

Arena gruesa: de un tamaño menor a 2mm hasta el tamiz N°. 40 (0,425 mm)

Arena Fina: de un tamaño menor a 0,425 mm hasta el tamiz N°. 200 (0,075 mm)

Limos y Arcillas: menor al tamiz N°. 200 (0,075 mm)

Conforme la AASHTO, un suelo fino es el que tiene más del 35 % que pasa el tamiz N° 200 (0,075 mm).

2.4.2.4.2 Estados de consistencia

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua en su seno. Este hecho se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo, siendo especialmente relevante en aquellos donde predomine el componente arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio. (Bañón Blázquez & Bevía García)

Por ello resulta muy útil estudiar los límites entre los diversos estados de consistencia que puede darse en los suelos coherentes en función de su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido. (Bañón Blázquez & Bevía García)

- *Líquido.*- La presencia de una cantidad excesiva de agua anula las fuerzas de atracción interparticular que mantiene unido al suelo (cohesión) y lo convierte en una masa, un líquido viscoso sin capacidad resistente. (Bañón Blázquez & Bevía García)
- *Plástico.*- El suelo es fácilmente moldeable, presentando grandes deformaciones con la aplicación de esfuerzos pequeños. Su comportamiento es plástico, por lo que no recupera su estado inicial una vez cesado el

esfuerzo. Mecánicamente no es apto para resistir cargas adicionales. (Bañón Blázquez & Bevía García)

- *Semisólido*.- El suelo deja de ser moldeable, pues se quiebra y se desquebraja antes de cambiar la forma. No obstante, no es un sólido puro, ya que disminuye de volumen si continúa perdiendo agua. Su comportamiento mecánico es aceptable. (Bañón Blázquez & Bevía García)
- *Sólido*.- En este estado el suelo alcanza la estabilidad, ya que su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo. (Bañón Blázquez & Bevía García)

La humedades correspondientes a los puntos de transición entre cada uno de estos estados define los límites líquido (LL), plástico (LP) y de retracción (LR).

Límites de atterberg

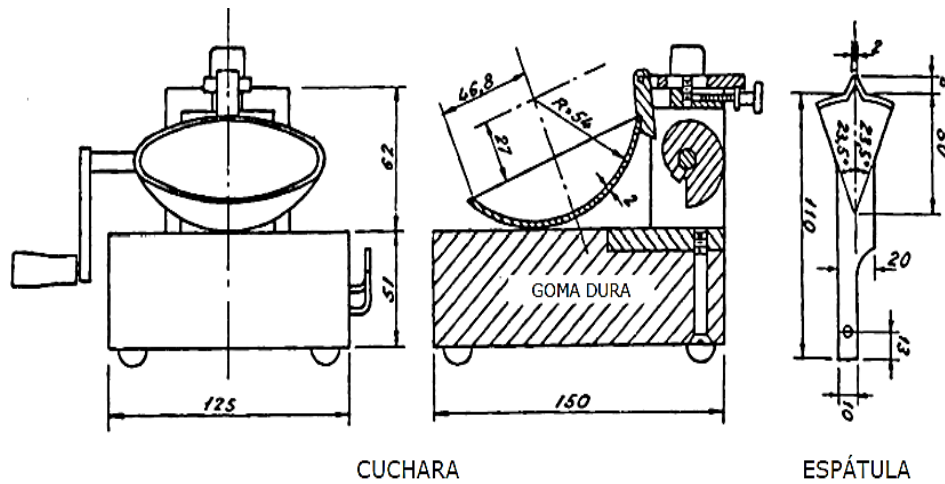
Es la relación entre el grado de plasticidad de un suelo amasado con agua y colocado en un cuchara normalizada, cuando un surco, realizado mediante un acanalador normalizado, que divide dicho suelo en dos mitades, se cierra a lo largo del fondo en una distancia de 13 mm, tras haber dejado caer 25 veces la mencionada cuchara desde una altura de 10 mm sobre una base también normalizada, con una cadencia de 2 golpes por segundo. (Bañón Blázquez & Bevía García)

De los límites anteriores mencionados, interesa especialmente la determinación de los umbrales de los estados líquido (límite líquido) y plástico (límite plástico), ya que estos presentan una alta deformabilidad del suelo y una drástica reducción de su capacidad portante. (Bañón Blázquez & Bevía García)

A la diferencia entre ambos límites se denomina índice de plasticidad (IP), y da una idea del grado de plasticidad que presenta el suelo; un suelo muy plástico tendrá un alto índice de plasticidad. (Bañón Blázquez & Bevía García)

$$IP = LL - LP$$

Gráfico N.º 11 Cuchara de Casa Grande



Fuente: Manual de carreteras II de Luis Bañón Blázquez

2.4.2.4.3 Compacidad del suelo

La compacidad de un suelo es una propiedad importante en carreteras, al estar directamente relacionada con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un firme, adquiere una importancia crucial en el caso de los terraplenes y todo tipo de relleno general, en los que el suelo debe quedar lo más consolidado posible para evitar asentamientos durante la posterior utilización de la vía. (Bañón Blázquez & Beví García)

Ensayo de Proctor

Este ensayo persigue la determinación de la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo. Su regulación se realiza mediante sus dos variantes, Normal y Modificado. (Bañón Blázquez & Beví García)

La diferencia entre las dos variantes (Proctor Normal y Proctor Modificado) radica únicamente en la energía de compactación empleada, del orden de 4,5 veces superior en el segundo caso que en el primero. Esta diferencia puede explicarse fácilmente, ya que el Proctor modificado no es más que la lógica evolución del Normal, causada por la necesidad de emplear maquinaria de compactación más pesada dado el aumento de la carga por eje experimentado por los vehículos. (Bañón Blázquez & Beví García)

Tabla N°. 13 Especificaciones de los ensayos de compactación de los suelos

ENSAYO: MODIFICADO AASHTO T -180 PISÓN: Martillo cilíndrico de 10 lb IMPACTO: Altura de caída 18 “				
MÉTODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz # 4	Tamiz # 4	Tamiz # ¾ “	Tamiz # ¾ “
Diámetro Molde	4 “	6 “	4 “	6 “
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pie ³	1/30 pie ³	1/30 pie ³	1/30 pie ³
Energía de compactación	26,250 lb pie/pie ³			

Fuente: Mecánica de Suelos de Ing. Francisco Mantilla Negrete

2.4.2.4.4 Capacidad portante

La capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que este es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos. (Bañón Blázquez & Beví García)

El indicador más empleado en carreteras para determinar la capacidad portante de un suelo es el CBR (California Bearing Ratio), llamado así porque se empleó por primera vez en el estado de California. Este índice está calibrado empíricamente, es decir se basa en determinaciones previamente realizadas en distintos tipos de suelo y que han sido convenientemente tabuladas y analizadas. (Bañón Blázquez & Beví García)

La determinación de este parámetro se realiza mediante el correspondiente ensayo normalizado (NLT – 111), y que consiste en un procedimiento conjunto de esponjamiento (hinchamiento) y penetración. (Bañón Blázquez & Beví García)

Esponjamiento.- Se determina sometiendo la muestra a un proceso de inmersión durante 4 días, aplicando una sobrecarga equivalente a la previsible en condiciones de uso de la carretera. Se efectúan dos lecturas (Una al inicio y otra al final) empleando un trípode debidamente calibrado. El esponjamiento adquiere una

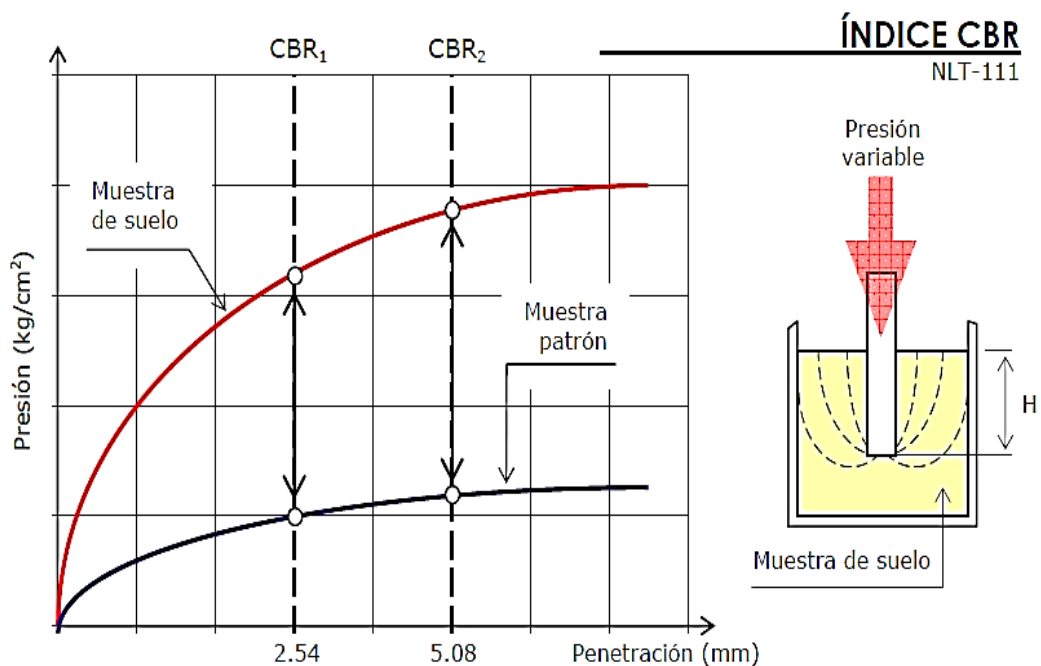
especial importancia en suelos arcillosos o con alto contenido de finos, ya que puede provocar asentamientos diferenciales. (Bañón Blázquez & Bevía García)

Ensayo de penetración.- Tiene por objetivo determinar la capacidad portante del suelo, presentando una estructura similar al SPT (Standard Penetration Test) empleado en geotecnia. Se basa en la aplicación de una presión creciente, efectuada mediante una prensa a la que va acoplado un pistón de sección anular sobre una muestra de suelo compactada con una humedad óptima del Proctor. (Bañón Blázquez & Bevía García)

El índice CBR se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón, expresada en porcentaje. (Bañón Blázquez & Bevía García)

$$\text{CBR} = \frac{\text{Presión en muestra a ensayar}}{\text{Presión en muestra patrón}} * 100$$

Gráfico N°. 12 Determinación del índice CBR



Fuente: Manual de carreteras II de Luis Bañón Blázquez

Tabla N°. 14 Clasificación de la subrasante en según el valor del CBR

CBR	Clasificación general
0 – 3	Muy pobre
3 – 7	Pobre a regular
7 – 20	Regular
20 – 50	Bueno
>50	Excelente

Fuente: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica7.htm>

Módulo de resiliencia “Mr”

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR, compresión simple, son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas laterales como el ensayo de módulo de resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

- $Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$ para $CBR < 10 \%$ (sugerida por la AASHTO)
- $Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0,65}$ para CBR de 7,2 % a 20 % (ecuación desarrollada en Sudáfrica)
- $Mr \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241$ (Utilizada para suelos granulares por la propia AASHTO).

2.4.2.5 Pavimentos

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratigráficas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las

cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (Montejo Fonseca, 2002, p.1)¹⁰

La subrasante de una vía, sobre la cual se asienta la estructura del pavimento necesita tener una gran resistencia al corte para evitar las posibles fallas. De esta forma el diseño de pavimentos se basa en ensayos de penetración, es decir mediante la determinación del valor soporte California o CBR.

Objetivos del pavimento

La estructura del pavimento, está destinada a cumplir los siguientes objetivos.

- a) Resistir y distribuir a las cargas inferiores los esfuerzos verticales, provenientes del tráfico.
- b) Mejorar las condiciones de rodadura, con el objeto de dar seguridad y confort.
- c) Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie.

Tipos de pavimentos

2.4.2.5.1 Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base, apoyándose este conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la sub-base, base y superficie de desgaste o carpeta son los componentes estructurales del pavimento flexible. (Montejo Fonseca, 2002, p.2)

No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de la obra.

¹⁰ Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/59256370/Ingenieria-de-Pavimentos-para-Carreteras-Tomo-I-Alfonso-Montejo-Fonseca>

Gráfico N°. 13 Estructura de un pavimento flexible



Fuente: <https://sites.google.com/site/ingenierociviltdf/adoquines-intertrabados-1>

Funcione de las capas de un pavimento flexible

- La sub-base granular

Función económica.- Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construidos con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad la cual es la más frecuentemente la más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y no obstante, resultar más económica. (Moreno Bayona, 2002, p.4)

Capa de transición.- La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen perjudicando su calidad. (Montejo Fonseca, 2002, p.4)

Disminución de las deformaciones.- Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorber con

la capa sub-base, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento. (Montejo Fonseca, 2002, p.4)

Resistencia.- La sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado a la subrasante. (Montejo Fonseca, 2002), p.4

Drenaje.- En muchos casos la sub-base debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar. (Montejo Fonseca, 2002, p.4)

- **La base granular**

Resistencia.- La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada. (Montejo Fonseca, 2002, p.4)

Función económica.- Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la sub-base respecto a la base. (Montejo Fonseca, 2002, p.4)

- **Carpeta**

Superficie de rodamiento.- La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. (Montejo Fonseca, 2002, p.4)

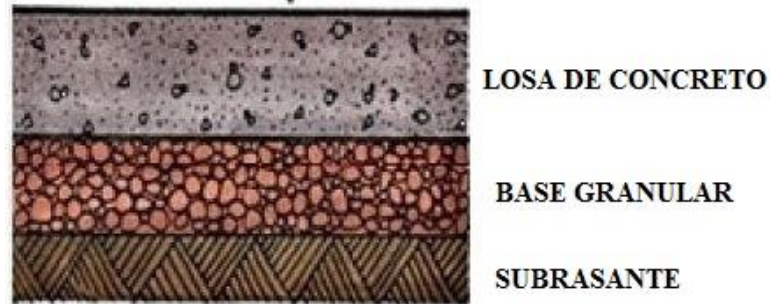
Impermeabilidad.- Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.

Resistencia.- Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

2.4.2.5.2 Pavimentos rígidos

Son aquellos que no se adaptan a las deformaciones del suelo y que además resisten las tensiones de tracción, dentro de este grupo se encuentran los pavimentos de hormigón de cemento portland. (Montejo Fonseca, 2002, p.5)

Gráfico N°. 14 Estructura de un pavimento rígido

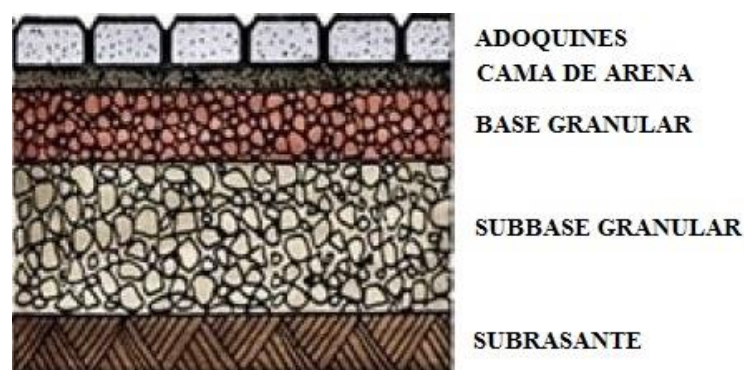


Fuente: <https://sites.google.com/site/ingenierociviltdf/adoquines-intertrabados-1>

2.4.2.5.3 Pavimentos articulados

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento. (Montejo Fonseca, 2002, p.7)

Gráfico N°. 15 Estructura de un pavimento articulado



Fuente: <https://sites.google.com/site/ingenierociviltdf/adoquines-intertrabados-1>

Especificaciones técnicas para sub-base, base y hormigón asfáltico

➤ Clases de sub-bases

Están compuestos de agregados gruesos o solo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o un suelo fino seleccionado.

- a) Sub-base clase 1.- Son construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduadas uniformemente de grueso a fino de acuerdo a los límites de graduación que se especifican en el respectivo cuadro de valores.
- b) Sub-base clase 2.- Son construidas con agregados obtenidos por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduadas uniformemente de grueso a fino dentro de los límites dados por las especificaciones.
- c) Sub-base clase 3.- Son construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas: deben cumplir con los requisitos de graduación que se especifican en la tabla N°. 15.

Tabla N°. 15 Límites granulométricos para 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 ½ (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

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002)

Tabla N°. 16 Especificaciones generales para sub-bases

Clases de Sub-bases	Límite líquido	Índice plástico	Desgaste a la abrasión	CBR
Clase 1	≤ 25	< 6	< 50 %	≥ 30 %
Clase 2				
Clase 3				

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002)

➤ **Clases de bases**

Están constituidos por el 100 % de agregados triturados, parcialmente o únicamente cribados, todos estabilizados con agregado fino proveniente de trituración con suelo fino seleccionado o con ambos a la vez.

De acuerdo a la clasificación dada en las especificaciones generales para caminos y puente MOP-2002 las bases de agregados se clasifican en las siguientes clases:

- a) Base clase 1.- Son bases constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100 % y mezclados necesariamente en sitio.
- b) Base clase 2.- Son bases constituidas con el 50 % o más, de agregados gruesos triturados, también deben ser mezclados necesariamente en una planta central.
- c) Base clase 3.- Son bases constituidas por lo menos con el 25 % de agregados gruesos triturados, mezclados preferentemente en una planta central.
- d) Base clase 4.- Son bases constituidas con bases obtenidas por tamizado de piedras o gravas.

Los agregados de los cuatro tipos de bases deben estar compuestos de fragmentos limpios, resistentes y durables y estarán exentos de material vegetal, granos de arcilla u otro material inconveniente.

Los agregados para las capas de base deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y tienen que cumplir las exigencias de granulometría que se presentan en la tabla N°. 17.

Tabla N°. 17 Límites granulométricos para bases

TAMIZ	BASE CLASE 1		BASE CLASE 2	BASE CLASE 3	BASE CLASE 4
	2 “ MAX	1 ½ “ MAX			
2 “	100				100
1 ½ “	70 – 100	100			
1 “	55 – 85	70 – 100	100		60 – 90
¾ “	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	
3/8 “	35 – 60	45 – 75	50 – 80		
Nº 4	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
Nº 10	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	
Nº 40	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	
Nº 200	2 – 12	2 – 12	3 – 15	3 – 15	0 – 15

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002)

Tabla N°. 18 Especificaciones generales para bases

Clases de Sub-bases	Límite líquido	Índice plástico	Desgaste a la abrasión	CBR
Clase 1	≤ 25	< 6	< 40 %	≥ 80 %
Clase 2				
Clase 3				
Clase 4				

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002)

➤ **Hormigón asfáltico**

Está constituido por cemento asfáltico y agregados, empleado en pavimentos, en las capas de rodadura o bases.

Los agregados estarán compuestos de partículas de piedra triturada, grava triturada o piedra natural, arena, etc., de tal manera que cumplan los requisitos de graduación que se establece en la tabla N°. 19.

Tabla N°. 19 Granulometría de los agregados para mezclas bituminosa.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾ “	½ “	3/8 “	N° 4
1 “(25,4 mm)	100	--	--	--
¾ “ (19,0 mm)	90 – 100	100	--	--
½ “(12,7 mm)	--	90 – 100	100	--
3/8 “(9,50 mm)	56 – 80		90 – 100	100
N° 4 (4,75 mm)	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
N° 8 (2,36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
N° 16 (1,18 mm)	--	--	--	40 – 80
N° 30 (0,60 mm)	--	--	--	25 – 65
N° 50 (0,30 mm)	5 – 19	5– 21	7 – 23	7 – 40
N° 100 (0,15 mm)	--	--	--	3 – 20
N° 200 (0,075 mm)	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 – 10

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002)

Además de la granulometría, los agregados deben cumplir los siguientes requisitos:

Resistencia al desgaste por abrasión	≤ 40 % (INEN 860)
Resistencia a la acción de los sulfatos	< 12 % (INEN 863)
Recubrimiento y	Adherencia 95 %
Peladura	Peladura 5 % (AASHTO T182)
Índice plástico (Pasa # 40)	< 4
Hinchamiento	1,50 %

El cemento asfáltico que se produce en el Ecuador es el tipo AP-3 el cual es un cemento asfáltico medio, cuyo grado de penetración es de ochenta a ciento veinte (80-120) decimas de milímetro.

Tabla N°. 20 Criterios de diseño para mezclas MARSHALL

CRITERIO DE MEZCLA	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado		Muy pesado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
NÚMERO DE GOLPES EN CADA CARA DE PROBETA	35		50		75		75	
ESTABILIDAD EN LIBRAS	750		1200		1800		2200	
FLUJO EN CENTÉSIMAS DE PULGADA	8	18	8	16	8	14	8	14
PORCENTAJE DE VACÍOS	3	5	3	5	3	5	3	5
PORCENTAJE DE VACÍOS RELLENOS DE ASFALTO	70	80	65	78	65	75	65	75
RELACIÓN FILLER/BETÚN					0,80	1,20	0,80	1,20

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002)

2.4.2.6 Drenaje

Se define sistemas de drenaje de una vía como el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera. (Bañón Blázquez & Beví García)

El sistema de drenaje vías es de vital importancia para el funcionamiento y operación de la carretera tiene cuatro funciones principales:

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- b) Controlar el nivel freático.
- c) Interceptar al agua que superficialmente o subterráneamente escurre hacia la carretera.
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y sub-drenes, mientras que la última función es realizada por drenes transversales como las alcantarillas y puentes. (MOP, 2003)

2.4.2.6.1 Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja el agua de escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella y la conduzcan hasta un punto de desagüe, restituyéndolas a su cauce natural. (Bañón Blázquez & Bevía García)

Para ello se emplean elementos como las cunetas, cauces, colectores, sumideros, arqueas y bajantes.

Cunetas

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud de corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera. (MOP, 2003)

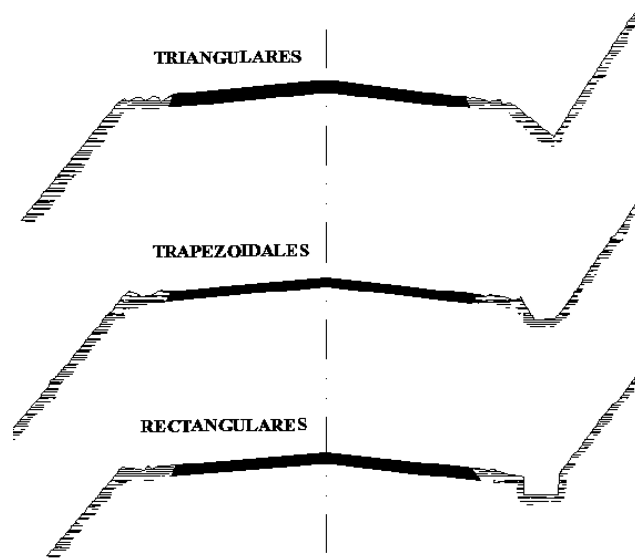
Localización, pendiente y velocidad

La cuneta se localiza entre el espaldón de la carretera y el pie de talud de corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0,50 % y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua, la misma que condicionara la necesidad de revestimiento. (MOP, 2003)

Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se puede utilizar secciones rectangulares o trapezoidales. La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido a la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella. Por esta misma razón, la sección trapecial también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido. (MOP, 2003)

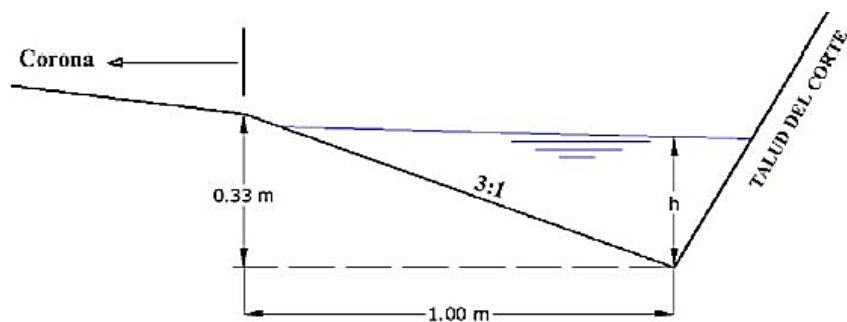
Gráfico N°. 16 Secciones típicas de cunetas



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado de corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo. (MOP, 2003)

Gráfico N°. 17 Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

2.4.2.6.2 Drenaje transversal

Permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura viaria, de forma que no se produzca destrozos en esa última. Comprenden pequeñas y grandes obras de paso, como puentes y viaductos. (Bañón Blázquez & Beví García)

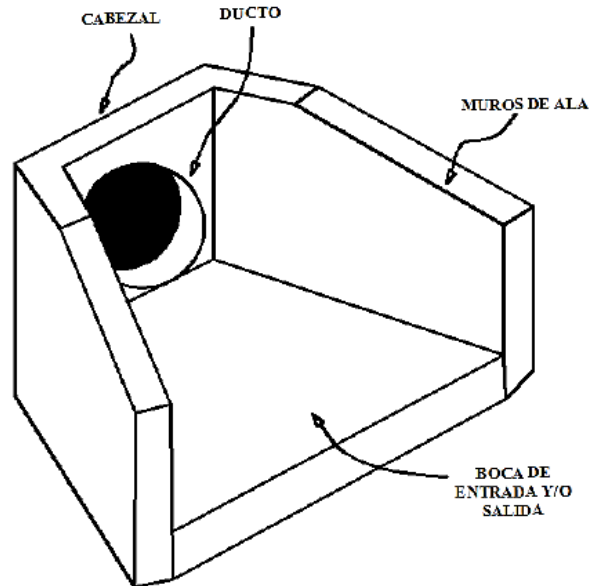
Alcantarillas

Las alcantarillas son conductos encerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversalmente y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. (MOP, 2003)

El diseño de alcantarillas debe realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser demandada y de la carretera a la que prestara servicio.

Los elementos consecutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar condiciones de escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura. (MOP, 2003)

Gráfico N°. 18 Elementos de una alcantarilla



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizara tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras. (MOP, 2003)

El análisis hidrológico.- Permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para periodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad e importancia del sistema. (MOP, 2003)

El diseño hidráulico.- Permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar esos caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas. (MOP, 2003)

Localización

La localización correcta es importante porque influirá en la dimensión de la sección, la conservación de la estructura y el posible colapso de la carretera. A pesar de que la instalación o construcción de cada alcantarilla constituye un problema distinto, los factores más importantes para la eficiencia y seguridad de las mismas son: la alineación y la pendiente. (MOP, 2003)

Las alcantarillas deben instalarse o construirse, en lo posible, siguiendo la alineación, pendiente y cotas de nivel del cauce de la corriente, facilitando de esta manera que el agua circule libremente sin interrupciones y reduciendo, al mínimo, los riesgos de erosión. (MOP, 2003)

La localización óptima de una alcantarilla consistirá en proporcionar a la corriente una entrada y una salida directas.

Pendiente

La pendiente ideal para una alcantarilla es aquella que no produzca sedimentación, ni velocidades excesivas y erosión, y que, a su vez, permita la menor longitud de la estructura. (MOP, 2003)

La capacidad de una alcantarilla con salida libre (no sugerida) no aumenta cuando la pendiente sea mayor que la “pendiente crítica”, puesto que la capacidad está determinada, en este caso, por el volumen de agua que pueda ingresar por la entrada. (MOP, 2003)

La capacidad de una alcantarilla, con pendientes muy reducidas, pero con salida sumergida, puede variar según la carga hidráulica; en este caso, la rugosidad interna de la alcantarilla es un factor que debe tenerse en cuenta. Para evitar la sedimentación, la pendiente mínima será 0,5 por ciento. (MOP, 2003)

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 Hipótesis de trabajo

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) mejoraran el desarrollo socio-económico de los habitantes

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I).

2.6.2 Variable dependiente

Desarrollo socio-económico de los habitantes.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDADES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación de campo

Se evaluó las condiciones en que la vía se encontraba. Se realizó el levantamiento topográfico, se tomaron muestras de suelo para conocer el tipo de suelo existente en el sector, se evaluó las condiciones de drenaje, se determinó el TPDA mediante conteos de tráfico en la vía en estudio con el fin de tener una apreciación realista y poder plantear posibles alternativas de solución

Investigación bibliográfica – documental

Comprende la recolección de la información tanto en libros y tesis que reposan en la biblioteca de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de Ambato, en este proyecto se diseñó la estructura del pavimento en base a las normas AASHTO, el diseño geométrico se sustenta con las normas del ministerio de transporte y obras públicas (MOP 2003).

Investigación experimental

Este tipo de investigación se realizaron los correspondientes ensayos de suelos para determina, contenidos de humedad, granulometría, límites de Atterberg, capacidad de soporte CBR.

3.2 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Nivel exploratorio.- Se logró conocer las condiciones de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo y generar una relación entre el diseño geométrico con el diseño del pavimento y el desarrollo socio-económico de los habitantes del sector.

Nivel descriptivo.- Se tomaron en cuenta aspectos tales como la topografía para realizar los correspondientes diseño horizontal y diseño vertical, así también el diseño del pavimento tomando en cuenta los problemas que ha generado la vía.

Asociación de variables.- Se determinara la variación que tendrá el desarrollo socio-económico de los habitantes, mediante el diseño geométrico y el diseño del pavimento, lo cual se verá reflejado en la disminución de tiempo de recorrido e incremento de comercialización de productos.

Nivel explicativo.- Se determinó los problemas y necesidades que tienen las comunidades de Cuatro esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de Mulalillo por falta de un diseño adecuado de la vía y cómo influye en el desarrollo socio-económico de los habitantes.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

La población la constituyen las personas que habitan en la parroquia Mulalillo, que según el censo de población y de vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) censo del año 2010, se ubica con una población de 6379 habitantes, de los cuales 2982 son hombres y 3397 son mujeres.

Tabla N°. 21 División territorial administrativa de la parroquia Mulalillo

COMUNIDADES	Personería Jurídica	Acuerdo Minist.	Otorgado por	Año de Jurisdicción	Nº Familias
Chirinche Alto	SI	1152	MAG	1973	50
Chirinche Bajo	SI	4872	MAG	1973	125
Cunchibamba Chico	SI	107223	MAG	1968	180
San Diego de Rodeo Pamba	SI	1777	MAG	1954	44
San Ignacio de Martínez	SI	5234	MAG	1966	45
Unión y Trabajo	SI	7700	MAG	1967	140
San Luis	SI	10723	MAG	1968	250
San Vicente de Chirinche Alto	SI	-	MBS	2005	40
Aso. San Juan	SI	012	MAG	1998	50
BARRIOS					
Hermanas Páez	NO	-	-	-	123
Santa Rosa	SI	-	CODENPE	2007	123
Sta. Rosa de Cajón Uco	SI	-	MBS	1992	72
Unalagua Quevedo	SI	-	MBS	2009	120
Chimbacalle	SI	661	MBS	2004	60
SECTORES					
Taxoloma	NO	-	-	-	68
Santa Inés	NO	-	-	-	58
Unalagua Salatiin	SI	661	MAG	1938	40
Chasqui Nagsiche	NO	-	-	-	40
San León	NO	-	-	-	58
Ovalo Nuevo	NO	-	-	-	28
San Pablo	NO	-	-	-	50
San Fernando	NO	-	-	-	60
Salatiin	NO	-	-	-	300
TOTAL DE FAMILIAS					2124

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Mulalillo

La parroquia de Mulalillo cuenta con un total de 2124 familias los cuales se tomara solo para las comunidades beneficiadas, obteniendo un total de 339 familias los cuales multiplicando por el número de miembros por familia (6379/2124=3 miembros por familia) y se obtiene la población.

3.3.2 Muestra

Es un subconjunto representativo de la población. Para obtener una mayor precisión en las estimaciones del tamaño de la muestra, se consideró la fórmula para universos finitos (menores de 100000 hab), con un nivel de confianza de $Z = 95\%$ (1.96), la fórmula a emplear es:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * E^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra = ?

N = Universo o Población = 1017 hab.

σ = Varianza = 0.50

Z = Nivel de Confianza = 1.96

E = Límite aceptable de error muestrable = 9%

Solución:

$$n = \frac{N * \sigma^2 * Z^2}{(N - 1) * E^2 + \sigma^2 * Z^2}$$

$$n = \frac{1017 * 0,5^2 * 1,96^2}{(1017 - 1) * 0,09^2 + 0,50^2 * 1,96^2}$$

$n = 106$ habitantes

Obteniendo como resultado 106 personas a encuestar.

3.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1 Variable independiente

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I).

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Diseño geométrico: Es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos automotores, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría	Alineamiento horizontal	<ul style="list-style-type: none"> Tangentes Curvas circulares Radios de curvatura Velocidad de diseño Distancias de visibilidad Peralte Clase de vía 	¿Cuál es el alineamiento horizontal que se adapta a las características topográficas?	<ul style="list-style-type: none"> Receptor Satelitario Estación total Normas MOP Civil 3D
	Alineamiento vertical	<ul style="list-style-type: none"> Curvas verticales Gradientes mínimas 	¿Cuál es el alineamiento vertical que se adapta a las características topográficas?	<ul style="list-style-type: none"> Receptor Satelitario Estación total Normas MOP Civil 3D
	Sección transversal	<ul style="list-style-type: none"> Calzada Bombeo Cuneta 	¿Cuál es la sección transversal que se adapta a las características topográficas?	<ul style="list-style-type: none"> Normas MOP Civil 3D
Diseño del pavimento: Un pavimento está constituido por un conjunto de capas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen con materiales apropiados.	<ul style="list-style-type: none"> Subrasante Sub-base Base Carpeta asfáltica 	<ul style="list-style-type: none"> Tráfico Muestras de suelos 	¿Cuáles son los espesores de las capas del pavimento?	<ul style="list-style-type: none"> Ensayo de suelos Normas MOP Ecuación AASHTO
	Drenaje	<ul style="list-style-type: none"> Drenaje longitudinal Drenaje transversal 	¿Cuál es el diseño de cunetas y alcantarillas?	Normas MOP

3.4.2 Variable dependiente

Desarrollo socio-económico de los habitantes.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
El desarrollo económico se involucra en el bienestar de los habitantes de acuerdo a la percepción de cada individuo y cada grupo.	Económicas	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de transporte • Tiempos de recorrido • Producción 	¿Cómo influye en la economía el diseño de la vía?	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Encuestas • Entrevistas
	Sociales	<ul style="list-style-type: none"> • Salud • Educación • Ambiente 	¿Cómo mejorar el aspecto social de los habitantes?	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Encuestas • Entrevistas

3.5 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Detalle	Explicación
¿Para qué?	Lograr los objetivos de estudio tales como: Determinar las condiciones actuales de la vía en estudio mediante el levantamiento de información de los habitantes Obtener un diseño geométrico adecuado Ayudar a mejorar el desarrollo socio-económico de los habitantes
¿A quién?	Los habitantes de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi.
¿Quién?	Investigador Luis Ricardo Mopocita Cunalata
¿Cuándo?	Entre los meses de Enero a Junio de 2015
¿Dónde?	Parroquia: Mulalillo Cantón: Salcedo Provincia: Cotopaxi
¿Con qué?	Encuestas Visitas Previas a la zona en estudio

3.6 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se realiza una revisión de la información recogida de las variables, es decir la información incompleta es desechada, las respuestas a cada pregunta de la encuesta son tabuladas y representadas gráficamente de forma clara y precisa para su posterior análisis e interpretación.

De similar forma, el conteo vehicular fue tabulado y presentado en formatos de fácil comprensión, para los resultados de los ensayos de suelos se utilizaron formatos establecidos.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1 Análisis de resultados de la encuesta

La encuesta se realizó a una muestra de 106 habitantes de las comunidades; Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, con la finalidad de conocer la situación actual y el nivel de aceptación del proyecto, la encuesta consta de 8 preguntas que a continuación se muestran los resultados de cada una de ellas.

Pregunta N° 1

¿Cree usted que es necesario el mejoramiento de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego?

Tabla N°. 22 Respuestas de encuestas pregunta N°. 1

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Si	106	100,0%
No	0	0,0%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 19 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 1



Fuente: El Autor

Análisis.

De 106 habitantes encuestados el 100 % manifiesta que es necesario mejorar la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo.

Interpretación.

La presente pregunta se la realizo con el objetivo de conocer la opinión de los habitantes de las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo para verificar si es necesidad o no el mejoramiento de sus vía de acceso.

Pregunta N° 2

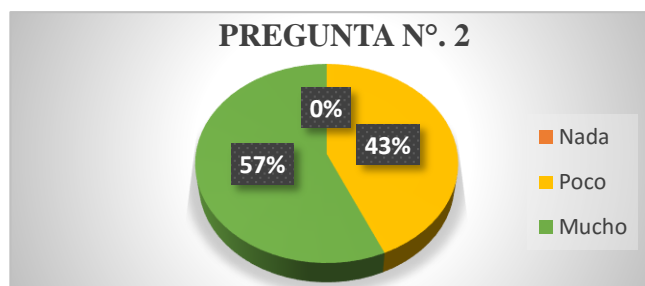
¿Cree usted que una vez ejecutado el proyecto aumentara la producción agrícola y ganadera?

Tabla N°. 23 Respuestas de encuestas pregunta N°. 2

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Nada	0	0%
Poco	46	43%
Mucho	60	57%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 20 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 2



Fuente: El Autor

Análisis

El 57 % de habitantes encuestados manifiestan que una vez ejecutado el proyecto vial aumentara significativamente la producción agrícola y ganadera, mientras que el 43 % opina que el proyecto vial afecta en poca intensidad la producción.

Interpretación.

Esta pregunta se hizo necesaria para saber la opinión de los moradores, sobre el estado actual de la vía incide directamente en la producción agrícola y ganadera del sector puesto que al tener una vía en mal estado limita la salida de sus productos a los puntos de expendio ya que sus productos sufren un maltrato debido a la movilización por vías en mal estado, haciendo que estos productos disminuyan su costo o más aun siendo una pérdida total.

Pregunta N° 3

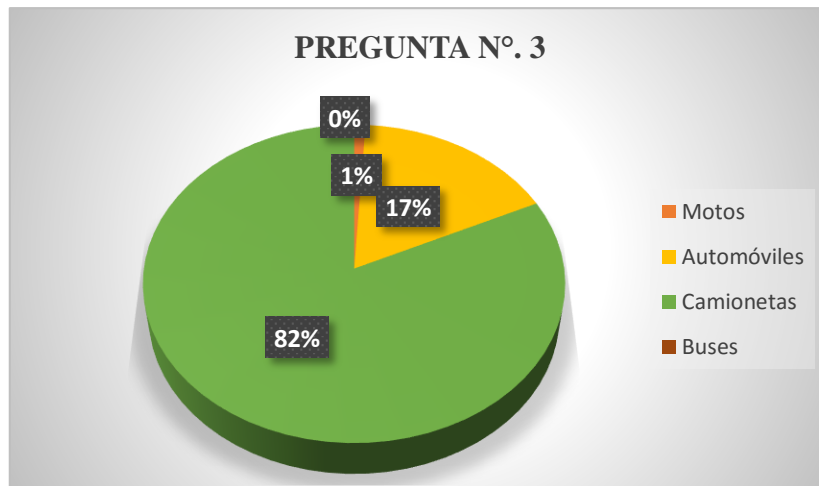
¿En que se movilizan Diariamente?

Tabla N°. 24 Respuestas de encuestas pregunta N°. 3

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Motos	1	1,00%
Automóviles	18	17,00%
Camionetas	87	82,00%
Buses	0	0,00%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 21 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 3



Fuente: El Autor

Análisis

El 82 % de habitantes encuestados manifiestan que diariamente se movilizan en camionetas, el 17 % se movilizan en automóviles y el 1 % se movilizan en motos.

Interpretación

Se hizo necesaria esta pregunta para conocer el medio de movilización de los habitantes de las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, ya que por una vía en mal estado existe mayor probabilidad de presentarse accidentes de tránsito, en donde la población manifiesta que se movilizan en camionetas, esto se da por la falta de líneas de recorrido de buses, haciendo insegura la vida de sus ocupantes ya que viajan en los baldes de las camionetas, poniendo en alto riesgo sus vidas lo que no pasaría con una vías en buen estado y más aún asfaltada y con su señalética respectiva.

Pregunta N° 4

¿Cree usted que el mal estado de la vía deteriora considerablemente a los vehículos?

Tabla N°. 25 Respuestas de encuestas pregunta N°. 4

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Nada	1	1,00%
Poco	21	20,00%
Mucho	84	79,00%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 22 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 4



Fuente: El Autor

Análisis.

El 79 % de habitantes encuestados manifiestan que los vehículos se deterioran considerablemente por el mal estado de la vía, mientras que el 20 % manifiesta que se deterioran poco y finalmente el 1 % manifiesta que no se deterioran.

Interpretación.

La presente pregunta tiene como objetivo conocer las respuestas de los usuarios de la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, sobre el estado actual de la vía y su incidencia en el deterioro de los vehículos que circulan por la misma, en donde se constata que es necesario el mejoramiento, haciendo necesario mejorar la vía, ya que al no mejorarla también incidirá a largo plazo en la disminución del desarrollo económico del sector.

Una vía en mal estado ocasiona daños en los vehículos (todas sus partes) haciendo necesario el reemplazo temprano de las mismas, produciendo una inversión económica que viene siendo una pérdida, lo contrario sucedería con el estado óptimo de la vía, el vehículo se deteriorara menos haciendo que no se generen gastos adicionales a los previstos.

Pregunta N° 5

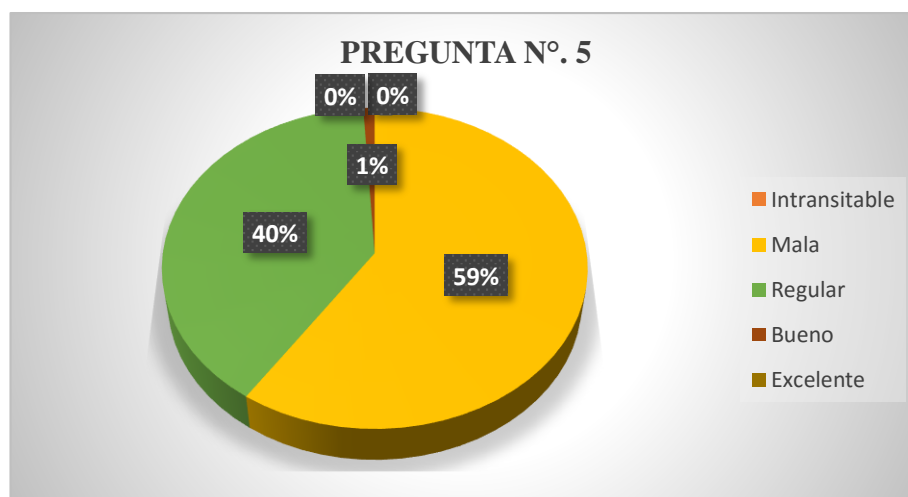
¿Cómo usted considera el estado de la vía de su sector?

Tabla N°. 26 Respuestas de encuestas pregunta N°. 5

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Intransitable	0	0,00%
Mala	63	59,00%
Regular	42	40,00%
Bueno	1	1,00%
Excelente	0	0,00%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 23 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 5



Fuente: El Autor

Análisis.

La mayoría de habitantes encuestados que corresponden al 59 %, manifiestan que la vía se encuentra en mal estado, por otra parte el 40 %, manifiesta que el estado de la vía es regular, mientras que el 1 %, manifiesta que la vía se encuentra en buen estado.

Interpretación.

Se realizó con el objetivo de conocer, la consideración de los moradores respecto al estado actual de la vía y determinar si es preciso o no mejorar la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, los habitantes demuestran que es necesario mejorar la vía, para impulsar tanto su desarrollo social como económico del sector.

Pregunta N° 6

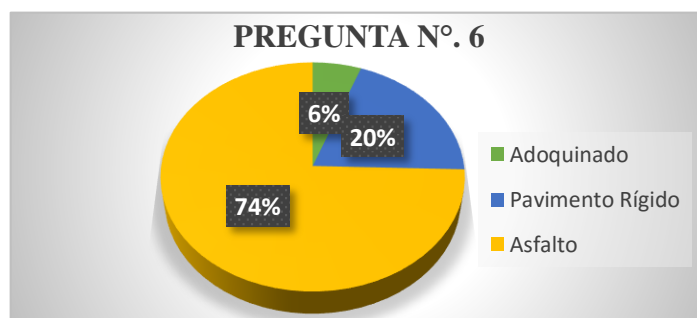
¿Qué tipo de pavimento le gustaría que tengan la vía?

Tabla N°. 27 Respuestas de encuestas pregunta N°. 6

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Adoquinado	6	6,00%
Pavimento Rígido	21	20,00%
Asfalto	79	74,00%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 24 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 6



Fuente: El Autor

Análisis.

La mayoría de habitantes encuestados que corresponden al 74 %, manifiestan que la vía requiere pavimento flexible, mientras que el 20 % manifiesta que les gustaría beneficiarse de pavimento rígido y finalmente el 6 % se sienten conformes con una vía adoquinada.

Interpretación.

Se realizó con la intención de conocer el tipo de capa de rodadura que los moradores les gustaría que tenga la vía, tomando en cuenta el tipo de terreno, las condiciones climáticas que tenemos en el sector para definir cuál sería la mejor opción para la capa de rodadura, puesto que una vía tiene que cumplir con ciertas características como: ser segura, económica, cómoda, compatible con el medio ambiente y sobre todo perdurable.

Pregunta N° 7

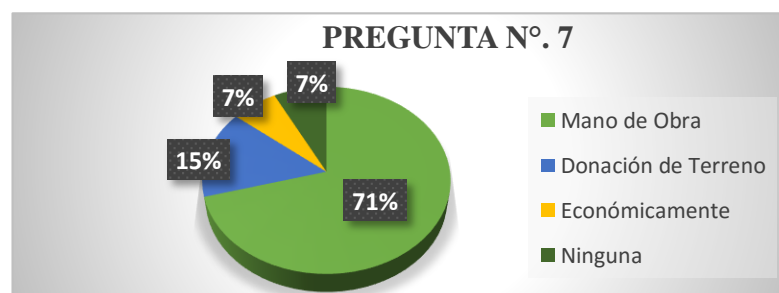
¿De qué manera usted aportaría si se realizara este proyecto?

Tabla N°. 28 Respuestas de encuestas pregunta N°. 7

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Mano de Obra	75	71,00%
Donación de Terreno	16	15,00%
Económicamente	7	7,00%
Ninguna	8	7,00%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 25 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 7



Fuente: El Autor

Análisis.

El 71 % de habitantes encuestados manifiestan que aportarían con mano de obra, el 15 % manifiesta que puede donar de terreno, el 7 % manifiesta que aportaría económicamente y el restante que corresponde al 7 % manifiesta que no aportaría con nada.

Interpretación.

Esta pregunta se la realizo con el objetivo de conocer que se puede aportar al momento de la ejecución del proyecto por parte de la comunidad, puesto que se puede evitar contratiempos en la parte social, ya que en muchos proyectos se tiene este inconveniente, entonces con estas respuestas obtenemos una visión clara con lo que se puede contar cuando el proyecto se lleve a cabo.

Pregunta N° 8

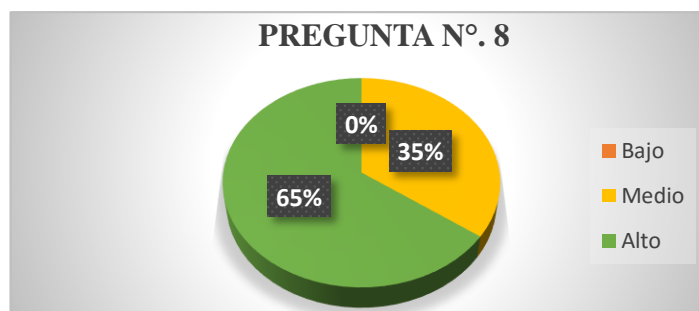
¿En qué nivel cree usted que mejorara el transporte de mercadería para su comercialización?

Tabla N°. 29 Respuestas de encuestas pregunta N°. 8

Respuestas	N° Personas	Porcentaje
Bajo	0	0,00%
Medio	37	35,00%
Alto	69	65,00%
Total	106	100,00%

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 26 Porcentaje de respuestas de pregunta N°. 8



Fuente: El Autor

Análisis.

De los habitantes encuestados el 65 % respondieron que una vía en mejor estado permitirá un alto nivel de transporte seguro de mercadería, mientras que el 35 % de encuestados manifiesta que mejorara medianamente el transporte de mercadería a los mercados.

Interpretación.

Esta pregunta se la realizó con el propósito de conocer que una vez mejorada la vía el transporte de mercadería se realizara de manera segura, eficiente considerando esto un nivel alto ya que no tendría caso mejor una vía si no existe beneficio alguno.

Una vía en buen estado mejorara el transporte de mercadería, dando facilidades de acceso al transporte de sus productos sin contratiempos.

4.1.2 Análisis de resultados del inventario vial



El inventario se realizó con el objetivo de conocer el estado actual de la vía, el tipo de capa de rodadura, la existencia o no de cunetas, canales de regadío, etc.

Como se puede observar en el Anexo A, cortos tramos de la vía (0+000 al 0+100 y 2+500 al 2+800) la subrasante se encuentra a nivel del suelo natural y otra parte se encuentra empedrada, también se puede apreciar el ancho de la misma que varía de 5,00 m a 4,00 m, además se observa la existencia de canales, pases de agua y quebradas.

4.1.3 Análisis de resultados del tráfico

El conteo manual de vehículos que circulan en ambas direcciones en la vía en estudio se realizó durante 7 días consecutivos, los cuales no estuvieron afectados por ningún tipo de eventos especiales, como especifica las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003, el conteo fue llevado a cabo desde el 06 al 12 de Abril de 2015 por un periodo de 12 horas consecutivas (6:00 – 18:00).

Tabla N°. 30 Conteo vehicular del día jueves

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO ESQUINAS - SAN DIEGO						
		UBICACIÓN: CUATRO ESQUINAS FECHA: 09-04-15						
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
DESDE	HASTA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
				C-2P	C-2G	C3		
6:00	6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15	6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30	6:45	2	0	0	0	0	2	
6:45	7:00	2	0	1	0	0	3	7
7:00	7:15	2	0	0	0	0	2	8
7:15	7:30	1	0	0	1	0	2	9
7:30	7:45	2	0	0	0	0	2	9
7:45	8:00	1	0	0	0	0	1	7
8:00	8:15	2	0	0	0	0	2	7
8:15	8:30	1	0	0	0	0	1	6
8:30	8:45	2	0	0	0	0	2	6
8:45	9:00	2	0	0	0	0	2	7
9:00	9:15	2	0	1	0	0	3	8
9:15	9:30	1	0	0	0	0	1	8
9:30	9:45	2	0	1	0	0	3	9
9:45	10:00	1	0	0	0	0	1	8
10:00	10:15	2	0	0	0	0	2	7
10:15	10:30	1	0	0	0	0	1	7
10:30	10:45	3	0	0	0	0	3	7
10:45	11:00	1	0	0	0	0	1	7
11:00	11:15	1	0	0	0	0	1	6
11:15	11:30	3	0	1	0	0	4	9
11:30	11:45	4	0	0	0	0	4	10
11:45	12:00	2	0	1	1	0	4	13
12:00	12:15	2	0	0	0	0	2	14
12:15	12:30	2	0	0	0	0	2	12
12:30	12:45	1	0	1	0	0	2	10
12:45	13:00	2	0	0	0	0	2	8
13:00	13:15	2	0	0	0	0	2	8
13:15	13:30	1	0	0	0	0	1	7
13:30	13:45	2	0	0	0	0	2	7
13:45	14:00	1	0	0	0	0	1	6
14:00	14:15	1	0	0	0	0	1	5
14:15	14:30	2	0	0	0	0	2	6
14:30	14:45	2	0	0	0	0	2	6
14:45	15:00	3	0	0	0	0	3	8
15:00	15:15	1	0	1	0	0	2	9
15:15	15:30	1	0	0	0	0	1	8
15:30	15:45	2	0	0	0	0	2	8
15:45	16:00	1	0	0	0	0	1	6
16:00	16:15	2	0	0	0	0	2	6
16:15	16:30	0	0	0	0	0	0	5
16:30	16:45	1	0	0	0	0	1	4
16:45	17:00	2	0	0	0	0	2	5
17:00	17:15	1	0	0	0	0	1	4
17:15	17:30	2	0	1	0	0	3	7
17:30	17:45	1	0	0	0	0	1	7
17:45	18:00	2	0	0	0	0	2	7

Fuente: El Autor

De los días que se realizó el conteo vehicular, el día jueves fue donde existió mayor tráfico por la vía, debido a que los moradores del sector se movilizan con sus productos a la feria que se lleva a cabo en la Ciudad de Salcedo. Además se pudo apreciar la circulación de un gran número de vehículos livianos, especialmente camionetas y un número pequeño de vehículos pesados los cuales que serán considerados para el diseño.

El conteo vehicular se realizó en intervalos de 15 minutos para determinar la hora pico. En la tabla N° 31, se puede observar que la hora pico se encuentra de 11:00 a 12:00.

Tabla N°. 31 Volumen de tránsito en hora pico

09-04-15	TIPOS DE VEHÍCULOS				TOTAL
HORA PICO	LIVIANOS	C-2P	C-2G	C3	
11:15:00 A 12:15:00	3	1	0	0	4
	4	0	0	0	4
	2	1	1	0	4
	2	0	0	0	2
TOTAL	11	2	1	0	14
PORCENTAJE	78,60%	14,30%	7,10%	0,00%	100%

Fuente: El Autor

4.1.3.1 Tráfico

4.1.3.1.1 Factor hora pico

El factor hora pico o FHP, se expresa como la relación entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de dicha hora pico, el cual será siempre menor que la unidad. (SIECA, 2004)

$$FHP = \frac{VOLUMEN HORA PICO}{4(VOLUMEN MAYOR EN EL CUARTO DE HORA)}$$

$$FHP = \frac{14}{4(4)}$$

$$\mathbf{FHP = 0,88 \rightarrow 1,00}$$

Se asume el valor de 1 para obtener un tráfico uniforme en periodos de gran demanda.

4.1.3.1.2 Tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si esta estuviera al servicio de los usuarios. (SIECA, 2004)

El tráfico actual se lo determinara con el método de la 30^{va} hora, tomando en cuenta que la vía es rural, se trabajara con el 15 % del volumen de tránsito de la hora pico como se describe en el capítulo III.

➤ TPDA Vehículos Livianos

$$\mathbf{T. P. D. A_{LIVIANOS} = \frac{\# \mathbf{VEHÍCULOS}_{LIVIANOS}}{\% \mathbf{T. P. D. A RURAL}} * \mathbf{FHP}$$

$$T. P. D. A_{LIVIANOS} = \frac{11}{15 \%} * 1$$

$$T. P. D. A_{LIVIANOS} = 73 \text{ Vehículos}$$

➤ TPDA Vehículos Pesados

$$\mathbf{T. P. D. A_{C-2P} = \frac{\# \mathbf{VEHÍCULOS}_{C-2P}}{\% \mathbf{T. P. D. A RURAL}} * \mathbf{FHP}$$

$$T. P. D. A_{C-2P} = \frac{2}{15 \%} * 1$$

$$T. P. D. A_{C-2P} = 13 \text{ Vehículos}$$

$$\mathbf{T. P. D. A_{C-2G} = \frac{\# \mathbf{VEHÍCULOS}_{C-2G}}{\% \mathbf{T. P. D. A RURAL}} * \mathbf{FHP}$$

$$T. P. D. A_{C-2G} = \frac{1}{15 \%} * 1$$

$$T. P. D. A_{C-2G} = 7 \text{ Vehículos}$$

$$T. P. D. A_{PESADOS} = T. P. D. A_{C-2P} + T. P. D. A_{C-2G}$$

$$T. P. D. A_{PESADOS} = 13 + 7$$

$$T. P. D. A_{PESADOS} = 20 \text{ Vehículos}$$

$$T. P. D. A_{ACTUAL} = T. P. D. A_{LIVIANOS} + T. P. D. A_{PESADOS}$$

$$T. P. D. A_{ACTUAL} = 73 + 20$$

$$T. P. D. A_{ACTUAL} = 93 \text{ Vehículos}$$

Tabla N°. 32 TPDA Actual

	TIPOS DE VEHÍCULOS				TOTAL
	LIVIANOS	C-2P	C-2G	C3	
TOTAL	11	13	7	0	--
FHP	1	1	1	1	--
% TPDA	15	15	15	15	--
TRÁFICO ACTUAL	73	13	7	0	93

Fuente: El Autor

a) Tráfico generado (TG)

Es el tránsito que se genera por el proyecto mismo, debido a mejores condiciones de oferta, generalmente se refiere al tránsito nuevo por defecto del desarrollo del área de influencia. (SIECA, 2004)

Se determina con la proyección para el primer año; Para el índice de crecimiento del tráfico para vehículos livianos como para vehículos pesados se utilizara los valores descritos en la tabla N°. 11, correspondiente al capítulo II.

$$TG = 20 \% * TPDA_{1 \text{ AÑO}}$$

$$TPDA_{1 \text{ AÑO}} = TPDA(1 + i)^n$$

Donde:

TPDA = Tráfico actual.

i = índice de crecimiento del tráfico

n = número de años proyectados

➤ **Vehículos Livianos**

$$\mathbf{TPDA_{1AÑO} = TPDA_{LIVIANOS}(1 + i)^n}$$

$$TPDA_{1AÑO} = 73(1 + 0,0397)^1$$

$$\mathbf{TPDA_{1AÑO} = 76 \text{ vehículos}}$$

$$\mathbf{TG_{LIVIANOS} = 20 \% * TPDA_{1AÑO}}$$

$$TG_{LIVIANOS} = 20 \% * 76$$

$$TG_{LIVIANOS} = 15 \text{ Vehículos}$$

➤ **Vehículos Pesados**

$$\mathbf{TPDA_{1AÑO C-2P} = 13(1 + 0,0194)^1}$$

$$TPDA_{1AÑO C-2P} = 13 \text{ vehículo}$$

$$TG_{C-2P} = 20 \% * 13$$

$$TG_{C-2P} = 3 \text{ Vehículos}$$

$$\mathbf{TPDA_{1AÑO C-2G} = 7(1 + 0,0194)^1}$$

$$TPDA_{1AÑO C-2G} = 7 \text{ vehículo}$$

$$TG_{C-2P} = 20 \% * 7$$

$$TG_{C-2P} = 1 \text{ Vehículo}$$

b) Tráfico atraído (TA)

Es aquel tránsito existente en otras vías de transporte que debido a la disminución de costos de operación en la nueva carretera, se transfiere a esta. (SIECA, 2004)

$$\mathbf{TA = 10 \% TPDA_{ACTUAL}}$$

➤ **Vehículos Livianos**

$$\mathbf{TA = 10 \% TPDA_{ACTUAL}}$$

$$TA_{LIVIANOS} = 10 \% * 73$$

$$TA_{LIVIANOS} = 7 \text{ vehículos}$$

➤ **Vehículos Pesados**

$$TA_{C-2P} = 10 \% * 13$$

$$TA_{C-2P} = 1 \text{ vehículo}$$

$$TA_{C-2G} = 10 \% * 7$$

$$TA_{C-2G} = 1 \text{ vehículo}$$

c) Tráfico desarrollado (TD)

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. (MOP, 2003)

$$\mathbf{TD = 5 \% TPDA_{ACTUAL}}$$

➤ **Vehículos Livianos**

$$TD_{LIVIANOS} = 5 \% * 73$$

$$TD_{LIVIANOS} = 4 \text{ vehículos}$$

➤ **Vehículos Pesados**

$$TD_{C-2P} = 5 \% * 13$$

$$TD_{C-2P} = 1 \text{ vehículo}$$

$$TD_{C-2G} = 5 \% * 7 \text{ vehículos}$$

$$TD_{C-2G} = 0 \text{ vehículos}$$

Tabla N°. 33 Tráfico Actual

TIPO DE VEHÍCULO	T.P.D.A (ACTUAL)	T.P.D.A (1 AÑO)	GENERADO 20 %	ATRAIDO 10 %	DESARROLLADO 5 %	TOTAL
LIVIANOS	73	76	15	7	4	99
C-2P	13	13	3	1	1	18
C-2G	7	7	1	1	0	9
TOTAL	93	96	19	9	5	126

Fuente: El Autor

4.1.3.1.3 Tráfico futuro

Corresponde al total de vehículos que circulan durante la vida útil del proyecto, incluye el tránsito atraído y el tránsito generado. (SIECA, 2004)

$$TF = T. ACTUAL(1 + i)^n$$

Donde:

TF = Tráfico futuro

i = índice de crecimiento

n = Periodo de diseño (20 años)

Para el índice de crecimiento del tráfico para vehículos livianos como para vehículos pesados se utilizara los valores descritos en la tabla N°. 11, correspondiente al capítulo II.

Proyección para n = 10 años (2025)

➤ **Vehículos livianos**

$$TP_{LIVIANOS} = T. ACTUAL_{LIVIANOS}(1 + i)^n$$

i = 3,57 % (ver tabla N°. 11)

$$TF_{LIVIANOS} = 99(1 + 0,0357)^{10}$$

$$TF_{LIVIANOS} = 141 \text{ Vehículos}$$

➤ **Vehículos pesados**

$$TF_{C-2P} = T. ACTUAL_{C-2P}(1 + i)^n$$

i = 1,74 % (ver tabla N°. 11)

$$TF_{C-2P} = 18(1 + 0,0174)^{10}$$

$$TF_{C-2P} = 21 \text{ Vehículos}$$

$$TF_{C-2G} = T. ACTUAL_{C-2G}(1 + i)^n$$

$$TF_{C-2G} = 9(1 + 0,0174)^{10}$$

$$TF_{C-2G} = 11 \text{ Vehículos}$$

$$TF_{TOTAL n=10 \text{ años}} = TF_{LIVIANOS} + TF_{C-2P} + TF_{C-2G}$$

$$TF_{TOTAL n=10 \text{ años}} = 141 + 21 + 11$$

$$TF_{TOTAL n=10 \text{ años}} = \mathbf{173 \text{ Vehículos}}$$

Proyección para n = 20 años (2035)

➤ **Vehículos livianos**

$$TF_{LIVIANOS} = T. ACTUAL_{LIVIANOS}(1 + i)^n$$

i = 3,25 % (ver tabla N°. 11)

$$TF_{LIVIANOS} = 99(1 + 0,0325)^{20}$$

$$TF_{LIVIANOS} = 188 \text{ Vehículos}$$

➤ **Vehículos pesados**

$$TF_{C-2P} = T. ACTUAL_{C-2P}(1 + i)^n$$

i = 1,62 % (ver tabla N°. 11)

$$TF_{C-2P} = 18(1 + 0,0162)^{20}$$

$$TF_{C-2P} = 25 \text{ Vehículos}$$

$$TF_{C-2G} = T. ACTUAL_{C-2G}(1 + i)^n$$

$$TF_{C-2G} = 9(1 + 0,0162)^{20}$$

$$TF_{C-2G} = 12 \text{ Vehículos}$$

$$TF_{TOTAL\ n=20\ años} = TF_{LIVIANOS} + TF_{C-2P} + TF_{C-2G}$$

$$TF_{TOTAL\ n=20\ años} = 188 + 25 + 12$$

$$TF_{TOTAL\ n=20\ años} = \mathbf{225 \text{ Vehículos}}$$

Tabla N°. 34 Tráfico futuro proyectado a 20 años

AÑO	% DE CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			TPDA TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS		
					C-2P	C-2G	
2015	3,97%	1,97%	1,94%	99	18	9	126
2016	3,97%	1,97%	1,94%	103	18	9	131
2017	3,97%	1,97%	1,94%	107	19	9	135
2018	3,97%	1,97%	1,94%	111	19	10	140
2019	3,97%	1,97%	1,94%	116	19	10	145
2020	3,97%	1,97%	1,94%	120	20	10	150
2021	3,57%	1,78%	1,74%	122	20	10	152
2022	3,57%	1,78%	1,74%	127	20	10	157
2023	3,57%	1,78%	1,74%	131	21	10	162
2024	3,57%	1,78%	1,74%	136	21	11	168
2025	3,57%	1,78%	1,74%	141	21	11	173
2026	3,25%	1,62%	1,58%	141	21	11	173
2027	3,25%	1,62%	1,58%	145	22	11	178
2028	3,25%	1,62%	1,58%	150	22	11	183
2029	3,25%	1,62%	1,58%	155	22	11	188
2030	3,25%	1,62%	1,58%	160	23	11	194
2031	3,25%	1,62%	1,58%	165	23	12	200
2032	3,25%	1,62%	1,58%	171	23	12	206
2033	3,25%	1,62%	1,58%	176	24	12	212
2034	3,25%	1,62%	1,58%	182	24	12	218
2035	3,25%	1,62%	1,58%	188	25	12	225

Fuente: El Autor

4.1.3.1.4 Clasificación de la vía

La vía se clasifica de acuerdo al tráfico futuro proyectado para 20 años, en la tabla N°. 1, descrita en el capítulo II. La vía es de IV orden debido que el TPDA proyectado (225 vehículos), esta entre el rango de 100 a 300 vehículos correspondientes al IV orden.

4.1.4 Análisis de estudio de suelos

La realización de los estudios de suelos es fundamental para el proyecto, por tal razón se realizó una recolección de muestras a cada kilómetro por medio de pozos a cielo abierto.

Tabla N°. 35 Ubicación de pozos a cielo abierto

ABSCISA	POZO N°
1+000	P 1
2+000	P 2
3+000	P 3
4+000	P 4

Fuente: El Autor

4.1.4.1 Contenido de humedad

Tabla N°. 36 Contenido de humedad natural

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURA				
ENSAYO	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	1+000	2+000	3+000	4+000
W %	16,07	13,57	3,93	9,32

Fuente: El Autor

El contenido de humedad en el suelo de la vía varía de 3,93 % al 16,07 %.

4.1.4.2 Granulometría

Tabla N°. 37 Granulometría

GRANULOMETRÍA				
CLASIFICACIÓN SUCS				
ENSAYO	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	1+000	2+000	3+000	4+000
CLASIFICACION	ML-CL Limo arcilloso baja plasticidad	ML-CL Limo Arcilloso baja plasticidad	SM Arena limosa	SM Arena Limosa

Fuente: El Autor

4.1.4.3 Límites de Atterberg

Tabla N°. 38 Límites de Atterberg

LÍMITES DE ATTERBERG				
ENSAYO	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	1+000	2+000	3+000	4+000
LL %	30,70	31,80	20,00	35,30
LP %	25,14	25,41	-	28,31
IP %	5,56	6,39	np	6,99

Fuente: El Autor

4.1.4.4 Compactación de laboratorio

Tabla N°. 39 Proctor

ENSAYO	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	1+000	2+000	3+000	4+000
γ SECA MAX (gr/cm ³)	1,56	1,46	1,58	1,45
W opt (%)	20,80	20,30	17,00	23,20

Fuente: El Autor

El resultado que se obtiene al realizar la compactación del suelo de acuerdo al Proctor modificado son la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad.

4.1.4.5 CBR Puntual

Tabla N°. 40 CBR Puntual

CBR PUNTUAL				
ENSAYO	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	1+000	2+000	3+000	4+000
CBR %	11,10	13,20	19,10	17,25

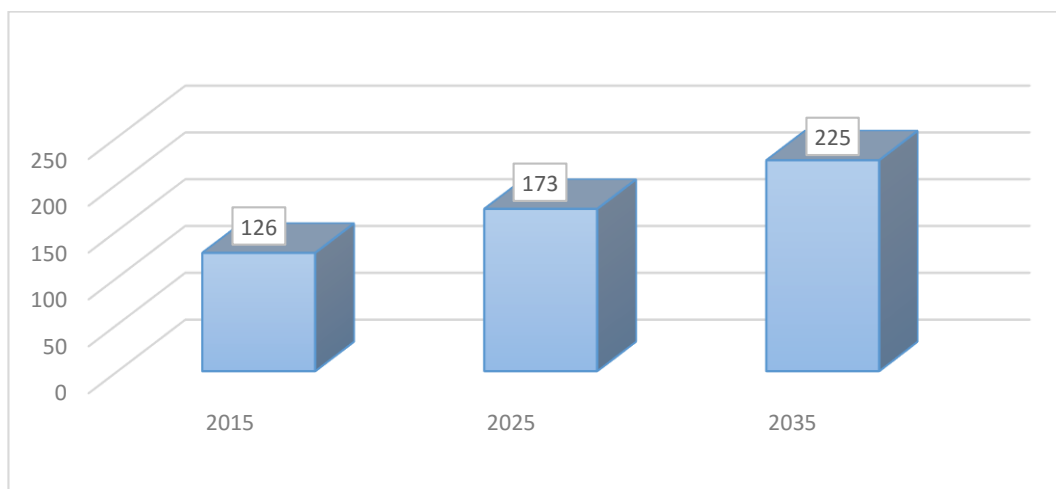
Fuente: El Autor

Una vez finalizado los ensayos se determinó los CBR puntuales que varían de 11,10 a 19,10 %.

4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1 Interpretación de datos del tráfico

Gráfico N°. 27 Tráfico futuro



Fuente: El Autor

Interpretación

Una vez realizado la proyección del tráfico para 10 y 20 años se puede observar en el gráfico N° 27, que para un periodo de diseño de 10 años la vía prestara sus servicios a 173 vehículos y al proyectar a un periodo de diseño de 20 años la vía prestara sus servicios para 225 vehículos.

4.2.2 Interpretación de datos de suelo

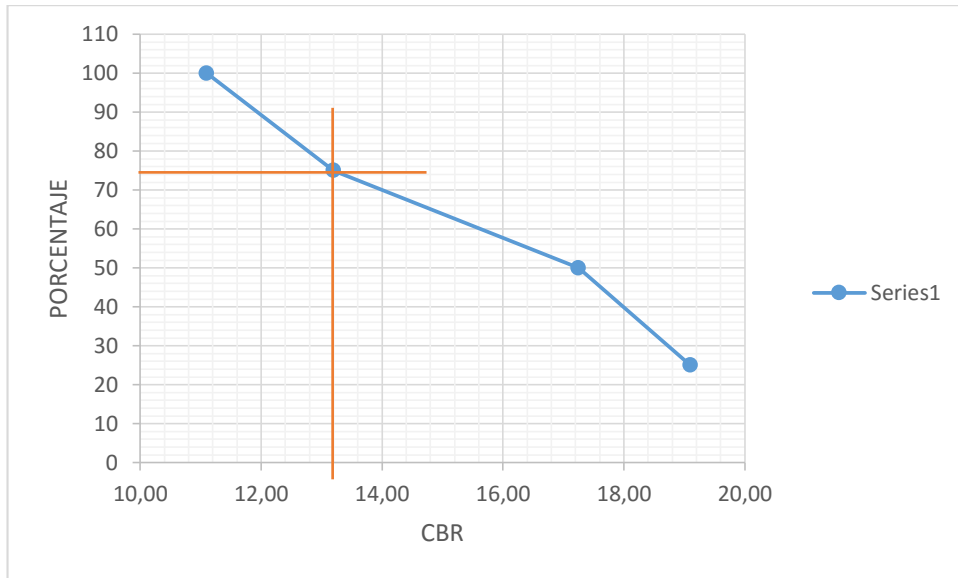
Una vez obtenidos los CBR puntuales (Tabla N° 40), se procede a ordenar los valores de menor a mayor para graficar y obtener el CBR de diseño.

Una vez graficado se traza una línea en el 75 % para poder determinar el CBR de diseño que para este caso es del 13,2 %.

Con el CBR de diseño se procede a calificar al CBR según la tabla N°.14 descrita en el capítulo II.

De acuerdo a la tabla N° 14, se clasifica como una subrasante regular.

Gráfico N°. 28 CBR de diseño



Fuente: El Autor

Se seleccionó el 75 % puesto que en el presente proyecto el W18 del carril de diseño es 265015 vehículos.

Tabla N°. 41 Valor percentil por nivel de tránsito

NÚMERO DE EJES EN EL CARRIL DE DISEÑO	VALOR PERCENTIL PARA DISEÑO DE LA SUBRASANTE
< de 10,000	60 %
10,000 Y 1,000,000	75 %
> de 1,000,000	87,5 %

Fuente: Instituto de asfalto (MS-1) 1991.

4.3 Verificación de la hipótesis

Una vez analizadas las preguntas de las encuestas realizadas a los moradores de la comunidad Cuatro Esquinas concluimos que el diseño geométrico y el diseño del pavimento mejorarán el desarrollo socio-económico, agilizará la movilización de personas y productos.

Hipótesis de trabajo

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) mejorará el desarrollo socio-económico de los habitantes.

Hipótesis nula (H_0)

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) no mejorará el desarrollo socio-económico de los habitantes.

Hipótesis alternativa (H_1)

El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) si mejorará el desarrollo socio-económico de los habitantes.

Calculo de frecuencias

Frecuencia observada

Tabla N°. 42 Frecuencia observada

Preguntas		Poco	Nada	Mucho	Total
2	¿Cree usted que una vez ejecutado el proyecto aumentara la producción agrícola y ganadera?	0	46	60	106
4	¿Cree usted que el mal estado de la vía deteriora considerablemente a los vehículos?	1	21	84	106
8	¿En qué nivel cree usted que mejorara el transporte de mercadería para su comercialización?	0	37	69	106
Total		1	104	213	318

Fuente: El Autor

Frecuencia esperada

$$Fe = \frac{N}{k}$$

Donde:

N = Número total de frecuencias observadas (Encuestados)

Fe = Frecuencia esperada

$$Fe = \frac{1}{3} = 0,33$$

$$Fe = \frac{104}{3} = 34,67$$

$$Fe = \frac{213}{3} = 71$$

Tabla N°. 43 Frecuencia esperada

Preguntas		Poco	Nada	Mucho	Total
2	¿Cree usted que una vez ejecutado el proyecto aumentara la producción agrícola y ganadera?	0,33	34,67	71,00	106
4	¿Cree usted que el mal estado de la vía deteriora considerablemente a los vehículos?	0,33	34,67	71,00	106
8	¿En qué nivel cree usted que mejorara el transporte de mercadería para su comercialización?	0,33	34,67	71,00	106
Total		1	104	213	318

Fuente: El Autor

Calculo del X²

Para el cálculo del Chi cuadrado se aplica la siguiente fórmula:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(Fo - Fe)^2}{Fe} \right]$$

Donde:

k = Categorías (Números Preguntas = 3)

Fo = Frecuencia observada

Fe = Frecuencia esperada

Tabla N°. 44 Chi-cuadrado (X²) calculado

Fo	Fe	(Fo-Fe)²	(Fo-Fe)²	(Fo-Fe)²/Fe
0	0,33	-0,33	0,11	0,33
46	34,67	11,33	128,44	3,71
60	71,00	-11,00	121,00	1,70
1	0,33	0,67	0,44	1,33
21	34,67	-13,67	186,78	5,39
84	71,00	13,00	169,00	2,38
0	0,33	-0,33	0,11	0,33
37	34,67	2,33	5,44	0,16
69	71,00	-2,00	4,00	0,06
X².Cal =				15,39

Fuente: El Autor

Chi-cuadrado calculado X².Cal = 15,39

Cálculo del Chi-cuadrado Tabular

Grados de libertad

$$Gl = (NC-1)*(NF-1)$$

Donde:

Gl : Grados de libertad

NC = Número de columnas

NF = Número de filas

$$Gl = (3-1)*(3-1)$$

$$Gl = 4$$

Nivel de significación

El nivel de significación (α) es del 5 % que representa al 0,05

El nivel de confiabilidad es del 95 % que representa al 0,95

Tabla N°. 45 Chi-cuadrado (X^2) Tabular

G. Libertad	Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual al Chi-cuadrado					
	0,01	0,02	0,025	0,05	0,1	0,2
1	6,635	5,412	5,024	3,841	2,706	1,642
2	9,210	7,824	7,378	5,991	4,605	3,219
3	11,345	9,837	9,348	7,815	6,251	4,642
4	13,277	11,668	11,143	9,488	7,119	5,989
5	15,086	13,388	12,833	11,070	9,236	7,289
6	16,812	13,033	14,449	12,592	10,645	8,558
7	18,475	16,622	16,013	14,067	12,017	9,803
8	20,090	18,168	17,535	15,507	13,362	11,030
9	21,666	19,679	19,023	16,919	14,684	12,242
10	23,209	21,161	20,483	18,307	15,987	13,442

Fuente: www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2010/eyp2/Tabla%20Chi-Cuadrado.pdf

En la tabla N°. 45 se determina el chi-cuadrado tabular con la ayuda de los grados de libertad (4) y con el nivel de significación ($\alpha = 0,05$), obteniendo como chi-cuadrado tabular $X^2.Tab = 9,488$

Comparación entre el Chi-cuadrado calculado y el Chi-cuadrado tabular

Es necesario realizar esta comparación ya que si el chi-cuadrado calculado es mayor que el chi-cuadrado tabular, la hipótesis nula (H_0) es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

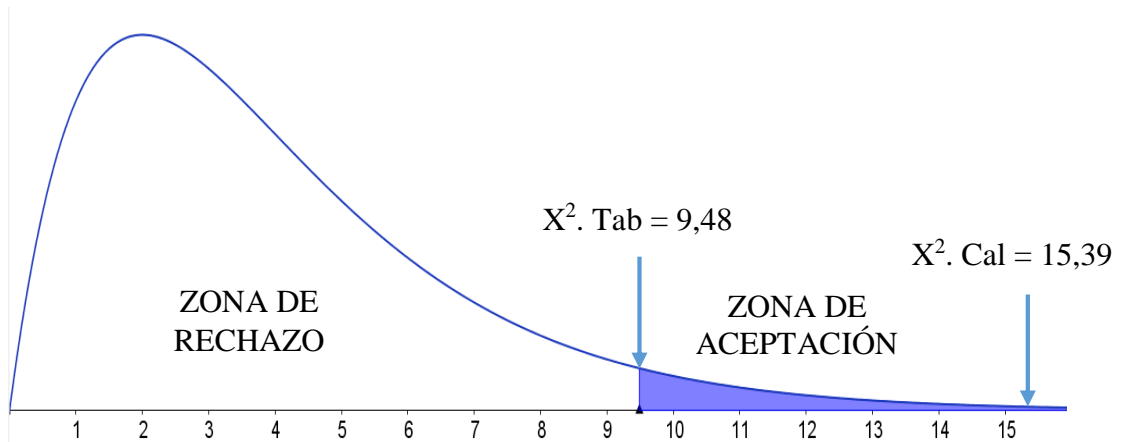
$$X^2.Cal > X^2.Tab$$

$$15,39 > 9,488 \text{ Ok}$$

La hipótesis alternativa es aceptada por lo tanto: “El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia

Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) si mejorará el desarrollo socio-económico de los habitantes.”

Gráfico N°. 29 Distribución gráfica de la prueba Chi-cuadrado (X^2)



Fuente: El Autor

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las condiciones actuales de la vía no son las adecuadas ya que dificulta la circulación tanto de personas como de vehículos por ende aumentando el tiempo de recorrido, comodidad y seguridad de las personas que circulan por esta vía, razón por la cual es de vital importancia mejorar la vía.
- Actualmente la vía se encuentra empedrada en pésimas condiciones, esto se debe a la inexistencia de drenajes adecuados y a la falta de mantenimiento de la vía, ya que las lluvias propias de la zona provoca el desprendimiento de las piedras, especialmente en las curvas debido a las altas pendientes de estas y al pasar el tiempo esta se va deteriorando cada vez más.
- Al realizar el presente proyecto se mejorara la producción agrícola y ganadera del sector, así lo manifestaron mediante la encuesta que se les realizo al 57 % , mientras que el 43 % manifestó que aumentara la producción en un menor nivel, de una u otra manera el 100 % esta consiente que la producción aumentara notablemente.
- El sector tiene una topografía montañosa con pendientes elevadas, siendo la pendiente mínima de 6,77 %, y una pendiente máxima de 13,34 %.
- Al realizar el inventario vial se pudo observar que el ancho de la calzada es variable durante toda la longitud de la vía existiendo tramos de 4,00 m hasta los 5,00 m de ancho de igual manera se pudo apreciar la existencia de pasos de agua, y quebradas que deben ser tomados en cuenta al momento del diseño geométrico de la vía.

- Con el estudio de tráfico se puede confirmar que la mayor parte de vehículos que circulan por esta vía son camionetas y en muy bajo índice los camiones C-2P y C-2G.
- Mediante el estudio de tráfico realizado con el método de la treintava hora se obtuvo un tráfico futuro de 225 vehículos para un periodo de diseño de 20 años, con este tráfico futuro se logró determinar que la vía en estudio es de IV orden.
- El radio mínimo utilizados para el diseño geométrico es de 15,00 m como lo establece las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 para una vía de IV orden con una la topografía montañosa.
- La vía se encuentra diseñada con una velocidad de diseño de 50 km/h (Velocidad recomendada) como lo indican las normas del MOP-2003, ya que el TPDA proyectado para 20 años es de 225 vehículos el cual está cercano al límite superior (Vía de IV orden TPDA de 100-300).
- Mediante los estudios de suelos se pudo apreciar la existencia de dos tipos de suelos a lo largo de la vía, en la zona alta se determinó la presencia de un limo arcilloso de baja plasticidad (ML-CL), mientras que en la zona baja existe una arena limosa (SM).
- Una vez realizado los estudios pertinentes en cada una de las muestras de suelo, se determinó la capacidad de soporte de la subrasante obteniendo un buen valor de CBR de diseño de 13,20 %, esto beneficiara al momento de diseñar el pavimento por lo que se obtendrán espesores pequeños de base y sub-base.
- Tomando en cuenta, el tráfico, estudios de suelos y la topografía se determinó que la mejor opción es realizar una estructura de pavimento flexible, ya que este tipo de pavimento se adapta a las deformaciones del suelo.
- La sección típica de la vía, tiene una calzada de 6,00 m y una estructura del pavimento de 0,35m (0,05 cm de carpeta asfáltica, 0,10 de base y 0,20 de sub-base), adicionalmente cuenta con cunetas de 1,00 m de ancho colocado a los dos lados de la vía.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar una socialización con los moradores del sector en estudio para evitar mal entendido y contratiempos.
- Implementar un plan de mantenimiento vial para extender la vida útil del pavimento flexible.
- Mantener constante comunicación con los habitantes a lo largo de toda la vía para que una vez finalizada la construcción no desalojen las aguas de regadío a la vía y así provocar el deterioro prematuro de la misma.
- Verificar la calidad de los materiales durante todo el proceso constructivo.
- Respetar el diseño geométrico y la estructura del pavimento presentado en el presente proyecto, ya que los diseños están en base a las Normas del MOP-2003.
- Construir las cunetas y alcantarillas con las medidas proporcionadas en este documento para que la vía cuente con un sistema de drenaje adecuado y así evitar la inundación de la vía.
- Se recomienda realizar el proyecto por etapas ya que el presupuesto es de un millón quinientos ochenta y dos mil ochocientos cuarenta y siete con 90/100 dólares americanos, siendo representativo para una sola etapa pero de gran inversión a largo plazo ya que ayudara a impulsar el desarrollo de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y trabajo y San Diego.

CAPITULO VI

PROPUESTA

Tema: El diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) para mejorar el desarrollo socio-económico de los habitantes.

6.1 DATOS INFORMATIVOS

6.1.1 Ubicación

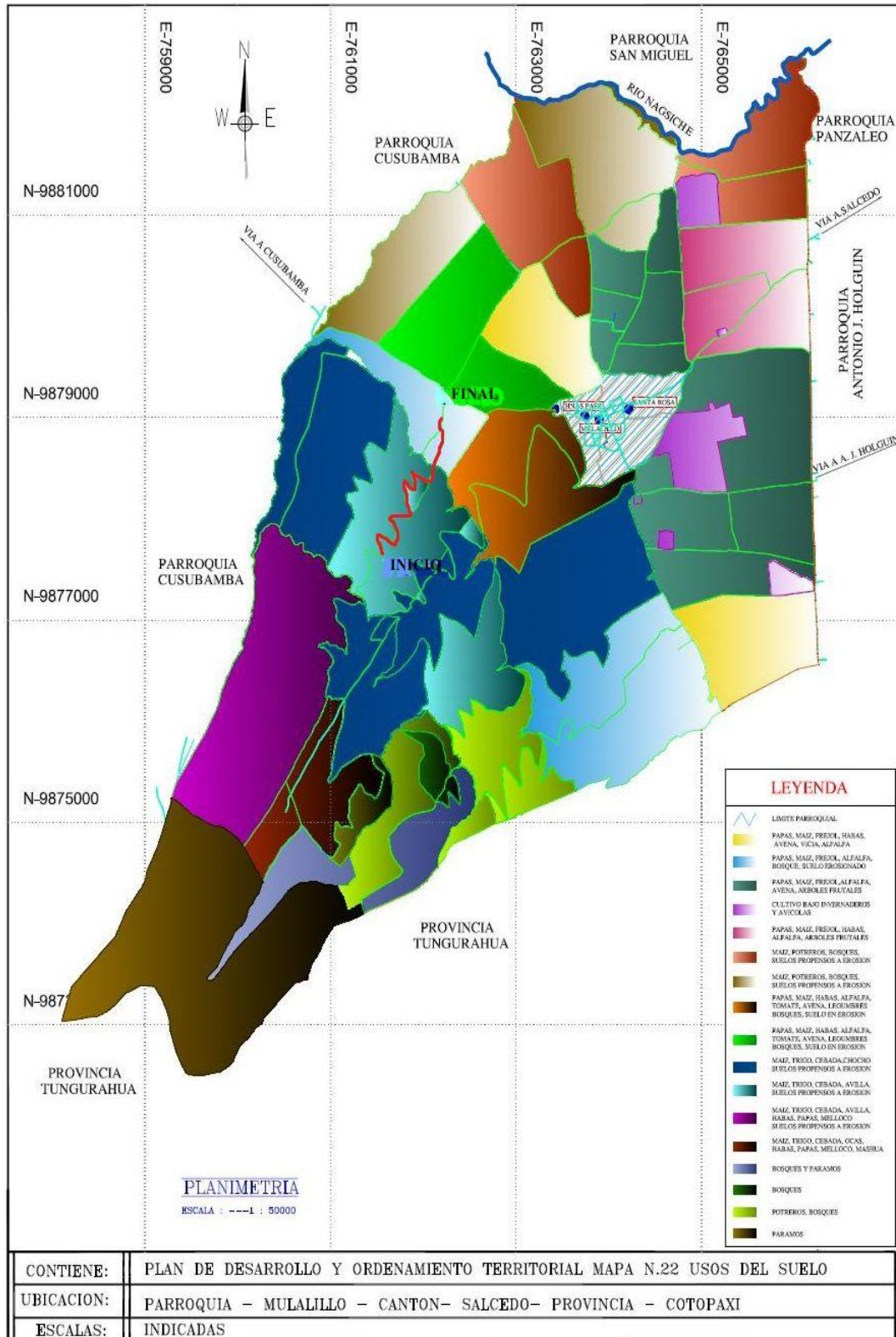
El proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi; Mulalillo se encuentra ubicado a una altitud de 2.740 msnm; al sur Oeste de la cabecera cantonal. Jurisdiccionalmente limita al Norte con Cusubamba y la parroquia de San Miguel, al Este con las parroquias de Panzaleo y Antonio José de Holguín, al Sur con la provincia de Tungurahua y al Oeste con la parroquia Cusubamba. El inicio del proyecto se encuentra localizado en la comunidad de Cuatro Esquinas y finaliza en la comunidad de Unión y Trabajo con una longitud total del proyecto de 4,68 kilómetros.

Tabla N°. 46 Ubicación geográfica del proyecto

Punto	Este	Norte	Elevación (msnm)	Abscisa
Unión y Trabajo (Inicio)	761003,258	9876754,944	3362,222	0+000
Cuatro Esquinas (Final)	763324,92	9878441,103	2926,562	4+680

Fuente: El Autor.

Gráfico N°. 30 Ubicación del proyecto



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Mulalillo (POT MULALILLO 2014)

6.1.1.1 Relieve

En el relieve de Mulalillo destacan elevaciones montañosas que corresponden a las estribaciones de la cordillera Occidental de la cordillera de los Andes, la pendiente oscila entre 15 y 25 %, lo que demuestra un grado de inclinación considerable. (PDOT Mulalillo, 2014)¹¹

6.1.1.2 Elevación

La parroquia se encuentra a una altitud de 2.740 msnm en su depresión más notable, en los páramos altos andinos la altitud llega a 4.080 msnm; y el centro de la parroquia está a una altitud de 2.835 msnm. (PDOT Mulalillo, 2014)

Debido a que la población se encuentra dispersa en el territorio y se han organizado en comunidades, barrios y sectores; se han hecho necesario clasificarlas según su ubicación en las zonas altas o bajas. (MOP, 2003)

Correspondiendo a la zona baja desde los 2.740 a los 3.000 msnm y a la zona alta desde los 3.001 a 4.080 msnm, con un rango de variación determinado por los indicadores de vegetación y tipos de suelos presente en las mismas. (PDOT Mulalillo, 2014)

6.1.2 Población

Los habitantes de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo serán los beneficiarios directos. El número total de familias que resultan beneficiadas por el proyecto es:

Tabla N°. 47 Beneficiarios Directos

Beneficiarios Directos	Número de Familias
	239

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial Mulalillo (POT MULALILLO 2014)

¹¹ Obtenido de <http://mulalillo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2014/10/PDOT-MULALILLO.pdf>

6.1.3 Condiciones climáticas.

El conjunto de condiciones atmosféricas que caracteriza a la parroquia hace que se identifique con un clima templado mesotermico seco el mismo que tiene las siguientes características:

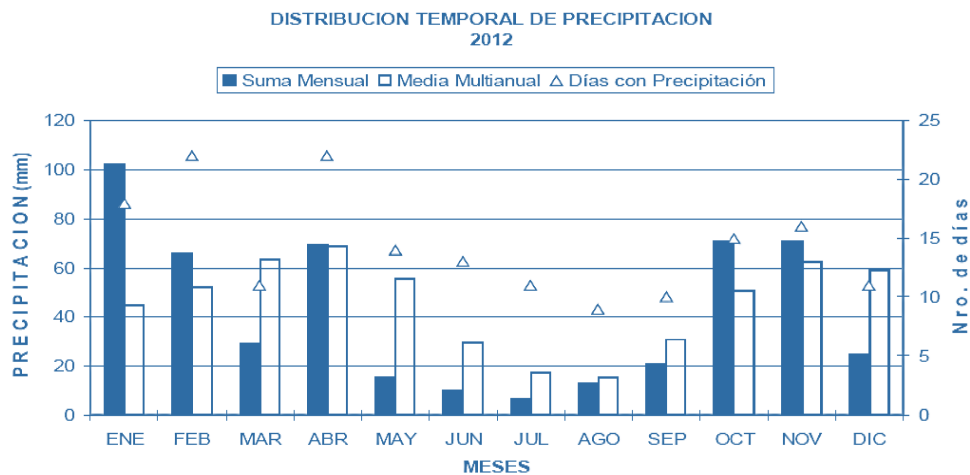
Humedad relativa.- tiene un promedio del 70 %, pudiendo reducirse hasta un 5 % entre los meses de agosto y septiembre y tiende a aumentar en los meses invernales de febrero a marzo; esto demuestra que la humedad atmosférica en la parroquia está íntimamente ligada a la pluviosidad y altitud. (PDOT Mulalillo, 2014)

Precipitación.- según el plan de ordenamiento territorial de Mulalillo, la base de datos gvSIG la precipitación en la parroquia, está en un rango entre 500 a 700 mm. (PDOT Mulalillo, 2014)

Temperatura.- La temperatura promedio del sector es de 12 °C. En la zona alta la temperatura varia de 8 °C a 10 °C, y en la zona baja de 10 °C a 12 °C; en los páramos la temperatura puede descender hasta 2 °C como temperatura media mínima. (PDOT Mulalillo, 2014)

De acuerdo al INAMHI se encontraron los siguientes datos con respecto a la estación meteorológica más cercana al proyecto la misma que corresponde a la estación Rumipamba (Salcedo).

Gráfico N°. 31 Distribución temporal de precipitaciones



Fuente: Anuario meteorológico (INHAMI 2012)

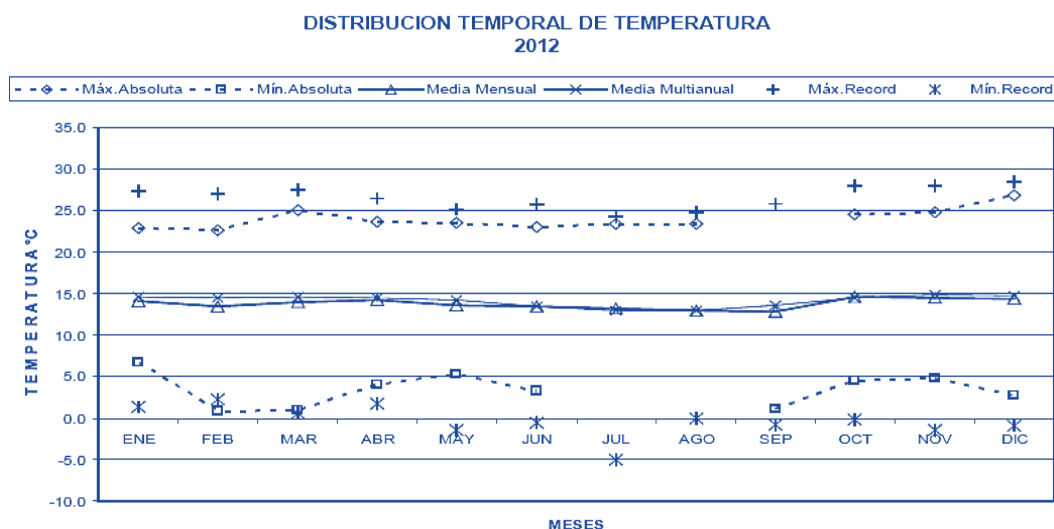
Tabla N°. 48 Condiciones climáticas (Salcedo-Rumipamba)

MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S				Máxima día	Mínima día	Media	Mensual			Máxima en 24hrs	Mensual				
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual													
ENERO	133.6	22.9	3	6.7	11	20.1	10.1	14.1	98	9	42	3	79	10.2	12.4	102.1	24.6	20	18
FEBRERO	102.5	22.6	16	0.8	29	19.5	9.0	13.5	98	9	45	13	79	9.7	12.0	65.9	8.7	29	22
MARZO	134.2	25.1	24	0.9	16	20.3	9.5	14.0					78	9.9	12.2	29.1	11.9	24	11
ABRIL	120.1	23.6	30	4.0	28	21.3	9.1	14.2	100	7	39	14	77	9.9	12.2	69.7	13.6	12	22
MAYO	125.9	23.5	23	5.3	27	20.0	8.8	13.6	98	17	39	23	77	9.4	11.8	15.1	7.1	16	14
JUNIO	168.1	23.0	12	3.2	4	20.2	8.2	13.5	100	12	43	12	75	8.8	11.4	9.6	4.7	17	13
JULIO	176.0	23.4	12			19.8	7.7	13.2	99	26	38	12	73	8.0	10.8	6.5	1.6	18	11
AGOSTO	161.4	23.4	2			19.4	6.9	12.9	99	9	31	6	70	7.1	10.1	13.0	4.9	24	9
SEPTIEMBRE	149.3			1.1	17	19.5	6.8	12.8	99	4	35	16	74	7.8	10.7	20.5	9.9	20	10
OCTUBRE	128.4	24.5	22	4.5	28	21.0	9.3	14.6	98	1	41	11	75	9.8	12.1	70.5	14.9	23	15
NOVIEMBRE	139.3	24.8	11	4.8	17	21.3	9.1	14.5	99	5	40	16	76	9.9	12.2	70.5	12.6	11	16
DICIEMBRE	164.5	26.8	15	2.8	16	22.3	8.4	14.4	99	23	30	15	73	8.9	11.5	24.6	8.5	25	11
VALOR ANUAL	1703.3					20.4	8.6	13.8					75	9.1	11.6	497.1	24.6		

MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (m/s)	Dir	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)		
	Suma	Máxima en			N	NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA				Nro	
	Mensual	24hrs	día			(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%						%	OBS
ENERO	104.4	4.8	2	6	1.8	11	2.5	2	2.0	1	3.0	18	2.9	30	1.0	1	0.0	0	2.3	4	32	93	8.0	S	3.4
FEBRERO	82.3	4.9	29	7	3.0	2	1.0	6	0.0	0	3.3	17	3.1	29	2.0	1	2.0	1	1.7	3	40	87	6.0	S	3.4
MARZO	118.3	7.6	25	6																					5.0
ABRIL	95.7	5.3	28	6	1.5	12	1.0	1	2.0	1	2.8	20	3.8	21	3.0	1	1.0	1	0.0	0	42	90	6.0	S	3.4
MAYO	104.4	6.0	23	6	0.0	0	1.0	3	6.0	1	2.9	33	4.1	34	0.0	0	0.0	0	1.0	2	26	93	6.0	S	4.6
JUNIO	111.3	6.9	5	5	1.3	3	0.0	0	4.7	3	2.7	40	5.3	33	0.0	0	0.0	0	0.0	0	20	90	20.0	S	5.2
JULIO	116.0	5.9	13	5	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.3	26	4.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	29	93	7.0	SE	5.8
AGOSTO	119.8	5.9	6	5	1.0	2	0.0	0	6.0	1	3.6	29	5.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	23	93	8.0	S	5.2
SEPTIEMBRE	112.4	6.5	19	6	1.0	6	0.0	0	0.0	0	4.2	32	5.1	36	0.0	0	0.0	0	0.0	0	27	90	8.0	SE	4.9
OCTUBRE	122.1	6.6	11	7	3.1	9	0.0	0	2.0	1	4.3	26	4.4	30	0.0	0	0.0	0	2.0	1	33	93	8.0	S	3.9
NOVIEMBRE	113.5	5.4	27	6	3.1	11	2.0	3	3.3	3	4.0	27	4.1	20	0.0	0	8.0	1	0.0	0	34	90	8.0	SE	3.6
DICIEMBRE	116.5	6.0	18	6	3.5	4	2.5	4	2.0	1	4.7	26	3.7	32	0.0	0	0.0	0	6.0	2	30	93	8.0	S	3.9
VALOR ANUAL	1316.7	7.6		6																					4.0

Fuente: Anuario meteorológico (INHAMI 2012)

Gráfico N° 32 Distribución temporal de temperatura



Fuente: Anuario meteorológico (INHAMI 2012)

En los gráficos N° 31, N° 32 y en la Tabla N° 44, se ha determinado la precipitación de 102,10 mm y la temperatura promedio de 13 °C.

6.1.4 Análisis socioeconómico

➤ Producción agrícola

La parroquia Mulalillo se sostiene de la siguiente manera, la producción es principalmente: en la zona alta cebada, papa y habas; en la zona baja predomina la producción de maíz, brócoli, alfalfa y hortalizas, esta producción se destina a la alimentación familiar y venta a los mercados de Ambato, Salcedo y Latacunga. (PDOT Mulalillo, 2014)

Los principales productos agrícolas que se comercializan desde la parroquia son maíz y papas, la producción agrícola fundamentalmente para consumo familiar y el mercado regional (Salcedo, Ambato y Latacunga), además se presentan el uso de forraje para especies mayores y menores complementan la economía familiar de los habitantes de la parroquia. (PDOT Mulalillo, 2014)

➤ Producción Pecuaria

Entre las especies mayores tenemos el ganado vacuno destinado a la producción de leche, que en un 10 % es para el consumo familiar; y el 90 % restante para la venta,

el cual es recogido por intermediarios que comercializan el producto siendo este entregado a las fabricas procesadoras de lácteos del cantón Salcedo, del ganado vacuno y ovino se utiliza sus extremos como abono, el cual se deposita a campo abierto resultando óptimo para los suelos de cultivo. (PDOT Mulalillo, 2014)

La parroquia cuenta con un aproximado de 1150 vacas productoras de leche, con un promedio de producción de 5,00 lt diarios, tenemos como resultado que en la parroquia se produce unos 5752 litros/día. (PDOT Mulalillo, 2014)

El ganado ovino tiene su desarrollo en zonas altas, donde se mantienen rebaños de esta especie en pastoreo controlado, sea familiar o comunitario; el ganado vacuno es mantenido en tanto en las zonas altas como bajas, principalmente como productor de leche y como fuente de ingresos económicos a través de su comercialización, de igual manera el ganado porcino que sin ser productor de productos secundarios, se lo cría principalmente para la venta. (PDOT Mulalillo, 2014)

➤ **Sistema de riego**

La disponibilidad de riego es un elemento muy importante para que la agricultura y la ganadería sea la principal actividad económica de Mulalillo, que participa con alrededor del 15 % del total del riego cantonal. (PDOT Mulalillo, 2014)

La parroquia se abastece de 6 sistemas de riego por inundación, todos canales abiertos, los mismos que cubren aproximadamente 2.037 ha. y brindan servicio a 2.507 usuarios, con un caudal total de 611,50 lt/seg. (PDOT Mulalillo, 2014)

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En la parroquia Mulalillo gran parte de sus vías son de tierra las mismas varían de 3 a 7 m, con una longitud de 69.151 km de los cuales el 4,47 % se encuentran en buen estado, 78,59 % se encuentran en estado regular debido a las ampliaciones que se han realizado, y el 16,64 % se encuentran en mal estado debido principalmente a la gran pendiente del terreno, además del mal sistema de drenaje en las vías, esta situación la empeora el que los habitantes en ocasiones encaminan los remanentes del agua de riego a las vía. (PDOT Mulalillo, 2014)

Por otra parte las calles empedradas con las que cuenta la parroquia se encuentran en mal estado y se debe principalmente a la falta de bermas, además del agua de regadío que los habitantes encausan por la vía, siendo las curvas las más afectadas ya que debido a la gran pendiente las piedras se deslizan.

Las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo no poseen una vía de ingreso en óptimas condiciones que facilite la circulación de vehículos para poder movilizarse a comercializar sus productos esto impide mejorar su desarrollo económico y social.

Con la finalidad de impulsar el desarrollo socio-económico de las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo se planea mejorar la vía de ingreso a las mismas para mejorar la comunicación.

6.3 JUSTIFICACIÓN

La vía en estudio se encuentra empedrada en malas condiciones ya que por las lluvias y el desalojo de agua de regadío por parte de los moradores ha generado el desprendimiento de las piedras produciendo baches reduciendo la seguridad y comodidad que son necesaria para la circulación vehicular, por lo tanto existen daños mecánicos y los tiempos de recorrido son más extensos, estos problemas aumentan en épocas de lluvia.

En vista al problema existente de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, se realizó visitas de campo y por medio de encuestas a los moradores del sector podemos decir que existe la necesidad de mejorar la vía; con un óptimo diseño geométrico y adecuado diseño del pavimento para que la vía preste sus servicios de una manera cómoda y segura como lo manifiesta las Normas del MTOP-2003.

Tomando en cuenta el tipo de terreno el cual es montañoso se hace necesario la implantación de un pavimento flexible ya que este pavimento se acomoda a las deformaciones del suelo sin sufrir tensiones adicionales y esto hace que la circulación sea cómoda, rápida y segura para sus usuarios.

El mejoramiento de esta vía permitirá la adecuada movilización de los usuarios para transportar sus productos en óptimas condiciones a los puntos de expendio reduciendo tiempos de recorrido y sin generar pérdidas económicas ya que sus productos no se maltrataran y los vehículos que los transportan no sufrirán daños impulsando así el desarrollo socio económico del sector.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 General

Realizar el diseño geométrico y el diseño de la estructura del pavimento de la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) para impulsar el desarrollo Socio-Económico de los habitantes.

6.4.2 Específicos

- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Diseñar la estructura del pavimento.
- Elaborar el presupuesto referencial.
- Realizar el cronograma valorado de trabajo.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad Técnica.- La propuesta es factible técnicamente aprovechando el diseño existente y mejorando este, con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas del MOP para el diseño geométrico ya que la vía tiene que prestar sus servicios de manera cómoda y segura; las Normas AASHTO para el diseño de la estructura del pavimento puesto que la estructura debe cumplir con el objetivo de funcionalidad para el periodo de diseño previsto.

Factibilidad Económica.- El estudio vial facilitara al gobierno parroquial de Mulalillo ya que podrá gestionar el presupuesto a través del GAD Municipal de

Salcedo conjuntamente con el Gobierno Provincial de Cotopaxi, para que se inicien los trabajos de construcción de la vía.

Factibilidad Social.- Mediante la encuesta realizada a los moradores de las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego, se puede decir que los moradores no se sienten conformes con el estado actual de la vía, por lo que requieren que sea mejorada para el bien del sector, permitiendo mejorar el desarrollo socio-económico.

Factibilidad Legal.- En el presente proyecto no existe ningún tipo de conflictos legales o de invasiones.

Factibilidad Ambiental.- En lo que respecta al medio ambiente no se causara una daño excesivo ya que al tener una vía abierta no se dañara significativamente la vegetación puesto que se aprovechara al máximo el diseño existente ya que una de las características de una vía es la de ser amigable y compatible con el medio ambiente según las normas del MTOP-2003.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

El presente proyecto vial comprende en realizar los diseños que constituyen una carretera como es su diseño geométrico, la estructura del pavimento, sistema de drenaje, señalización, etc.

6.6.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

El levantamiento topográfico se realizó con estación total, el ancho de la faja se realizó de 90 m, una vez finalizado la recolección de datos se procedió a bajar la información a un ordenador, para posteriormente procesarla, los datos fueron procesados en el programa Civil 3D, en el cual se realizó el diseño horizontal, vertical y las secciones transversales.

6.6.2 Diseño del pavimento

Un pavimento flexible generalmente consiste de un suelo de fundación preparado (subrasante), subyacente a las capas de sub-base, base y superficie de rodadura.

Para el cálculo de la estructura del pavimento se utilizó el método AASHTO-93, el cual toma en consideración lo siguiente:

- Confiabilidad
- El módulo resiliente del suelo
- Módulo resiliente para los coeficientes de capa de pavimentos flexible.
- Coeficientes de drenaje
- Tráfico total expresado en cargas por eje equivalente de 18 Kips

El método AASHTO 93, consiste en determinar el número estructural “SN”, para definir el espesor total de la estructura, así como determinar los espesores individuales de los componentes estructurales, tal como espesores de superficie, base y sub-base, por medio de coeficientes de capa apropiados, que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción

6.6.3 Sistemas de drenaje

El drenaje del agua del pavimento es importante en el diseño de carreteras puesto que el agua combinada con volúmenes y cargas de tráfico crecientes, llevan a menudo al destrozo prematuro de la estructura del pavimento.

El agua ingresa a la estructura del pavimento en muchas formas, tales como, a través de las grietas, juntas, o infiltración a través del pavimento, o en forma subterránea desde un acuífero interrumpido, nivel freático elevado, o una fuente localizada.

Para obtener un drenaje adecuado del pavimento, se consideró la provisión del sistema de drenaje superficial que para el presente proyecto se compone de cunetas y alcantarillas, las mismas que fueron diseñadas en base a la distribución temporal

de precipitaciones publicadas por el INHAMI correspondientes al lugar más cercano al proyecto.

6.7 METODOLOGÍA

6.7.1 Diseño geométrico

6.7.1.1 Diseño horizontal

a) Velocidad de diseño

Es el valor de la velocidad que se escoge para realizar el diseño geométrico de la carretera. Corresponde a la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre la carretera cuando prevalezcan las condiciones de diseño. (SIECA, 2004)

La velocidad de diseño depende principalmente de la topografía predominante en el proyecto y la clase de vía de acuerdo al TPDA.

Para determinar la velocidad de diseño se analizó la tabla N°. 3 Correspondiente a velocidades de diseño, descrita en el capítulo II, la cual presentan dos velocidades de diseño de acuerdo a la clase de vía (IV orden) y a la topografía del terreno (Montañoso).

Velocidad recomendada: 50 Km/h

Velocidad absoluta: 25 Km/h

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 recomiendan que cuando el TPDA está cercano al límite inferior se utilicen la velocidad absoluta y si el TPDA está cercano al límite superior se use la velocidad recomendada.

Para la vía en estudio de acuerdo al TPDA = 225 vehículos, corresponde la velocidad recomendada ya que el TPDA está cercano al límite superior, por lo que se asume $V_d = 50$ km/h.

b) Velocidad de circulación

La velocidad de circulación está directamente relacionada con las condiciones de seguridad de la carretera, y por tanto se relaciona con las características geométricas de la misma.

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$$

$$V_c = 0,80 * 50 + 6,5$$

$$V_c = 46,50 \text{ Km/h}$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación (Km/h).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 establecen una relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño que se muestra en la tabla Nº. 4, descrita en el capítulo II.

De acuerdo a la tabla de relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño, se obtiene la velocidad de circulación $V_c = 46 \text{ Km/h}$, ya que la vía en estudio tiene un volumen de tránsito bajo.

c) Distancia de visibilidad

Es la longitud continua a lo largo de la carretera, que es visible al conductor de un vehículo. En el diseño de carreteras se contemplan dos distancias de visibilidad: de parada y de rebase.

- *Distancia de visibilidad de parada.* - Es la longitud mínima a lo largo de la carretera, que un conductor necesita cuando, viajando a la velocidad de diseño, debe detener su vehículo antes de alcanzar un objetivo inmóvil situado en la carretera. (SIECA, 2004)

La distancia de visibilidad de parada (d) se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$d = d_1 + d_2$$

Donde:

d_1 = distancia de percepción y reacción del conductor

d_2 = Distancia de frenado

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = \frac{V_c * t}{3,6 \text{ seg}} \rightarrow d_1 = \frac{2,5 \text{ seg} * V_c}{3,6 \text{ seg}}$$

Donde:

T = Tiempo total de percepción más reacción (2,5 seg).

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

$$d_1 = 0,6944 V_c$$

Reemplazando $V_c = 46$ Km/h, tenemos:

$$d_1 = 0,6944 * 46 \text{ km/h}$$

$$d_1 = 31,94$$

La distancia de frenado se calcula con la fórmula siguiente:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 f}$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

La variación del coeficiente longitudinal (f) se calcula con la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,30}}$$

Reemplazando $V_c = 46 \text{ Km/h}$, tenemos:

$$f = \frac{1,15}{46^{0,30}}$$

$$f = 0,3646$$

Reemplazando $V_c = 46 \text{ Km/h}$ y $f = 0,3646$ en d_2 tenemos:

$$d_2 = \frac{46^2}{254 * 0,3646}$$

$$d_2 = 22,85$$

Finalmente reemplazamos d_1 y d_2 para obtener la distancia de visibilidad de parada.

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 31,94 + 22,85$$

$$d = 54,79 \text{ m}$$

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 establecen valores de diseño de las distancias de visibilidad mínima para parada de un vehículo que se muestra en la tabla N°. 5, descrita en el capítulo II.

De acuerdo a la tabla N°. 5, se obtiene la distancia de visibilidad de parada $d = 55 \text{ m}$. que corresponde a una vía de IV orden y para una topografía montañosa.

- *Distancia de visibilidad de rebasamiento.* - Es la longitud mínima requerida para permitir al conductor de un vehículo sobrepasar a otro que viaja en la misma dirección y con una velocidad menor en 16 Km/h. Esta maniobra no debe causar alteraciones a un tercer vehículo que viaje en sentido contrario y a la velocidad de diseño. El tercer vehículo se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (MOP, 2003)

Esta velocidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$dr = 9,54 V - 218 \rightarrow (30 < V < 100)$$

Donde:

dr = distancia de visibilidad para el rebasamiento, expresada en metros.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora (50 km/h).

$$dr = 9,54 (50) - 218$$

$$dr = 259$$

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP establecen valores de diseño de las distancias de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo que se muestra en la tabla N°. 6, descrita en el capítulo II.

En base a la tabla N°. 6, se obtiene la distancia de visibilidad de rebasamiento dr = 210 m. que corresponde a una vía de IV orden y para una topografía montañosa.

d) Radio mínimo de curvas horizontales

Los radios mínimos son los valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relacionan con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño.

El radio mínimo puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R = Radio mínimo de curvatura horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

F = Coeficiente de fricción lateral.

E = Peralte de la curvatura, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

$$R = \frac{50^2}{127(0,08 + 0,190)}$$

$$R = 72,91 \text{ m}$$

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP establece radios mínimos de curvatura en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral que se muestra en la tabla N°. 7, descrita en el capítulo II.

En base a las notas de la tabla N°. 7, se asume un radio mínimo **R_{mín}** = 15,00 m, debido a que el relieve es difícil y para aprovechar la infraestructura existente.

e) Peralte (e)

Es la inclinación transversal de la superficie de rodadura en las curvas horizontales. La misma se da hacia el lado interior de la curvatura.

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP recomienda el 8 % para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) velocidades hasta 50 km/h. Para el presente proyecto se utilizara un peralte máximo del 8 % ya que la velocidad de diseño es de 50 km/h y es un camino de IV orden.

f) Elementos de las curvas circulares

A continuación se procede a realizar los cálculos típicos de los elementos de una curva horizontal, para lo cual se toma como referencia la curva N°. 10, que se diseñó con un radio de 85,00 m

- Grado de curvatura “G_c”

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \rightarrow G_c = \frac{1145,92}{R}$$

$$G_c = \frac{1145,92}{85}$$

$$G_C = 13^\circ 28' 53,08''$$

- **Radio de curvatura “R”**

$$R = \frac{1145,92}{G_C}$$

$$R = 85,00 \text{ m}$$

- **Ángulo central “Δ”**

Para la curva N°. 10 el ángulo central es: $\Delta = \alpha = 22^\circ 41' 34''$

- **Longitud de la curva “Lc”**

$$\frac{L_C}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \rightarrow L_C = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ}$$

$$L_C = \frac{\pi(85)(22^\circ 41' 34'')}{180^\circ}$$

$$L_C = 33,66 \text{ m}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

- **Tangente de curva o subtangente “T”**

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$T = 85 * \tan\left(\frac{22^\circ 41' 34''}{2}\right)$$

$$T = 17,05 \text{ m}$$

- **External “E”**

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

$$E = 85 \left(\sec \frac{22^\circ 41' 34''}{2} - 1 \right)$$

$$E = 1,69 \text{ m}$$

- **Ordenada media o flecha “F”**

$$F = R - R * \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F = 85 - 85 * \cos \frac{22^\circ 41' 34''}{2}$$

$$F = 1,66 \text{ m}$$

- **Deflexión en un punto cualquiera de la curva “θ”**

$$\theta = \frac{G_C * 1}{20}$$

$$\theta = \frac{13^\circ 28' 53,08'' * 1}{20}$$

$$\theta = 0^\circ 40' 26,65''$$

- **Cuerda “C”**

$$C = 2 * R * \sin \frac{\theta}{2}$$

$$C = 2 * 85 * \sin \frac{0^\circ 40' 26,65''}{2}$$

$$C = 1,00 \text{ m}$$

- Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama **CUERDA LARGA “CL”**

$$CL = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

$$C = 2 * 85 * \text{sen} \frac{22^\circ 41' 34''}{2}$$

$$C = 33,446 \text{ m}$$

A partir de estos datos se procede a calcular el abscisado de las curvas horizontales.

$$PI = PC + T$$

$$PC = 0 + 626^{17}$$

$$T = \frac{17^{05}}$$

$$PI = 0 + 643^{22}$$

$$PT = PC + LC$$

$$PC = 0 + 626^{17}$$

$$LC = \frac{33^{66}}$$

$$PT = 0 + 659^{83}$$

6.7.1.2 Diseño vertical

A continuación se procede a realizar los cálculos típicos de los elementos de una curva vertical, para lo cual se toma como referencia la curva N°. 10, que se diseñó con una longitud de curva de 150,00 m

➤ Cálculo de LCV

$$LCV = PTV - PCV$$

Donde:

LCV = Longitud de la curva vertical.

PTV = Punto final de la curva vertical.

PCV = Punto de comienzo de la curva vertical.

$$PTV = 4 + 570^{20}$$

$$\underline{-PCV = 4 + 420^{20}}$$

$$LVC = 0 + 150$$

En el proyecto actual todas las curvas verticales son simétricas razón por la cual:

$$L1 = L2 = \frac{LCV}{2} = \frac{150}{2}$$

$$L1 = L2 = 75 \text{ m}$$

➤ **Abscisa del PIV**

$$PIV = PCV + \frac{LCV}{2}$$

$$PCV = 4 + 420^{20}$$

$$\underline{LCV/2 = 0 + 075}$$

$$PIV = 4 + 495^{20}$$

➤ **Gradiente de entrada “g1”**

Cotas

Abscisas

$$PCV = 2949,21$$

$$PCV = 4+420^{20}$$

$$PIV = 2943,09$$

$$PIV = 4+495^{20}$$

$$g1 = \frac{\text{Cotas (PIV - PCV)}}{\text{Abscisas (PIV - PCV)}} * 100$$

$$g1 = \frac{\text{Cotas (2943,09 - 2949,21)}}{\text{Abscisas (4495,20 - 4420,20)}} * 100$$

$$g1 = -8,16 \%$$

➤ **Gradiente de salida “g2”**

Cotas

Abscisas

$$PTV = 2937,58$$

$$PTV = 4+570^{20}$$

$$PIV = 2943,09$$

$$PIV = 4+495^{20}$$

$$g_2 = \frac{\text{Cotas (PTV - PIV)}}{\text{Abscisas (PTV - PIV)}} * 100$$

$$g_2 = \frac{\text{Cotas (2937,58 - 2943,09)}}{\text{Abscisas (4570,20 - 4495,20)}} * 100$$

$$g_2 = -7,35 \%$$

Debido a que g_1 y g_2 son negativos la curva vertical es cóncava.

➤ **Longitud de la curva**

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * V_d$$

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * 50$$

$$L_{\text{mín}} = 30,00 \text{ m}$$

$$LCV \geq L_{\text{mín}}$$

$$150 \geq 30 \rightarrow Ok$$

No existen problemas con la longitud de la curva ya que en todo el proyecto las longitudes de la curva son mayores a la mínima.

➤ **Diferencia algebraica entre pendientes "A"**

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = -8,16 \% - (-7,35 \%)$$

$$A = -0,81 \%$$

6.7.1.3 Sección Transversal

El ancho de la sección transversal está en función de la capacidad de la carretera: está, a su vez, en relación directa con la demanda vehicular. Es por ello, antes de determinar los anchos del pavimento, es necesario relacionarlos con la demanda vehicular a servir.

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 establecen anchos de calzada en base a la clase de carretera que se muestra en la tabla N°. 10, descrita en el capítulo II.

De acuerdo a la tabla N°. 10, el ancho de la calzada de acuerdo a la clase de carretera (IV) es de 6,00 m.

6.7.2 Diseño del pavimento flexible

El diseño del pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

Para el método AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9,36 * \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \log_{10} M_r - 0,87$$

En donde:

- W_{18} = Número de cargas de ejes equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme al tránsito vehicular.
- Z_r = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.
- S_o = Desviación estándar de todas las variables.
- ΔPSI = Perdida de servicialidad.
- M_r = Módulo de resiliencia de la subrasante.
- SN = Número estructural

El método AASHTO considera las siguientes variables:

a) Periodo de diseño

Es el tiempo el que se estima que la estructura de pavimento va a funcionar con un nivel de servicio adecuado, sin requerir actividades de rehabilitación.¹²

La AASHTO recomienda los periodos de diseño de acuerdo al tipo de carretera.

Tabla N°. 49 Periodo de diseño

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO (Años)
Urbana de alto volumen	30 - 50
Rural de alto volumen	20 - 50
Pavimentadas de bajo volumen	15 - 25
Tratadas superficialmente de bajo volumen	10 - 20

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

Siendo la vía en estudio tratada superficialmente de bajo volumen se encuentra en un periodo de diseño de 10 a 20 tomando como periodo de diseño 20 años.

b) Factores de daño

Las normas MOP-2003 especifican que se debe tomar en cuenta los factores daño que ocasionan los diferentes tipos de vehículos.

Tabla N°. 50 Factores de daño

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6)^4	tons	(P/8.2)^4	tons	(P/15)^4	tons	(P/23)^4	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
C-2P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C-2G	6	0,68	11	3,24					3,92
C-3	6	0,68			18	2,07			2,75

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

¹² Obtenido de <http://es.slideshare.net/jbrobles1/guiadiseo-pavimentos-para-bajosvolumenes>

Para este caso solo se tomaran los factores de daño del tipo C-2P (1,29) y el C-2G (3,92) ya que en la vía solo se encontraron estos dos tipos de vehículos pesados.

Para el cálculo del número de ejes equivalentes a 8,2 toneladas se aplicara la siguiente fórmula:

$$W_{18} = (TPDA_{BUSES} * FD_{BUSES} * 365) + (TPDA_{C-2P} * FD_{C-2P} * 365) + (TPDA_{C-2G} * FD_{C-2G} * 365)$$

Como en la vía no se cuenta con la presencia de buses no se calculara para los buses, solo se calculara con los vehículos pesados es decir el C-2P y el C-2G.

Para el año 2015

$$W_{18_{2015}} = (18 * 1,29 * 365) + (9 * 3,92 * 365)$$

$$W_{18_{2015}} = 8475,3 + 12877,2$$

$$W_{18_{2015}} = 21353$$

Para el año 2016 se realiza el mismo procedimiento pero sumándole el W18 del año anterior obteniendo así nuestro W18 acumulado.

$$W_{18_{2016}} = (18 * 1,29 * 365) + (9 * 3,92 * 365)$$

$$W_{18_{2016}} = 21353$$

$$\mathbf{W_{18_{ACUMULADO}} = W_{18_{2015}} + W_{18_{2016}}$$

$$W_{18_{ACUMULADO}} = 21353 + 21353$$

$$\mathbf{W_{18_{ACUMULADO}} = 42706}$$

Se realiza este proceso hasta llegar al periodo de diseño de 20 años, obteniendo un $W_{18_{ACUMULADO}} = 530030$.

Una vez obtenido el W18 acumulado se procede a calcular el W18 para el carril de diseño para lo cual se consideran dos factores.

c) Factor de distribución por dirección (DD)

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos es de 0,5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección. Puede darse el caso de ser mayor en una dirección que en la otra, lo cual puede deducirse del conteo de tránsito efectuado. (AASHTO, 1993)

Lo más importante de esto, será la diferencia de peso entre los vehículos que van en una dirección; como puede suceder por la cercanía de una fábrica, puerto, etc.

Tabla N°. 51 Factor de distribución por dirección (DD)

Número de carriles en ambas direcciones	Porcentaje de vehículos en el carril de diseño
2	50
4	45
6 o mas	40

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

La vía en estudio tiene dos carriles por lo tanto es el 50 %.

d) Factor de distribución por carril

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ESAL's "Carga de eje equivalente simple" (Equivalent Single Axle Load). Para un camino de dos carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. Para caminos de varios carriles, el diseño será el extremo, por el hecho de que los vehículos pesados van en ese carril. (AASHTO, 1993)

Tabla N°. 52 Factor de distribución por carril (DC)

Número de carriles en una sola dirección	Porcentaje de ejes equivalentes de 8,2 ton. En el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

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

La vía en estudio tiene un solo carril para cada dirección para lo cual será el valor de 100%.

$$\mathbf{W18}_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = \mathbf{W18}_{\text{ACUMULADO}} * \mathbf{DD} * \mathbf{DC}$$

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 21353 * 1,0 * 0,5$$

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 10677$$

Aplicamos la fórmula anterior para cada W18 acumulado hasta llegar al W18 acumulado para el año proyectado.

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 530030 * 1,0 * 0,5$$

$$\mathbf{W18}_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = \mathbf{265015}$$

Tabla N°. 53 Número de ejes equivalente a 8,2 toneladas

AÑO	% DE CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			CAMIONES		W18 CALCULADO	W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDA TOTAL	AUTOS	CAMIONES	C-2P	C-2G			
2015	4,47%	2,22%	2,18%	126	99	27	18	9	21353	21353	10677
2016	3,97%	1,97%	1,94%	130	103	27	18	9	21353	42706	21353
2017	3,97%	1,97%	1,94%	135	107	28	19	9	21823	64529	32265
2018	3,97%	1,97%	1,94%	140	111	29	19	10	23254	87783	43892
2019	3,97%	1,97%	1,94%	145	116	29	19	10	23254	111037	55519
2020	3,97%	1,97%	1,94%	150	120	30	20	10	23725	134762	67381
2021	3,57%	1,78%	1,74%	152	122	30	20	10	23725	158487	79244
2022	3,57%	1,78%	1,74%	157	127	30	20	10	23725	182212	91106
2023	3,57%	1,78%	1,74%	162	131	31	21	10	24196	206408	103204
2024	3,57%	1,78%	1,74%	168	136	32	21	11	25627	232035	116018
2025	3,57%	1,78%	1,74%	173	141	32	21	11	25627	257662	128831
2026	3,25%	1,62%	1,58%	173	141	32	21	11	25627	283289	141645
2027	3,25%	1,62%	1,58%	178	145	33	22	11	26098	309387	154694
2028	3,25%	1,62%	1,58%	183	150	33	22	11	26098	335485	167743
2029	3,25%	1,62%	1,58%	188	155	33	22	11	26098	361583	180792
2030	3,25%	1,62%	1,58%	194	160	34	23	11	26568	388151	194076
2031	3,25%	1,62%	1,58%	200	165	35	23	12	27999	416150	208075
2032	3,25%	1,62%	1,58%	206	171	35	23	12	27999	444149	222075
2033	3,25%	1,62%	1,58%	212	176	36	24	12	28470	472619	236310
2034	3,25%	1,62%	1,58%	218	182	36	24	12	28470	501089	250545
2035	3,25%	1,62%	1,58%	225	188	37	25	12	28941	530030	265015

Fuente: El Autor

6.7.2.1 Datos para el diseño del pavimento flexible

a) Confiabilidad

La confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada. (AASHTO, 1993)

Cada valor de “R” está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente Zr (Desviación estándar normal). A su vez, Zr determina, en conjunto con el factor So (desviación estándar normal), un factor de confiabilidad.

Niveles sugeridos de confiabilidad de acuerdo a la clasificación funcional del camino.

Tabla N°. 54 Niveles recomendados de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad "R" Recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	85 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

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

Al ser una vía local rural el nivel de confiabilidad está dentro del rango del 50 % al 80 %, para el diseño se consideró un valor promedio siendo esto 70 %.

Tabla N°. 55 Desviación estándar normal “Zr”

Confiabilidad "R"	Zr	Confiabilidad "R"	Zr
50	0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

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

Con el porcentaje de confiabilidad $R = 70 \%$, se determina la desviación estándar normal $Z_r = -0,524$ que se muestra en la tabla N°. 55.

b) Desviación estándar global.

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad (R), descrita anteriormente; se deberá seleccionar un valor S_o “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tráfico. (AASHTO, 1993)

Para pavimentos flexibles: $0,40 < S_o < 0,50$

Se recomienda usar un valor promedio es decir **$S_o = 0,45$** .

c) Módulo de resiliencia “Mr”

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación, tales como el CBR, compresión simple, son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas laterales como el ensayo de módulo de resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$ para $CBR < 10 \%$ (sugerida por la AASHTO)

$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0,65}$ para CBR de $7,2 \%$ a 20% (ecuación desarrollada en Sudáfrica)

$Mr \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241$ (Utilizada para suelos granulares por la propia AASHTO).

Para el actual proyecto se aplicara la segunda fórmula ya que el CBR de diseño obtenido en los estudios de suelos fue de 13,20 %.

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 * 13,2^{0,65}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 16050,71 \text{ psi} = 16,050 \text{ Ksi.}$$

d) Índice de servicialidad (PSI)

Servicialidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. (AASHTO, 1993)

$$\Delta \text{ PSI} = \text{PSI inicial} - \text{PSI final}$$

Donde:

$\Delta \text{ PSI}$ = diferencia entre los índices de servicio inicial y el final o terminal deseado.

PSI inicial = índice de servicio inicial (4,2)

PSI final = índice de servicio final.

Tabla N°. 56 Índice de servicio inicial

PSI	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
PSI inicial	4,5	4,2

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

Ya que se trata de un pavimento flexible el PSI inicial es 4,2.

Tabla N°. 57 Índice de servicio final

PSI	Caminos	
	Principales	Secundarios
PSI Final	2,5 a 3,0	2,0

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

Siendo una vía secundaria el PSI final es 2,0.

Reemplazando los valores en la fórmula anterior tenemos lo siguiente:

$$\Delta \text{PSI} = 4,2 - 2,0$$

$$\Delta \text{PSI} = 2,2$$

El índice de servicio de la vía en estudio es **2,20**.

6.7.2.2 Determinación de espesores por capas

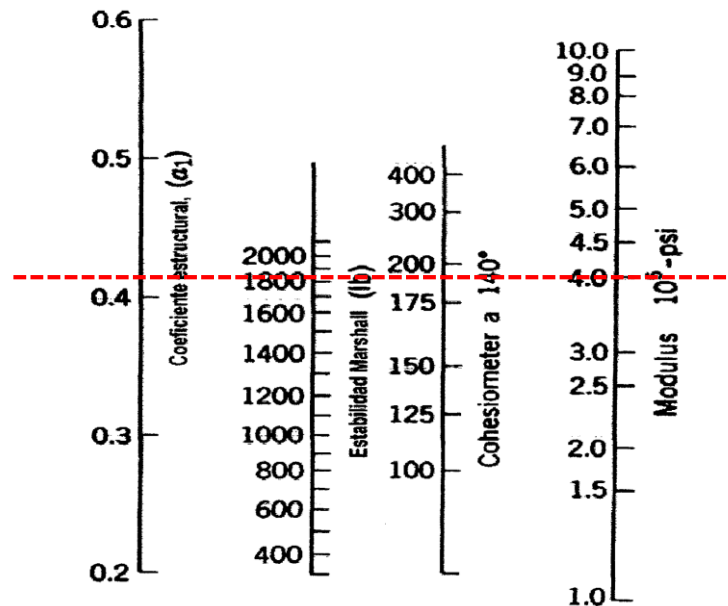
a) Coeficientes estructurales

Los materiales utilizados en cada una de sus capas de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo a sus características ingenieriles, tiene un coeficiente estructural "a1". Este coeficiente representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitadas.

b) Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)

La estabilidad de Marshall escogida fue 1800 lb según los valores en la tabla N°. 20 descrita en el capítulo II, establecido por las especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2002).

Gráfico N°. 33 Monograma para estimar el coeficiente estructural a1 para la carpeta asfáltica.



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

Por medio de la apreciación en el monograma se obtuvo un valor del módulo resiliente de la carpeta asfáltica de $3,90 \cdot 10^5$ psi, y el coeficiente estructural $a_1 = 0,41$; en la tabla N°. 58, se puede obtener un valor más exacto por medio de interpolación.

Tabla N°. 58 Módulos de la carpeta asfáltica

MÓDULOS ELÁSTICOS		VALORES DE a_1
psi	Mpa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

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

Interpolación

Modulo elástico Coeficiente estructural

400000 → 0,420

-375000 → 0,405

25000 → 0,015

15000 → X

$$X = \frac{15000 * 0,015}{25000}$$

$$X = 0,009$$

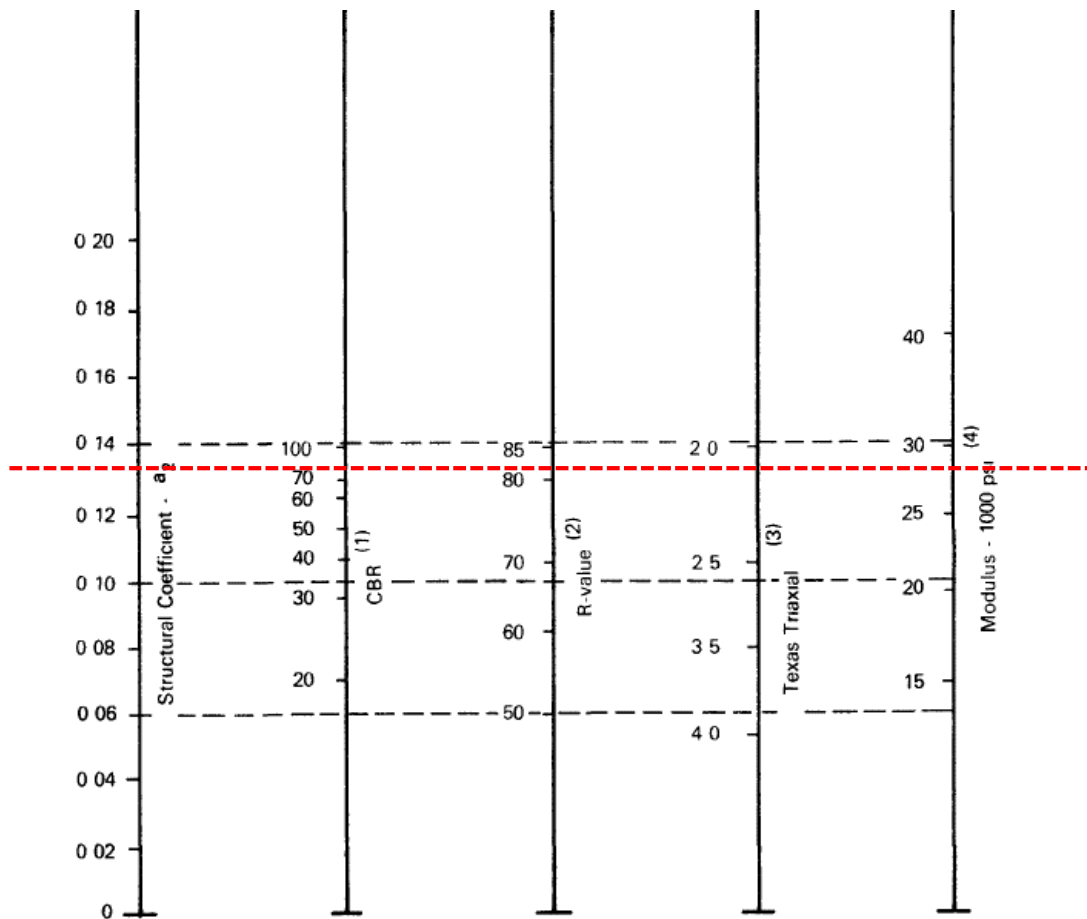
$$a_1 = 0,405 + 0,009$$

$$a_1 = 0,414$$

c) Coeficiente estructural de la base (a2)

En las especificaciones generales para construcción de caminos y puentes del MOP-2003 y como se indica en la tabla N°. 18, descrita en el capítulo II, la base de los agregados debe tener un CBR mínimo de 80 %, en base a esto se aprecia en el siguiente monograma.

Gráfico N°. 34 Monograma para estimar el coeficiente estructural de la base a2.



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

Mediante la apreciación en el monograma se obtiene un módulo resiliente para la base de 28500 psi.

Tabla N°. 59 Coeficiente estructural de la base

BASE DE AGREGADOS	
CBR (%)	a2
20	0,070
25	0,085
30	0,095
35	0,100
40	0,105
45	0,112
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

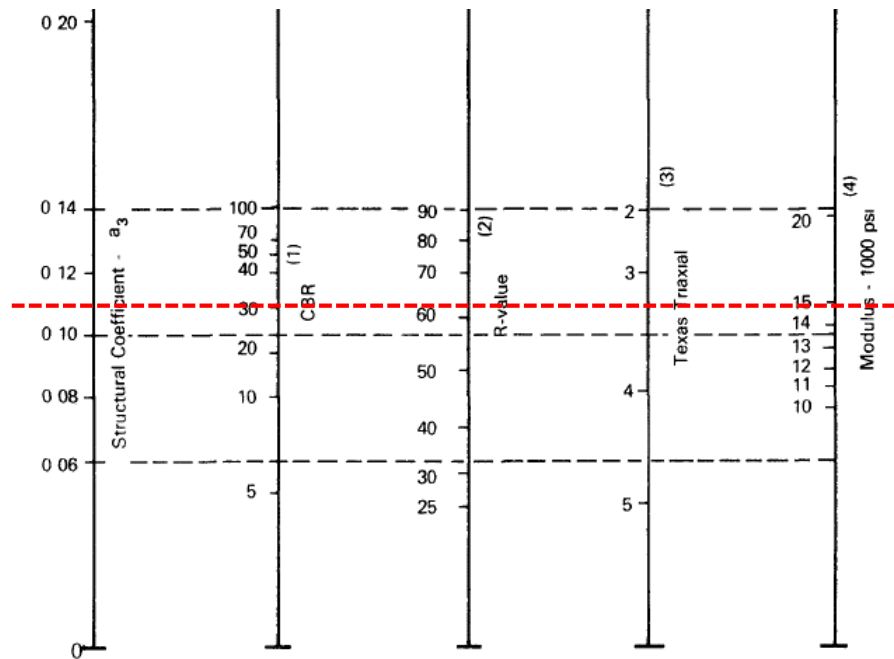
Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Con el CBR = 80 %, se procede a determinar el coeficiente estructural de la base con la ayuda de la tabla N°. 59, $a_2 = 0,133$.

d) Coeficiente estructural de la Sub-base (a3)

En las especificaciones generales para construcción de caminos y puentes del MOP-2003 y como se indica en la tabla N°. 16, descrita en el capítulo II, la sub-base de los agregados debe tener un CBR mínimo de 30 %, en base a esto se aprecia en el siguiente monograma.

Gráfico N°. 35 Monograma para estimar el coeficiente estructural de la Sub-base a3.



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

Mediante la apreciación en el monograma se obtiene el módulo resiliente para la sub-base de 14950 psi.

Tabla N°. 60 Coeficiente estructural de la sub-base

SUB-BASE DE GRANULAR	
CBR (%)	a3
10	0,080
15	0,090
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
50	0,125
60	0,128
70	0,130
80	0,135
90	0,138
100	0,140

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

Con el CBR = 30 %, se procede a determinar el coeficiente estructural de la sub-base con la ayuda de la tabla N°.60, $a_3 = 0,108$.

e) Coeficientes de drenaje (m2 y m3)

La calidad de drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares (capa pase y sub-base).

Tabla N°. 61 Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

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

La calidad de drenaje para la vía en estudio se la define como regular ya que tarda aproximadamente 1 semana en eliminar el agua.

Tabla N°. 62 Coeficientes de drenaje m2 y m3

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Buena	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
Deficiente	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

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

Con una calidad de drenaje regular y que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación del 5 al 25 %, se determina que los coeficientes de drenaje m2 y m3 es 0,80.

f) Cálculo del número estructural requerido “SN”

Para determinar el número estructural se utilizara la ecuación AASHTO 93, para lo cual se ingresaron los siguientes datos:

Confiabilidad (R) = 70 %

Desviación estándar normal (Z_r) = -0,524

Desviación global (S_o) = 0,45

PSI inicial = 4,20

PSI final = 2,0

Módulo resiliente de la subrasante (M_r) = 16050,71 psi

W18 = 265015

Gráfico N°. 36 Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows a software interface for calculating the structural number (SN) using the AASHTO 93 equation. The window is titled "Ecuación AASHTO 93". It features several input fields and buttons. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section shows "70 % Zr=-0.524" and "So 0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section shows "PSI inicial 4.2" and "PSI final 2". The "Módulo resiliente de la subrasante" section shows "Mr 16050.71 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has empty fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, with "W18 = 265015" displayed. The "Número Estructural" section shows "SN = 1.81". At the bottom are "Calcular" and "Salir" buttons.

Fuente: El Autor

Una vez introducido los datos en la ecuación AASHTO se obtiene el número estructural requerido para el diseño **SN = 1,81**

g) Determinación de espesores por capa.

Con el SN determinado se procede a determinar una sección multicapa que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original. La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y sub base, haciéndose notar que el método AASHTO, versión 1993, ya involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y sub-base.

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

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

D_1, D_2, D_3 = Espesor de la carpeta, base y sub-base respectivamente.

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje para base y sub-base respectivamente.

Para el cálculo de los espesores D_1 y D_2 (en pulgadas), el método sugiere respetar los siguientes valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados.

Tabla N°. 63 Espesores mínimos de D_1 y D_2 en función del W18

TRÁFICO W18	CARPETA ASFÁLTICA, D_1 (pulg)	CAPA BASE, D_2 (pulg)
< 50000	1,0 (o tratamiento superficial)	4
50001 a 150000	2,0	4
150001 a 500000	2,5	4
500001 a 2000000	3,0	6
2000001 a 7000000	3,5	6
7000000	4,0	6

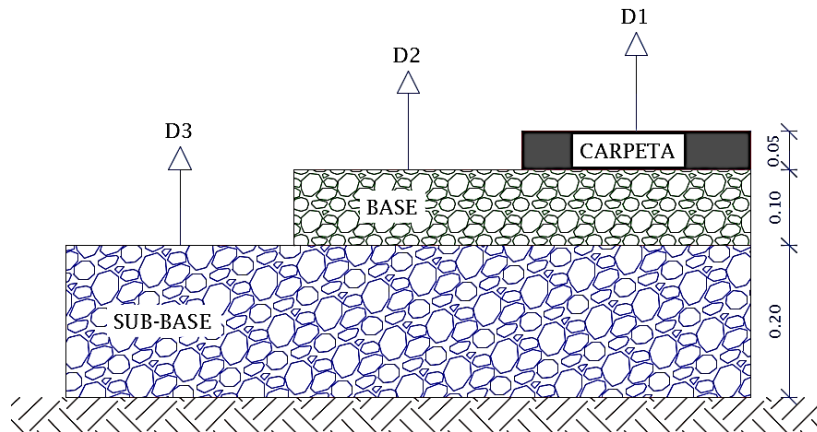
Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Tabla N°. 64 Diseño de pavimento flexible

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO : Via Cuatro Esquinas - San Diego	TRAMO :		
SECCION 1 : km 1+000 - km 4+680	FECHA : Julio 2015		
DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)			390,00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)			14,95
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			2,65E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)			-0,524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			16,05
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,414
Base granular (a2)			0,133
Subbase (a3)			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			0,800
Subbase (m3)			0,800
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1,80		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,43		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,43		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0,05		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,7 cm	5,0 cm	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6,5 cm	10,0 cm	0,42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-0,9 cm	20,0 cm	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		35,0 cm	1,91

Fuente: El Autor

Gráfico N°. 37 Espesores de las capas de la estructura del pavimento



Fuente: El Autor

En base a la mina más cercana al proyecto y al tipo de materiales que esta posee, los materiales a utilizarse serán;

Sub-base clase 3 y base clase 4, los mismos que deberán cumplir con las especificaciones detalladas en el capítulo II en la tabla N°. 16 y N°. 18, correspondiente a cada una de ellas.

6.7.3 Sistemas de drenaje

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera, el drenaje debe ser muy efectivo para evacuar rápidamente las aguas de la superficie del pavimento y evitar que estas se filtren dentro del mismo, ocasionándole daños que pueden ser considerables y de efectos inmediatos o a corto plazo.

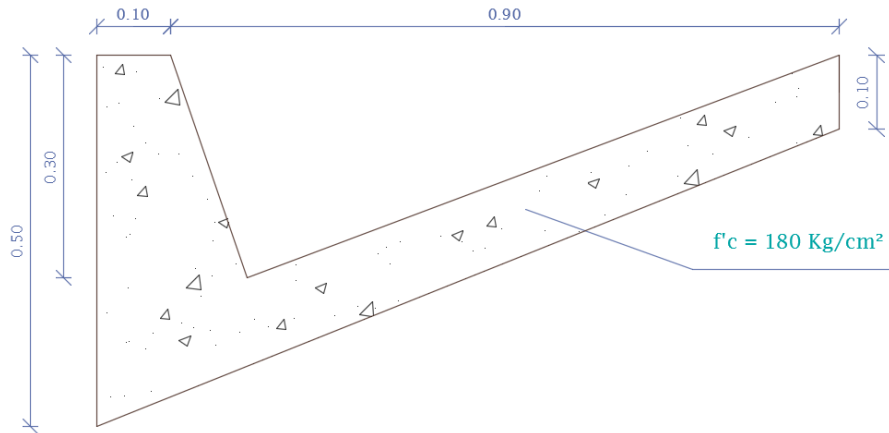
6.7.3.1 Diseño de cunetas

Para el presente proyecto se eligió una sección de cuneta triangular, principalmente por la facilidad de construcción y mantenimiento, revestida con hormigón $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

El área hidráulica se la cuneta se determinara con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad.

El diseño de las cunetas se basa en el principio de canales abiertos en un flujo uniforme aplicando la fórmula de Manning y la ecuación de la continuidad.

Gráfico N°. 38 Dimensiones de la cuneta del proyecto



Fuente: El Autor

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * J^{1/2}$$

$$Q = A * V$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

V = Velocidad (m/seg).

N = Coeficiente de rugosidad de Manning.

J = Pendiente hidráulica (%)

Q = Caudal de diseño (m^3/seg)

A = Área de la sección (m^2)

P = Perímetro mojado (m)

R = Radio hidráulico (m)

Coefficientes de rugosidad de Manning para canales abiertos

Tipo de recubrimiento	n
Tierra lisa	0,020
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Revestimiento rugoso de piedra	0,040
Cuneta revestida de hormigón	0,016

Para el diseño se considera que la cuneta va a trabajar a sección llena.

Área mojada (A_m)

$$A_m = \frac{b * h}{2}$$

$$A_m = \frac{0,90 * 0,30}{2}$$

$$A_m = 0,135 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado (P_m)

$$P_m = 0,32 + 0,85$$

$$P_m = 1,17$$

Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,135 \text{ m}^2}{1,17 \text{ m}}$$

$$R = 0,12 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,016} * 0,12^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 15,21 * J^{1/2}$$

$$Q = A * V$$

Reemplazando la velocidad y el área:

$$Q = 0,135 * 15,21 * J^{1/2}$$

$$Q = 2,05 * J^{1/2}$$

La máxima pendiente longitudinal que se tiene en el proyecto es de 13,34 %.

Tabla N°. 65 Caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendientes

J %	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)
0,5%	1,076	0,145
1,0%	1,521	0,205
2,0%	2,151	0,290
3,0%	2,634	0,355
4,0%	3,042	0,410
5,0%	3,401	0,458
6,0%	3,726	0,502
7,0%	4,024	0,542
8,0%	4,302	0,580
9,0%	4,563	0,615
10,0%	4,81	0,648
11,0%	5,045	0,680
12,0%	5,269	0,710
13,0%	5,484	0,739
13,34%	5,555	0,749
14,0%	5,691	0,767

Fuente: El Autor

$$Q_{\text{admisible}} = 2,05 * 13,34^{1/2}$$

$$Q_{\text{admisible}} = 0,749 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Caudal máximo esperado

Utilizando la fórmula del método racional para determinar el caudal que circula por la cuneta tenemos:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A = Número de hectáreas tributarias

Coeficiente de escurrimiento

$$C = 1 - \sum C'$$

Donde:

C' = Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen directamente en la escorrentía.

Por la topografía	C'
Topografía plana: con pendientes de 0,2 m – 0,6 m / Km	0,30
Topografía Moderada: con pendientes de 3 m – 4 m / Km	0,20
Topografía Colinas: con pendientes de 30 m – 50 m / Km	0,10

Por el tipo de suelo

Arcilla compacta impermeable	0,10 mm/h
Combinación de limos con arcillas	0,20 mm/h
Limo arenoso no muy compactado	0,40 mm/h

Por la capa vegetal

Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

$$C = 1 - (C'T + C'S + C'veg)$$

$$C = 1 - (0,10 + 0,20 + 0,10)$$

$$C = 0,60 \text{ mm/h}$$

De acuerdo a los registros realizados por el INAMHI correspondientes al año 2012 en la estación meteorológica Rumipamba – Salcedo, indica que la precipitación anual fue de 497,10 mm, con una precipitación mensual máxima de 102,10 mm que corresponde al mes de Enero.

La ecuación para calcular la intensidad de lluvia se tomara de los estudios realizados por el INAMHI cuya fórmula es:

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * P_{max}}{t^{0,58}}$$

Donde:

T = periodo de retorno (Años) 10 Años.

t = Tiempo de precipitación de intensidad.

Pmax = Precipitación máxima en 24 horas (102,10 mm)

Para encontrar el tiempo de precipitación se utiliza la fórmula:

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración (Minutos)

L = Longitud del área de drenaje

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m^2)

Para el presente proyecto se calculara con la pendiente máxima (13,34 %) y una longitud máxima de drenaje $L= 500$ m

$$H = L * i$$

$$H = 500 * 13,34 \%$$

$$H = 66,70 \approx 68 \text{ m}$$

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{500^3}{68} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 5,03 \text{ minutos}$$

Intensidad

$$I = \frac{4,14 * 10^{0,18} * 102,10}{5,03^{0,58}} = 250,68 \text{ mm/h}$$

Área de drenaje

$$A = (\text{Ancho del carril} + \text{cuneta}) * L$$

$$A = (3 + 1) * 500$$

$$A = 2000 \text{ m}^2 = 0,20 \text{ hectáreas.}$$

Caudal máximo

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{0,60 * 250,68 * 0,20}{360}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 0,084 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Comparación

$$Q_{\text{admisible}} = 0,084 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{admisible}} > Q_{m\acute{a}x}$$

$$0,749 > 0,084 \rightarrow Ok$$

Las secciones de las cunetas son las adecuadas ya que la cuneta trabaja de correctamente ante la presencia del caudal máximo esperado.

6.7.3.2 Diseño de alcantarillas

De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carrera, se pueden considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para coleccionar aguas provenientes de cunetas. (MOP, 2003)

La alcantarilla deberá ser colocada a una profundidad tal que el espesor del relleno evite daños a los conductos, pero lo cual se considera de la siguiente manera.

Tráfico normal = 1,00 m

Tráfico pesado = 1,20 m

Calculo del diámetro de la alcantarilla

Para el diseño de la alcantarilla se utilizara la fórmula de Talbot modificada.

$$A = \frac{0,183 * C * H^{3/4} * i}{100}$$

Donde:

A = Área libre de la alcantarilla (m²)

H = Área de drenaje (Ha)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación pluvial (250,68 mm/h)

Tabla N°. 66 Coeficientes de escorrentía de la fórmula de Talbot

CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS	VALORES DE C
Montañoso y Escarpado	1,00
Con mucho Lomerío	0,80
Con Lomerío	0,60
Muy Ondulado	0,50
Poco Ondulado	0,40
Casi Plana	0,30
Plana	0,20

Fuente: Talbot

El área de drenaje se determina en base a mapas cartográficos y mediante recorridos realizados a la zona en estudio (H = 2,2 Ha).

$$A = \frac{0,183 * 1 * 2,2^{3/4} * 250,68}{100}$$

$$A = 0,80 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}$$

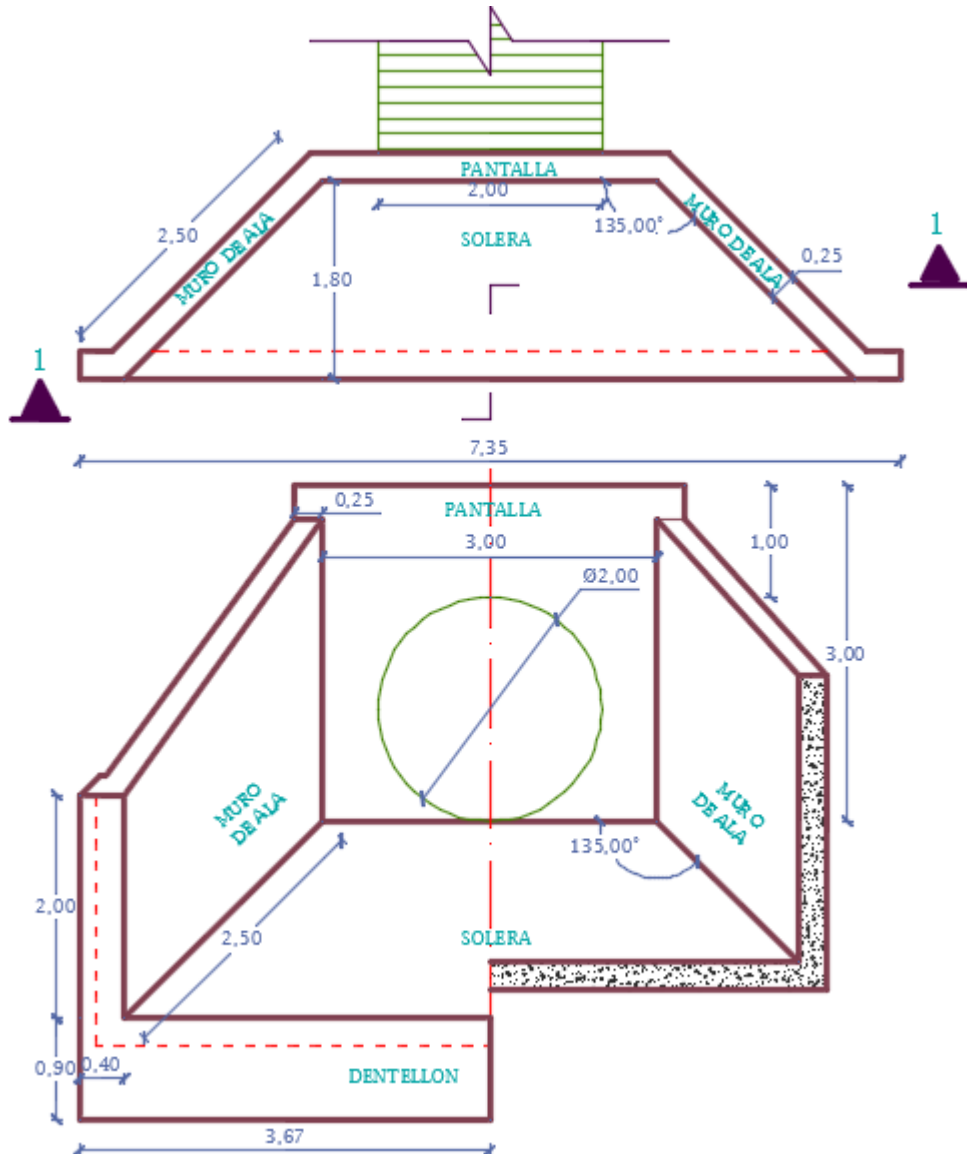
$$D = \sqrt{\frac{0,80 * 4}{\pi}}$$

$$D = 1,00 \text{ m}$$

Se utilizara tubería de acero corrugado con un diámetro de 1,00 m, Con cabezales de hormigón armado $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$, a una profundidad de 1,00 m desde el nivel de la sub rasante hasta la corona de la alcantarilla.

En el presente proyecto se utilizaran tres tipos de cabezales.

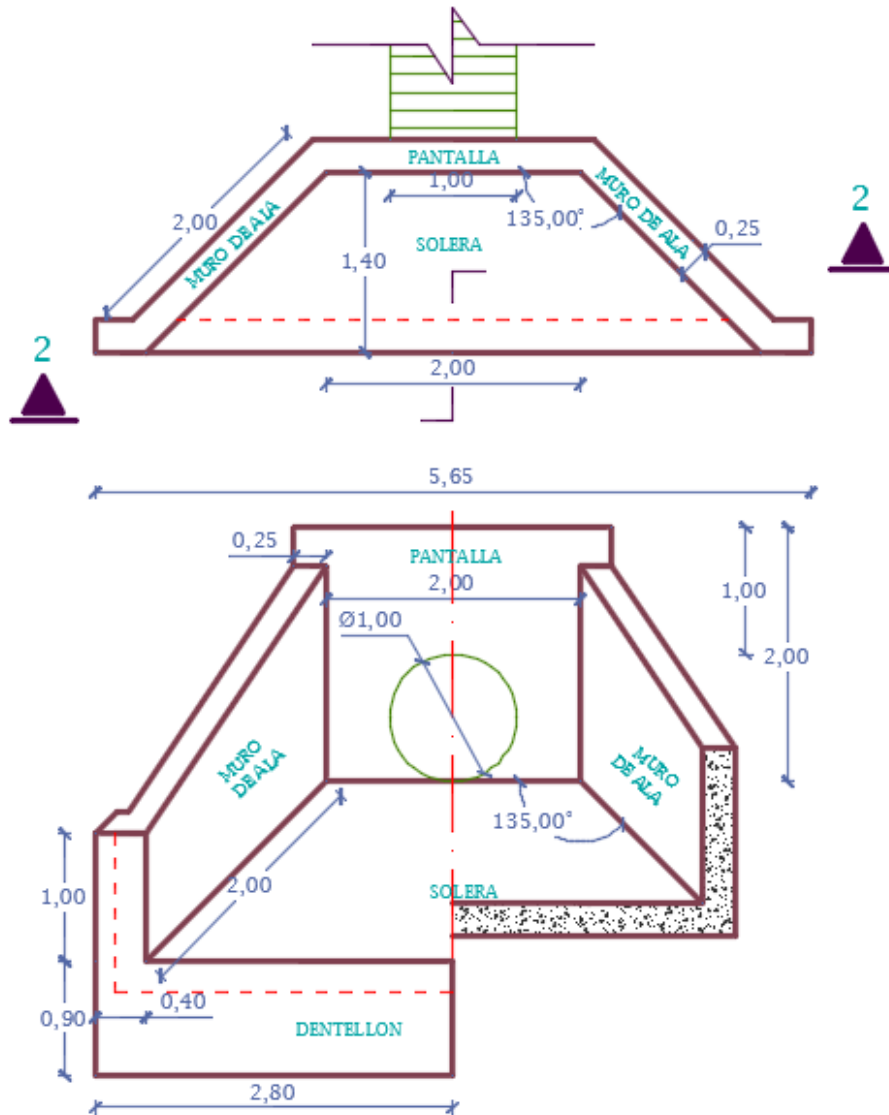
Gráfico N°. 39 Cabezal tipo A



Fuente: El Autor

Este tipo de cabezal se utilizara en las quebradas existentes en el proyecto, el cabezal se utilizara tanto para el ingreso y salida.

Gráfico N°. 40 Cabezal tipo B



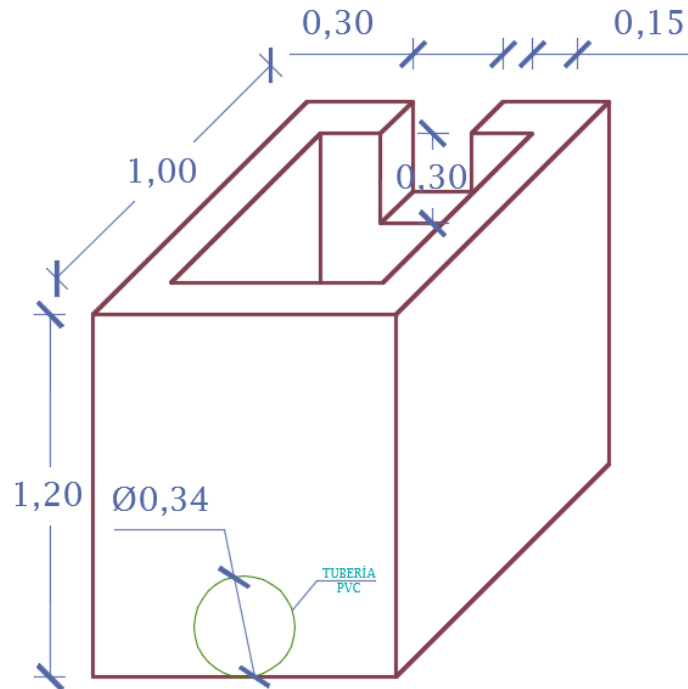
Fuente: El Autor

Este tipo de cabezal se utilizara donde no existe la presencia de quebradas el cabezal se utilizara tanto para el ingreso y salida.

Finalmente el gráfico N°. 41, que representa el cabezal tipo C, se utilizara en los cruces de agua existentes en el proyecto.

Los detalles de construcción de los cabezales Tipo A, B y C, se encuentran en el Anexo H en la lámina 11/11, la cual corresponde a los planos de alcantarillas.

Gráfico N°. 41 Cabezal tipo C



Fuente: El Autor

Tabla N°. 67 Volúmenes de hormigón de tipos de cabezales

Cabezal		Elemento	Longitud (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Subtotal (m)	Volumen de Tubería (m³)	Total (m³)
Tipo	Material							
Tipo A	Hormigón f _c = 210 Kg/cm²	Ala Izquierda	2,50	0,25	2,35	1,47	0,790	7,75
		Ala derecha	2,50	0,25	2,35	1,47		
		Pantalla	3,00	0,25	3,00	2,25		
		Plataforma	4,80	0,25	1,80	2,16		
		Dentellón	7,35	0,25	0,65	1,19		
Tipo B	Hormigón f _c = 210 Kg/cm²	Ala Izquierda	2,00	0,25	1,35	0,68	0,200	4,26
		Ala derecha	2,00	0,25	1,35	0,68		
		Pantalla	2,00	0,25	2,00	1,00		
		Plataforma	3,40	0,25	1,40	1,19		
		Dentellón	5,65	0,25	0,65	0,92		
Tipo C	Hormigón f _c = 210 Kg/cm²	Laterales	4,00	0,15	1,20	0,72	0,013	0,86
		Fondo	1,00	0,15	1,00	0,15		

Fuente: El Autor

Tabla N°. 68 Ubicación de alcantarillas y pases de agua

Abscisa	Cabezal	Tipo	Gradiente	Tubería		
				Material	Longitud (m)	Diámetro (mm)
0+015	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
0+190	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
0+375	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
0+550	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
0+795	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
0+940	Tipo A	Alcantarilla	6%	Armico	15,00	2000
1+095	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
1+165	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
1+310	Tipo A	Alcantarilla	6%	Armico	15,00	2000
1+455	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
1+550	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
1+675	Tipo A	Alcantarilla	6%	Armico	15,00	2000
1+920	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
2+010	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
2+250	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
2+370	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
2+470	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
2+635	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
2+790	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
2+970	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
3+100	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
3+260	Tipo C	Pase de Agua	2%	PVC	12,00	335
3+350	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
3+550	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
3+780	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
4+050	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
4+360	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000
4+680	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10,00	1000

Fuente: El Autor

6.7.4 Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado de peatones y vehículos.

6.7.4.1 Señalización horizontal

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros

dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores. (INEN, 2011)¹³

a) Clasificación

Según su forma

- **Líneas longitudinales.-** Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- **Líneas transversales.-** se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- **Símbolos y Leyendas.-** Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.
- **Otras señalizaciones:** como chevrone, etc.

b) Materiales para la señalización horizontal

Corresponde a los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con microesferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación. (INEN, 2011)

La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos de espesor para su aplicación.

Mínimo zona urbana	300 (micras) en seco
Mínimo zona rural	250 (micras) en seco

¹³ Obtenido de https://www.usfq.edu.ec/sobre_la_usfq/servicios/autoclub/Documents/reglamento_tecnico.pdf

c) Ubicación

La señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- a) Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- b) Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

d) Dimensiones

Las dimensiones de la señalización dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubica. Estas se detallan para cada caso en las siguientes secciones. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que leyendas y símbolos mantengan sus proporciones. En la tabla N°. 69 se señala las tolerancias aceptadas en las dimensiones de señalizaciones.

Tabla N°. 69 Tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones

DIMENSIONES	TOLERANCIA PERMITIDA
Ancho de una línea	± 3 %
Largo de una línea segmentada	± 5 %
Dimensiones de símbolos y letras	± 5 %
Separación entre líneas adyacentes	± 5 %

Fuente: INEN (2011)

e) Retroreflexión

Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática por ello se construirán con materiales apropiados, como microesferas de vidrio, y deben someterse a procedimiento que asegure su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces del vehículo, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. (INEN, 2011)

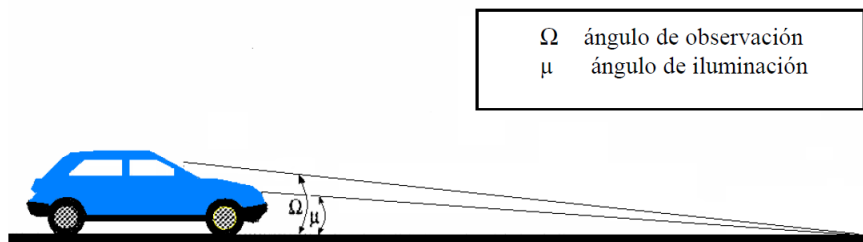
Tabla N°. 70 Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m²).

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	blanco	Amarillo
A 15,00 m	3,5°	4,5°	150	95
A 30,00 m	1,24°	2,29°	150	70

Nota: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retroreflexión.

Fuente: INEN (2011)

Gráfico N°. 42 Ángulos de iluminación y observación



Fuente: INEN (2011)

Tratándose de señalización complementaria, la superficie retrorreflectante debe ser siempre de al menos 10 cm². Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, puede ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin necesidad de retirar este último. (INEN, 2011)

f) Líneas longitudinales

Se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo carriles exclusivos de bicicletas o buses; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra. (INEN, 2011)

g) Colores

Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinales deben ser conforme a los siguientes conceptos básicos.

- Líneas amarillas definen:
 - Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
 - Restricciones.
 - Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre).
- Líneas blancas definen:
 - La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
 - Borde derecho de la vía (Berma).
 - Zonas de estacionamiento.
 - Proximidad a un cruce cebra.
- Línea azul define:
 - Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Anchos y patrones de señalizaciones en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

- Una línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua (líneas de barrera). Consiste de dos líneas continuas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Una línea segmentada. Consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.

h) Líneas de separación de flujo opuesto.

Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuesta. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas. (INEN, 2011)

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- En vías rurales de calzada mínima de 5,60 m y con un TPDA de 300 vehículos o más.
- En vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más.

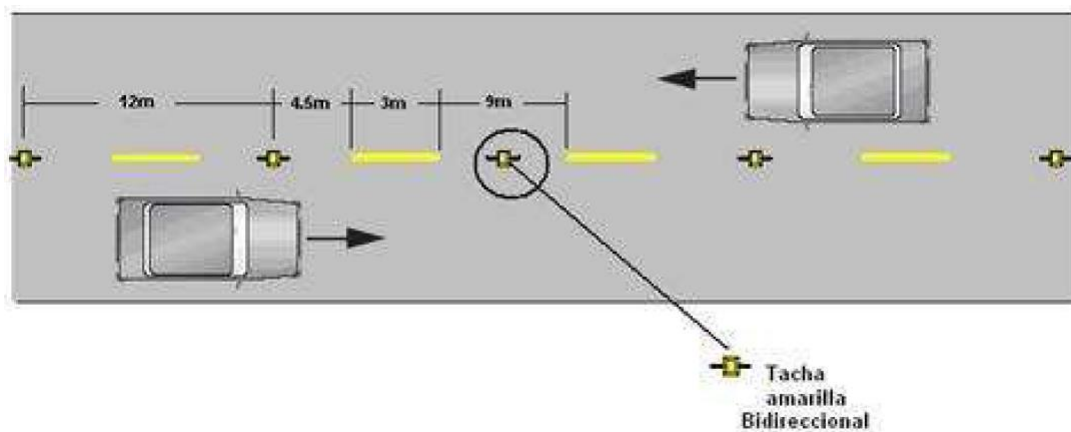
El ancho de estas señalizaciones varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía.

Tabla N°. 71 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.

Velocidad máxima de la vía (Km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 – 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Fuente: INEN (2011)

Gráfico N°. 43 Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.



Fuente: INEN (2011)

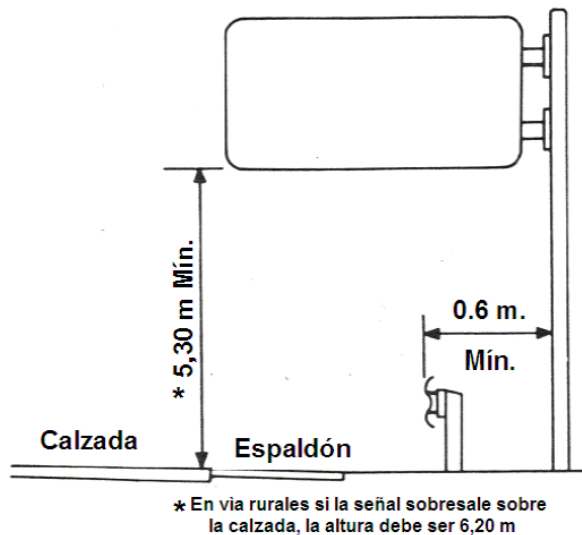
Para señalar la separación de carriles de sentido opuesto en una vía de baja velocidad (≤ 50 Km/h) se debe utilizar una línea de 100 mm de ancho, con un patrón de 12,00 m y de una relación de 3 – 9, es decir 3,00 m pintados y 9,00 m de separación. (INEN, 2011)

6.7.4.2 Señalización vertical

Las señales se deben instalar en el lado derecho de las vías. Hay que tomar precauciones cuando se instalan señales, para asegurar que estas no se obstruyen unas a otras o que su visibilidad sea reducida, especialmente en intersecciones. (INEN, 2011)

Colocación Lateral.- En vías sin bordillos en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cunetas, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación. (INEN, 2011)

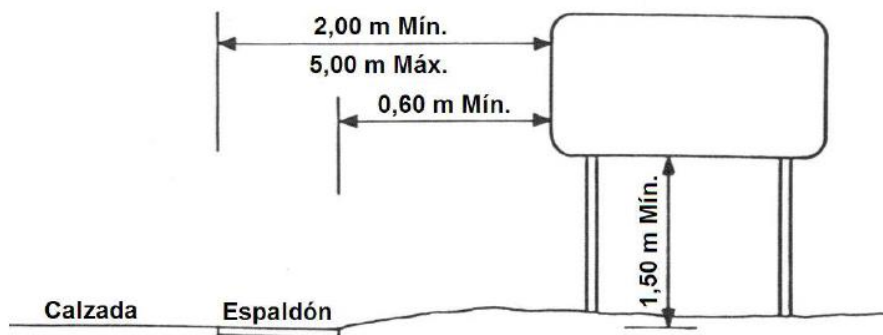
Gráfico N°. 44 Soporte en voladizo



Fuente: INEN (2011)

Altura.- En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visible bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m. (INEN, 2011)

Gráfico N°. 45 Soporte normal de dos postes



Fuente: INEN (2011)

Clasificación de señales verticales

Señales regulatoria (Código R).- Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. (INEN, 2011)

Gráfico N°. 46 Señales regulatorias



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca



Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	160 En	140 Da



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

Fuente: INEN (2011)

Señales preventivas (Código P).- Advierte a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en las vías o sectores adyacentes a la misma. (INEN, 2011)

Gráfico N°. 47 Señales preventivas



P1-1 I



P1-1 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (I ó D)	600 x 600
P1-2B (I ó D)	750 x 750
P1-2C (I ó D)	900 x 900



P1-5 I



P1-5 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (I ó D)	600 x 600
P1-5B (I ó D)	750 x 750
P1-5C (I ó D)	900 x 900



P1-6 I



P1-6 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-6A (I ó D)	600 x 600
P1-6B (I ó D)	750 x 750
P1-6C (I ó D)	900 x 900

Fuente: INEN (2011)

Señales de información (Código I).- Informa a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicaciones de servicio y puntos de interés turístico. (INEN, 2011)

Gráfico N°. 48 Señales de información



I1-2c



I1-2d



I1-5b1

Código No.	Dimensión (mm)
I1-5b1 A	*
I1-5b1 B	



I1-5d

Código No.	Dimensión (mm)	Dimensión (mm) y serie de letras		
		línea 1 y 2	línea 3	línea 4
I1-5d	900 X 1200	200 EM	400 EM	135 LC

Fuente: INEN (2011)

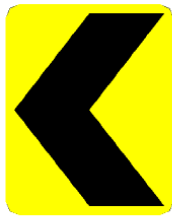
Señales especiales delineadoras (Código D).- Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura, dirección) de la vía o la presencia de una obstrucción en la misma. (INEN, 2011)

Gráfico N°. 49 Señales delineadoras

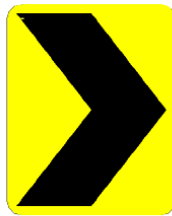


D5-3

Código No.	Dimensión (mm)
D5-3A	4000 x 400
D5-3B	4000 x 600



D6-2I



D6-2D

Código No.	Dimensión (mm)
D6-2A (I o D)	600 x 750
D6-2B (I o D)	750 x 900
D6-2C (I o D)	900 x 1200

Fuente: INEN (2011)

Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).- Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajo en las vías y aceras además para alertar sobre condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales. (INEN, 2011)

Gráfico N°. 50 Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales



T1-1

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-1 A	600 x 600
T1-1 B	750 x 750
T1-1 C	900 x 900



T1-4a

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750



T4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
T4-1 A	750X750
T4-1 B	900X900

Fuente: INEN (2011)

6.7.5 Cálculo de volúmenes

A continuación se detallan los rubros que se utilizan en el presente proyecto

a) Desbroce y limpieza

Para este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando un ancho de faja de 20,00 m a lo largo de todo el proyecto.

Desbroce y limpieza = Longitud total de la vía * Ancho de faja

Desbroce y limpieza = 4.680 m * 20,00 m

Desbroce y limpieza = 93.600 m²

Desbroce y limpieza = 9,36 Ha

b) Replanteo y nivelación

El replanteo y nivelación se realiza a lo largo de todo el proyecto. La unidad de medida es el kilómetro (Km).

Replanteo y nivelación = 4.680 m = 4,68 Km

c) Excavación sin clasificar incluye desalojo

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Del cálculo del movimiento de tierra se terminó un volumen total de:

$$\underline{Volumen\ de\ corte = 101.763,47\ m^3}$$

d) Relleno compactado con suelo natural

Es el relleno que se realiza con el suelo natural, este puede ser el suelo del movimiento de tierras cuyo valor se determina en el diseño geométrico con la ayuda del software utilizado. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

$$\underline{Volumen\ de\ relleno = 5.613,27\ m^3}$$

e) Acabado de la obra básica existente

Se determina mediante la longitud total del proyecto y el ancho de la calzada. La unidad de medida es el metro cuadrado (m²).

$$\text{Desbroce y limpieza} = 4.680\ m * 6,00\ m$$

$$\underline{Desbroce\ y\ limpieza = 28.080\ m^2}$$

f) Excavación para cunetas

Se ha determinado en base a la sección transversal de la cuneta del proyecto, la cual tiene un área de 0,30 m².

$$\text{Excavación para cunetas} = \text{Longitud total} * 2\ \text{Lados} * \text{Área cuneta}$$

$$\text{Excavación para cunetas} = 4.680 * 2\ \text{Lados} * 0,30$$

$$\underline{Excavación\ para\ cunetas = 2.808\ m^3.}$$

g) Excavación y relleno para estructuras menores

Se asume una longitud de 20,00 m a un lado de la alcantarilla para su respectivo encausamiento, para la excavación de la zanja de la alcantarilla se suma una base de 2,00 m y una altura de 2,00 m. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Para los pases de agua se asume un ancho de 0,60 m y una altura de 2 m de profundidad.

Longitud para alcantarillas = Longitud de tubería + longitud de encausamiento * número de alcantarillas.

Longitud para alcantarillas = 120,00 m + 20,00 m * 12

Longitud para alcantarillas = 360,00 m

Volumen de excavación para alcantarillas = 360,00 m * 2,00 m * 2,00 m

Volumen de excavación para alcantarillas = 1.440 m³.

Volumen para cabezales de muro

Se Asume un volumen de excavación para cabezales de 10,00 m³.

Volumen para cabezales de muro = 10,00 m³ * 12 alcantarillas

Volumen para cabezales de muro = 120,00 m³.

Longitud para pasos de agua = Longitud de tubería

Longitud para pasos de agua = 156,00 m

Volumen de excavación para pasos de agua = 156,00 m * 2,00 m * 0,60 m

Volumen de excavación para pasos de agua = 187,20 m³.

Volumen para cabezales de pases de agua

Se Asume un volumen de excavación para cabezales de 2,00 m³.

Volumen para cabezales de muro = 2,00 m³ * 13 Pases de agua

Volumen para cabezales de muro = 26,00 m³.

Volumen total = 1.440 + 120 + 187,20 + 26

Volumen total = 1.773,20 m³.

h) Tubería de acero corrugado Ø = 1000 mm; e = 2,0 mm, MP – 100

La unidad de medida es el metro lineal (ml).

Número de alcantarillas = 12 alcantarillas

Longitud de tubería por alcantarilla = 10,00 m

Longitud total = 120,00 ml

i) Tubería de acero corrugado Ø = 2000 mm; e = 2,5 mm, MP – 100

La unidad de medida es el metro lineal (ml).

Número de alcantarillas = 3 alcantarillas

Longitud de tubería por alcantarilla = 15,00 m

Longitud total = 45,00 ml

j) Tubería PVC Ø = 335 mm; e = 2,0 mm, MP – 100

La unidad de medida es el metro lineal (ml).

Número de pasos de agua = 13 pasos de agua

Longitud de tubería pasos de agua = 12,00 m

Longitud total = 156,00 ml

k) Hormigón simple f^c = 180 Kg/cm² para cunetas y cabezales de pases de agua.

Se considera la sección transversal de la cuneta para el proyecto la cual es 0,1650 m², la longitud total del proyecto más longitudes para descargas por dos lados de la vía. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Se ha considerado 300 m para descargas.

H.S cunetas = sección transversal * (Longitud proyecto + descargas) * 2 Lados

H.S cunetas = 0,1650 * (4.680 + 300) * 2 Lados

H.S cunetas = 1.643,40 m³

l) Hormigón Armado f'c = 240 Kg/cm² para cabezales de alcantarillas

Es el volumen de hormigón de los muros sobre la tubería de acero corrugado de entrada y salida de las alcantarillas. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Tabla N°. 72 Volumen de hormigón de 210 Kg/cm²

Cabezal		Hormigón de cabezales		Subtotal (m3)	Numero de alcantarillas/p. agua	Total (m3)
Tipo	Material	Entrada	Salida			
Tipo A	Hormigón f'c = 210 Kg/cm2	7,75	7,75	15,50	3	46,51
Tipo B	Hormigón f'c = 210 Kg/cm2	4,26	4,26	8,52	12	102,20
Tipo C	Hormigón f'c = 210 Kg/cm2	0,86	0,86	1,71	13	22,28
					Volumen Total =	170,99

Fuente: El Autor

H.S cabezales f'c = 210 Kg/cm² = 170,99 m³.

m) Acero de refuerzo Fy = 4200 kg/cm² para cabezales de alcantarillas

La unidad de medida es el kilogramo, el peso del acero de refuerzo se obtuvo a través de la planilla de acero de refuerzo descrito en el Anexo H en la lámina 11/11, la cual corresponde a los planos de alcantarillas.

Peso total = 24.632,51 Kg.

n) Sub-base granular clase 3 (incluye transporte)

Volumen obtenido de la sección transversal por medio del programa Civil 3D. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Volumen Sub-base clase 3 = Sección transversal de la sub-base * Longitud de proyecto

$$\text{Volumen Sub-base clase 3} = 1,20 * 4.680$$

$$\text{Volumen Sub-base clase 3} = 5.616 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen total} = 5.616 \text{ m}^3 * 1,10 \text{ (F. Sobreancho)} * 1,20 \text{ (F. Esponjamiento)}$$

$$\underline{\text{Volumen total} = 7.413,12 \text{ m}^3.}$$

o) Base granular clase 4 (incluye transporte)

Volumen obtenido de la sección transversal por medio del programa Civil 3D. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Volumen base clase 4 = Sección transversal de la base * Longitud de proyecto

$$\text{Volumen base clase 4} = 0,60 * 4.680$$

$$\text{Volumen base clase 4} = 2.808 \text{ m}^3.$$

$$\text{Volumen total} = 2.808 \text{ m}^3 * 1,10 \text{ (F. Sobreancho)} * 1,20 \text{ (F. Esponjamiento)}$$

$$\underline{\text{Volumen total} = 3.706,56 \text{ m}^3.}$$

p) Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e = 2'' (incluye imprimación)

La unidad de medida es el metro cuadrado (m²).

$$\text{Área de asfalto} = 6,00 * 4.680$$

$$\text{Área de asfalto} = 28080,00 \text{ m}^2 * 1,10 \text{ (Factor de Sobreancho)}$$

$$\underline{\text{Área total} = 30888,00 \text{ m}^2}$$

q) Marcas sobre el pavimento

Se lo determina mediante la longitud total del proyecto y el número de líneas. La unidad de medida es el metro lineal (ml).

Marcas sobre el pavimento = 4.680 m * 3 líneas

Marcas sobre el pavimento = 14.040,00 ml

r) Señales informativas (2,40 m * 1,20 m)

La unidad de medida es la unidad (U).

Señales informativas = 3 unidades

s) Señales reglamentarias (0,75 m * 0,75 m)

La unidad de medida es la unidad (U).



Señales informativas = 5 unidades

t) Señales preventivas (0,75 m * 0,75 m)

La unidad de medida es la unidad (U).

Señales informativas = 80 unidades

6.7.6 Presupuesto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO 					
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica					
Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo					
Elaborado: Luis Mopocita					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RUBROS DE LA ESTRUCTURA DE LA VIA					
01	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	9,36	768,97	7.197,56
02	Replanteo y Nivelación	Km	4,680	495,49	2.318,89
03	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m³	101.763,47	1,55	157.733,38
04	Relleno compactado con suelo natural	m³	5.613,27	3,40	19.085,12
05	Acabado de la obra básica existente	m²	28.080,00	1,08	30.326,40
06	Excavación para cunetas	m³	2.808,00	4,81	13.506,48
07	Excavación y relleno para estructuras menores	m³	1.513,20	1,44	2.179,01
08	Sub-base granular clase 3 (Incluye transporte)	m³	7.413,12	15,08	111.789,85
09	Base granular clase 4 (Incluye transporte)	m³	3.706,56	24,44	90.588,33
10	Carpeta asfáltica de 2" de espesor (Incluye imprimación)	m²	30.888,00	11,52	355.829,76
RUBROS DE DRENAJE					
11	Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 1,0 m, e = 2,0 mm	m	120,00	250,12	30.014,40
12	Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 2,0 m, e = 2,5 mm	m	45,00	684,46	30.800,70
13	Tubería PVC Ø = 335 mm x 6 m	m	156,00	253,93	39.613,08
14	Hormigón Simple f _c = 180 kg/cm² para cunetas	m³	1.643,40	143,68	236.123,71
15	Hormigón Simple f _c = 210 kg/cm² para cabezales de alcantarillas y pases de Agua	m³	170,99	292,58	50.028,25
16	Acero de refuerzo f _y = 4200 Kg/cm²	Kg	24.632,51	15,67	385.991,43
RUBROS DE INSTALACIONES PARA CONTROL DEL TRÁNSITO					
17	Señalización Horizontal	m	14.040,00	0,34	4.773,60
18	Señales Informativas (2,40 x1,20)m	U	3,00	548,75	1.646,25
19	Señales Reglamentarias (0,75 x0,75)m	U	5,00	159,54	797,70
20	Señales Preventivas (0,75 x0,75)m	U	80,00	156,30	12.504,00
				TOTAL	1.582.847,90
<p>SON: Un millón quinientos ochenta y dos mil ochocientos cuarenta y siete con 90/100 dólares americanos</p> <p>Duración del proyecto : 6 meses</p> <p>Estos precios no incluyen IVA</p> <p>Ambato, Julio 2015</p> <p style="text-align: right;">Luis Mopocita Elaborado</p>					

6.8 ADMINISTRACIÓN

La administración para la ejecución del mejoramiento de la vía de la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, requiere de recursos económicos, técnicos y administrativos por parte del Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Salcedo conjuntamente con el consejo provincial de Cotopaxi, con el fin de satisfacer la necesidad de los habitantes e impulsar el desarrollo socio-económico de la parroquia.

6.8.1 Recursos económicos

El GAD parroquial rural de la parroquia Mulalillo con la ayuda de la municipalidad del cantón Salcedo conjuntamente con el consejo provincial de Cotopaxi son los encargados de gestionar y asignar el presupuesto requerido para la ejecución del proyecto con la finalidad de satisfacer la necesidad de los habitantes.

6.8.2 Recursos técnicos

Es de vital importancia que la entidad encargada de la ejecución del proyecto cuente con personal técnico y con profesionales que tengan experiencia en la construcción de vías para que se cumplan con todos los requerimientos técnicos y evitar algún tipo de inconveniente durante toda la etapa de construcción.

6.8.3 Recursos administrativos

La administración es muy importante puesto que con una adecuada organización, planificación y dirección del proyecto se puede optimizar recursos como el tiempo y el dinero. La administración estará a cargo del consejo provincial de Cotopaxi o de la entidad encargada de la ejecución del proyecto, la cual se realizara de manera responsable para el bienestar de todos los habitantes.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La evaluación del proyecto está basado en el presupuesto referencial con sus respectivos análisis de precios unitarios, cada uno de los rubros debe cumplir con

sus respectivos ensayos y tolerancias de aceptación, ya que los rubros están elaborados en base a las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP 2002), la medición y pago de cada rubro se realizara como se indican en estas especificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Ing. ALULEMA Israel (2011), Apuntes Topografía computarizada, Diseño geométrico de vías. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato.
- Ing. PÉREZ Lorena (2010), Apuntes Mecánica de suelos. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato.
- Ing. MOREIRA Fricson (2012), Apuntes diseño de Pavimentos. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato.
- Ing. ALMEIDA Vinicio (2013), Apuntes de Ingeniería vías y transporte. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato.
- AASHTO. (1993). *GUIA AASHTO Para Diseño de Estructuras de Pavimentos*.
- Bañón Blázquez, L., & Bevía García, J. (s.f.). *Manual de Carreteras Construcción, Mantenimiento*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/136631017/Manual-de-Carreteras-02s>
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (1995). *Ingeniería de Tránsito* (7, Edición ed.). ALFAOMEGA Grupo Editor.
- Crespo Villalaz, C. (2004). Vías de comunicación. En I. C. Villalaz, *Vías de comunicación* (TERCERA ed., pág. 1). MEXICO: LIMUSA, S.A.
- INEN. (2011). *Instituto Ecuatoriano de Normalización, Señalización Vial*. Quito. Obtenido de https://www.usfq.edu.ec/sobre_la_usfq/servicios/autoclub/Documents/reglamento_tecnico.pdf
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Obtenido de

<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú. (2013). *Manual de Carreteras, Diseño Geométrico*. Perú. Obtenido de http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/DISE%20GEOMETRICO%20DE%20CARRETERAS%20%28DG-2013%29.pdf
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras* (2 ed.). Bogotá, D.C: Stella Valbuena de Fierro. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/59256370/Ingenieria-de-Pavimentos-para-Carreteras-Tomo-I-Alfonso-Montejo-Fonseca>
- MOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Moreno Bayona, J. N. (2002). *Diseño Geométrico de Carreteras* (1 ed.). Bucaramanga: Sic Editorial Ltda.
- PDOT Mulalillo. (2014). *Plan de Ordenamiento Territorial Mulalillo*. Obtenido de <http://mulalillo.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2014/10/PDOT-MULALILLO.pdf>
- Quesada, S. (s.f.). *Clasificación de un suelo según SUCS*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://tecdigital.tec.ac.cr/file/3255755/informe>
- SIECA. (2004). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales*. (2, Ed.) Guatemala. Obtenido de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual_centroamericano_de_normas_2da.pdf
- Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del Ministerio de Transporte de Obras Públicas MOP 2002

- SUCS “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos”
- Mecánica de suelos de Juárez Badillo Tomo I
- Mecánica de Suelos de Ing. Francisco Mantilla Negrete
- Anuario meteorológico (INHAMI 2012) “Instituto Nacional de Meteorología e Hidráulica”
- Revista de la cámara de construcción de Ambato (Abril – Junio 2015)
- La investigación elaborada por el Sr. Diego Fabián Iglesias Chariguamán, bajo el tema: “Las condiciones de la red vial urbana de la parroquia Sucre, Provincia de Tungurahua, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes”.
- La investigación realizada por el Sr. Cesar Andrés Beltrán Narváez, bajo el tema: “Las condiciones de las vías centrales de la Parroquia el Rosario, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de sus moradores.
- La investigación elaborada por el Sr. Cristian Mauricio Pullas Mejía, bajo el tema: “Las condiciones de la vía de ingreso a la parroquia Cumanda, Cantón Palora, provincia de morona Santiago, ubicado en el kilómetro 33.70 de la vía Baños-Puyo, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes”.

Páginas de internet

- <http://dc110.4shared.com/doc/sZng5vnz/preview.html>
- <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/mecanica7.htm>
- <https://sites.google.com/site/ingenierociviltdf/adoquines-intertrabados-1>
- www.mat.uda.cl/hsalinas/cursos/2010/eyp2/Tabla%20Chi-Cuadrado.pdf

ANEXOS

- A. Inventario vial
- B. Formato de la encuesta
- C. Conteo vehicular
- D. Estudios de suelos
- E. Precios unitarios
- F. Tabla de valores recomendados para la construcción de carreteras de dos carriles y caminos vecinales (MOP-2003)
- G. Fotografías
- H. Planos

ANEXO A

INVENTARIO

VIAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO
ESQUINAS - SAN DIEGO



Proyecto: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

ABSCISA	CAPA DE RODADURA	ANCHO m	CANAL		OBSERVACIONES
			IZQ	DER	
0+000	EMPEDRADO	4,00		X	PASO DE AGUA
0+100	EMPEDRADO	5,00		X	
0+200	EMPEDRADO	5,00		X	
0+300	EMPEDRADO	5,00		X	
0+400	EMPEDRADO	4,00		X	PASO DE AGUA
0+500	EMPEDRADO	4,00		X	
0+600	EMPEDRADO	4,00	X	X	
0+700	EMPEDRADO	4,00	X	X	
0+800	EMPEDRADO	4,00	X	X	PASO DE AGUA
0+900	EMPEDRADO	5,00		X	PASO DE QUEBRADA
1+000	EMPEDRADO	5,00		X	
1+100	EMPEDRADO	5,00		X	PASO DE AGUA
1+200	EMPEDRADO	4,00		X	PASO DE AGUA
1+300	EMPEDRADO	4,00		X	PASO DE QUEBRADA
1+400	EMPEDRADO	4,00	X	X	PASO DE AGUA
1+500	EMPEDRADO	4,00	X	X	PASO DE AGUA
1+600	EMPEDRADO	4,00	X	X	BACHE
1+700	EMPEDRADO	4,00	X	X	PASO DE QUEBRADA
1+800	EMPEDRADO	4,00	X	X	CUBIERTO SUELO NATURAL
1+900	EMPEDRADO	5,00		X	PASO DE AGUA
2+000	EMPEDRADO	5,00		X	CUBIERTO SUELO NATURAL
2+100	EMPEDRADO	5,00		X	CUBIERTO SUELO NATURAL
2+200	EMPEDRADO	5,00		X	CUBIERTO SUELO NATURAL
2+300	EMPEDRADO	5,00			PASO DE AGUA
2+400	EMPEDRADO	5,00			
2+500	EMPEDRADO	5,00			PASO DE AGUA
2+600	EMPEDRADO	4,00			PASO DE AGUA
2+700	EMPEDRADO	4,00			
2+800	EMPEDRADO	4,00			
2+900	EMPEDRADO	4,00		X	
3+000	EMPEDRADO	4,00		X	PASO DE AGUA
3+100	EMPEDRADO	5,00		X	BACHE
3+200	EMPEDRADO	5,00		X	PASO DE AGUA
3+300	EMPEDRADO	5,00		X	
3+400	EMPEDRADO	5,00		X	PASO DE AGUA
3+500	EMPEDRADO	5,00		X	
3+600	EMPEDRADO	5,00	X		
3+700	EMPEDRADO	5,00	X		
3+800	EMPEDRADO	4,00	X		CUBIERTO CON CAPA VEGETAL
3+900	EMPEDRADO	4,00	X		CUBIERTO CON CAPA VEGETAL
4+000	EMPEDRADO	4,00	X		CUBIERTO CON CAPA VEGETAL
4+100	EMPEDRADO	4,00			
4+200	EMPEDRADO	4,00			CUBIERTO CON CAPA VEGETAL
4+300	EMPEDRADO	4,00			CUBIERTO CON CAPA VEGETAL
4+400	EMPEDRADO	4,00			CUBIERTO CON CAPA VEGETAL
4+500	EMPEDRADO	5,00			LASTRE

ANEXO B

FORMATO DE ENCUESTA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Encuesta bajo el tema:

“Las condiciones de la vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi (TRAMO I) y su incidencia en el desarrollo Socio-Económico de los habitantes”

Fecha:



Encuesta N°.



- 1) **¿Cree usted que es necesario el mejoramiento de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego?**
 - Si
 - No
- 2) **¿Cree usted que una vez ejecutado el proyecto aumentara la producción agrícola y ganadera?**
 - Nada
 - Poco
 - Mucho
- 3) **¿En que se movilizan Diariamente?**
 - Motos
 - Automóviles
 - Camionetas
 - Buses
- 4) **¿Cree usted que el mal estado de la vía deteriora considerablemente a los vehículos?**
 - Nada
 - Poco
 - Mucho
- 5) **¿Cómo usted considera el estado de la vía de su sector?**
 - Intransitable
 - Mala
 - Regular
 - Bueno
 - Excelente
- 6) **¿Qué tipo de pavimento le gustaría que tengan las vías?**
 - Adoquinado
 - Pavimento Rígido
 - Asfalto
- 7) **¿De qué manera usted aportaría si se realizara este proyecto?**
 - Mano de obra
 - Donación de terreno
 - Económicamente
- 8) **¿En qué nivel Cree usted que mejorara el transporte de mercadería para su comercialización?**
 - Bajo
 - Medio
 - Alto



ANEXO C



CONTEO



VEHICULAR



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO ESQUINAS - SAN DIEGO						
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS						
FECHA:		06-04-15						
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
DESDE	HASTA			C-2P	C-2G	C3		
6:00:00	6:15:00	1	0	0	0	0	1	
6:15:00	6:30:00	1	0	1	0	0	2	
6:30:00	6:45:00	1	0	0	0	0	1	
6:45:00	7:00:00	0	0	0	0	0	0	4
7:00:00	7:15:00	1	0	0	0	0	1	4
7:15:00	7:30:00	0	0	0	1	0	1	3
7:30:00	7:45:00	1	0	0	0	0	1	3
7:45:00	8:00:00	2	0	0	0	0	2	5
8:00:00	8:15:00	2	0	0	0	0	2	6
8:15:00	8:30:00	1	0	0	0	0	1	6
8:30:00	8:45:00	2	0	0	0	0	2	7
8:45:00	9:00:00	1	0	0	0	0	1	6
9:00:00	9:15:00	2	0	0	0	0	2	6
9:15:00	9:30:00	0	0	0	0	0	0	5
9:30:00	9:45:00	1	0	0	0	0	1	4
9:45:00	10:00:00	2	0	1	0	0	3	6
10:00:00	10:15:00	1	0	0	0	0	1	5
10:15:00	10:30:00	2	0	0	0	0	2	7
10:30:00	10:45:00	1	0	0	0	0	1	7
10:45:00	11:00:00	2	0	0	0	0	2	6
11:00:00	11:15:00	2	0	0	0	0	2	7
11:15:00	11:30:00	1	0	1	0	0	2	7
11:30:00	11:45:00	2	0	0	0	0	2	8
11:45:00	12:00:00	1	0	0	1	0	2	8
12:00:00	12:15:00	0	0	0	0	0	0	6
12:15:00	12:30:00	1	0	0	0	0	1	5
12:30:00	12:45:00	1	0	0	0	0	1	4
12:45:00	13:00:00	2	0	0	0	0	2	4
13:00:00	13:15:00	1	0	0	0	0	1	5
13:15:00	13:30:00	2	0	0	0	0	2	6
13:30:00	13:45:00	2	0	0	0	0	2	7
13:45:00	14:00:00	1	0	1	0	0	2	7
14:00:00	14:15:00	2	0	0	0	0	2	8
14:15:00	14:30:00	2	0	0	0	0	2	8
14:30:00	14:45:00	3	0	0	0	0	3	9
14:45:00	15:00:00	0	0	0	0	0	0	7
15:00:00	15:15:00	1	0	0	0	0	1	6
15:15:00	15:30:00	2	0	0	0	0	2	6
15:30:00	15:45:00	1	0	0	0	0	1	4
15:45:00	16:00:00	1	0	0	0	0	1	5
16:00:00	16:15:00	1	0	0	0	0	1	5
16:15:00	16:30:00	3	0	0	0	0	3	6
16:30:00	16:45:00	1	0	0	0	0	1	6
16:45:00	17:00:00	2	0	0	0	0	2	7
17:00:00	17:15:00	1	0	0	0	0	1	7
17:15:00	17:30:00	2	0	0	1	0	3	7
17:30:00	17:45:00	1	0	0	0	0	1	7
17:45:00	18:00:00	2	0	0	0	0	2	7
TOTAL		65	0	4	3	0	72	



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO ESQUINAS - SAN DIEGO						
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS						
FECHA:		07-04-15						
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
DESDE	HASTA					C-2P	C-2G	C3
6:00:00	6:15:00	1	0	0	0	0	1	
6:15:00	6:30:00	1	0	1	0	0	2	
6:30:00	6:45:00	1	0	0	0	0	1	
6:45:00	7:00:00	0	0	0	0	0	0	4
7:00:00	7:15:00	1	0	0	0	0	1	4
7:15:00	7:30:00	0	0	0	1	0	1	3
7:30:00	7:45:00	1	0	0	0	0	1	3
7:45:00	8:00:00	2	0	0	0	0	2	5
8:00:00	8:15:00	2	0	0	0	0	2	6
8:15:00	8:30:00	1	0	0	0	0	1	6
8:30:00	8:45:00	2	0	0	0	0	2	7
8:45:00	9:00:00	1	0	0	0	0	1	6
9:00:00	9:15:00	2	0	0	0	0	2	6
9:15:00	9:30:00	1	0	0	0	0	1	6
9:30:00	9:45:00	1	0	0	0	0	1	5
9:45:00	10:00:00	2	0	1	0	0	3	7
10:00:00	10:15:00	1	0	0	0	0	1	6
10:15:00	10:30:00	2	0	0	0	0	2	7
10:30:00	10:45:00	1	0	0	0	0	1	7
10:45:00	11:00:00	2	0	0	0	0	2	6
11:00:00	11:15:00	1	0	0	0	0	1	6
11:15:00	11:30:00	2	0	1	0	0	3	7
11:30:00	11:45:00	1	0	0	0	0	1	7
11:45:00	12:00:00	3	0	0	0	0	3	8
12:00:00	12:15:00	2	0	0	1	0	3	10
12:15:00	12:30:00	2	0	0	0	0	2	9
12:30:00	12:45:00	0	0	1	0	0	1	9
12:45:00	13:00:00	1	0	0	0	0	1	7
13:00:00	13:15:00	1	0	0	0	0	1	5
13:15:00	13:30:00	1	0	0	0	0	1	4
13:30:00	13:45:00	3	0	0	0	0	3	6
13:45:00	14:00:00	2	0	0	0	0	2	7
14:00:00	14:15:00	0	0	0	0	0	0	6
14:15:00	14:30:00	2	0	0	0	0	2	7
14:30:00	14:45:00	1	0	0	0	0	1	5
14:45:00	15:00:00	2	0	0	1	0	3	6
15:00:00	15:15:00	1	0	0	0	0	1	7
15:15:00	15:30:00	2	0	0	0	0	2	7
15:30:00	15:45:00	1	0	0	0	0	1	7
15:45:00	16:00:00	2	0	0	0	0	2	6
16:00:00	16:15:00	1	0	0	0	0	1	6
16:15:00	16:30:00	1	0	0	0	0	1	5
16:30:00	16:45:00	1	0	0	0	0	1	5
16:45:00	17:00:00	2	0	0	0	0	2	5
17:00:00	17:15:00	0	0	0	0	0	0	4
17:15:00	17:30:00	2	0	0	1	0	3	6
17:30:00	17:45:00	1	0	0	0	0	1	6
17:45:00	18:00:00	3	0	0	0	0	3	7
TOTAL		66	0	4	4	0	74	

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO ESQUINAS - SAN DIEGO						
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS						
FECHA:		08-04-15						
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
DESDE	HASTA					C-2P	C-2G	C3
6:00:00	6:15:00	1	0	0	0	0	1	
6:15:00	6:30:00	1	0	0	0	0	1	
6:30:00	6:45:00	0	0	0	0	0	0	
6:45:00	7:00:00	1	0	1	0	0	2	4
7:00:00	7:15:00	2	0	0	0	0	2	5
7:15:00	7:30:00	2	0	0	0	0	2	6
7:30:00	7:45:00	1	0	0	0	0	1	7
7:45:00	8:00:00	0	0	0	1	0	1	6
8:00:00	8:15:00	3	0	0	0	0	3	7
8:15:00	8:30:00	0	0	0	0	0	0	5
8:30:00	8:45:00	1	0	0	0	0	1	5
8:45:00	9:00:00	1	0	0	0	0	1	5
9:00:00	9:15:00	1	0	0	0	0	1	3
9:15:00	9:30:00	2	0	1	0	0	3	6
9:30:00	9:45:00	1	0	0	0	0	1	6
9:45:00	10:00:00	0	0	1	0	0	1	6
10:00:00	10:15:00	2	0	0	0	0	2	7
10:15:00	10:30:00	1	0	0	0	0	1	5
10:30:00	10:45:00	1	0	1	0	0	2	6
10:45:00	11:00:00	2	0	0	0	0	2	7
11:00:00	11:15:00	1	0	0	0	0	1	6
11:15:00	11:30:00	1	0	1	0	0	2	7
11:30:00	11:45:00	3	0	0	0	0	3	8
11:45:00	12:00:00	1	0	0	1	0	2	8
12:00:00	12:15:00	0	0	0	0	0	0	7
12:15:00	12:30:00	1	0	1	0	0	2	7
12:30:00	12:45:00	2	0	0	0	0	2	6
12:45:00	13:00:00	1	0	0	0	0	1	5
13:00:00	13:15:00	1	0	0	0	0	1	6
13:15:00	13:30:00	2	0	0	0	0	2	6
13:30:00	13:45:00	3	0	0	0	0	3	7
13:45:00	14:00:00	2	0	0	0	0	2	8
14:00:00	14:15:00	1	0	0	0	0	1	8
14:15:00	14:30:00	3	0	0	0	0	3	9
14:30:00	14:45:00	1	0	0	1	0	2	8
14:45:00	15:00:00	1	0	0	0	0	1	7
15:00:00	15:15:00	1	0	0	0	0	1	7
15:15:00	15:30:00	0	0	0	0	0	0	4
15:30:00	15:45:00	1	0	0	0	0	1	3
15:45:00	16:00:00	3	0	0	0	0	3	5
16:00:00	16:15:00	0	0	0	0	0	0	4
16:15:00	16:30:00	1	0	0	0	0	1	5
16:30:00	16:45:00	2	0	0	0	0	2	6
16:45:00	17:00:00	2	0	0	0	0	2	5
17:00:00	17:15:00	1	0	0	0	0	1	6
17:15:00	17:30:00	2	0	0	0	0	2	7
17:30:00	17:45:00	1	0	0	0	0	1	6
17:45:00	18:00:00	3	0	0	0	0	3	7
TOTAL		64	0	6	3	0	73	

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO						
		ESQUINAS - SAN DIEGO						
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS						
FECHA:		09-04-15						
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
DESDE	HASTA					C-2P	C-2G	C3
6:00	6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15	6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30	6:45	2	0	0	0	0	2	
6:45	7:00	2	0	1	0	0	3	7
7:00	7:15	2	0	0	0	0	2	8
7:15	7:30	1	0	0	1	0	2	9
7:30	7:45	2	0	0	0	0	2	9
7:45	8:00	1	0	0	0	0	1	7
8:00	8:15	2	0	0	0	0	2	7
8:15	8:30	1	0	0	0	0	1	6
8:30	8:45	2	0	0	0	0	2	6
8:45	9:00	2	0	0	0	0	2	7
9:00	9:15	2	0	1	0	0	3	8
9:15	9:30	1	0	0	0	0	1	8
9:30	9:45	2	0	1	0	0	3	9
9:45	10:00	1	0	0	0	0	1	8
10:00	10:15	2	0	0	0	0	2	7
10:15	10:30	1	0	0	0	0	1	7
10:30	10:45	3	0	0	0	0	3	7
10:45	11:00	1	0	0	0	0	1	7
11:00	11:15	1	0	0	0	0	1	6
11:15	11:30	3	0	1	0	0	4	9
11:30	11:45	4	0	0	0	0	4	10
11:45	12:00	2	0	1	1	0	4	13
12:00	12:15	2	0	0	0	0	2	14
12:15	12:30	2	0	0	0	0	2	12
12:30	12:45	1	0	1	0	0	2	10
12:45	13:00	2	0	0	0	0	2	8
13:00	13:15	2	0	0	0	0	2	8
13:15	13:30	1	0	0	0	0	1	7
13:30	13:45	2	0	0	0	0	2	7
13:45	14:00	1	0	0	0	0	1	6
14:00	14:15	1	0	0	0	0	1	5
14:15	14:30	2	0	0	0	0	2	6
14:30	14:45	2	0	0	0	0	2	6
14:45	15:00	3	0	0	0	0	3	8
15:00	15:15	1	0	1	0	0	2	9
15:15	15:30	1	0	0	0	0	1	8
15:30	15:45	2	0	0	0	0	2	8
15:45	16:00	1	0	0	0	0	1	6
16:00	16:15	2	0	0	0	0	2	6
16:15	16:30	0	0	0	0	0	0	5
16:30	16:45	1	0	0	0	0	1	4
16:45	17:00	2	0	0	0	0	2	5
17:00	17:15	1	0	0	0	0	1	4
17:15	17:30	2	0	1	0	0	3	7
17:30	17:45	1	0	0	0	0	1	7
17:45	18:00	2	0	0	0	0	2	7
TOTAL		79	0	8	2	0	89	

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO						
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS						
FECHA:		10-04-15						
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS				
DESDE	HASTA					C-2P	C-2G	C3
6:00:00	6:15:00	0	0	0	0	0	0	0
6:15:00	6:30:00	2	0	0	0	0	2	
6:30:00	6:45:00	1	0	0	0	0	1	
6:45:00	7:00:00	1	0	0	0	0	1	4
7:00:00	7:15:00	1	0	0	0	0	1	5
7:15:00	7:30:00	1	0	0	0	0	1	4
7:30:00	7:45:00	1	0	0	0	0	1	4
7:45:00	8:00:00	2	0	0	1	0	3	6
8:00:00	8:15:00	2	0	0	0	0	2	7
8:15:00	8:30:00	1	0	1	0	0	2	8
8:30:00	8:45:00	1	0	0	0	0	1	8
8:45:00	9:00:00	2	0	0	0	0	2	7
9:00:00	9:15:00	1	0	0	0	0	1	6
9:15:00	9:30:00	1	0	0	0	0	1	5
9:30:00	9:45:00	2	0	0	0	0	2	6
9:45:00	10:00:00	1	0	0	0	0	1	5
10:00:00	10:15:00	1	0	0	0	0	1	5
10:15:00	10:30:00	2	0	1	0	0	3	7
10:30:00	10:45:00	1	0	0	0	0	1	6
10:45:00	11:00:00	1	0	0	0	0	1	6
11:00:00	11:15:00	2	0	1	0	0	3	8
11:15:00	11:30:00	1	0	0	0	0	1	6
11:30:00	11:45:00	3	0	1	0	0	4	9
11:45:00	12:00:00	2	0	0	1	0	3	11
12:00:00	12:15:00	0	0	0	0	0	0	8
12:15:00	12:30:00	1	0	0	0	0	1	8
12:30:00	12:45:00	3	0	1	0	0	4	8
12:45:00	13:00:00	2	0	0	0	0	2	7
13:00:00	13:15:00	1	0	0	0	0	1	8
13:15:00	13:30:00	1	0	0	0	0	1	8
13:30:00	13:45:00	2	0	0	0	0	2	6
13:45:00	14:00:00	1	0	0	1	0	2	6
14:00:00	14:15:00	1	0	0	0	0	1	6
14:15:00	14:30:00	2	0	0	0	0	2	7
14:30:00	14:45:00	2	0	0	0	0	2	7
14:45:00	15:00:00	0	0	0	0	0	0	5
15:00:00	15:15:00	1	0	0	0	0	1	5
15:15:00	15:30:00	3	0	0	0	0	3	6
15:30:00	15:45:00	2	0	0	0	0	2	6
15:45:00	16:00:00	1	0	0	0	0	1	7
16:00:00	16:15:00	1	0	0	0	0	1	7
16:15:00	16:30:00	2	0	0	0	0	2	6
16:30:00	16:45:00	1	0	0	0	0	1	5
16:45:00	17:00:00	2	0	0	0	0	2	6
17:00:00	17:15:00	1	0	0	0	0	1	6
17:15:00	17:30:00	2	0	0	0	0	2	6
17:30:00	17:45:00	1	0	1	0	0	2	7
17:45:00	18:00:00	3	0	0	0	0	3	8
TOTAL		69	0	6	3	0	78	

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO ESQUINAS - SAN DIEGO							
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS							
FECHA:		11-04-15							
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO	
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					
DESDE	HASTA					C-2P	C-2G	C3	
6:00:00	6:15:00	0	0	0	0	0	0	0	
6:15:00	6:30:00	1	0	0	0	0	1		
6:30:00	6:45:00	1	0	0	0	0	1		
6:45:00	7:00:00	1	0	0	0	0	1		3
7:00:00	7:15:00	1	0	0	0	0	1		4
7:15:00	7:30:00	1	0	0	0	0	1		4
7:30:00	7:45:00	2	0	0	0	0	2		5
7:45:00	8:00:00	2	0	0	0	0	2		6
8:00:00	8:15:00	1	0	0	1	0	2		7
8:15:00	8:30:00	2	0	0	0	0	2		8
8:30:00	8:45:00	1	0	0	0	0	1		7
8:45:00	9:00:00	2	0	1	0	0	3		8
9:00:00	9:15:00	2	0	0	0	0	2		8
9:15:00	9:30:00	2	0	0	0	0	2		8
9:30:00	9:45:00	1	0	0	0	0	1		8
9:45:00	10:00:00	1	0	0	0	0	1		6
10:00:00	10:15:00	0	0	0	0	0	0		4
10:15:00	10:30:00	2	0	0	0	0	2		4
10:30:00	10:45:00	2	0	1	0	0	3		6
10:45:00	11:00:00	1	0	0	0	0	1		6
11:00:00	11:15:00	1	0	0	0	0	1		7
11:15:00	11:30:00	2	0	0	0	0	2		7
11:30:00	11:45:00	1	0	1	0	0	2		6
11:45:00	12:00:00	2	0	1	0	0	3		8
12:00:00	12:15:00	0	0	0	1	0	1		8
12:15:00	12:30:00	1	0	0	0	0	1		7
12:30:00	12:45:00	1	0	0	0	0	1		6
12:45:00	13:00:00	2	0	0	0	0	2		5
13:00:00	13:15:00	2	0	0	0	0	2		6
13:15:00	13:30:00	2	0	0	0	0	2		7
13:30:00	13:45:00	3	0	0	0	0	3		9
13:45:00	14:00:00	1	0	0	0	0	1		8
14:00:00	14:15:00	1	0	0	0	0	1		7
14:15:00	14:30:00	1	0	0	0	0	1		6
14:30:00	14:45:00	2	0	0	0	0	2		5
14:45:00	15:00:00	2	0	0	0	0	2		6
15:00:00	15:15:00	1	0	0	0	0	1		6
15:15:00	15:30:00	2	0	1	0	0	3		8
15:30:00	15:45:00	1	0	0	0	0	1		7
15:45:00	16:00:00	1	0	0	0	0	1		6
16:00:00	16:15:00	2	0	0	0	0	2		7
16:15:00	16:30:00	2	0	0	0	0	2		6
16:30:00	16:45:00	1	0	0	0	0	1		6
16:45:00	17:00:00	1	0	1	0	0	2		7
17:00:00	17:15:00	1	0	0	0	0	1		6
17:15:00	17:30:00	2	0	0	0	0	2		6
17:30:00	17:45:00	2	0	0	0	0	2		7
17:45:00	18:00:00	1	0	0	0	0	1		6
TOTAL		67	0	6	2	0	75		

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		TRÁFICO VEHICULAR DE LA VÍA CUATRO ESQUINAS - SAN DIEGO							
UBICACIÓN:		CUATRO ESQUINAS							
FECHA:		12-04-15							
HORA		TIPOS DE VEHÍCULOS					TOTAL	ACUMULADO	
		LIVIANOS	BUSES	PESADOS					
DESDE	HASTA					C-2P	C-2G	C3	
6:00:00	6:15:00	1	0	0	0	0	0	1	
6:15:00	6:30:00	2	0	0	0	0	0	2	
6:30:00	6:45:00	1	0	1	0	0	0	2	
6:45:00	7:00:00	1	0	0	0	0	0	1	6
7:00:00	7:15:00	0	0	0	0	0	0	0	5
7:15:00	7:30:00	1	0	0	0	0	0	1	4
7:30:00	7:45:00	1	0	0	1	0	0	2	4
7:45:00	8:00:00	2	0	0	0	0	0	2	5
8:00:00	8:15:00	1	0	0	0	0	0	1	6
8:15:00	8:30:00	1	0	0	0	0	0	1	6
8:30:00	8:45:00	1	0	0	0	0	0	1	5
8:45:00	9:00:00	2	0	0	0	0	0	2	5
9:00:00	9:15:00	1	0	0	0	0	0	1	5
9:15:00	9:30:00	2	0	0	0	0	0	2	6
9:30:00	9:45:00	2	0	1	0	0	0	3	8
9:45:00	10:00:00	1	0	0	0	0	0	1	7
10:00:00	10:15:00	2	0	0	0	0	0	2	8
10:15:00	10:30:00	1	0	0	0	0	0	1	7
10:30:00	10:45:00	2	0	0	0	0	0	2	6
10:45:00	11:00:00	1	0	0	0	0	0	1	6
11:00:00	11:15:00	3	0	0	0	0	0	3	7
11:15:00	11:30:00	1	0	0	0	0	0	1	7
11:30:00	11:45:00	2	0	1	0	0	0	3	8
11:45:00	12:00:00	3	0	0	0	0	0	3	10
12:00:00	12:15:00	1	0	0	0	0	0	1	8
12:15:00	12:30:00	1	0	1	0	0	0	2	9
12:30:00	12:45:00	2	0	0	0	0	0	2	8
12:45:00	13:00:00	2	0	0	0	0	0	2	7
13:00:00	13:15:00	0	0	0	0	0	0	0	6
13:15:00	13:30:00	1	0	0	0	0	0	1	5
13:30:00	13:45:00	2	0	0	0	0	0	2	5
13:45:00	14:00:00	2	0	0	0	0	0	2	5
14:00:00	14:15:00	1	0	0	0	0	0	1	6
14:15:00	14:30:00	2	0	0	1	0	0	3	8
14:30:00	14:45:00	2	0	0	0	0	0	2	8
14:45:00	15:00:00	1	0	0	0	0	0	1	7
15:00:00	15:15:00	2	0	0	0	0	0	2	8
15:15:00	15:30:00	2	0	0	0	0	0	2	7
15:30:00	15:45:00	1	0	0	0	0	0	1	6
15:45:00	16:00:00	1	0	0	0	0	0	1	6
16:00:00	16:15:00	1	0	0	0	0	0	1	5
16:15:00	16:30:00	2	0	0	0	0	0	2	5
16:30:00	16:45:00	1	0	0	0	0	0	1	5
16:45:00	17:00:00	2	0	0	0	0	0	2	6
17:00:00	17:15:00	1	0	0	0	0	0	1	6
17:15:00	17:30:00	2	0	0	0	0	0	2	6
17:30:00	17:45:00	1	0	0	1	0	0	2	7
17:45:00	18:00:00	2	0	0	0	0	0	2	7
TOTAL		70	0	4	3	0	0	77	

ANEXO D

ESTUDIO DE

SUELOS



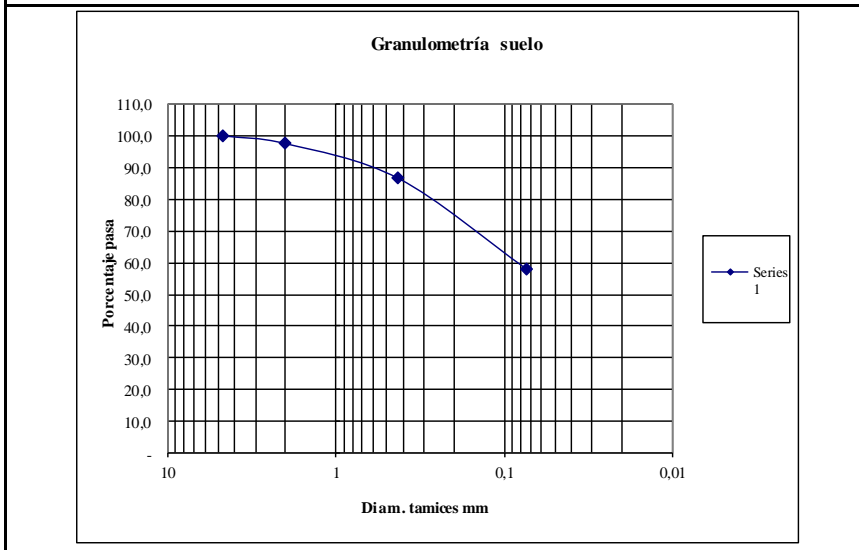
PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Unión y Trabajo **ABSCISA:** 1+000
Responsable: Luis Mopocita **FECHA:** Ambato, 8-04- 2015
Método: AASHTO T 87-70

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	10,74	2,49	97,51
N 30	0,59			
N 40	0,425	58,27	13,53	86,47
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	181,07	42,03	57,97
PASA EL N 200		249,70	57,97	
TOTAL		430,77		
PESO ANTES DEL LAVADO	500,00	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	430,77	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	69,23	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad PT SS 430,77

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
209,65	187,48	49,52	22,17	137,96	16,1

Clasificación SUCS ML-CL Limo arcilloso baja plasticidad



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Unión y Trabajo

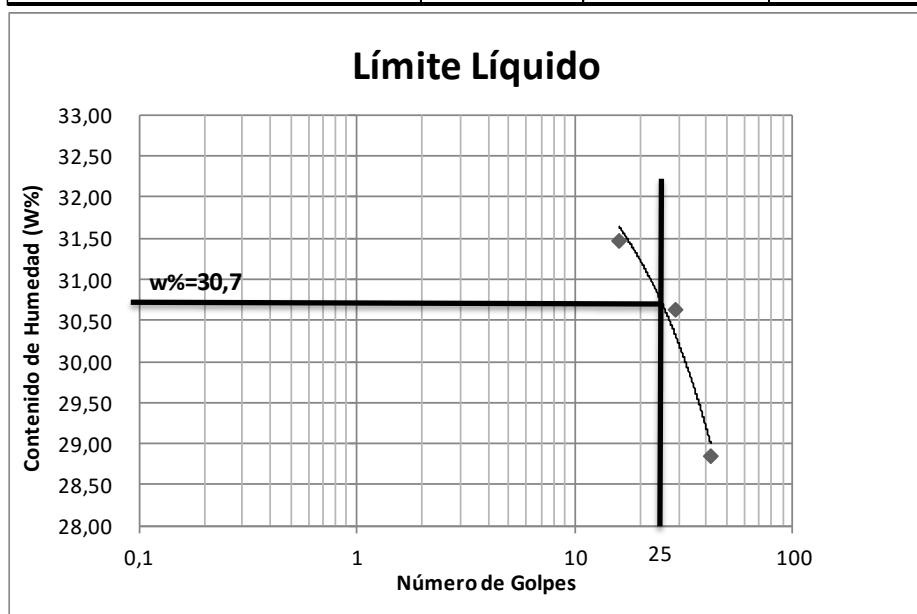
Abscisa: 1+000

Responsable: Luis Mopocita

Fecha: Ambato, 15-04-2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	42		29		16	
Recipiente Número	7-E	1C	X-1	6-T	11-F	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	22,0	21,15	23,4	22,56	23,9	20,65
Peso seco + recipiente Ws + rec	19,63	18,95	20,55	19,95	20,89	18,49
Peso recipiente rec	11,57	11,34	11,26	11,42	11,21	11,71
peso del agua Ww	2,32	2,2	2,85	2,61	3,01	2,16
Peso de los sólidos WS	8,06	7,61	9,29	8,53	9,68	6,78
Contenido de humedad w%	28,78	28,91	30,68	30,60	31,10	31,86
Contenido de humedad prom. w%	28,85		30,64		31,48	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	A-3	XT	D-5	M3	E-1	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,45	6,21	5,83	6,52	5,75	6,64
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,22	5,84	5,53	6,31	5,44	6,42
Peso recipiente rec	4,29	4,32	4,29	5,47	4,26	5,56
peso del agua Ww	0,23	0,37	0,3	0,21	0,31	0,23
Peso de los sólidos WS	0,93	1,52	1,24	0,84	1,18	0,86
Contenido de humedad w%	24,73	24,34	24,19	25,00	26,27	26,32
Contenido de humedad prom. w%	24,54		24,60		26,29	

Límite líquido = **30,70** %

Límite plástico = **25,14** %

Índice plástico = **5,56** %



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo
 Responsable : Luis Mopocita
 Norma : AASHTO T-180

ABSCISA: 1+000
 FECHA: Ambato, 05-04- 2015

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

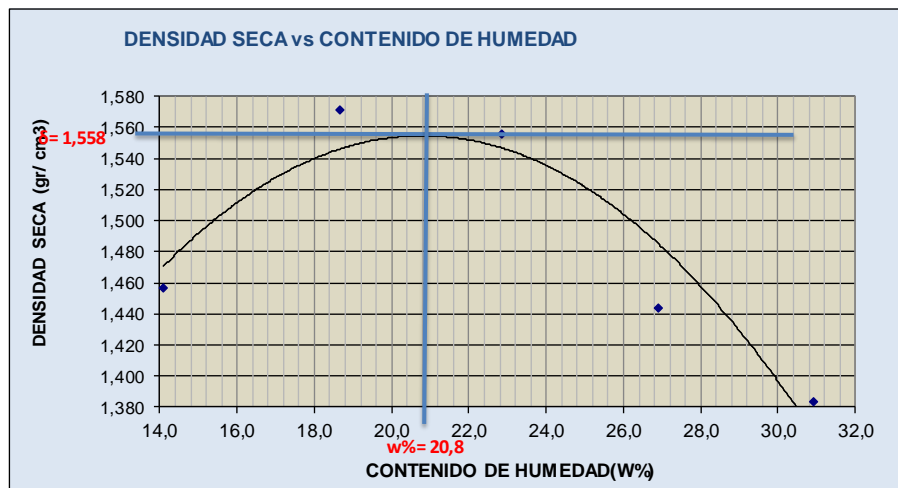
NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5360,4	5551,6	5595,8	5520,8	5500,5
Peso suelo húmedo	1569,4	1760,6	1804,8	1729,8	1709,5
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1,663	1,865	1,912	1,832	1,811

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	1-D	11-B	C-5	3-T	4-A	1-T	2-F	6-T	2-R
Peso Húmedo + recipiente Wm+ rec	122,2	130,6	125,1	125,81	124,8	125,6	135,6	120,51	129	120
Peso seco + recipiente Ws+ rec	111,1	118,5	109,63	113,65	106,9	111,0	113,2	105,51	109	103
Peso del recipiente rec	32,26	33,06	26,92	48,4	28,18	47,25	30,35	49,53	47	45
Peso del agua Ww	11,09	12,06	15,47	12,16	17,91	14,6	22,39	15	19	17,8
Peso suelo seco Ws	78,83	85,45	82,71	65,25	78,68	63,7	82,86	55,98	62	57,6
Contenido humedad w%	14,1	14,1	18,7	18,6	22,8	22,9	27,0	26,8	30,9	30,9
Contenido humedad promedio w%	14,09		18,67		22,84		26,91		30,90	
Densidad Seca γ _d	1,457		1,572		1,556		1,444		1,383	



γ máximo= 1,558

W óptimo % =

20,8



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo

ABSCISA: 1+000

Responsable : Luis Mopocita

ENSAYO C.B.R.

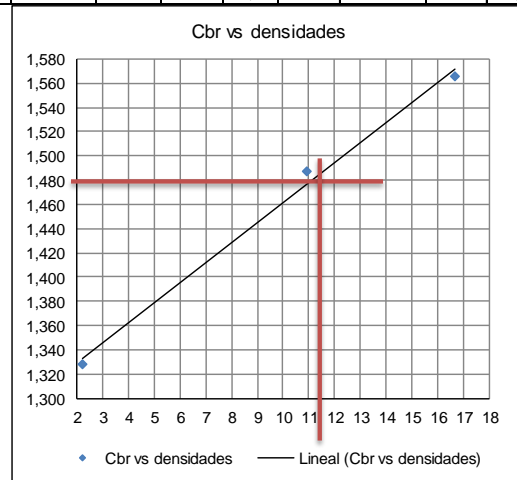
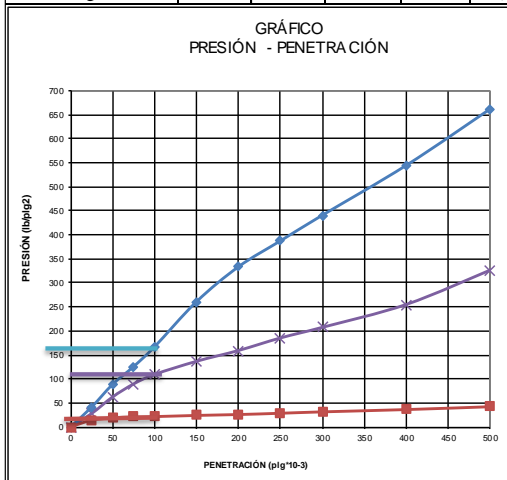
DATOS DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NÚMERO			4				5				6						
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO HORA DÍAS		LECT DÍAL	h		ESPONJ		LECT DÍAL	h		ESPONJ		LECT DÍAL	h		ESPONJ	
				Mues	Plgs.	%	Mues		Plgs.	%	Mues	Plgs.		%	Mues	Plgs.	%
07-abr-15	15:10	0	0,03	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00			
08-abr-15	14:08	1	0,05		1,85	0,37	0,04		1,56	0,31	0,03			0,72	0,14		
09-abr-15	14:45	2	0,06		3,43	0,69	0,06		4,16	0,83	0,04			1,52	0,30		

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTON: 3p12

MOLDE NÚMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DÍAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DÍAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DÍAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
		0	0,0				0,0				0,0			
0	30	25	55,9	41,1			37,7	27,7			19,3	14,2		
1	0	50	120,2	88,3			84,7	62,2			26,1	19,2		
1	30	75	170,6	125,3			121,6	89,3			29,0	21,3		
2	0	100	226,7	166,5	166,5	16,65	148,6	109,2	109,2	10,92	29,8	21,9	21,9	2,19
3	0	150	354,4	260,4			185,8	136,5			33,2	24,4		
4	0	200	453,2	333,0			216,4	159,0			35,8	26,3		
5	0	250	526,5	386,8			252,0	185,1			39,5	29,0		
6	0	300	599,2	440,2			282,1	207,2			43,6	32,0		
8	0	400	740,4	543,9			347,0	254,9			50,2	36,9		
10	0	500	900,1	661,3			444,5	326,6			58,5	43,0		
CBR corregido						16,65				10,92				2,19



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,565	16,65	%
gr/cm ⁴	1,488	10,92	%
gr/cm ⁵	1,328	2,19	%

Densidad Máx	1,558	gr/cm ³
95% de DM	1,480	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		11,1 %



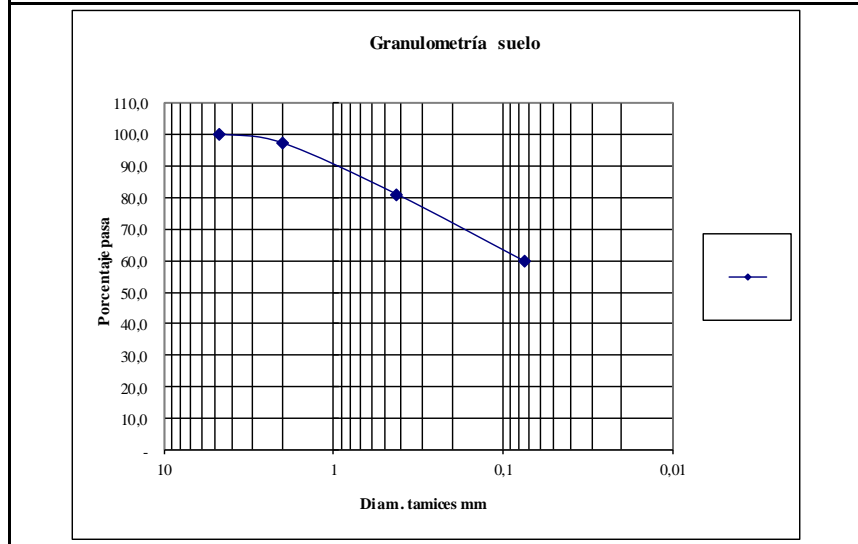
PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Unión y Trabajo **ABSCISA:** 2+000
Responsable: Luis Mopocita **FECHA:** Ambato, 15-04- 2015
Método: AASHTO T 87-70

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	14,64	2,93	97,07
N 30	0,59			
N 40	0,425	95,46	19,09	80,91
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	201,87	40,37	59,63
PASA EL N 200		238,37	59,63	
TOTAL		440,24		
PESO ANTES DEL LAVADO	500,00	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	440,24	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	59,76	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad PT SS 440,24

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
197,63	179,79	48,37	17,84	131,42	13,6

Clasificación SUCS ML-CL Limo Arcilloso baja plasticidad



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Unión y Trabajo

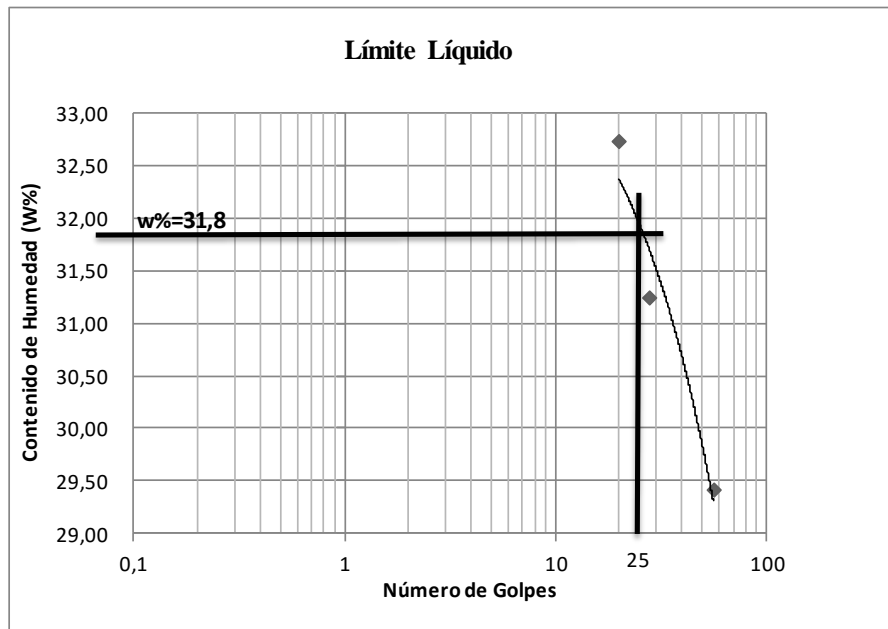
Abscisa: 2+000

Responsable: Luis Mopocita

Fecha: Ambato, 12-04- 2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	56		28		20	
Recipiente Número	11-F	1C	6-T	11-F	9-F	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24,91	20,15	22,69	22,51	21,84	19,25
Peso seco + recipiente Ws + rec	21,79	18,15	20,01	19,82	19,3	17,29
Peso recipiente rec	11,2	11,34	11,42	11,22	11,51	11,26
peso del agua Ww	3,12	2	2,68	2,69	2,56	1,96
Peso de los sólidos WS	10,59	6,81	8,59	8,6	7,77	6,03
Contenido de humedad w%	29,46	29,37	31,20	31,28	32,95	32,50
Contenido de humedad prom. w%	29,42		31,24		32,73	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	D-5	A-1	A-2	A-8	A-5	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6,25	5,31	5,72	6,16	6,29	5,62
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,87	5,12	5,44	5,79	5,88	5,36
Peso recipiente rec	4,29	4,34	4,34	4,34	4,35	4,37
peso del agua Ww	0,38	0,19	0,28	0,37	0,41	0,26
Peso de los sólidos WS	1,58	0,78	1,10	1,45	1,53	0,99
Contenido de humedad w%	24,05	24,36	25,45	25,52	26,80	26,26
Contenido de humedad prom. w%	24,20		25,49		26,53	

Límite líquido = 31,80 %

Límite plástico = 25,41 %

Índice plástico= 6,39 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo

ABSCISA: 2+000

Responsable : Luis Mopocita

FECHA: Ambato, 08-04- 2015

Norma : AASHTO T-180

Método : AASHTO Modificado

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

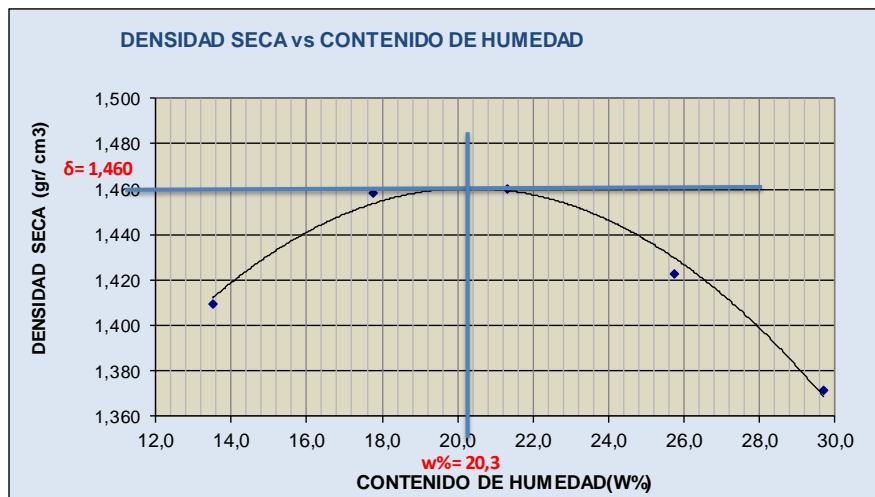
NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPA :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLD gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5301,2	5412,6	5463,6	5480,6	5470,4
Peso suelo húmedo	1510,2	1621,6	1672,6	1689,6	1679,4
Densidad Húmeda en gr/cm3	1,600	1,718	1,772	1,790	1,779

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-3	3-T	2-R	6-T	D-7	1-D	4-B	4-A	2-F	C-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	75,15	125,9	155,4	140,6	178,4	135,9	120,4	126,44	136,4	137,2
Peso seco + recipiente Ws+ rec	69,46	114,3	138,7	126,5	155,3	117,8	102,2	110,21	116,5	116,9
Peso del recipiente rec	27,43	28,09	45,06	46,88	47,11	33,05	31,6	47,18	49,5	48,37
Peso del agua Ww	5,69	11,6	16,71	14,1	23,1	18,07	18,2	16,23	19,9	20,36
Peso suelo seco Ws	42,03	86,16	93,67	79,63	108,2	84,76	70,61	63,03	67,02	68,48
Contenido humedad w%	13,5	13,5	17,8	17,7	21,3	21,3	25,8	25,7	29,7	29,7
Contenido humedad promedio w%	13,50	17,77	21,33	25,76	29,71					
Densidad Seca γ_d	1,409	1,459	1,460	1,423	1,372					



γ máximo= 1,460

W óptimo % = 20,3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo ABSCISA: 2+000
Responsable : Luis Mopocita FECHA: Ambato, 08-04- 2015
Norma : AASHTO T-180 SUELO : ML-CL

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	11985	12350,2	11777,2	12215,6	11990,5	12528,6
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3994	4359,2	3697,2	4135,6	3424,5	3962,6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,736	1,894	1,607	1,797	1,488	1,722
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,462	1,427	1,339	1,315	1,239	1,243
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,444		1,327		1,241	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	1-D	4-B	D-3	3-T	4-B	1-T
Wm +TARRO (gr)	127,52	107,99	115,3	91,76	125,41	96,49
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	112,6	89,15	100,62	74,69	109,72	78,07
PESO AGUA (gr)	14,92	18,84	14,64	17,07	15,69	18,42
PESO TARRO (gr)	33,09	31,57	27,44	28,09	31,62	30,34
PESO MUESTRA SECA (gr)	79,51	57,58	73,18	46,6	78,1	47,73
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18,76	32,72	20,01	36,63	20,09	38,59
AGUA ABSORBIDA %	13,95		16,63		18,50	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

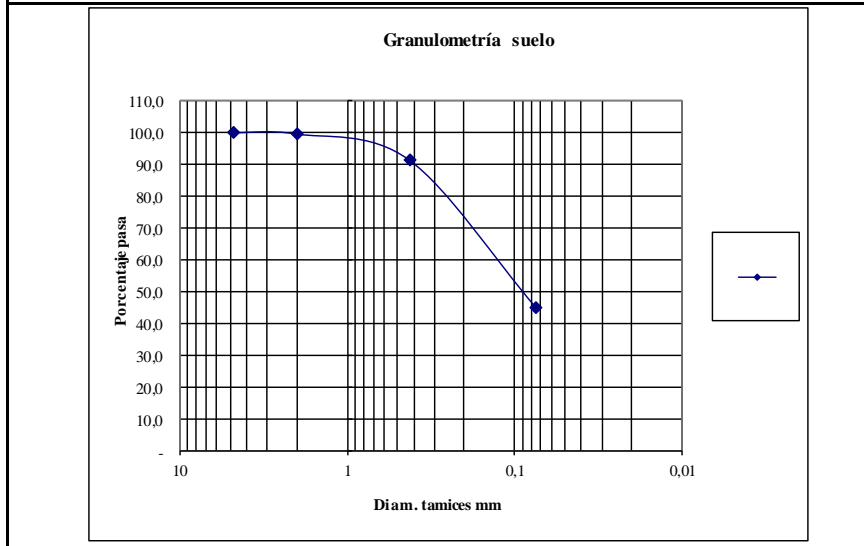
PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Unión y Trabajo **ABSCISA:** 3+000
Responsable: Luis Mopocita **FECHA:** Ambato, 8-04- 2015
Método: AASHTO T 87-70

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	2,29	0,46	99,54
N 30	0,59			
N 40	0,425	42,85	8,57	91,43
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	274,76	54,95	45,05
PASA EL N 200		206,33	45,05	
TOTAL		481,09		
PESO ANTES DEL LAVADO	500,00	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	481,09	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	18,91	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad PT SS 481,09

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
211,09	204,98	49,51	6,11	155,47	3,9

Clasificación SUCS SM Arena limosa



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Unión y Trabajo

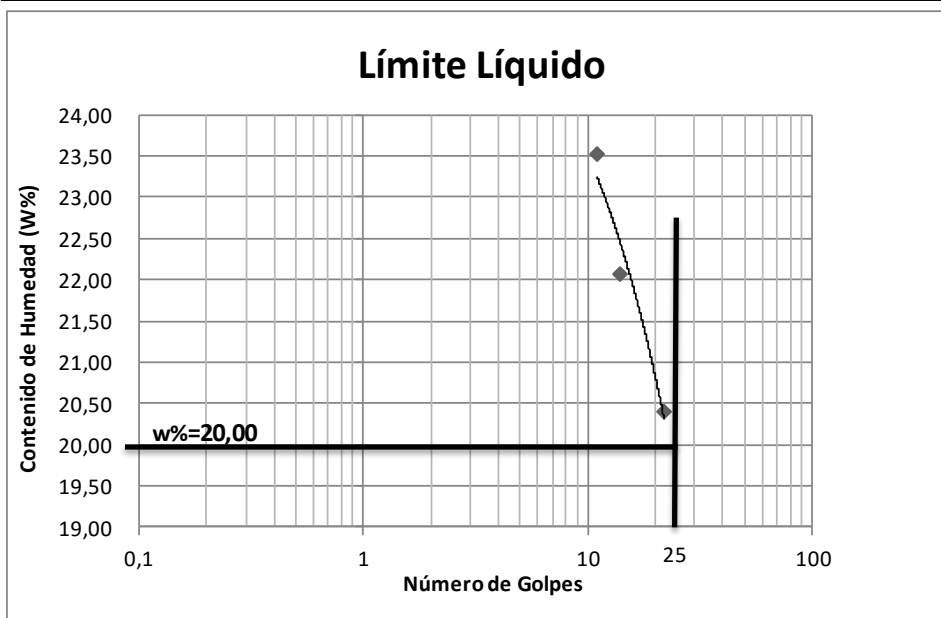
Abscisa: 3+000

Responsable: Luis Mopocita

Fecha: Ambato, 12-04- 2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	22		14		11	
Recipiente Número	6-T	1C	16-X	11-F	6-T	X-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23,36	19,52	22,69	22,42	22,38	19,55
Peso seco + recipiente Ws + rec	21,36	18,13	20,61	20,4	20,28	17,98
Peso recipiente rec	11,53	11,34	11,21	11,22	11,42	11,26
peso del agua Ww	2	1,39	2,08	2,02	2,1	1,57
Peso de los sólidos WS	9,83	6,79	9,4	9,18	8,86	6,72
Contenido de humedad w%	20,35	20,47	22,13	22,00	23,70	23,36
Contenido de humedad prom. w%	20,41		22,07		23,53	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número					
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec					
Peso seco + recipiente Ws + rec					
Peso recipiente rec					
peso del agua Ww					
Peso de los sólidos WS					
Contenido de humedad w%					
Contenido de humedad prom. w%					

Límite líquido = **20,00** %

Límite plástico = - %

Índice plástico = **np** %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo

ABSCISA: 3+000

Responsable : Luis Mopocita

FECHA: Ambato, 10-04- 2015

Norma : AASHTO T-180

Método : AASHTO Modificado

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

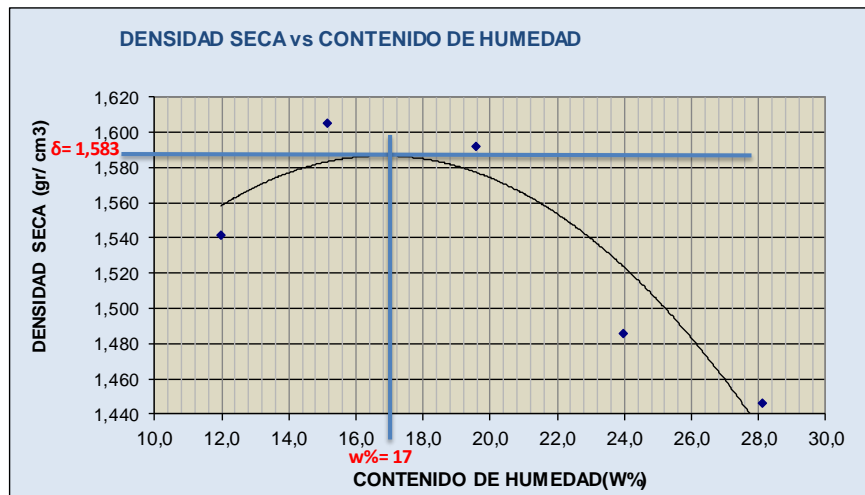
NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5420,8	5535,8	5588,2	5530,2	5540,6
Peso suelo húmedo	1629,8	1744,8	1797,2	1739,2	1749,6
Densidad Húmeda en gr/cm³	1,726	1,848	1,904	1,842	1,853

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	C-5	11-B	6-T	1-D	2-R	D-3	4-A	2-F	3-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	130	130	114,82	135,45	135	130,5	140,8	130,51	140,6	141
Peso seco + recipiente Ws+ rec	120	122	103,22	123,85	118	116,5	118,9	114,42	120,6	116
Peso del recipiente rec	32,3	48,4	26,92	46,88	33,1	45,22	27,47	47,18	49,5	28,1
Peso del agua Ww	10,4	8,82	11,6	11,6	16,7	13,94	21,92	16,09	19,94	24,7
Peso suelo seco Ws	87,3	73,3	76,3	76,97	85,3	71,29	91,44	67,24	71,11	87,8
Contenido humedad w%	11,9	12,0	15,2	15,1	19,6	19,6	24,0	23,9	28,0	28,2
Contenido humedad promedio w%	11,96		15,14		19,57		23,95		28,11	
Densidad Seca γ_d	1,542		1,605		1,592		1,486		1,447	



γ máximo= 1,583

W óptimo % =

17,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo **ABSCISA: 3+000**
Responsable : Luis Mopocita **FECHA: Ambato, 11-04- 2015**
Norma : AASHTO T-180 **SUELO : SM**

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	12300,4	12425,6	12189,2	12398,4	12355,8	12706,2
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4309,4	4434,6	4109,2	4318,4	3789,8	4140,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,873	1,927	1,786	1,877	1,647	1,799
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,602	1,606	1,514	1,569	1,404	1,440
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,604		1,541		1,422	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-R	8-B	4-A	11-B	C-5	1-D
W _m +TARRO (gr)	161,95	102,31	171,8	98,14	167,88	126,09
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	145,04	90,64	152,77	86,47	150,21	107,52
PESO AGUA (gr)	16,91	11,67	19	11,67	17,67	18,57
PESO TARRO (gr)	45,22	32,21	47,17	26,91	48,3	33,04
PESO MUESTRA SECA (gr)	99,82	58,43	105,6	59,56	101,91	74,48
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16,94	19,97	17,99	19,59	17,34	24,93
AGUA ABSORBIDA %	3,03		1,60		7,59	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Unión y Trabajo

ABSCISA: 3+000

Responsable : Luis Mopocita

ENSAYO C.B.R.

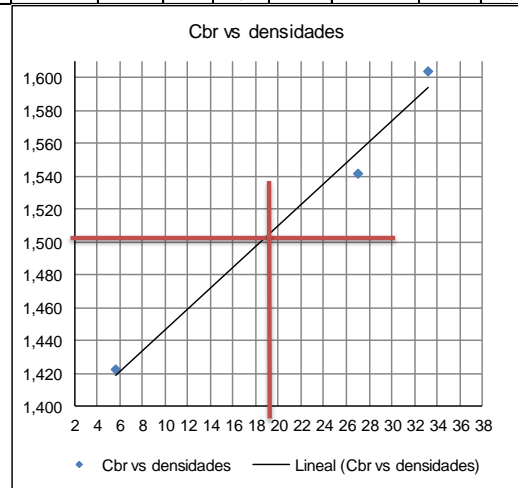
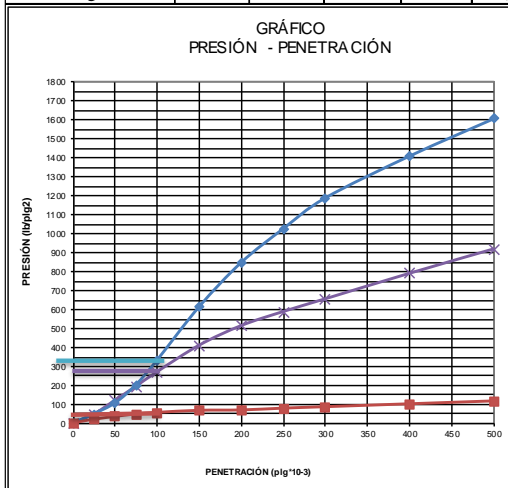
DATOS DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NÚMERO			1-C				2-C				3-C			
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO HORA DÍAS		LECT DIAL	h Mues	ESPONJ Plgs. *10-2		LECT DIAL	h Mues	ESPONJ Plgs. *10-2		LECT DIAL	h Mues	ESPONJ Plgs. *10-2	
			Plgs.	Plgs.			Plgs.	Plgs.			Plgs.	Plgs.		
11-abr-15	17:30	0	0,00	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	0,00
12-abr-15	14:08	1	0,00		0,47	0,09	0,03		0,32	0,06	0,01			0,08
13-abr-15	14:45	2	0,01		0,94	0,19	0,03		0,60	0,12	0,01			0,24

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			1-C				2-C				3-C			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	66,4	48,8			64,6	47,5			26,6	19,5		
1	0	50	144,0	105,8			163,8	120,3			46,9	34,5		
1	30	75	275,7	202,5			264,2	194,1			65,1	47,8		
2	0	100	452,2	332,2	332,2	33	368,0	270,4	270,4	27,0	76,3	56,1	56,1	5,6
3	0	150	835,7	614,0			558,6	410,4			91,5	67,2		
4	0	200	1153,3	847,3			699,6	514,0			94,1	69,1		
5	0	250	1396,4	1025,9			800,6	588,2			107,3	78,8		
6	0	300	1617,3	1188,2			892,1	655,4			117,8	86,5		
8	0	400	1917,9	1409,0			1075,3	790,0			139,0	102,1		
10	0	500	2185,9	1605,9			1250,4	918,6			160,0	117,5		
CBR corregido											27,04			5,61



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,604	33,22	%
gr/cm ⁴	1,541	27,04	%
gr/cm ⁵	1,422	5,61	%

Densidad Máx	1,583	gr/cm ³
95% de DM	1,504	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		19,1 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

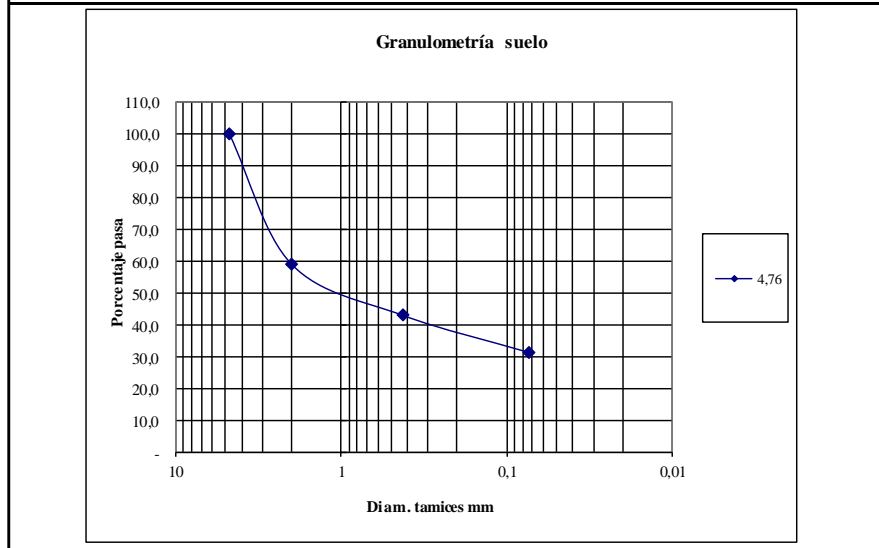
PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Cuatro Esquinas **ABSCISA:** 4+000
Responsable: Luis Mopocita **FECHA:** Ambato, 12-04- 2015
Método: AASHTO T 87-70

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76,3	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	100
1"	25,4	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	100
3/8"	9,52	0	0	100
N 4"	4,76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2,00	204,30	40,86	59,14
N 30	0,59			
N 40	0,425	284,34	56,87	43,13
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	342,36	68,47	31,53
PASA EL N 200		115,03	31,53	
TOTAL		457,39		
PESO ANTES DEL LAVADO	500,00	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	457,39	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	42,61	TOTAL		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad PT SS 457,39

PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %
206,85	193,21	46,8	13,64	146,41	9,3

Clasificación SUCS SM Arena Limosa



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector: Cuatro Esquinas

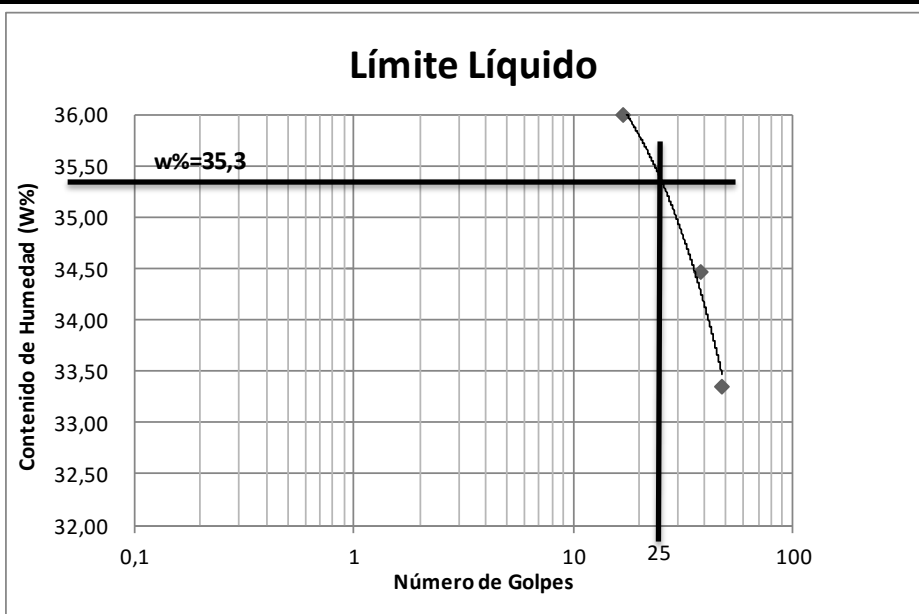
Abscisa: 4+000

Responsable: Luis Mopocita

Fecha: Ambato,10-04- 2015

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	48		38		17	
Recipiente Número	X-1	1C	12-F	16-X	7-E	8E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	25,4	20,16	24,49	22,88	23,43	20,27
Peso seco + recipiente Ws + rec	21,98	17,93	21,18	19,98	20,3	18
Peso recipiente rec	11,57	11,34	11,57	11,57	11,58	11,71
peso del agua Ww	3,42	2,23	3,31	2,9	3,13	2,27
Peso de los sólidos WS	10,41	6,59	9,61	8,41	8,72	6,29
Contenido de humedad w%	32,85	33,84	34,44	34,48	35,89	36,09
Contenido de humedad prom. w%	33,35		34,46		35,99	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	D-5	XT	A-2	M3	A-5	3A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5,57	6,13	6,06	6,63	5,92	6,53
Peso seco + recipiente Ws + rec	5,27	5,75	5,69	6,38	5,57	6,31
Peso recipiente rec	4,29	4,32	4,33	5,47	4,35	5,56
peso del agua Ww	0,3	0,38	0,37	0,25	0,35	0,22
Peso de los sólidos WS	0,98	1,43	1,36	0,91	1,22	0,75
Contenido de humedad w%	30,61	26,57	27,21	27,47	28,69	29,33
Contenido de humedad prom. w%	28,59		27,34		29,01	

Límite líquido = 35,30 %

Límite plástico = 28,31 %

Índice plástico = 6,99 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 Laboratorio de Suelos



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Cuatro Esquinas

ABSCISA: 4+000

Responsable : Luis Mopocita

FECHA: Ambato, 10-04- 2015

Norma : AASHTO T-180

Método : AASHTO Modificado

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

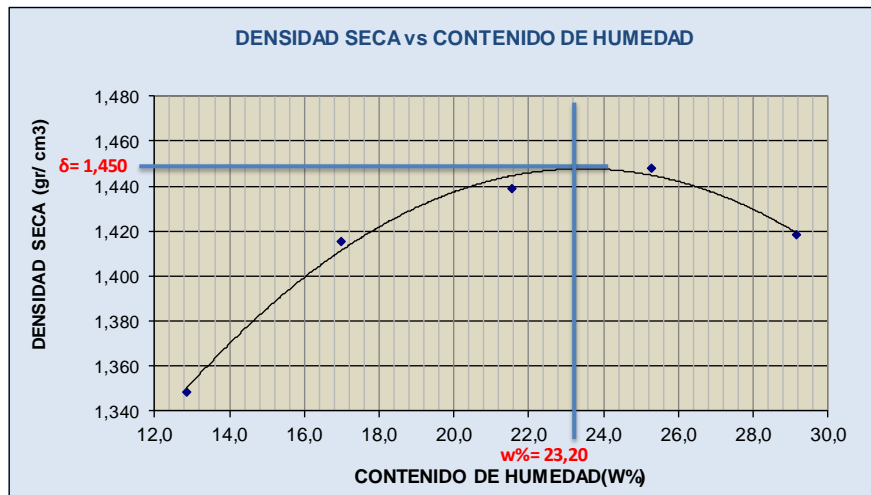
NÚMERO DE GOLPES :	25	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLD gr :	3791	VOLUMEN MOLDE cc :	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5227,6	5354,2	5441,8	5504,2	5520,6
Peso suelo húmedo	1436,6	1563,2	1650,8	1713,2	1729,6
Densidad Húmeda en gr/cm³	1,522	1,656	1,749	1,815	1,832

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	6-T	8-B	D-7	C-5	2-F	4-A	N-1	1-D	2-F	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	142	123,5	162,0	120,41	162,2	160,4	197,6	132,41	174,4	135,4
Peso seco + recipiente Ws+ rec	131,1	113,1	145,3	109,94	142,3	140,3	170,2	112,42	146,2	115
Peso del recipiente rec	46,82	32,21	47,13	48,4	49,57	47,25	62,36	33,06	49,54	45,04
Peso del agua Ww	10,87	10,34	16,68	10,47	19,9	20,12	27,4	19,99	28,2	20,4
Peso suelo seco Ws	84,27	80,9	98,2	61,54	92,76	93,07	107,9	79,36	96,67	69,97
Contenido humedad w%	12,9	12,8	17,0	17,0	21,5	21,6	25,4	25,2	29,2	29,2
Contenido humedad promedio w%	12,84		17,00		21,54		25,30		29,16	
Densidad Seca γ_d	1,349		1,415		1,439		1,448		1,419	



γ máximo= 1,450

W óptimo % =

23,2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



Laboratorio de Suelos

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Cuatro Esquinas **ABSCISA: 4+000**
Responsable : Luis Mopocita **FECHA: Ambato, 10-04- 2015**
Norma : AASHTO T-180 **SUELO : SM**

ENSAYO CBR

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	9948,8	10165	9765,3	10096,2	9250,2	9702
PESO MOLDE (gr)	5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4084,3	4300,5	3799,8	4130,7	3475,2	3927
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,796	1,891	1,671	1,816	1,528	1,727
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,485	1,470	1,382	1,399	1,261	1,293
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,477		1,390		1,277	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-R	1-D	C-5	8-B	D-7	4-B
W _m +TARRO (gr)	190,07	97,81	171,87	94,6	161,09	102,24
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	164,96	83,37	150,49	80,27	141,18	84,47
PESO AGUA (gr)	25,11	14,44	21,38	14,33	19,91	17,77
PESO TARRO (gr)	45,04	33,03	48,38	32,21	47,1	31,58
PESO MUESTRA SECA (gr)	119,92	50,34	102,11	48,06	94,08	52,89
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20,94	28,68	20,94	29,82	21,16	33,60
AGUA ABSORBIDA %	7,75		8,88		12,44	



PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

Sector : Cuatro Esquinas

ABSCISA: 4+000

Responsable : Luis Mopocita

ENSAYO C.B.R.

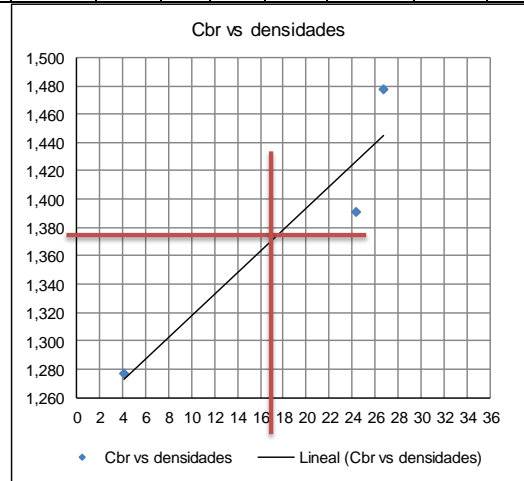
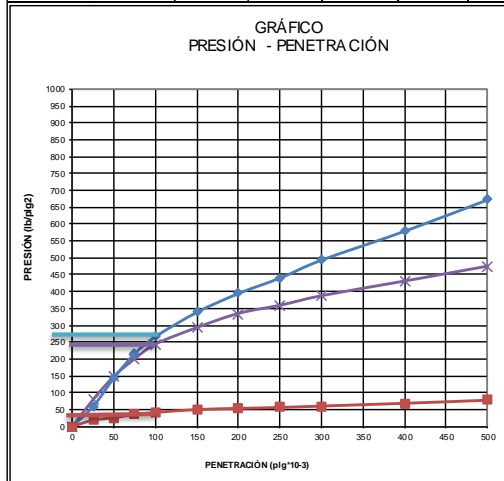
DATOS DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	DÍA Y MES	HORA		DÍAS	Mues Plgs.	Plgs. *10-2		%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2		%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2
10-abr-15	15:10	0	0,00	5,00	0,00	0,00	0,02	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
11-abr-15	14:08	1	0,02		1,42	0,28	0,05		3,24	0,65	0,03		2,24	0,45
12-abr-15	14:45	2	0,03		2,52	0,50	0,07		5,80	1,16	0,05		4,64	0,93

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44						
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR			
MIN	SEG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG		LEIDA	CORG	
		0	0,0		0		0,0		0		0,0		0				
0	30	25	81,6		59,9		109,4		80,4		24,6		18,1				
1	0	50	197,1		144,8		202,3		148,6		35,2		25,9				
1	30	75	294,4		216,3		272,7		200,3		47,4		34,8				
2	0	100	363,2		266,8	266,8	26,68		331,3	243,4	243,4	24,3		56,1	41,2	41,2	4,1
3	0	150	461,8		339,3		398,0		292,4		67,8		49,8				
4	0	200	537,6		395,0		454,7		334,1		72,4		53,2				
5	0	250	600,1		440,9		487,4		358,1		76,4		56,1				
6	0	300	672,8		494,3		525,9		386,4		82,0		60,2				
8	0	400	789,5		580,0		584,9		429,7		93,3		68,5				
10	0	500	917,0		673,7		645,0		473,9		105,8		77,7				
CBR corregido							26,68				24,34				4,12		



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,477	26,68	%
gr/cm ⁴	1,390	24,34	%
gr/cm ⁵	1,277	4,12	%

Densidad Máx	1,450	gr/cm ³
95% de DM	1,378	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		17,25 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

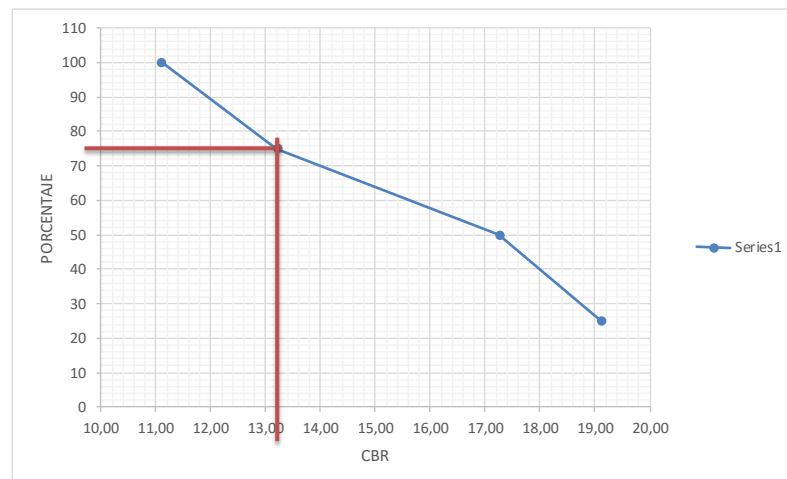


FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: Estudio de la Vía de ingreso a las Comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo y San Diego de la Parroquia Mulalillo

CBR PUNTUAL				
ENSAYO	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
	1+000	2+000	3+000	4+000
CBR %	11,10	13,20	19,10	17,25

	CBR	% DUREZA
1+000	11,10	100
2+000	13,20	75
4+000	17,25	50
3+000	19,10	25



ANEXO E

PRECIOS

UNITARIOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 1 de 20

RUBRO: 01	DETALLE: Desbroce, desbosque y limpieza	UNIDAD: Ha
--------------	---	---------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					3,74
Motosierra 7HP	1	30,00	30,00	7,50	224,93
Excavadora sobre orugas	1	45,00	45,00	7,50	337,39
SUBTOTAL M					566,06

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Excavadora Estr. Oc. C1 (Grupo	1	3,57	3,57	7,50	26,77
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	7,50	24,14
Peón	1	3,18	3,18	7,50	23,84
SUBTOTAL N					74,75

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL O					-

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	640,81
COSTOS INDIRECTOS 20%	128,16
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	768,97
VALOR OFERTADO	768,97

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 2 de 20

RUBRO: 02	DETALLE: Replanteo y Nivelación	UNIDAD: Km
--------------	---------------------------------	---------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Equipo de Topografía	1	15,00	15,00	14,00	7,01 210,05
SUBTOTAL M					217,06

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo 2: titulo exper. Mayor a 5	1	3,57	3,57	14,00	49,99
Cadenero	2	3,22	6,44	14,00	90,18
SUBTOTAL N					140,17

C.- MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Estacas	U	200,00	0,25	50,00
Pintura Esmalte	gl	0,30	16,25	4,88
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,50	1,60	0,80
SUBTOTAL O				55,68

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	412,91
COSTOS INDIRECTOS 20%	82,58
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	495,49
VALOR OFERTADO	495,49

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 3 de 20

RUBRO: 03	DETALLE: Excavación sin clasificar incluye desalojo	UNIDAD: m ³				
A.- EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01	
Excavadora sobre orugas	1	45,00	45,00	0,016	0,72	
Volqueta 8 m3	1	25,00	25,00	0,016	0,40	
SUBTOTAL M					1,13	
B.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Op. Excavadora Estr. Oc. C1 (Grupo	1	3,57	3,57	0,016	0,06	
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,016	0,05	
Peón	1	3,18	3,18	0,016	0,05	
SUBTOTAL N					0,16	
C.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
SUBTOTAL O						-
D.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P						-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					1,29	
COSTOS INDIRECTOS 20%					0,26	
OTROS INDIRECTOS					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,55	
VALOR OFERTADO					1,55	

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 4 de 20

RUBRO: 04	DETALLE: Relleno compactado con suelo natural	UNIDAD: m ³			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,02
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,02	0,76
Motoniveladora	1	50,00	50,00	0,02	1,00
Tanquero 200 hp	1	35,00	35,00	0,02	0,70
SUBTOTAL M					2,48
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. Cl (Gr	1	3,57	3,57	0,02	0,07
Op. Rodillo vibrador	1	3,57	3,57	0,02	0,07
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,02	0,06
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,52	4,52	0,02	0,09
Peón	1	3,18	3,18	0,02	0,06
SUBTOTAL N					0,35
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		0,20			
SUBTOTAL O					-
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					2,83
COSTOS INDIRECTOS 20%					0,57
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,40
VALOR OFERTADO					3,40

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 5 de 20

RUBRO: 05	DETALLE: Acabado de la obra básica existente	UNIDAD: m ²				
A.- EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5 % M. O					-	
Motoniveladora	1	50,00	50,00	0,007	0,33	
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,007	0,25	
Tanquero 200 hp	1	35,00	35,00	0,007	0,23	
SUBTOTAL M					0,81	
B.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Op. Motoniveladora Estr. Oc. CI (Gr	1	3,57	3,57	0,007	0,02	
Op. Rodillo vibrador	1	3,57	3,57	0,007	0,02	
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,007	0,02	
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,52	4,52	0,007	0,03
SUBTOTAL N					0,09	
C.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
SUBTOTAL O						-
D.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P						-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					0,90	
COSTOS INDIRECTOS 20%					0,18	
OTROS INDIRECTOS					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,08	
VALOR OFERTADO					1,08	

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 6 de 20

RUBRO: 06	DETALLE: Excavación para cunetas					UNIDAD: m ³
A.- EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,10	0,01 3,00	
SUBTOTAL M					3,01	
B.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G	1	3,57	3,57	0,10	0,36	
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,10	0,32	
Peón	1	3,18	3,18	0,10	0,32	
SUBTOTAL N					1,00	
C.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
SUBTOTAL O					-	
D.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P					-	
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					4,01	
COSTOS INDIRECTOS 20%					0,80	
OTROS INDIRECTOS					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,81	
VALOR OFERTADO					4,81	

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 7 de 20

RUBRO: 07	DETALLE: Excavación y relleno para estructuras menores	UNIDAD: m ³			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01
Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,030	0,89
	1				
SUBTOTAL M					0,90
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G	1	3,57	3,57	0,030	0,11
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,030	0,10
Peón	1	3,18	3,18	0,030	0,09
SUBTOTAL N					0,30
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
SUBTOTAL O					-
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					1,20
COSTOS INDIRECTOS 20%					0,24
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,44
VALOR OFERTADO					1,44

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 8 de 20

RUBRO: 08	DETALLE: Sub-base granular clase 3 (Incluye transporte)	UNIDAD: m ³			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01
Motoniveladora	1	50,00	50,00	0,014	0,71
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,014	0,54
Volqueta 8 m3	1	25,00	25,00	0,014	0,36
Tanquero 200 hp	1	35,00	35,00	0,014	0,50
SUBTOTAL M					2,12
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. Cl (Gr	1	3,57	3,57	0,014	0,05
Op. Rodillo vibrador	1	3,57	3,57	0,014	0,05
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,014	0,09
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,52	4,52	0,014	0,06
SUBTOTAL N					0,25
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Sub-base clase IV	m ³	1,20	8,50	10,20	
SUBTOTAL O					10,20
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					12,57
COSTOS INDIRECTOS 20%					2,51
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,08
VALOR OFERTADO					15,08

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 9 de 20

RUBRO: 09	DETALLE: Base granular clase 4 (Incluye transporte)	UNIDAD: m ³			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01
Motoniveladora	1	50,00	50,00	0,014	0,71
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,014	0,54
Volqueta 8 m3	1	25,00	25,00	0,014	0,36
Tanquero 200 hp	1	35,00	35,00	0,014	0,50
SUBTOTAL M					2,12
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. Cl (Gr	1	3,57	3,57	0,014	0,05
Op. Rodillo vibrador	1	3,57	3,57	0,014	0,05
Ayudante de maquinaria	2	3,22	6,44	0,014	0,09
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,52	4,52	0,014	0,06
SUBTOTAL N					0,25
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Base Granular Clase III	m ³	1,20	15,00	18,00	
SUBTOTAL O					18,00
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					20,37
COSTOS INDIRECTOS 20%					4,07
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24,44
VALOR OFERTADO					24,44

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 10 de 20

RUBRO: 10	DETALLE: Carpeta asfáltica de 2" de espesor (Incluye imprimación)	UNIDAD: m ²			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,02
Planta Asfalto	1	100,00	100,00	0,005	0,53
Cargadora Frontal	1	35,00	35,00	0,005	0,19
Rodillo neumatico	1	38,00	38,00	0,005	0,20
Terminadora de asfalto	1	60,00	60,00	0,005	0,32
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,005	0,20
Volqueta 8 m ³	2	25,00	50,00	0,005	0,27
Distribuidor de Asfalto	1	60,00	60,00	0,005	0,32
SUBTOTAL M					1,73
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Rodillo vibrador	1	3,57	3,57	0,005	0,02
Op. Rodillo Neumatico	1	3,57	3,57	0,005	0,02
Op. Planta asfáltica	1	3,57	3,57	0,005	0,02
Op. Cargadora frontal Estr. Oc. C1 (C	1	3,57	3,57	0,005	0,02
Ayudante de Operador de Equipo	5	3,22	16,10	0,005	0,09
Peón	5	3,18	15,90	0,005	0,08
Op. Distribuidor de asfalto Estr. Oc.	1	3,39	3,39	0,05	0,17
SUBTOTAL N					0,42
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Agregado para asfalto	m ³	0,06	11,00	0,66	
Asfalto AP3	Kg	8,25	0,21	1,73	
Diesel	Galón	0,57	1,08	0,62	
Arena	m ³	0,04	14,00	0,56	
RC incluido Transporte	Kg	8,25	0,47	3,88	
SUBTOTAL O					7,45
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					9,60
COSTOS INDIRECTOS 20%					1,92
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,52
VALOR OFERTADO					11,52

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 11 de 20

RUBRO: 11	DETALLE: Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 1,0 m, e = 2,0 mm	UNIDAD: m			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,333	0,38 10,00
SUBTOTAL M					10,38
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,39	3,39	0,333	1,13
Albañil	1	3,22	3,22	0,333	1,07
Peón	3	3,18	9,54	0,333	3,18
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G	1	3,57	3,57	0,333	1,19
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,333	1,07
SUBTOTAL N					7,64
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería metálica corrugada Ø 1,00 m e: 2,0 mm	m	1,10	173,10	190,41	
SUBTOTAL O					190,41
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					208,43
COSTOS INDIRECTOS 20%					41,69
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					250,12
VALOR OFERTADO					250,12

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 12 de 20

RUBRO: 12	DETALLE: Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 2,0 m, e = 2,5 mm	UNIDAD: m			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,667	0,77 20,00
SUBTOTAL M					20,77
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,39	3,39	0,667	2,26
Albañil	1	3,22	3,22	0,667	2,15
Peón	3	3,18	9,54	0,667	6,36
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G)	1	3,57	3,57	0,667	2,38
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,667	2,15
SUBTOTAL N					15,30
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería metálica corrugada Ø 2,00 m e: 2,5 mm	m	1,10	485,74	534,31	
SUBTOTAL O					534,31
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					570,38
COSTOS INDIRECTOS 20%					114,08
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					684,46
VALOR OFERTADO					684,46

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 13 de 20

RUBRO: 13	DETALLE: Tubería PVC Ø = 335 mm x 6 m	UNIDAD: m			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,333	0,33 10,00
SUBTOTAL M					10,33
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,39	3,39	0,333	1,13
Albañil	1	3,22	3,22	0,333	1,07
Peón	2	3,18	6,36	0,333	2,12
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G)	1	3,57	3,57	0,333	1,19
Ayudante de maquinaria	1	3,22	3,22	0,333	1,07
SUBTOTAL N					6,58
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería PVC NOVAFORT Ø 335 mm x 6 m	U	1,10	177,00	194,70	
SUBTOTAL O					194,70
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					211,61
COSTOS INDIRECTOS 20%					42,32
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					253,93
VALOR OFERTADO					253,93

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 14 de 20

RUBRO: 14	DETALLE: Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm ² para cunetas	UNIDAD: m ²			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,20
Concretera	1	40,00	40,00	0,250	10,00
Vibrador	1	35,00	35,00	0,250	8,75
SUBTOTAL M					18,95
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	3	3,18	9,54	0,250	2,39
Albañil	1	3,22	3,22	0,250	0,81
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,39	3,39	0,250	0,85
SUBTOTAL N					4,05
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tabla de enfrado 25 x 240 cm	U	12,00	2,40	28,80	
Agua	m ³	0,10	2,00	0,20	
Arena	m ³	0,60	14,00	8,40	
Ripio	m ³	0,90	14,50	13,05	
Cemento	Saco	6,000	7,50	45,00	
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,800	1,60	1,28	
SUBTOTAL O					96,73
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					119,73
COSTOS INDIRECTOS 20%					23,95
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					143,68
VALOR OFERTADO					143,68

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 15 de 20

RUBRO: 15	DETALLE: Hormigón Simple $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para cabezales de alcantarillas y pases de Agua				UNIDAD: Kg
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					1,06
Concretera	1	40,00	40,00	1,10	43,84
Vibrador	1	35,00	35,00	1,10	38,36
SUBTOTAL M					83,26
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	4	3,18	12,72	1,10	13,94
Albañil	1	3,22	3,22	1,10	3,53
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,39	3,39	1,10	3,72
SUBTOTAL N					21,19
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Cemento	Saco	7,21	7,50	54,08	
Arena	m ³	0,45	14,00	6,30	
Ripio	m ³	0,71	14,50	10,30	
Agua	m ³	0,32	2,00	0,64	
Tabla de enconfrado 25 x 240 cm	U	12,00	2,40	28,80	
Pingos de eucalipto 4 a 7 m	ml	8,00	1,23	9,84	
Cuartones de 6 x 4 (cm)	U	10,00	2,80	28,00	
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,80	1,60	1,28	
Alambre galvanizado #18	Kg	0,05	2,54	0,13	
SUBTOTAL O					139,37
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					243,82
COSTOS INDIRECTOS 20%					48,76
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					292,58
VALOR OFERTADO					292,58

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 15 de 20

RUBRO: 16	DETALLE: Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	UNIDAD: Kg			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O	1	0,30	0,30	1,10	0,54
Cizalla	1				0,33
SUBTOTAL M					0,87
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,18	1,10	3,48
Albañil	1	3,22	3,22	1,10	3,53
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,39	3,39	1,10	3,72
SUBTOTAL N					10,73
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
A lambre galvanizado #18	Kg	0,05	2,54	0,13	
Acero de refuerzo en barras Fy=420Mpa	Kg	1,10	1,21	1,33	
SUBTOTAL O					1,46
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					13,06
COSTOS INDIRECTOS 20%					2,61
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					15,67
VALOR OFERTADO					15,67

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 17 de 20

RUBRO: 17	DETALLE: Señalización Horizontal					UNIDAD: m
A.- EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5 % M. O						-
Equipo para pintura de trafico	1	5,22	5,22	0,001		-
Camioneta	1	40,00	40,00	0,001		0,03
SUBTOTAL M						0,03
B.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Peón	2	3,18	6,36	0,001		0,01
Chofer	1	3,57	3,57	0,001		-
SUBTOTAL N						0,01
C.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
Pintura de Trafico	m	0,45	0,54	0,24		
SUBTOTAL O						0,24
D.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P						-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P						0,28
COSTOS INDIRECTOS 20%						0,06
OTROS INDIRECTOS						-
COSTO TOTAL DEL RUBRO						0,34
VALOR OFERTADO						0,34

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 18 de 20

RUBRO: 18	DETALLE: Señales Informativas (2,40 x1,20)m	UNIDAD: U			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Cizalla	1	0,30	0,30	3,00	2,62 0,90
SUBTOTAL M					3,52
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	3,18	6,36	3,00	19,06
Albañil	2	3,22	6,44	3,00	19,30
Chofer: Camiones pesados y extra pe	1	4,67	4,67	3,00	13,99
SUBTOTAL N					52,35
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Señales informativas (2.4 x 1.2) m	U	1,00	398,72	398,72	
Hormigon para empotramiento	m ³	0,06	45,00	2,70	
SUBTOTAL O					401,42
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					457,29
COSTOS INDIRECTOS 20%					91,46
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					548,75
VALOR OFERTADO					548,75

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 19 de 20

RUBRO: 19	DETALLE: Señales Reglamentarias (0,75 x0,75)m	UNIDAD: U			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Cizalla	1	0,30	0,30	2,00	1,11 0,60
SUBTOTAL M					1,71
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,18	2,00	6,36
Albañil	1	3,22	3,22	2,00	6,44
Chofer: Camiones pesados y extra pe	1	4,67	4,67	2,00	9,34
SUBTOTAL N					22,14
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Letrero 0.75 x0.75 m	U	1,00	106,40	106,40	
Hormigon para empotramiento	m³	0,06	45,00	2,70	
SUBTOTAL O					109,10
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					132,95
COSTOS INDIRECTOS 20%					26,59
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					159,54
VALOR OFERTADO					159,54

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: Estudio de la vía de ingreso a las comunidades de Cuatro Esquinas, San Juan, San Ignacio, Unión y Trabajo, y San Diego de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo

Hoja: 20 de 20

RUBRO: 20	DETALLE: Señales Preventivas (0,75 x0,75)m	UNIDAD: U			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					1,11
Cizalla	1	0,30	0,30	2,00	0,60
SUBTOTAL M					1,71
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,18	2,00	6,36
Albañil	1	3,22	3,22	2,00	6,44
Chofer: Camiones pesados y extra p	1	4,67	4,67	2,00	9,34
SUBTOTAL N					22,14
C.- MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Letrero 0.75 x 0.75 m	U	1,00	106,40	106,40	
Hormigon para empotramiento	m³		45,00	-	
SUBTOTAL O					106,40
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					130,25
COSTOS INDIRECTOS 20%					26,05
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					156,30
VALOR OFERTADO					156,30

Ambato, Julio 2015

Estos precios no incluyen IVA

Luis Mopocita
Elaborado

ANEXO F

VALORES DE DISEÑO

RECOMENDADOS

PARA CARRETERAS

DE DOS CARRILES Y

CAMINOS VECINALES



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

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	LL	O	M
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			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁸⁾							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta 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	Carga de diseño																															
	Ancho de la calzada (m)																															
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾																															
Mínimo derecho de vía (m)																																
Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																																
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																

ANEXO G

FOTOGRAFÍAS

Reconocimiento vía Cuatro Esquinas – Unión y Trabajo



Toma de Muestras de Suelo



Ensayo de Suelos



Conteo Vehicular



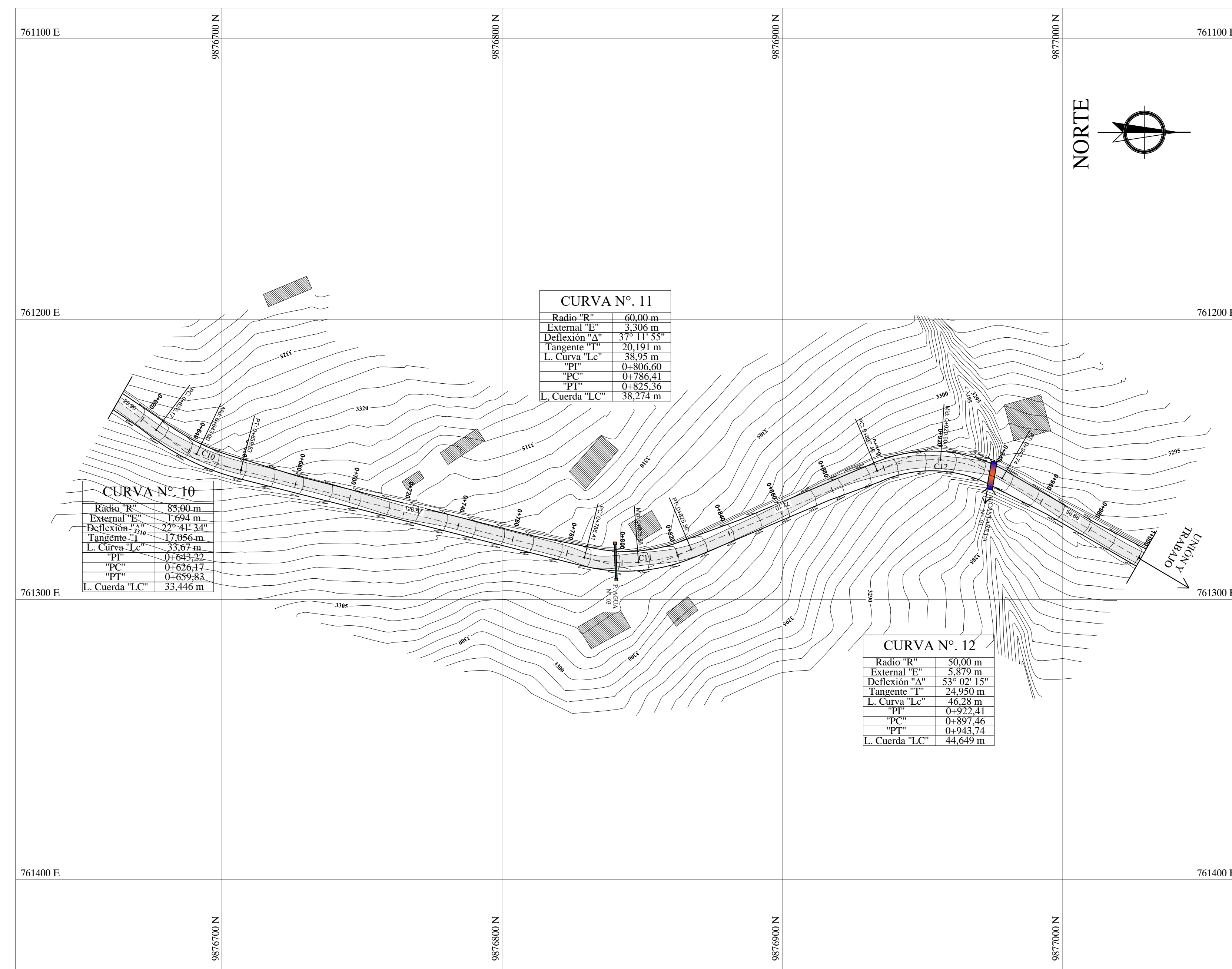
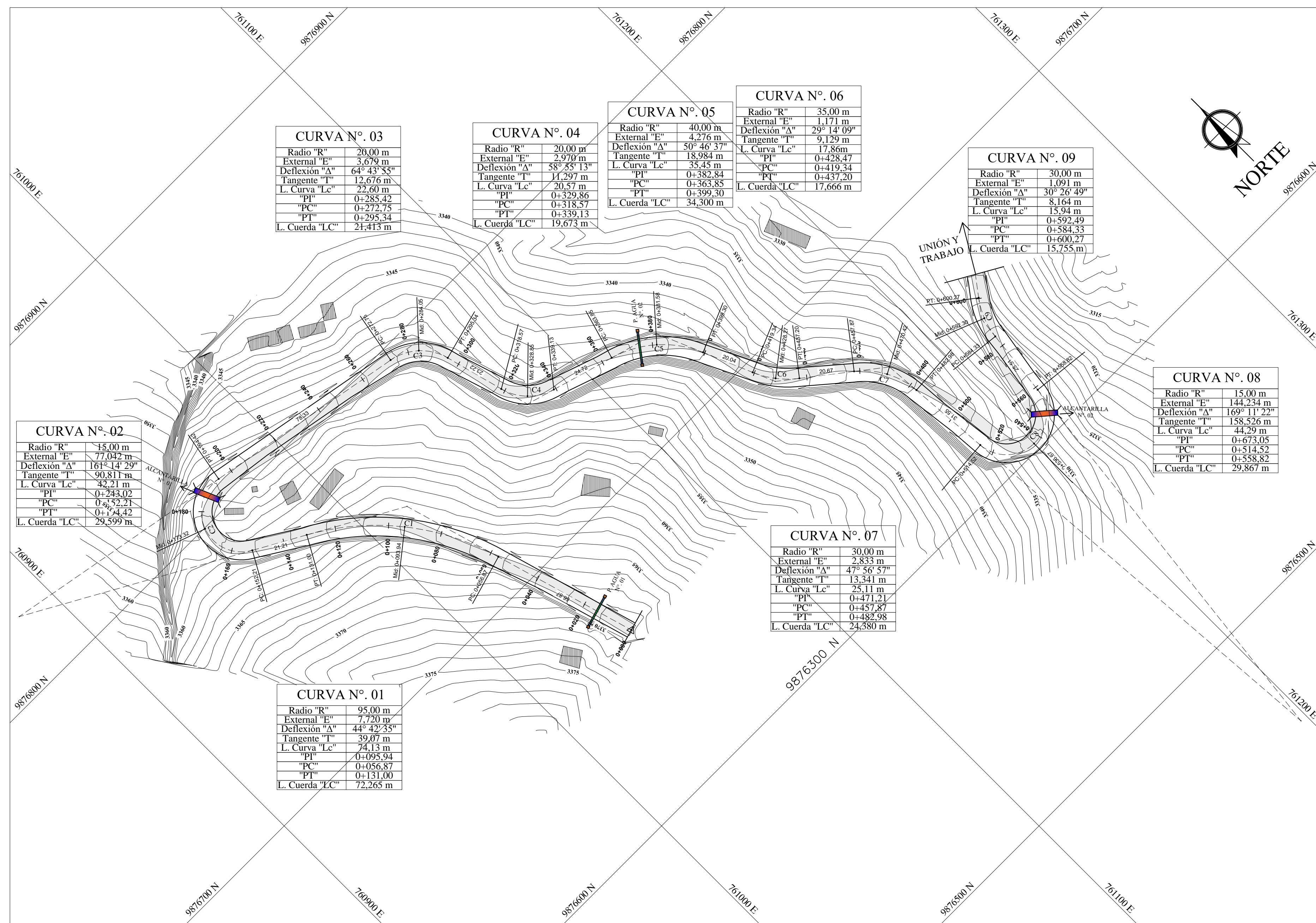
Levantamiento Topográfico



ANEXO H

PLANOS

DISEÑO HORIZONTAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LAVIA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, UNIÓN Y TRABAJO, SAN JUAN, SAN IGNACIO Y SAN DIEGO

TIPO DE VÍA: CLASE IV

DESIGNO: LUIS MOPCITA

REVISADO POR: ING. MG. DARÍO LLAMUCA

ESCALA: D. HORIZONTAL: 1:1000
D. VERTICAL: H:1:1000
V:1:100

FECHA: JULIO - 2015

UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTACACHI

CONTIENE:
 - DISEÑO HORIZONTAL
 - DISEÑO VERTICAL
 - SECCIÓN TRANSVERSAL

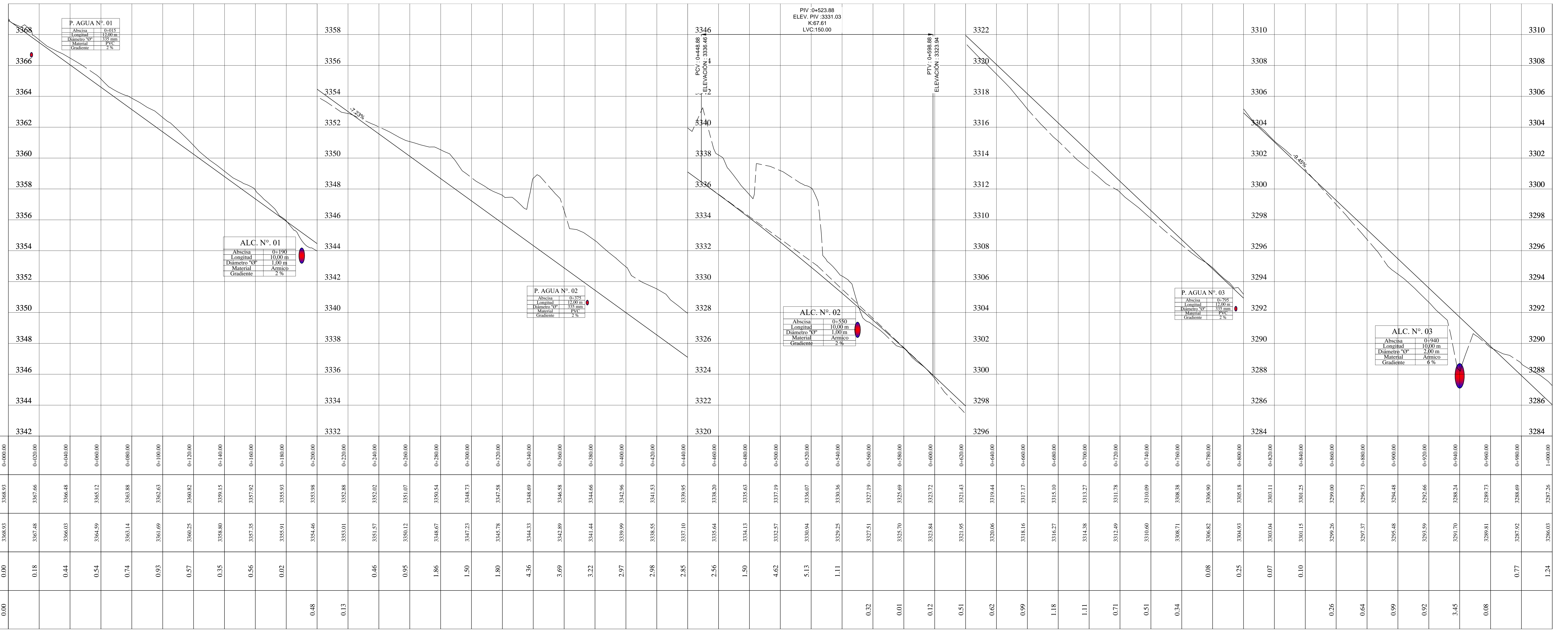
TRAMO: DESDE: 0+000
HASTA: 1+000

LÁMINA N°: 1/11

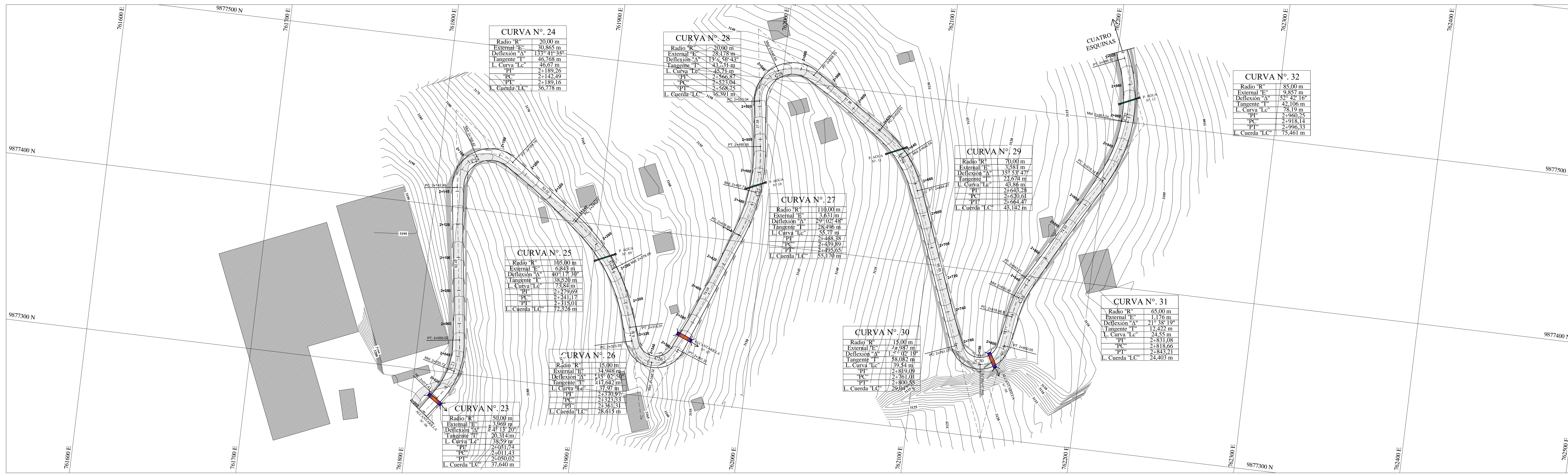
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

Escala: 1:50

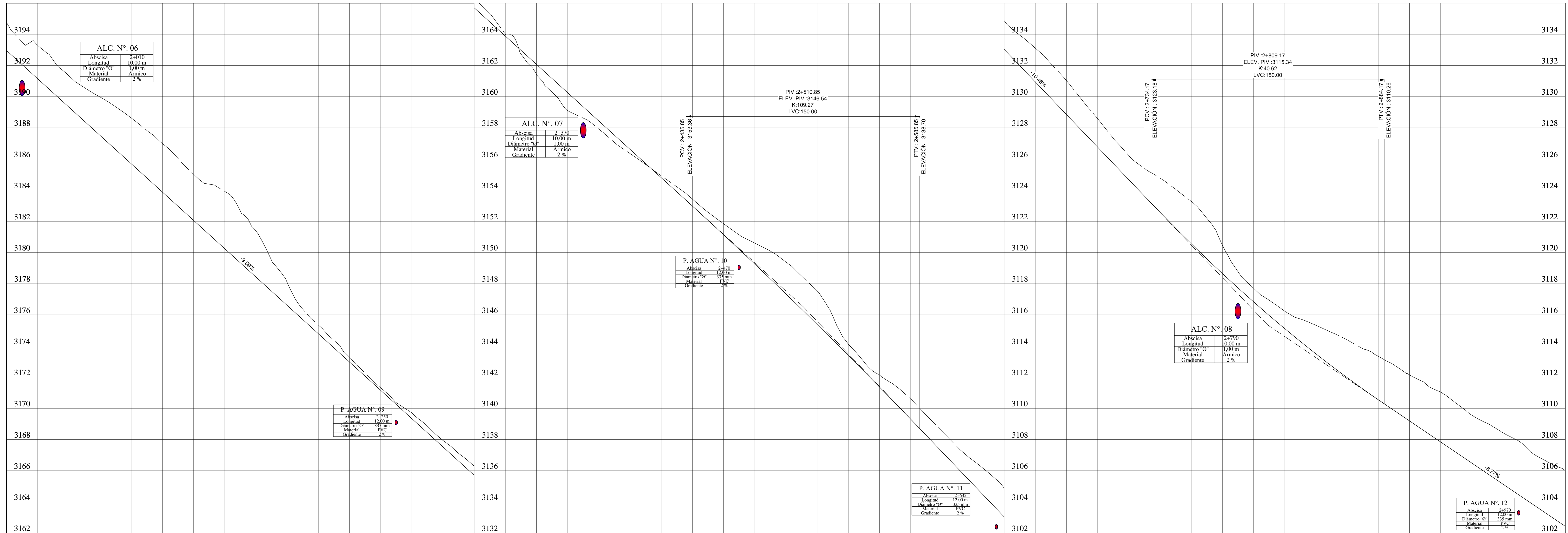
DISEÑO VERTICAL



DISEÑO HORIZONTAL

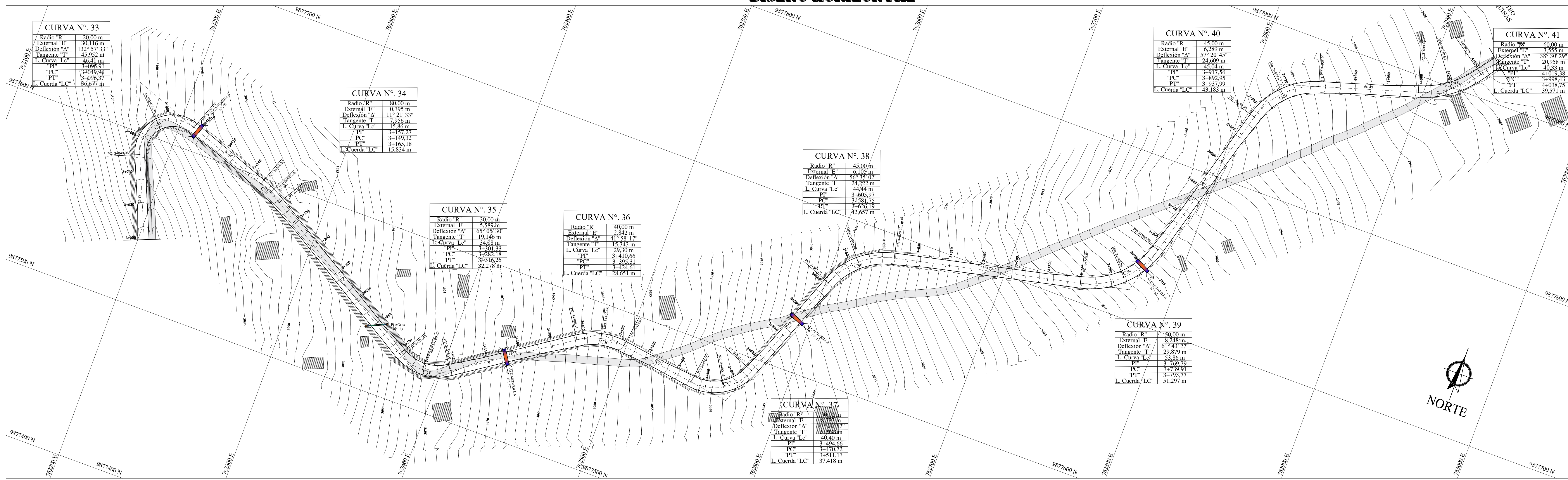


DISEÑO VERTICAL



ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	DATO DE CORTE	DATO DE RELLENO
2+000.00	3194.77	3192.96	1.80	
2+020.00	3193.29	3191.15	2.15	
2+040.00	3191.34	3189.33	2.01	
2+060.00	3189.98	3187.51	2.47	
2+080.00	3188.63	3185.69	2.94	
2+100.00	3186.99	3183.88	3.12	
2+120.00	3185.02	3182.06	2.96	
2+140.00	3183.92	3180.24	3.68	
2+160.00	3181.38	3178.42	2.96	
2+180.00	3178.08	3176.61	1.47	
2+200.00	3175.35	3174.79	0.56	
2+220.00	3173.29	3172.97	0.31	
2+240.00	3171.31	3171.15	0.16	
2+260.00	3169.70	3169.34	0.36	
2+280.00	3167.93	3167.52	0.41	
2+300.00	3166.28	3165.70	0.58	
2+320.00	3164.02	3163.88	0.13	
2+340.00	3161.43	3162.07	0.64	
2+360.00	3159.10	3160.25	1.15	
2+380.00	3157.92	3158.43	0.51	
2+400.00	3156.35	3156.61	0.27	
2+420.00	3154.92	3154.80	0.12	
2+440.00	3153.43	3152.98	0.45	
2+460.00	3151.84	3151.14	0.71	
2+480.00	3150.61	3149.26	1.35	
2+500.00	3149.39	3147.34	2.05	
2+520.00	3147.54	3145.39	2.15	
2+540.00	3144.12	3142.40	0.72	
2+560.00	3142.14	3141.37	0.77	
2+580.00	3140.60	3139.31	1.29	
2+600.00	3138.54	3137.22	1.32	
2+620.00	3136.66	3135.13	1.53	
2+640.00	3134.88	3133.03	1.84	
2+660.00	3133.12	3130.94	2.17	
2+680.00	3131.03	3128.85	2.18	
2+700.00	3128.59	3126.76	1.83	
2+720.00	3126.22	3124.67	1.55	
2+740.00	3124.77	3122.58	2.20	
2+760.00	3123.28	3120.56	2.72	
2+780.00	3120.47	3118.65	1.83	
2+800.00	3117.71	3116.83	0.87	
2+820.00	3116.23	3115.11	1.12	
2+840.00	3115.33	3113.49	1.84	
2+860.00	3114.40	3111.97	2.43	
2+880.00	3113.34	3110.55	2.79	
2+900.00	3112.15	3109.19	2.96	
2+920.00	3111.04	3107.84	3.20	
2+940.00	3109.56	3106.49	3.07	
2+960.00	3108.43	3105.13	3.30	
2+980.00	3107.04	3103.78	3.27	
3+000.00	3106.00	3102.43	3.57	

DISEÑO HORIZONTAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LAVIA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, UNIÓN Y TRABAJO, SAN JUAN, SAN IGNACIO Y SAN DIEGO

TIPO DE VÍA: CLASE IV

DESIGNADO POR: LUIS MOPOCITA

REVISADO POR: ING. MG. DARIÓ LLAMUCA

ESCALA: D. HORIZONTAL: 1:1000
D. VERTICAL: H:1:1000
V:1:100

FECHA: JULIO - 2015

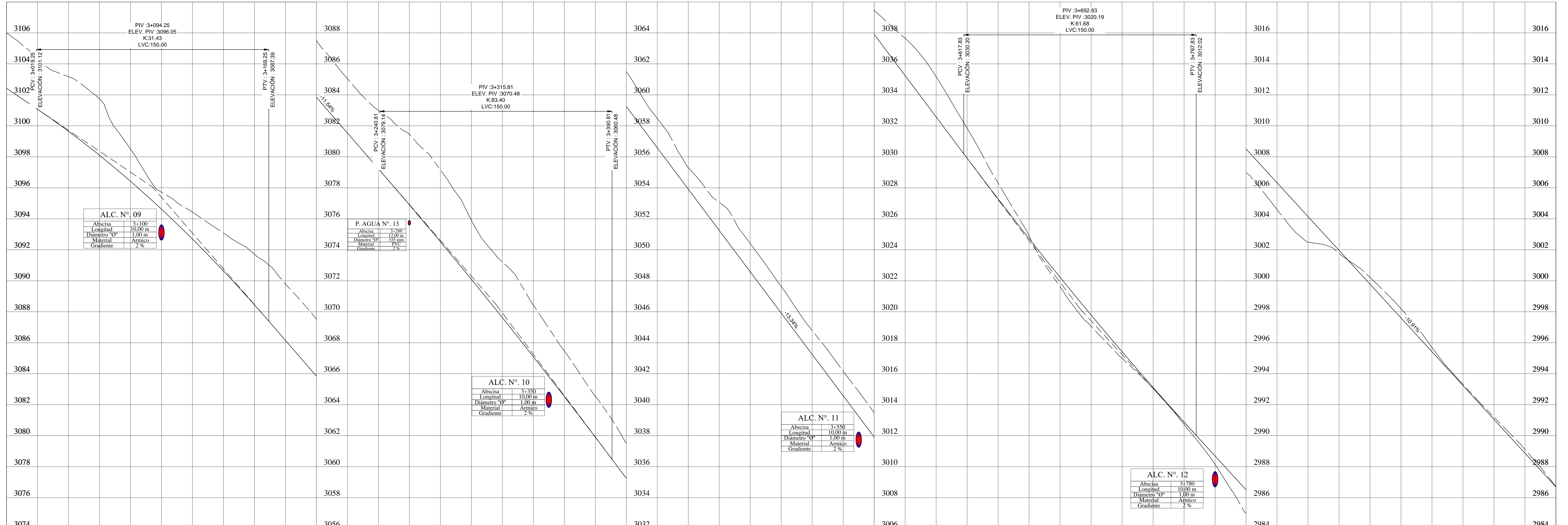
UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTACACHI

CONTIENE:
- DISEÑO HORIZONTAL
- DISEÑO VERTICAL
- SECCIÓN TRANSVERSAL

TRAMO: DESDE: 3+000
HASTA: 4+000

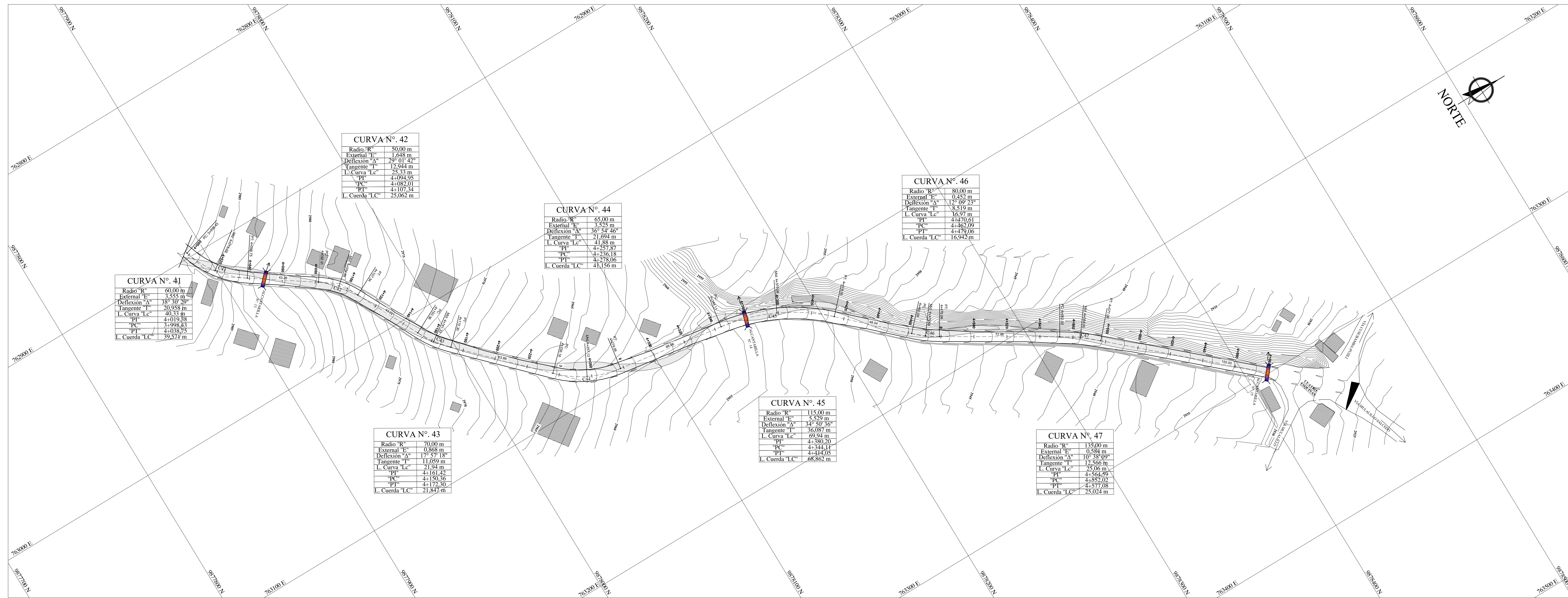
LÁMINA N°: 4/11

DISEÑO VERTICAL



ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	DATO DE CORTE	DATO DE RELLENO
3+000.00	3106.00	3102.43	3.57	
3+020.00	3104.25	3101.07	3.18	
3+040.00	3103.18	3099.65	3.53	
3+060.00	3101.75	3098.10	3.65	
3+080.00	3098.50	3096.43	2.07	
3+100.00	3095.72	3094.62	1.10	
3+120.00	3094.43	3092.69	1.74	
3+140.00	3093.08	3090.63	2.44	
3+160.00	3091.71	3088.45	3.26	
3+180.00	3089.80	3086.15	3.64	
3+200.00	3087.50	3083.85	3.66	
3+220.00	3085.84	3081.54	3.51	
3+240.00	3083.00	3079.23	3.77	
3+260.00	3081.45	3076.90	4.55	
3+280.00	3079.16	3074.52	4.64	
3+300.00	3075.90	3072.10	3.81	
3+320.00	3073.21	3069.62	3.59	
3+340.00	3070.44	3067.10	3.33	
3+360.00	3067.47	3064.53	2.94	
3+380.00	3064.55	3061.91	2.63	
3+400.00	3061.51	3059.25	2.26	
3+420.00	3058.48	3056.58	1.89	
3+440.00	3055.31	3053.92	1.39	
3+460.00	3053.07	3051.25	1.82	
3+480.00	3050.40	3048.58	1.82	
3+500.00	3047.63	3045.91	1.72	
3+520.00	3044.79	3043.25	1.54	
3+540.00	3042.16	3040.58	1.59	
3+560.00	3039.48	3037.91	1.56	
3+580.00	3037.65	3035.24	2.41	
3+600.00	3035.17	3032.58	2.60	
3+620.00	3031.85	3029.91	1.94	
3+640.00	3028.30	3027.28	1.02	
3+660.00	3024.90	3024.72	0.18	
3+680.00	3021.61	3022.22	0.61	
3+700.00	3019.06	3019.79	0.73	
3+720.00	3016.99	3017.42	0.43	
3+740.00	3015.04	3015.11	0.08	
3+760.00	3012.73	3012.87	0.15	
3+780.00	3010.15	3010.69	0.54	
3+800.00	3006.99	3008.51	1.52	
3+820.00	3004.60	3006.33	1.72	
3+840.00	3002.49	3004.14	1.65	
3+860.00	3001.78	3001.96	0.19	
3+880.00	3000.22	2999.78	0.44	
3+900.00	2998.21	2997.60	0.60	
3+920.00	2995.69	2995.42	0.28	
3+940.00	2993.31	2993.24	0.08	
3+960.00	2991.20	2991.06	0.15	
3+980.00	2988.88	2988.88	0.24	
4+000.00	2986.71	2986.69	0.02	

DISEÑO HORIZONTAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LAVIA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, UNIÓN Y TRABAJO, SAN JUAN, SAN IGNACIO Y SAN DIEGO

TIPO DE VÍA: CLASE IV

REVISADO POR: ING. MG. DARIÓ LLAMUCA

ESCALA: D. HORIZONTAL: 1:1000
D. VERTICAL: H:1:1000
V:1:100

DISEÑO: LUIS MOPCITA

FECHA: JULIO - 2015

UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTACACHI

CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL, DISEÑO VERTICAL, SECCIÓN TRANSVERSAL

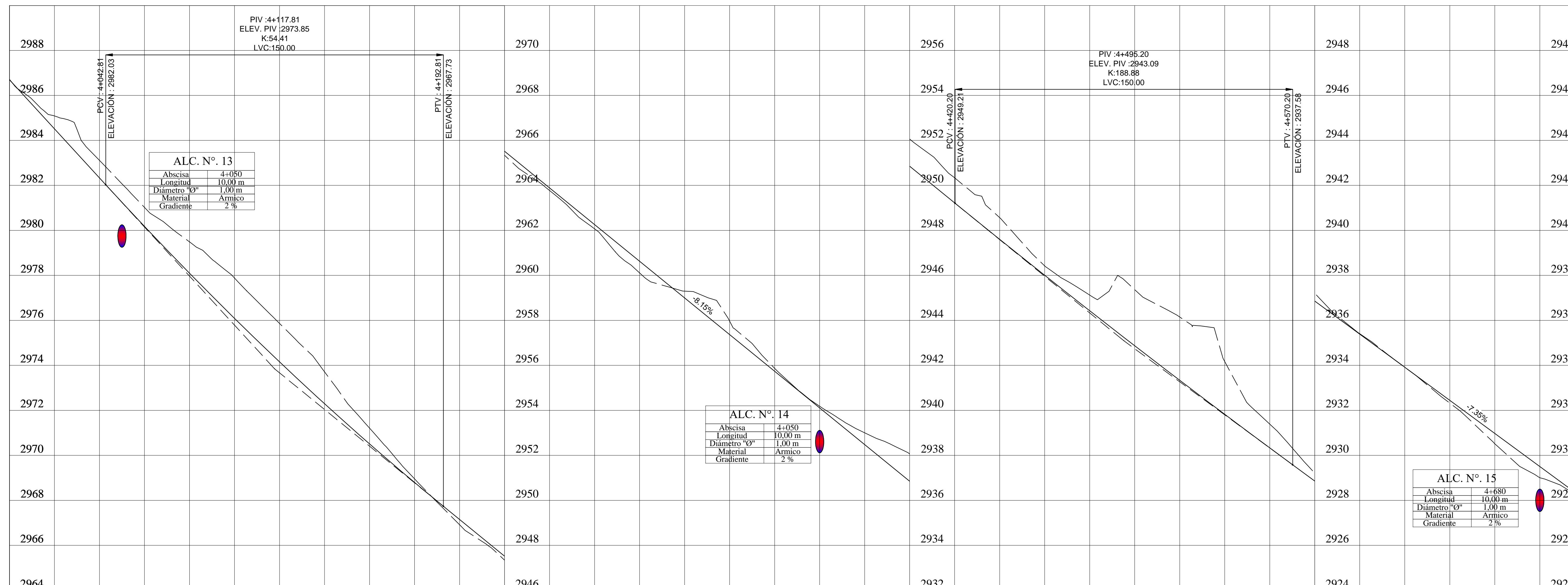
TRAMO: DESDE: 4+000 HASTA: 4+680

LÁMINA N°: 5/11

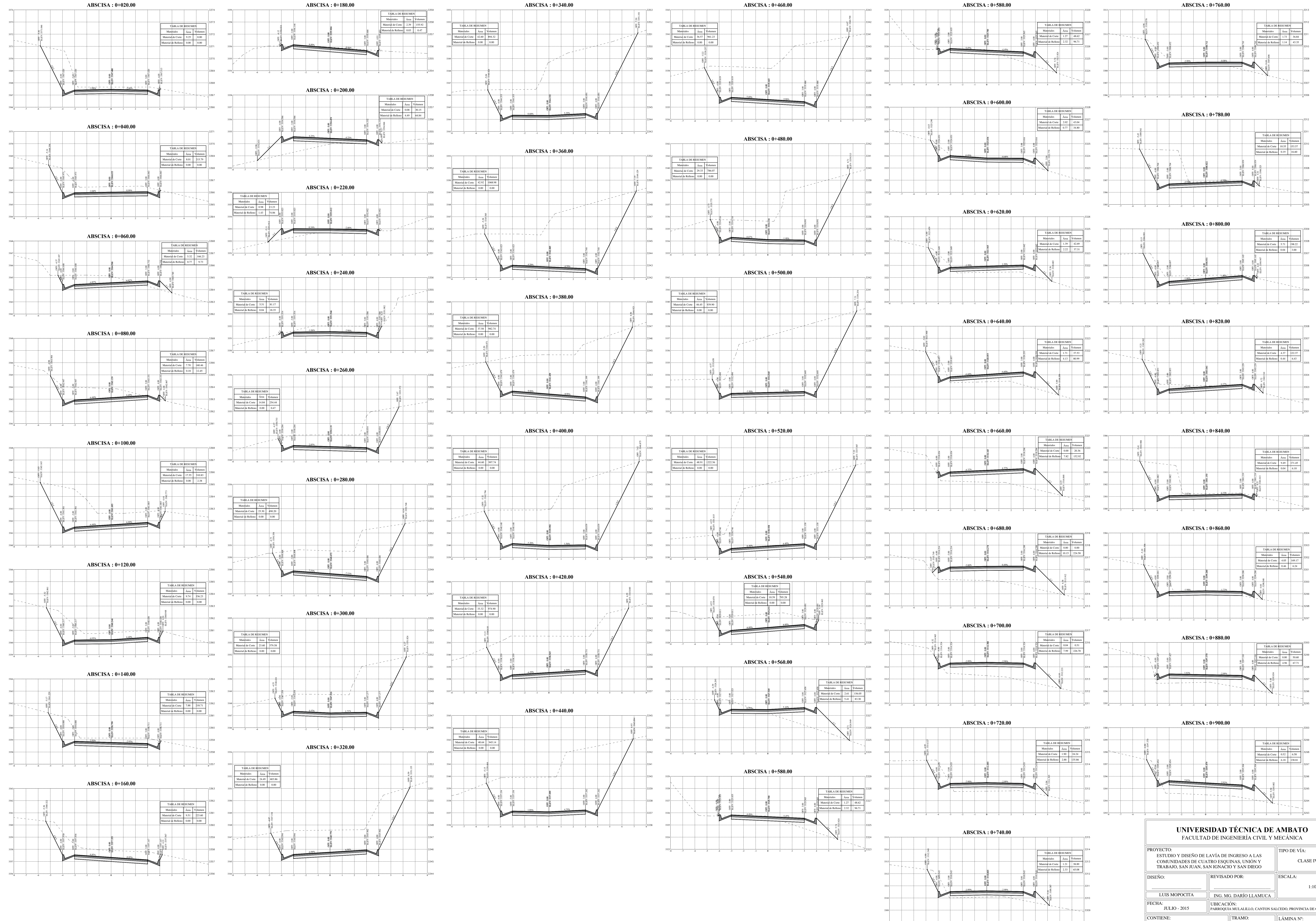
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

Escala: 1:50

DISEÑO VERTICAL

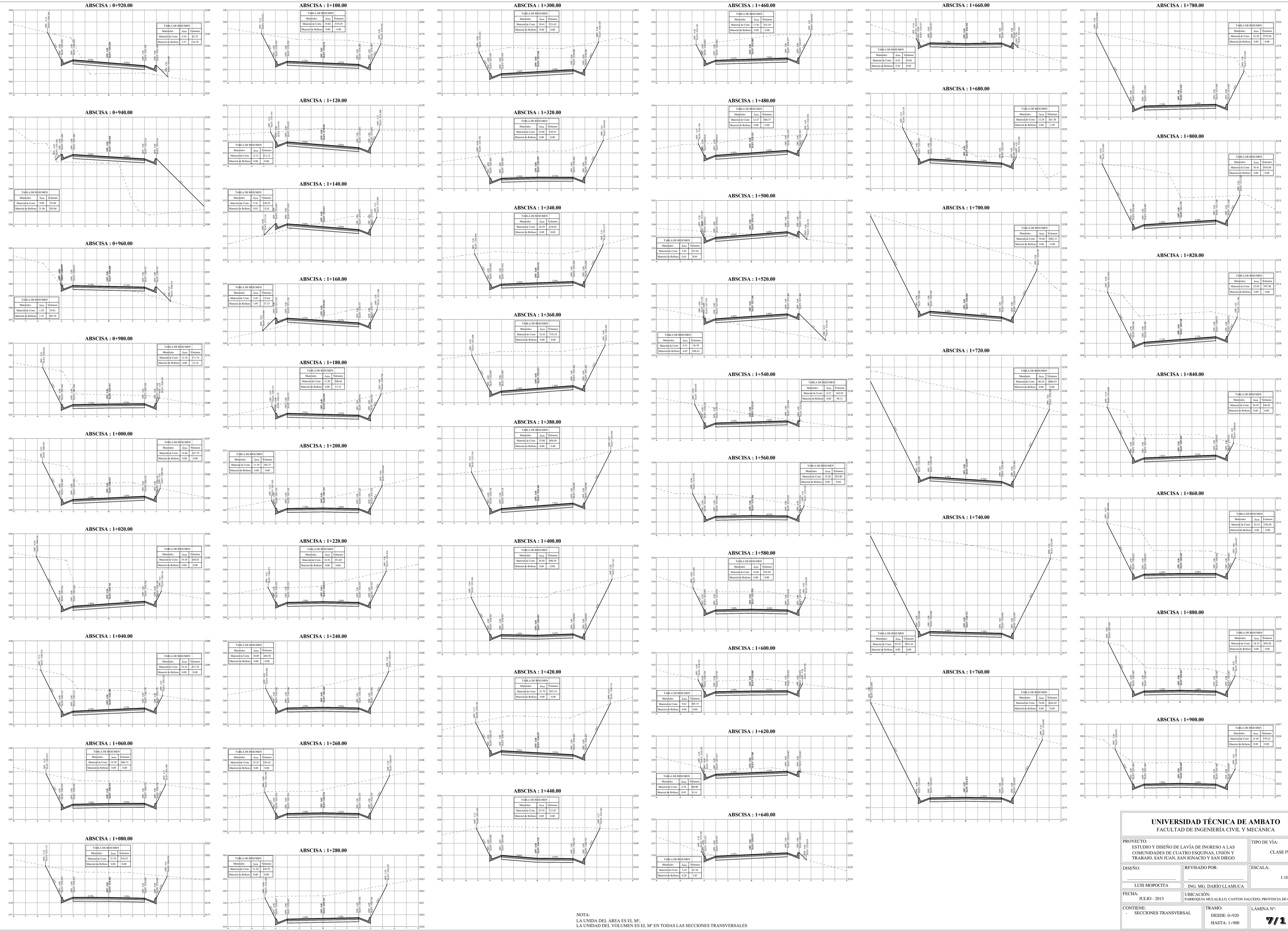


ABSCISA	COTA DE TERRENO	COTA DE PROYECTO	DATO DE CORTE	DATO DE RELLENO
4+000.00	2986.72	2986.69	0.02	
4+020.00	2985.69	2984.51	0.58	
4+040.00	2983.11	2982.13	0.78	
4+060.00	2981.02	2980.18	0.84	
4+080.00	2979.49	2978.10	1.39	
4+100.00	2977.58	2976.09	1.79	
4+120.00	2975.87	2974.16	1.71	
4+140.00	2973.71	2972.29	1.42	
4+160.00	2971.21	2970.51	0.71	
4+180.00	2968.95	2968.79	0.16	
4+200.00	2966.91	2967.15		0.23
4+220.00	2965.34	2965.52		0.18
4+240.00	2963.78	2963.89		0.11
4+260.00	2962.07	2962.26		0.19
4+280.00	2960.11	2960.63		0.52
4+300.00	2959.30	2959.00	0.30	
4+320.00	2957.97	2957.37	0.60	
4+340.00	2955.87	2955.74	0.13	
4+360.00	2954.18	2954.11	0.07	
4+380.00	2953.00	2952.48	0.52	
4+400.00	2952.06	2951.85	1.21	
4+420.00	2950.34	2949.22	1.12	
4+440.00	2948.57	2947.60	0.97	
4+460.00	2946.42	2946.00	0.42	
4+480.00	2945.12	2944.43	0.70	
4+500.00	2945.37	2942.87	2.50	
4+520.00	2944.15	2941.34	2.81	
4+540.00	2942.17	2939.82	2.34	
4+560.00	2939.39	2938.13	1.06	
4+580.00	2937.21	2936.86	0.35	
4+600.00	2935.41	2935.39	0.02	
4+620.00	2933.92	2933.91	0.00	
4+640.00	2932.32	2932.44		0.12
4+660.00	2930.51	2930.97		0.46
4+680.00	2929.01	2929.50		0.50
4+700.00	2927.54	2928.03		0.09



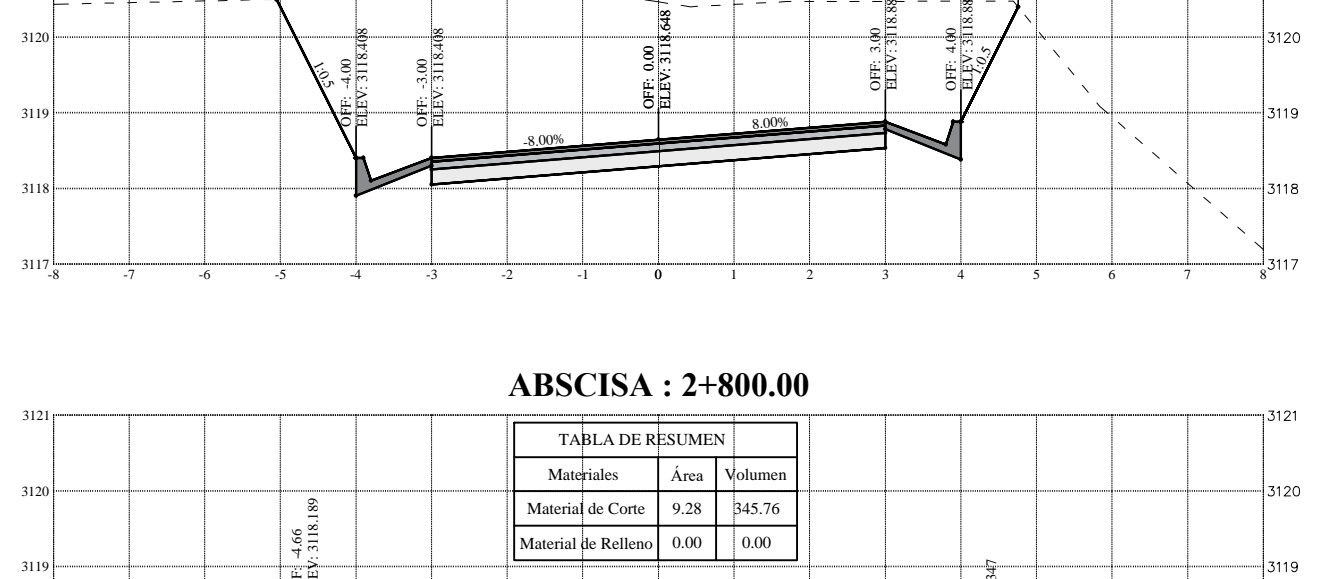
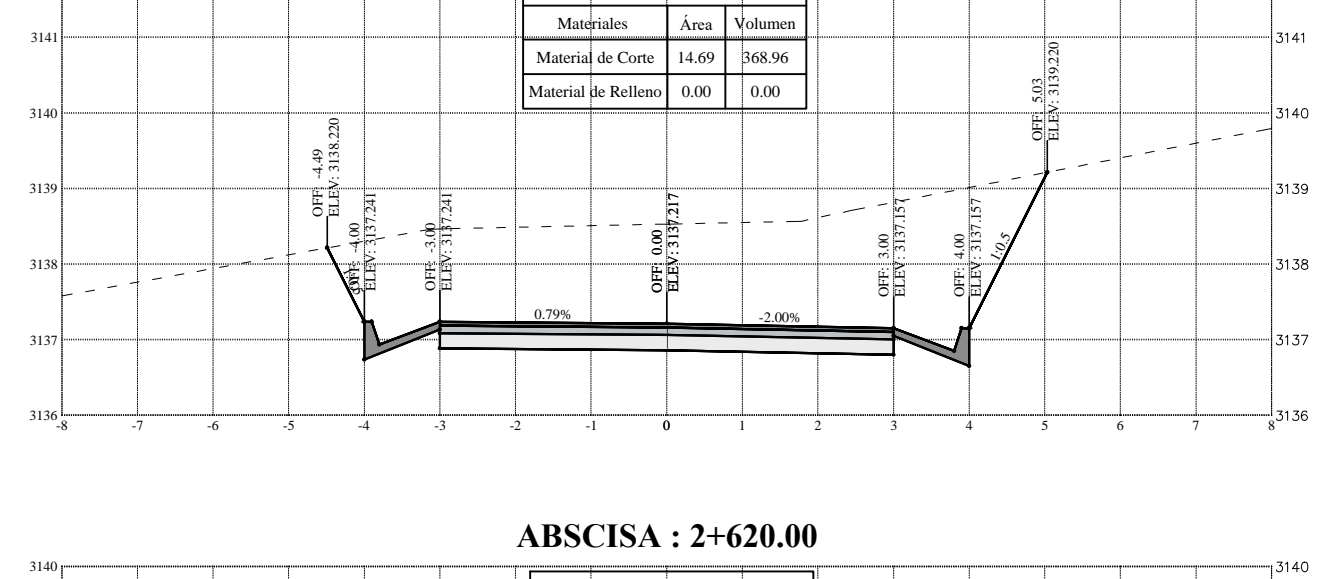
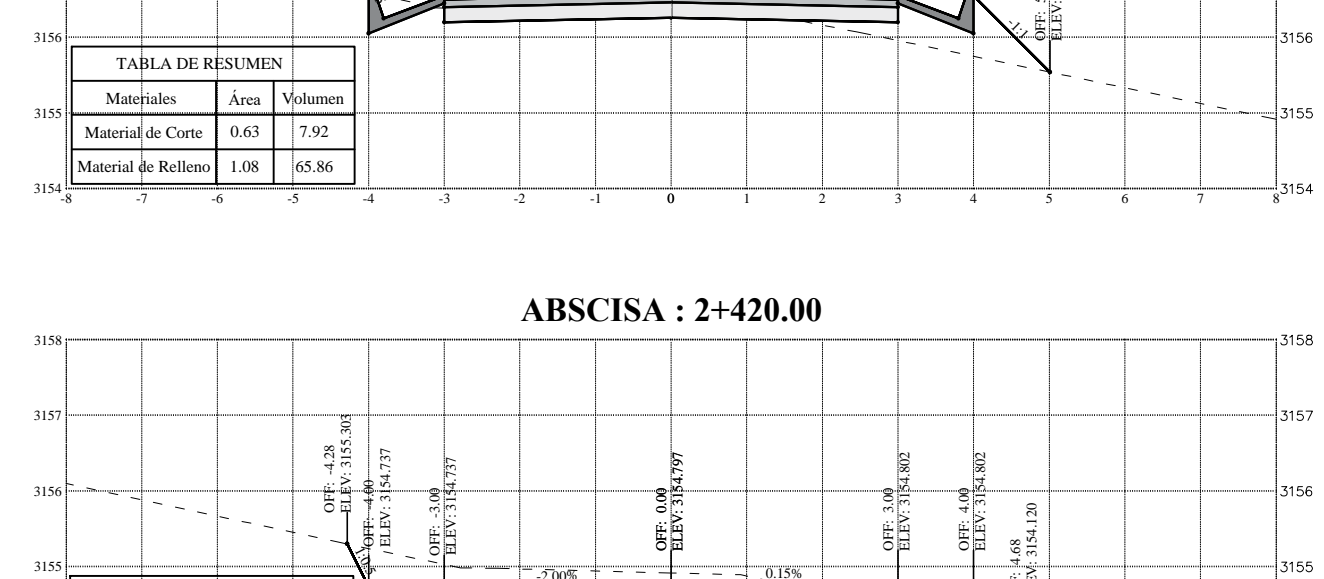
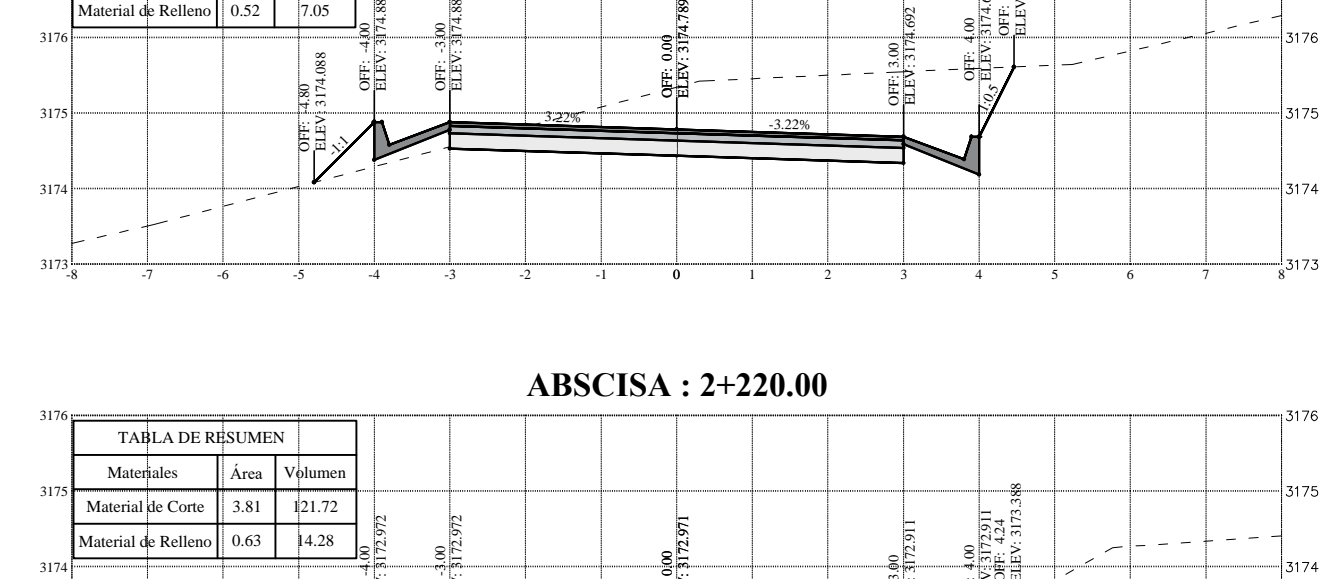
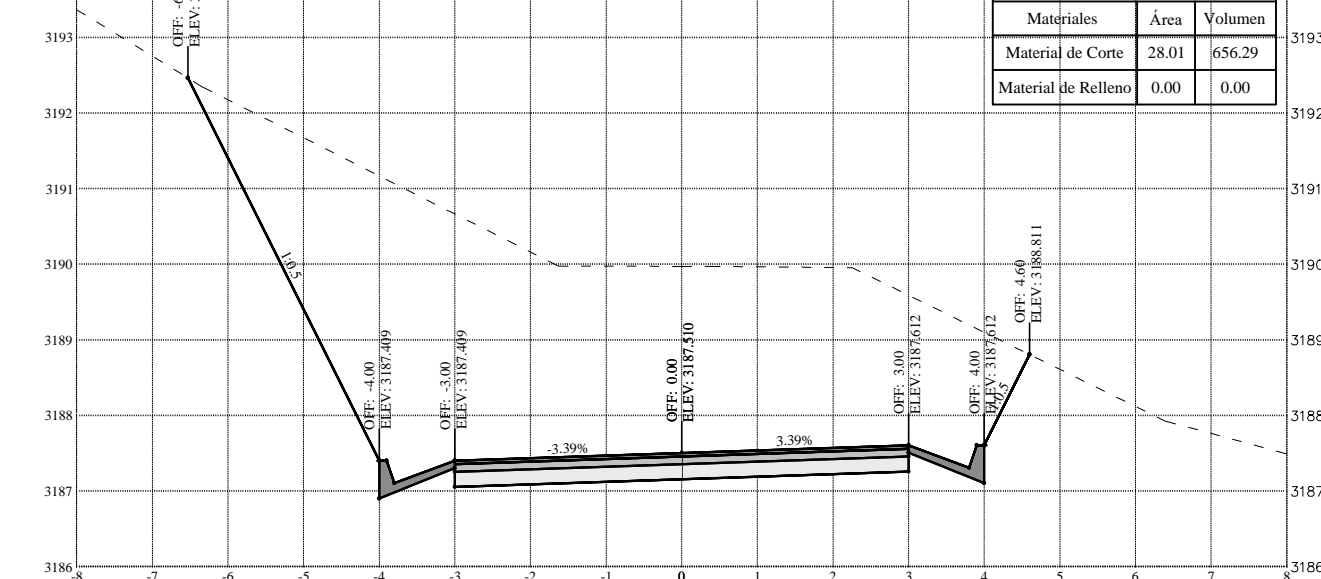
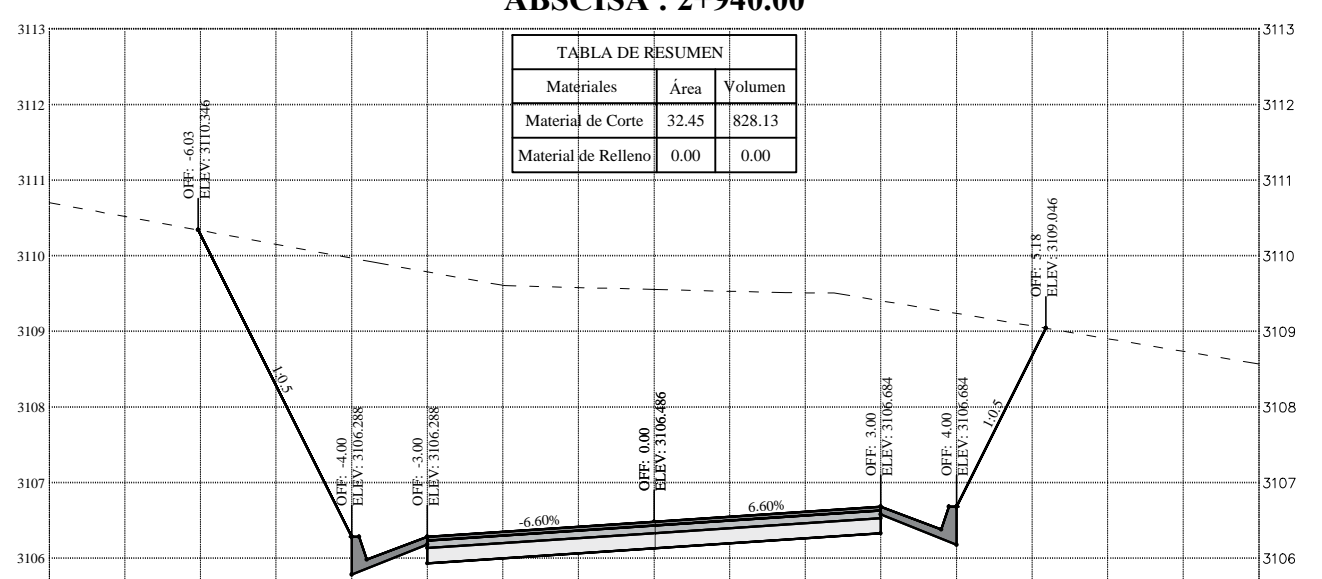
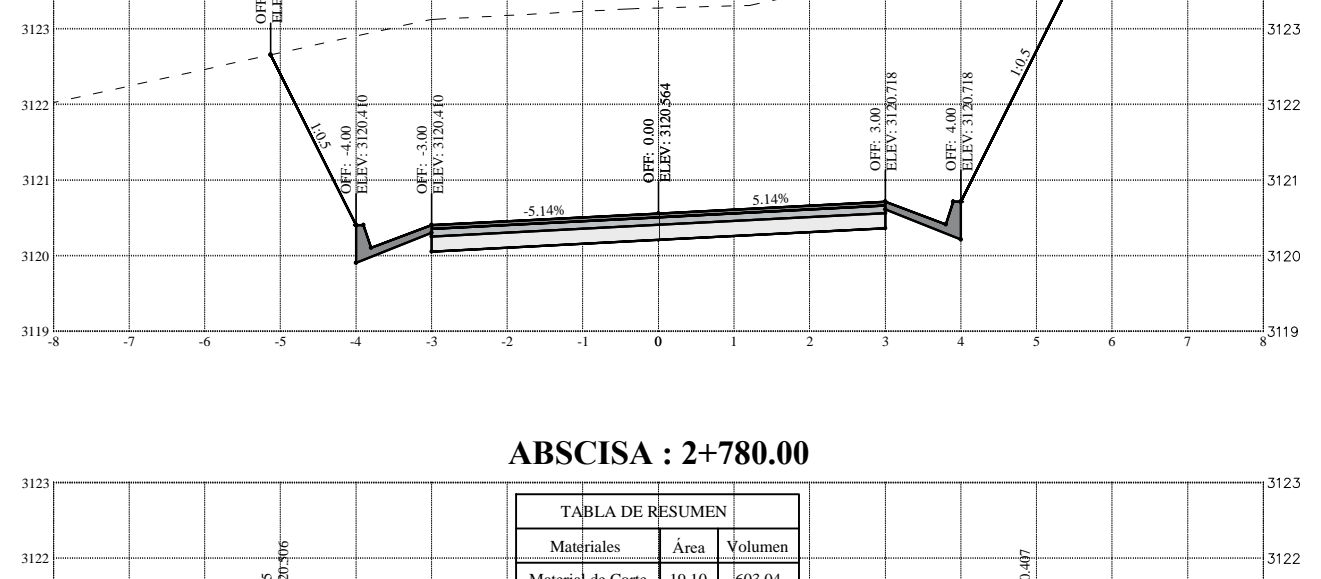
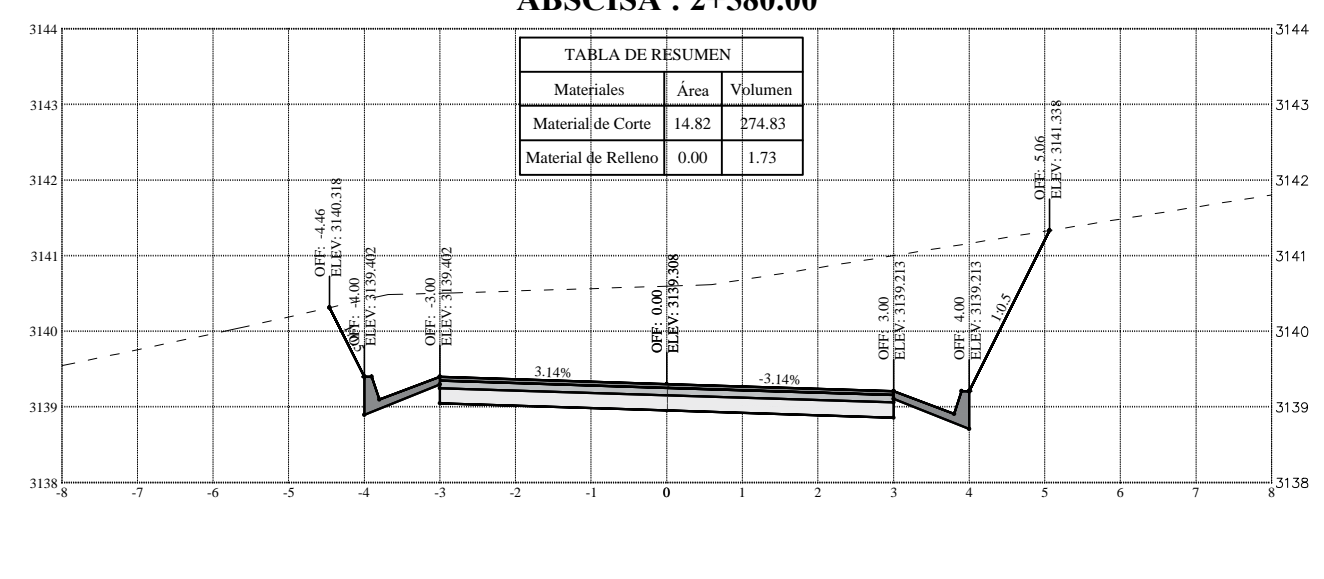
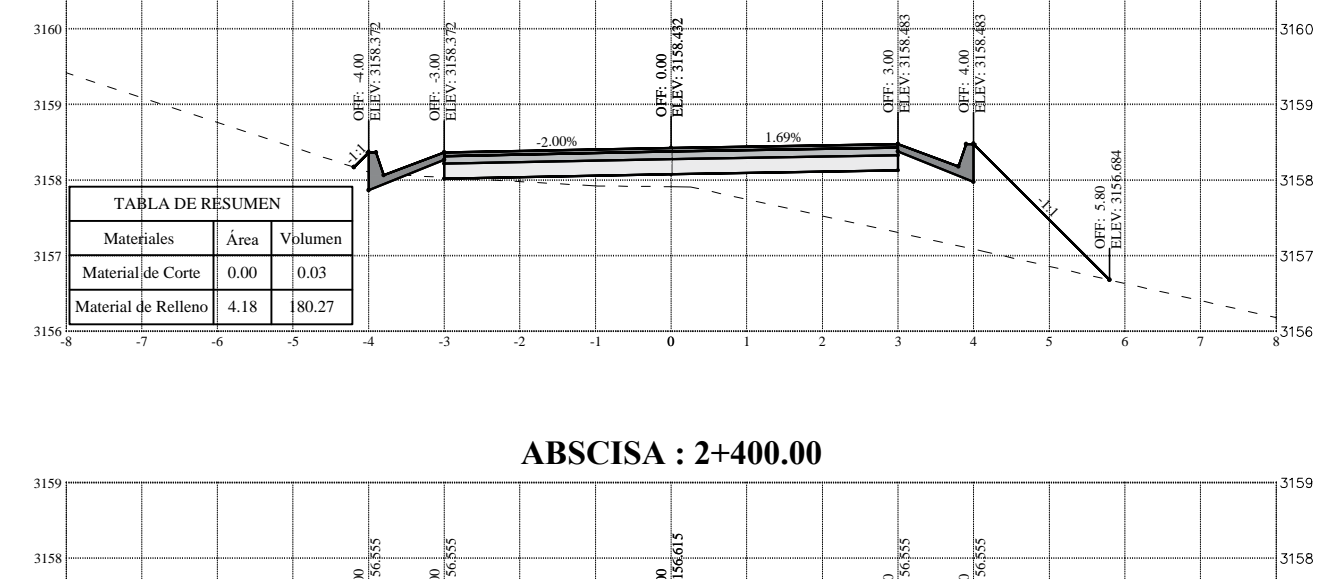
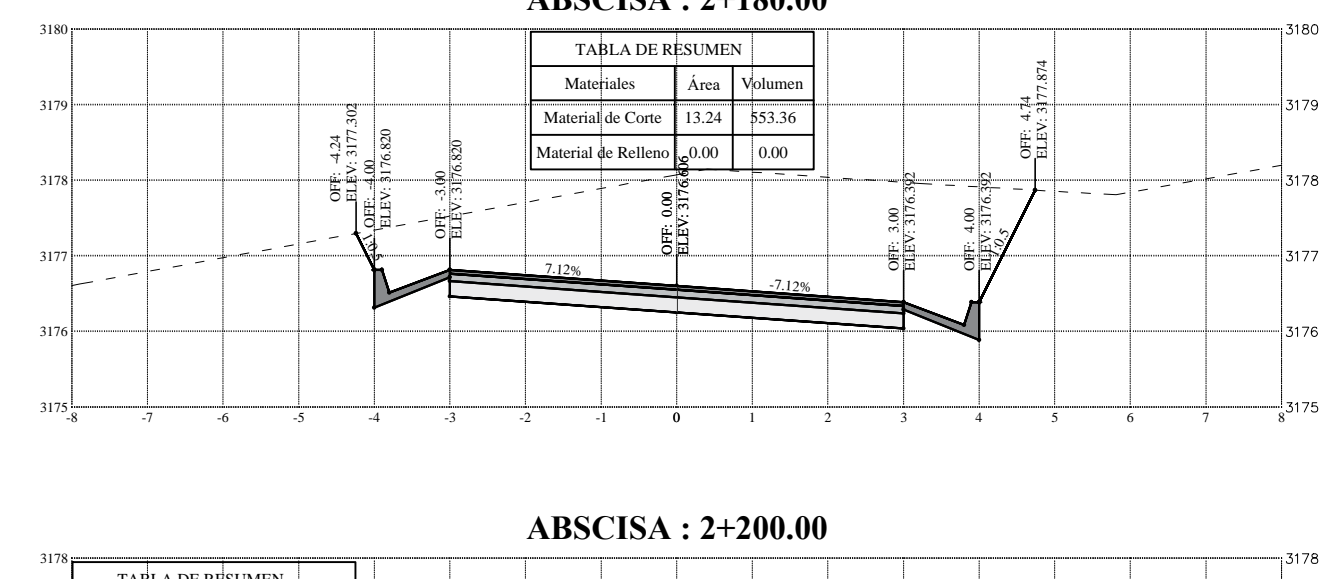
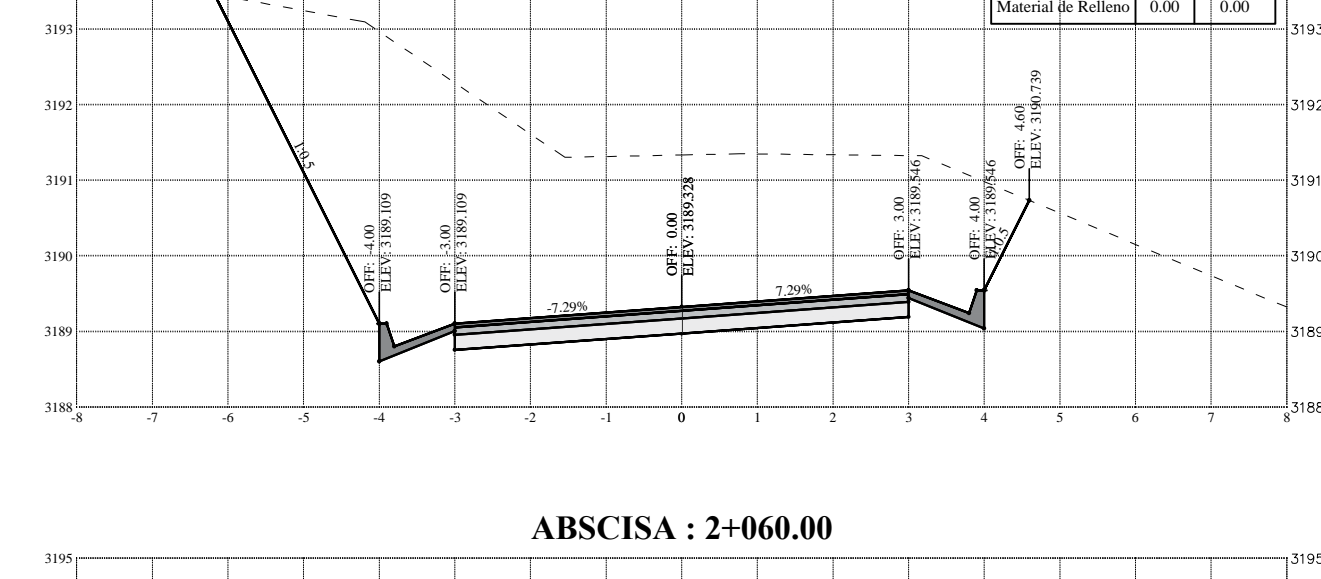
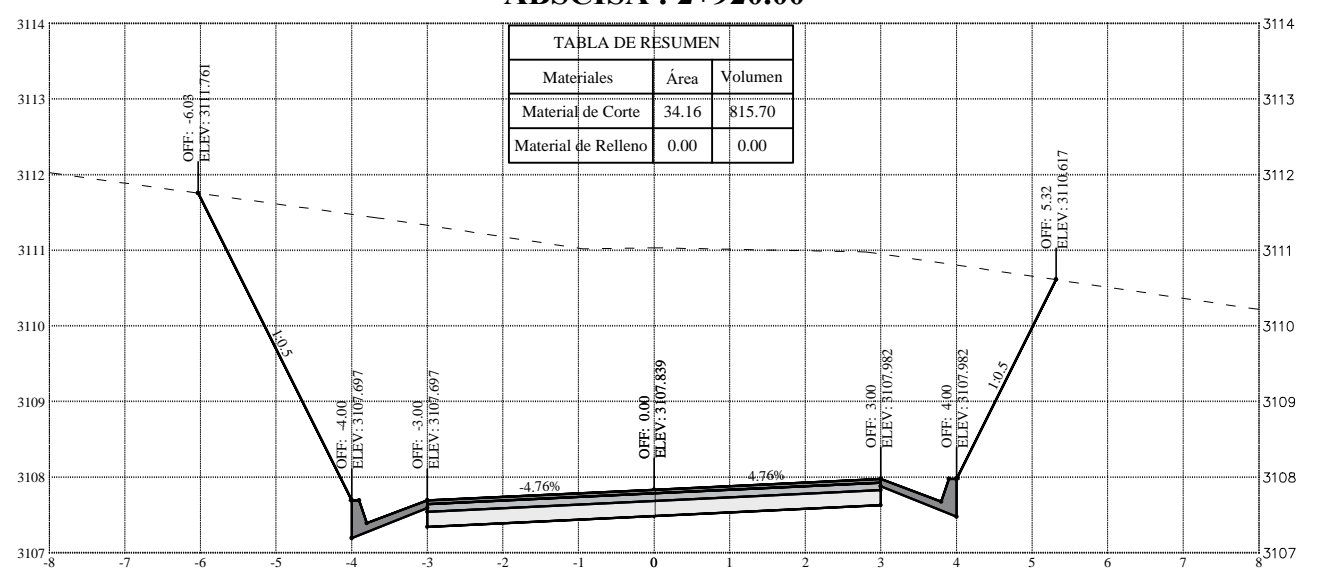
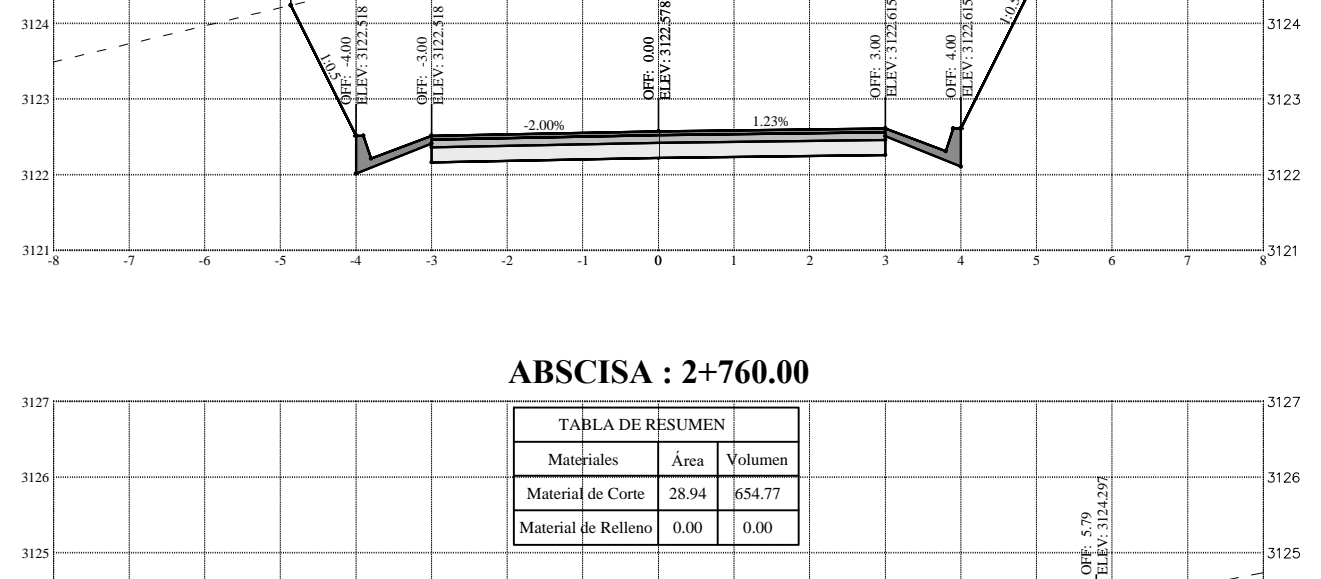
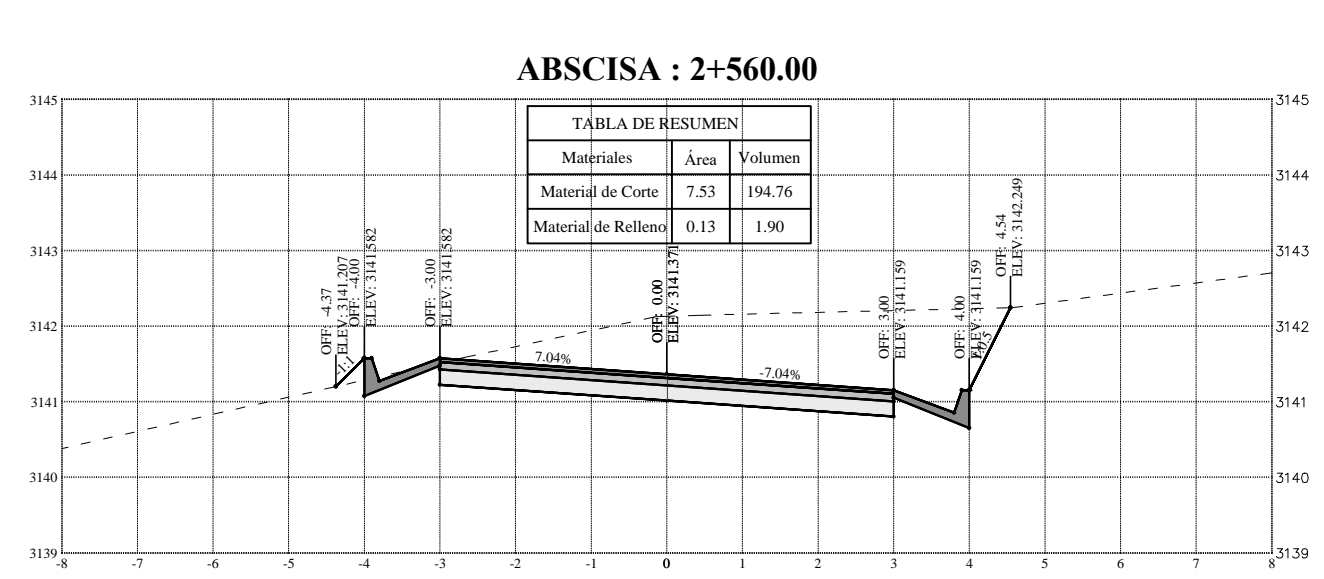
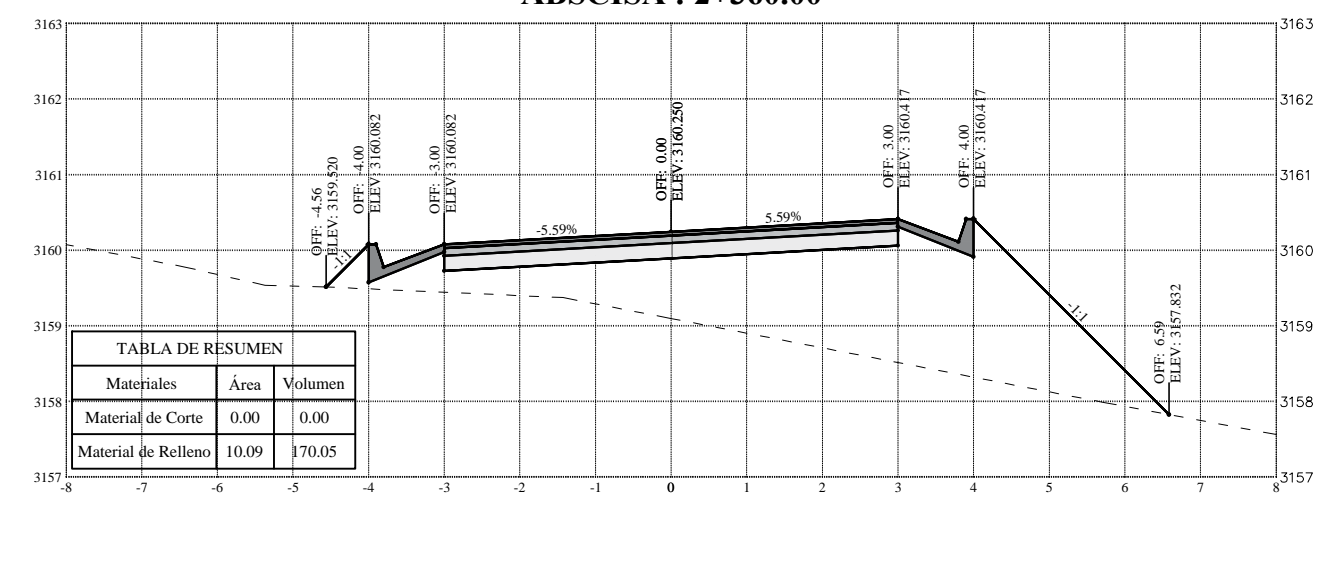
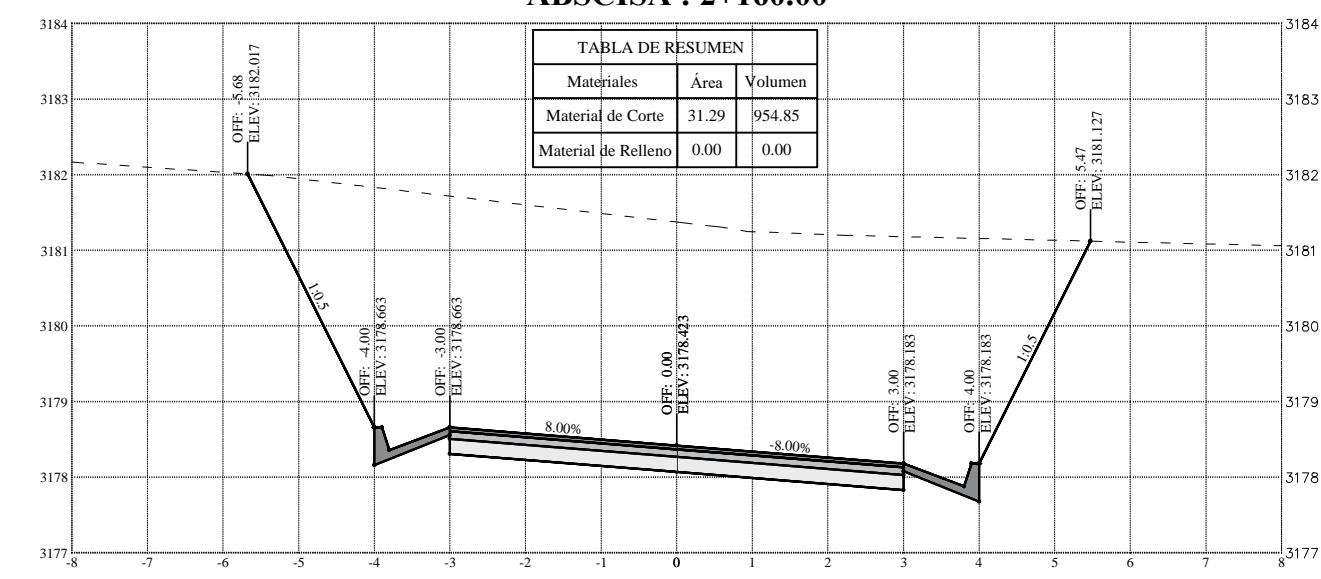
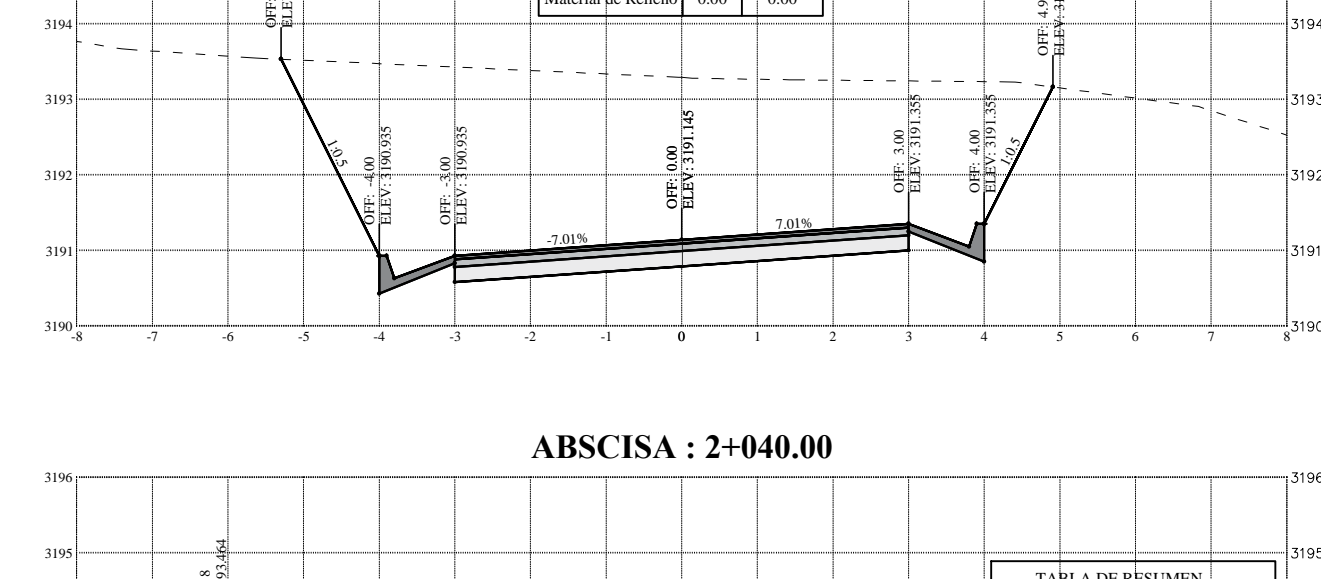
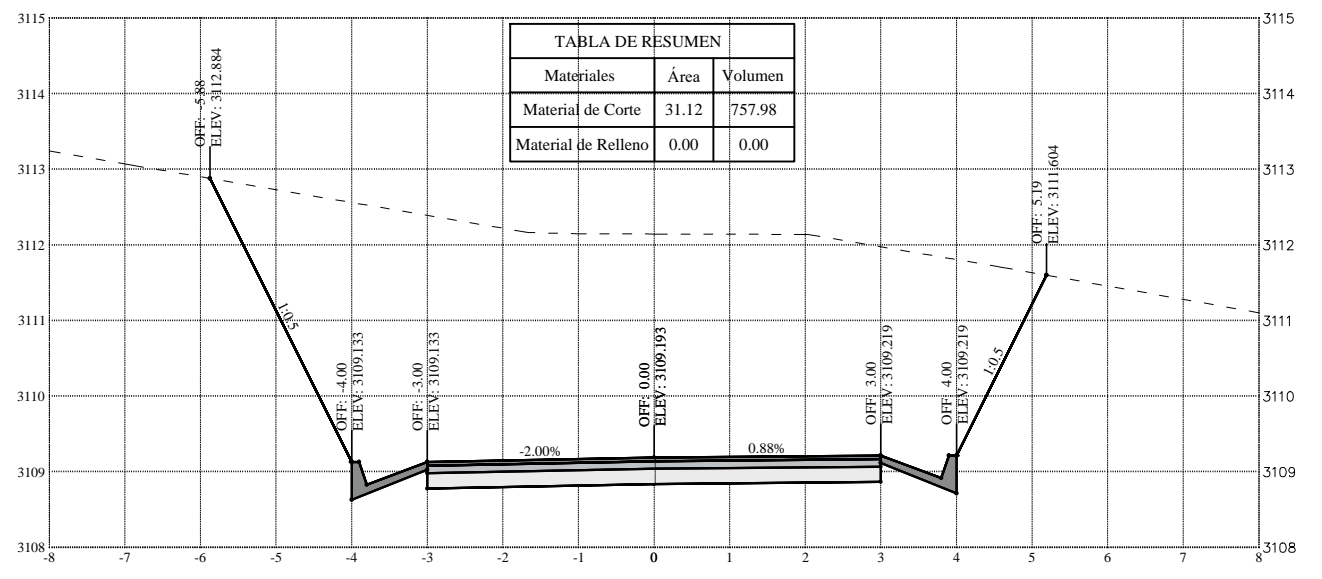
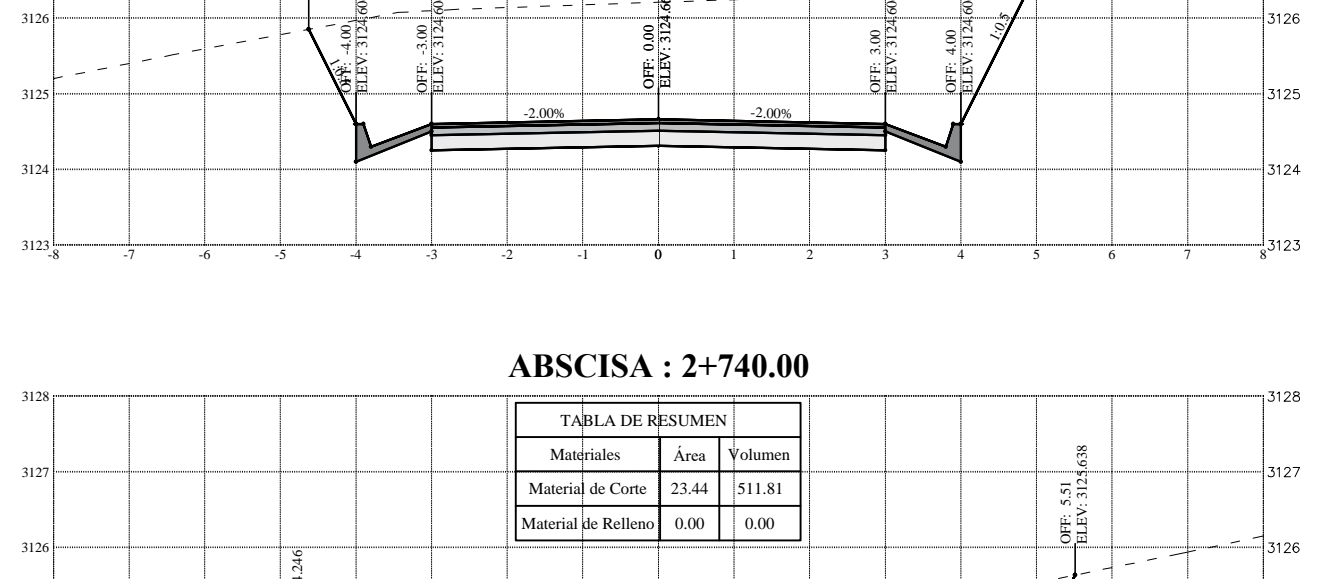
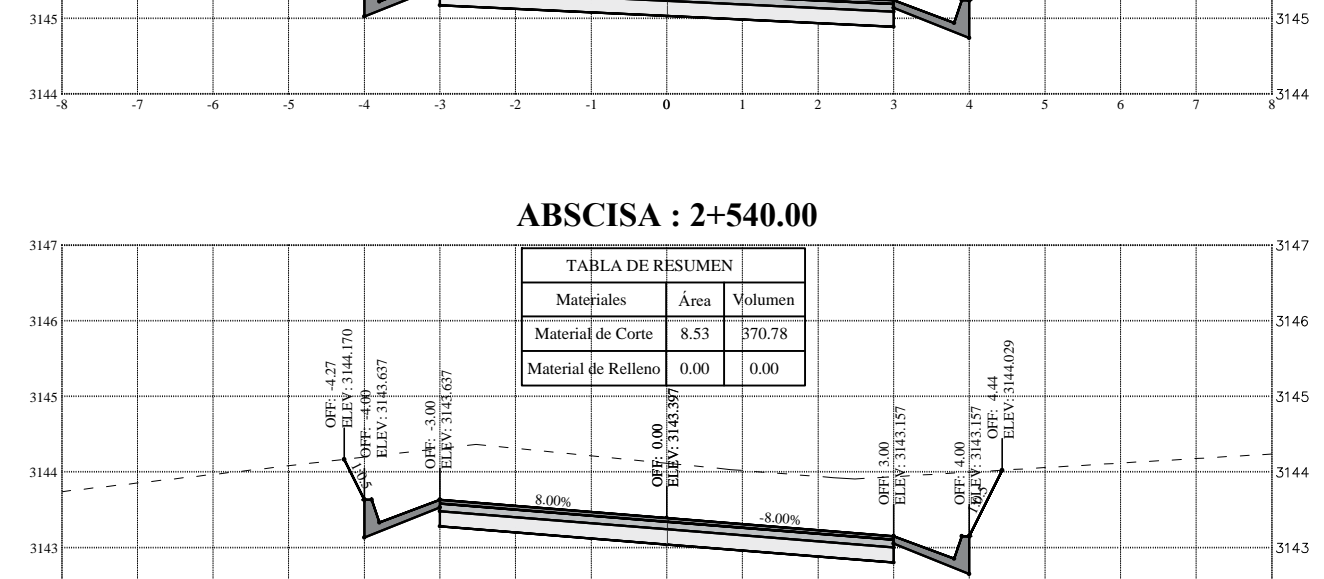
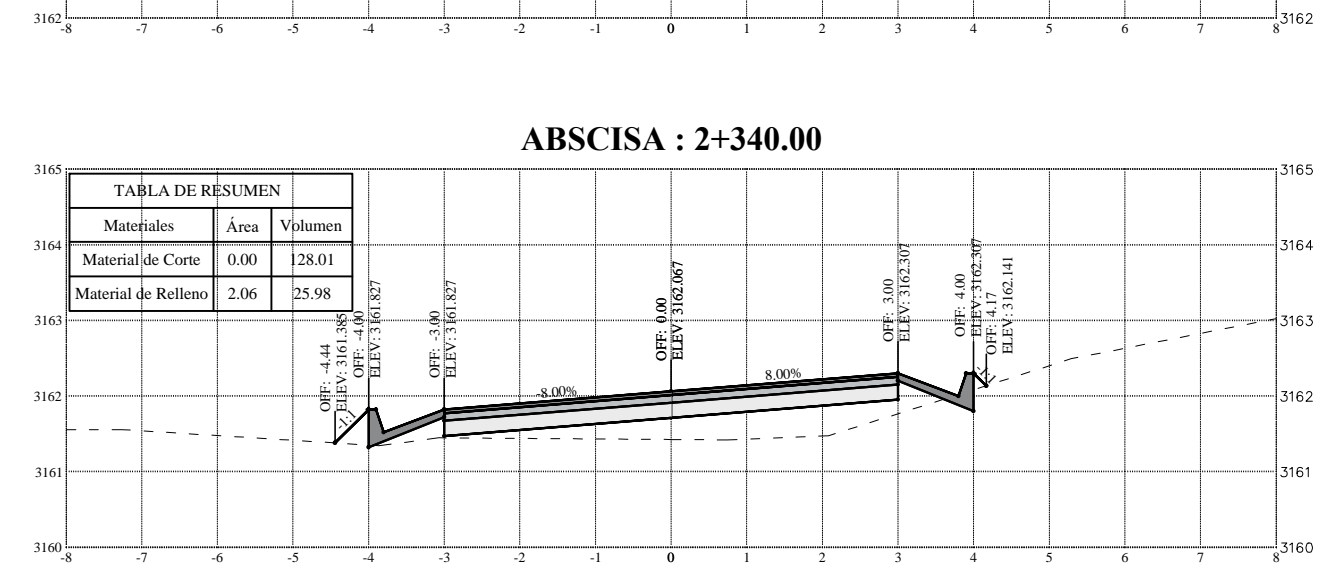
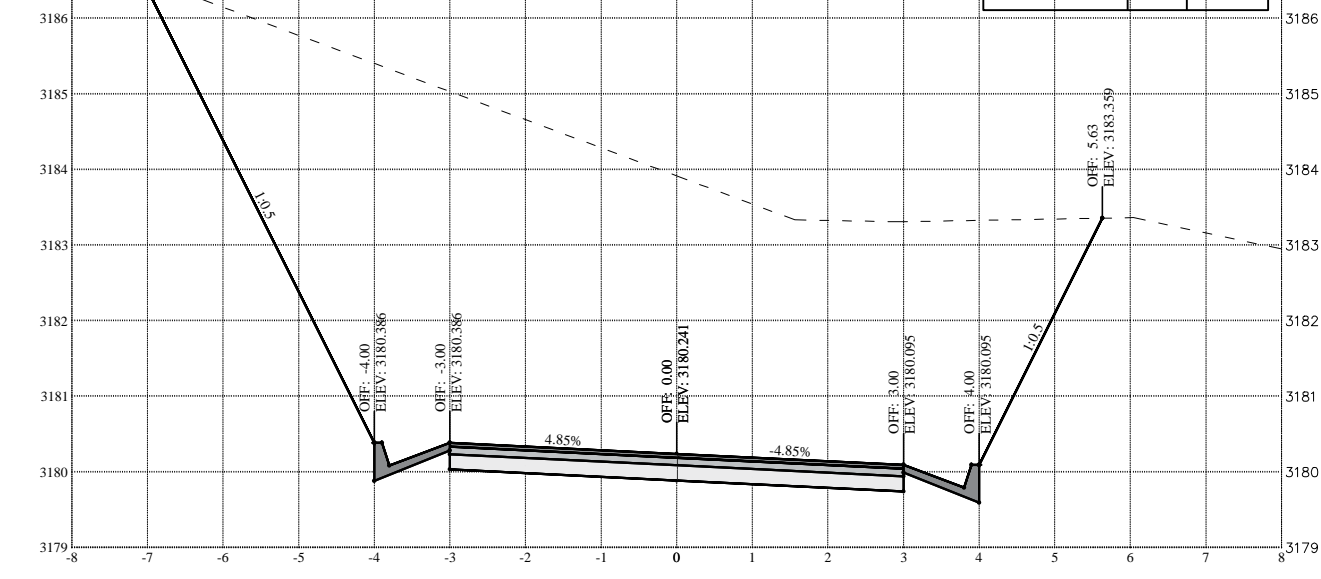
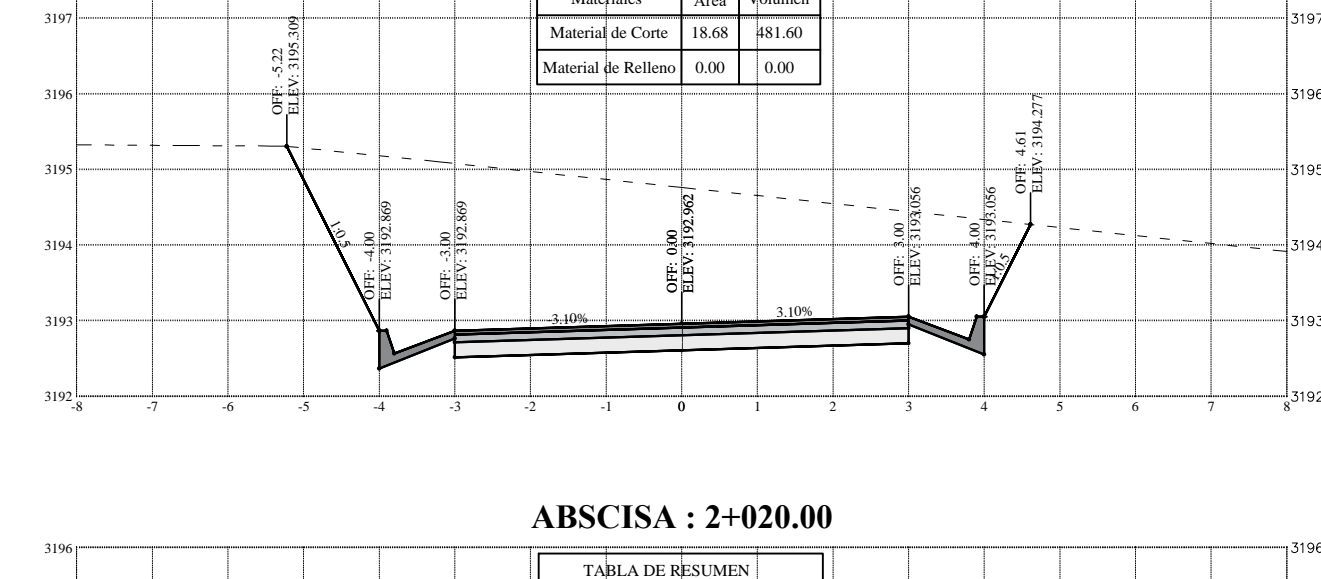
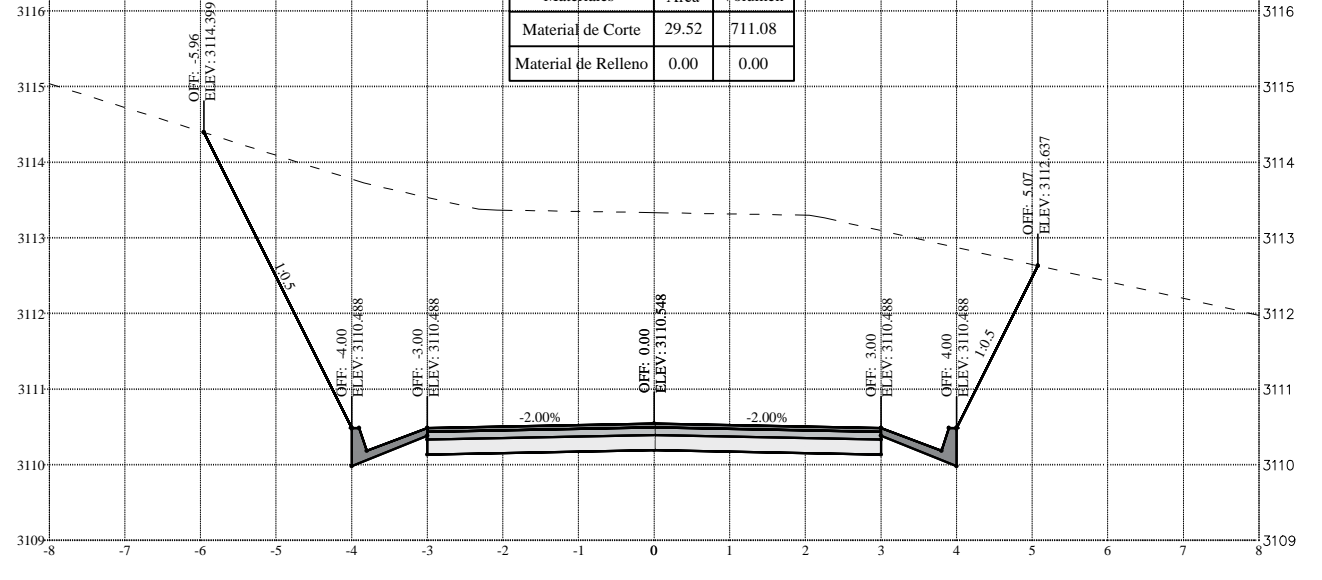
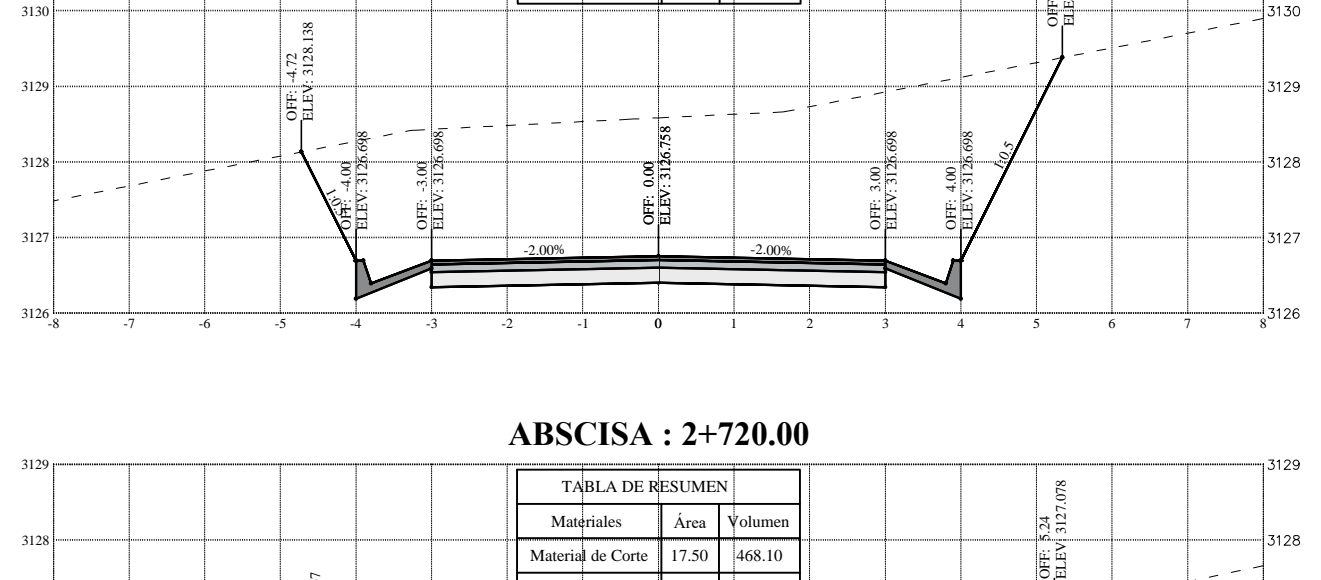
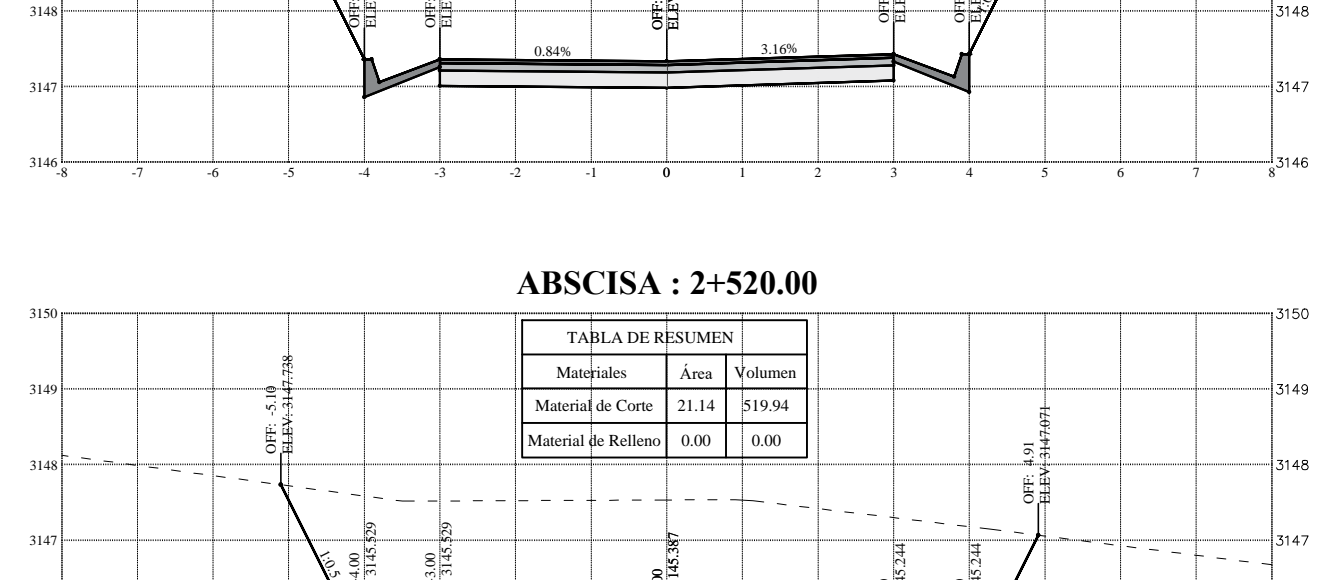
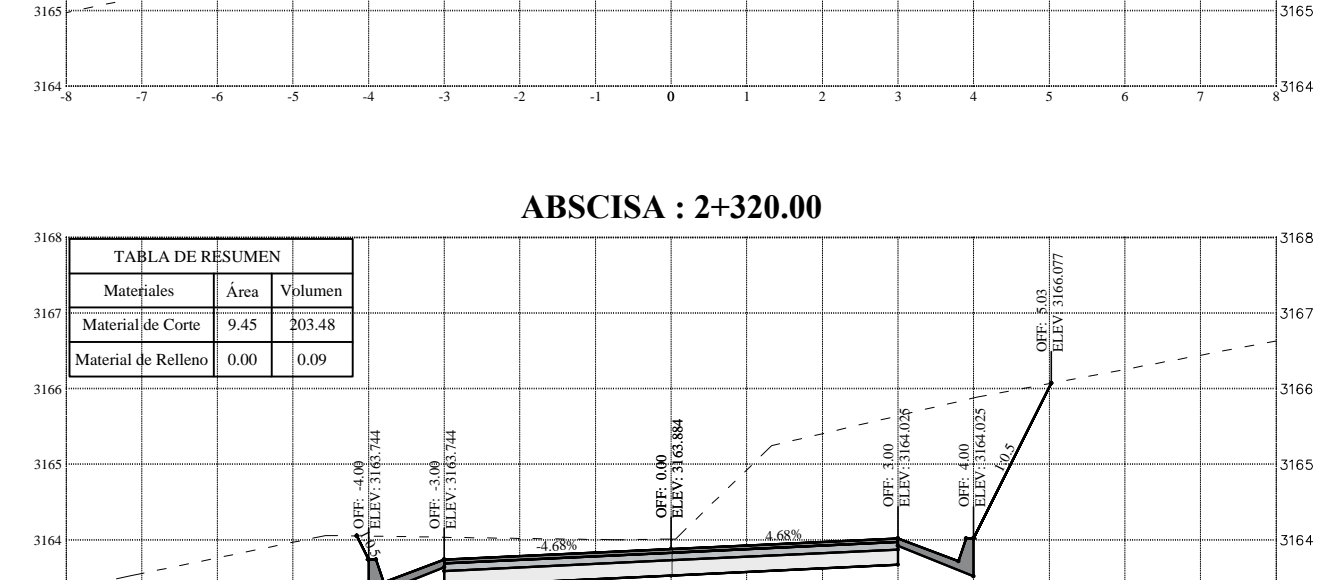
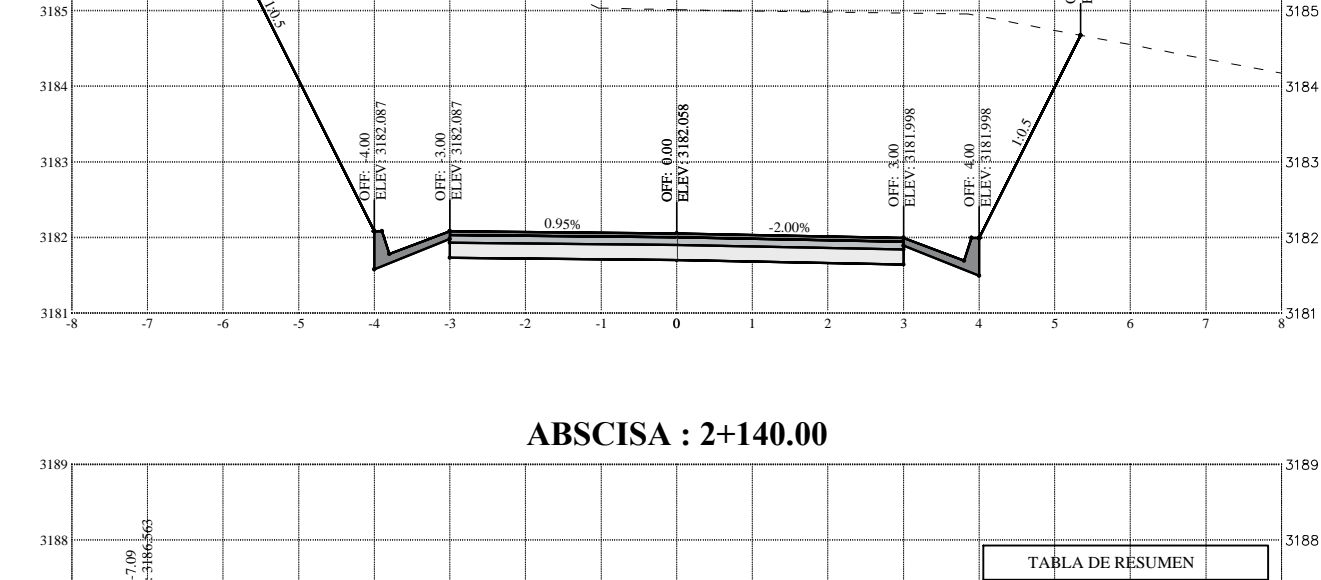
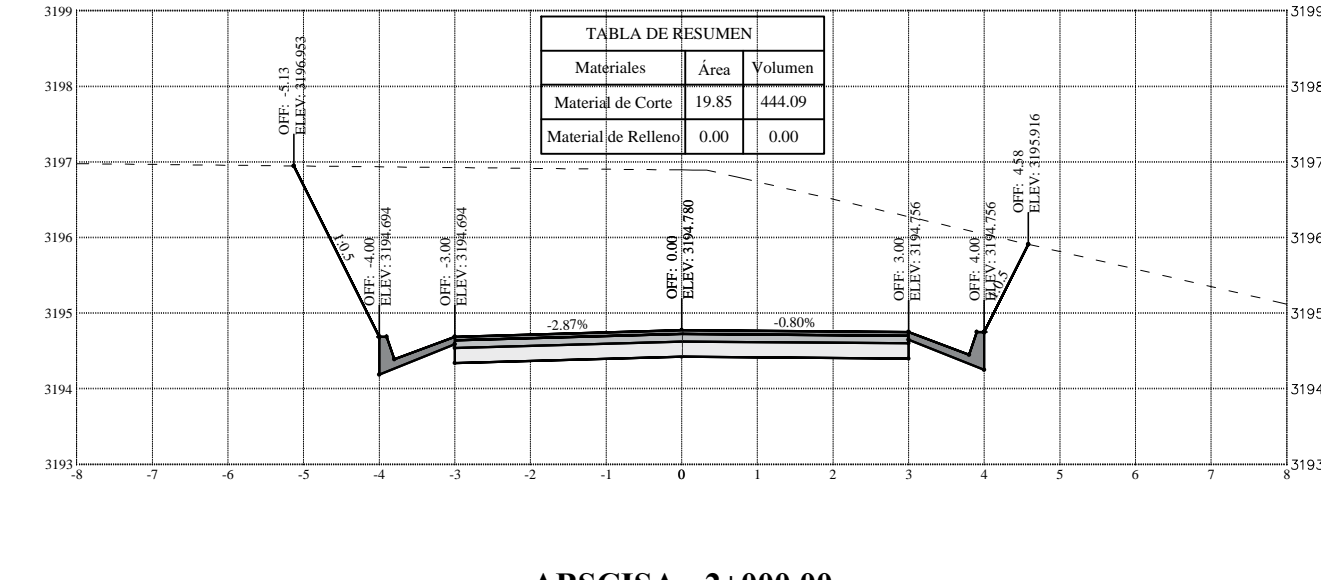
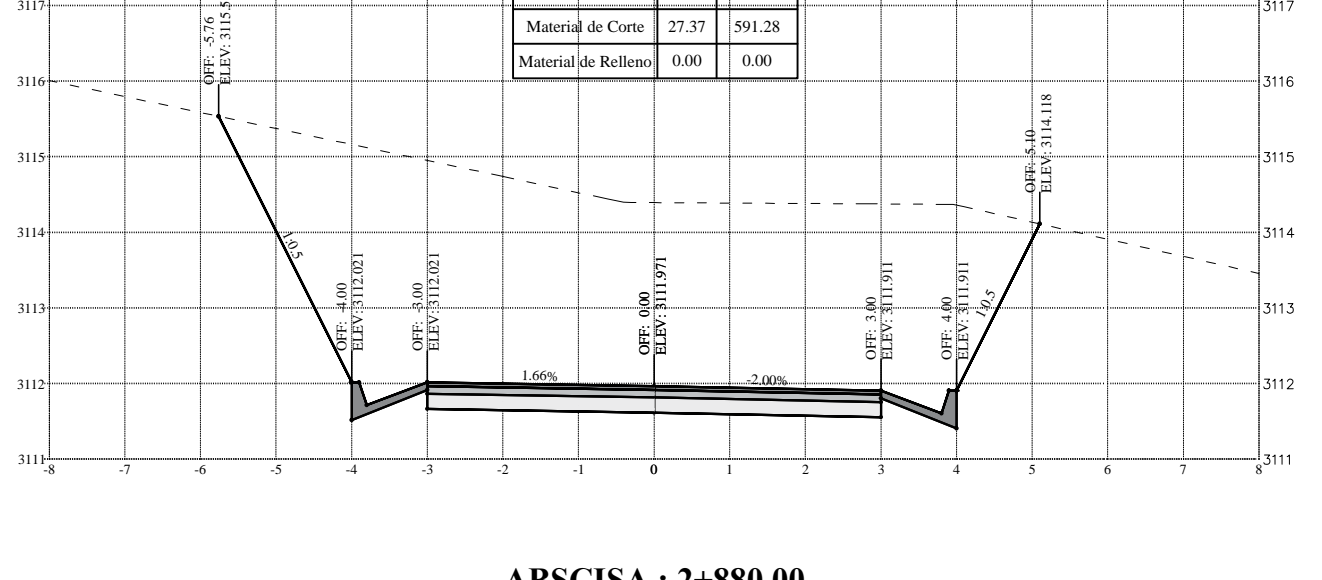
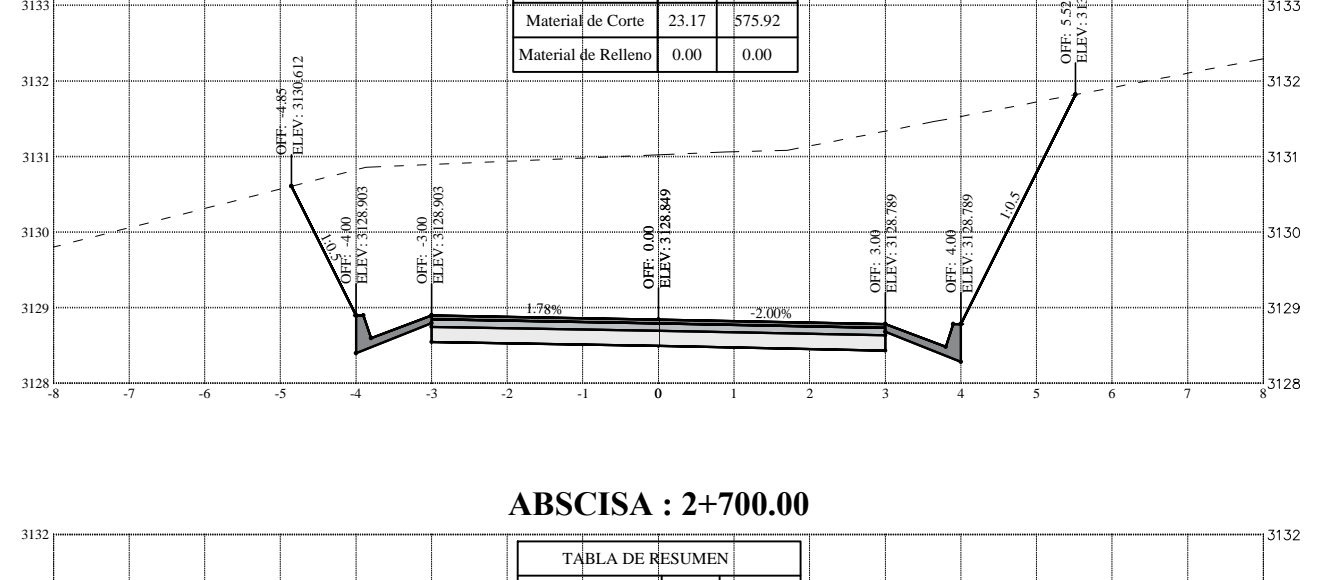
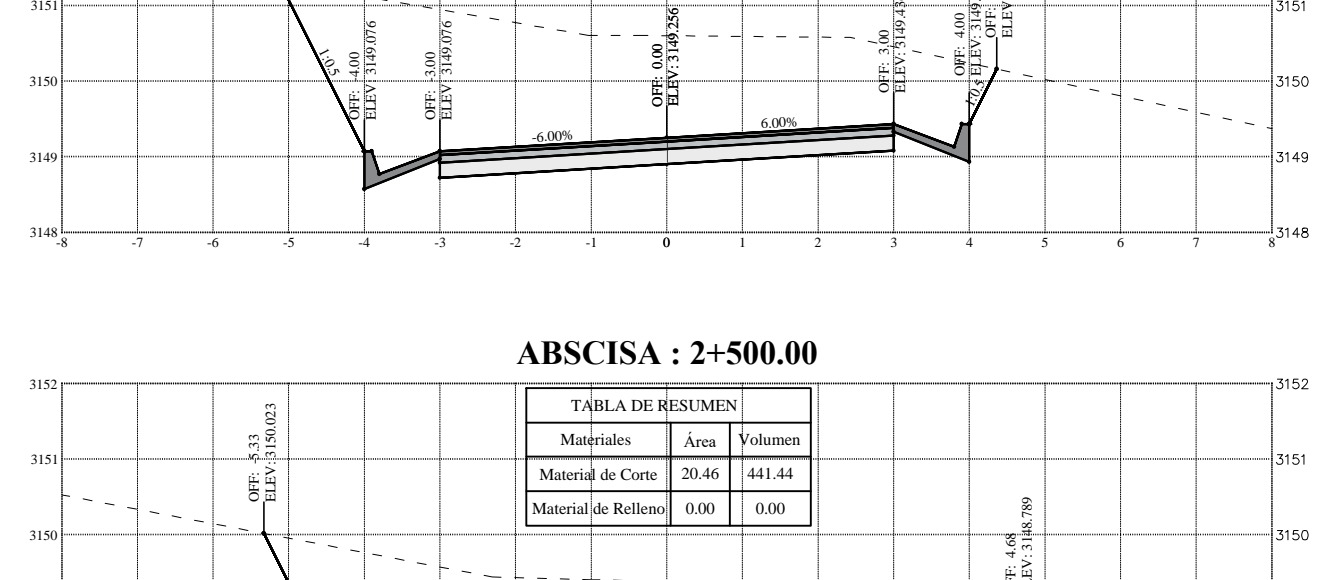
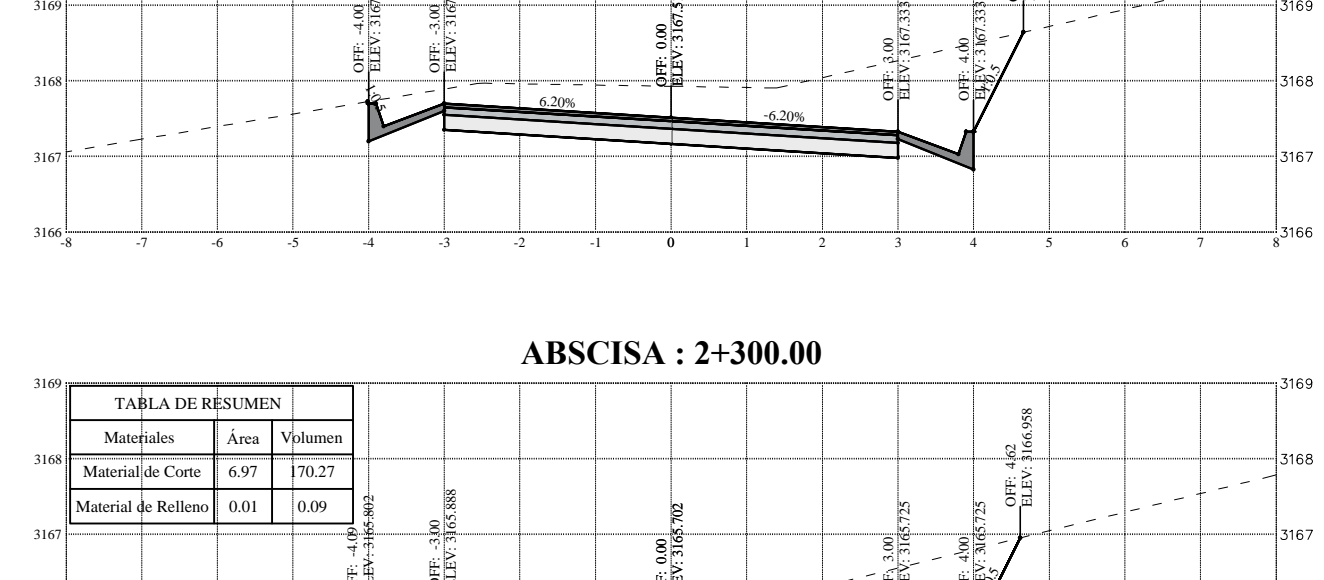
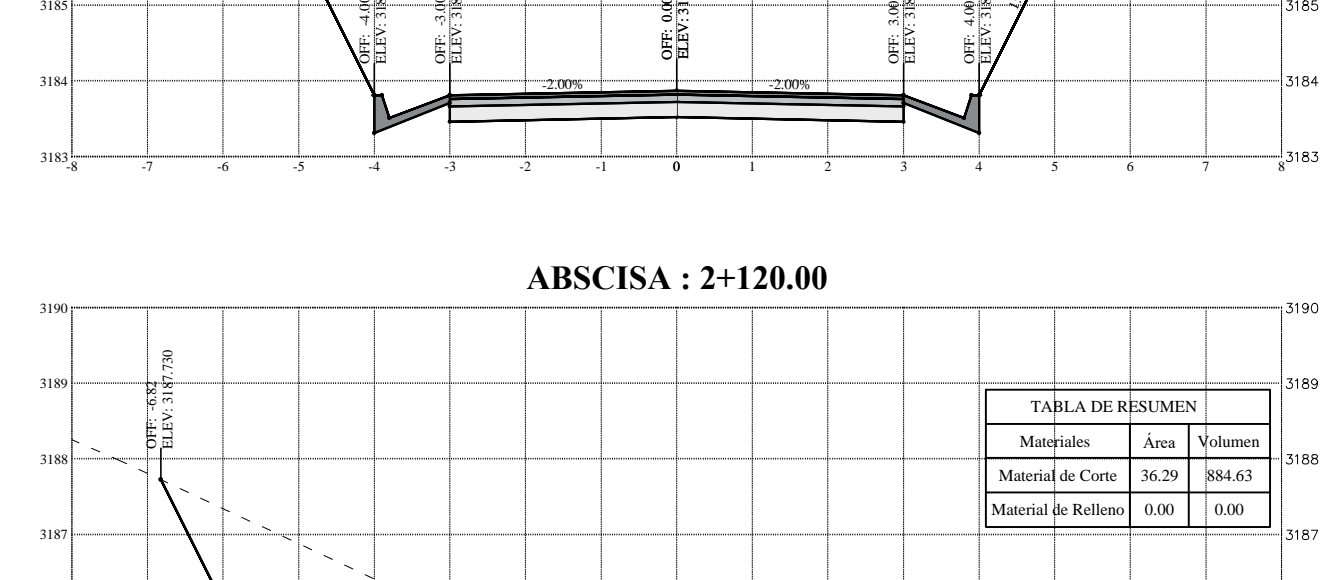
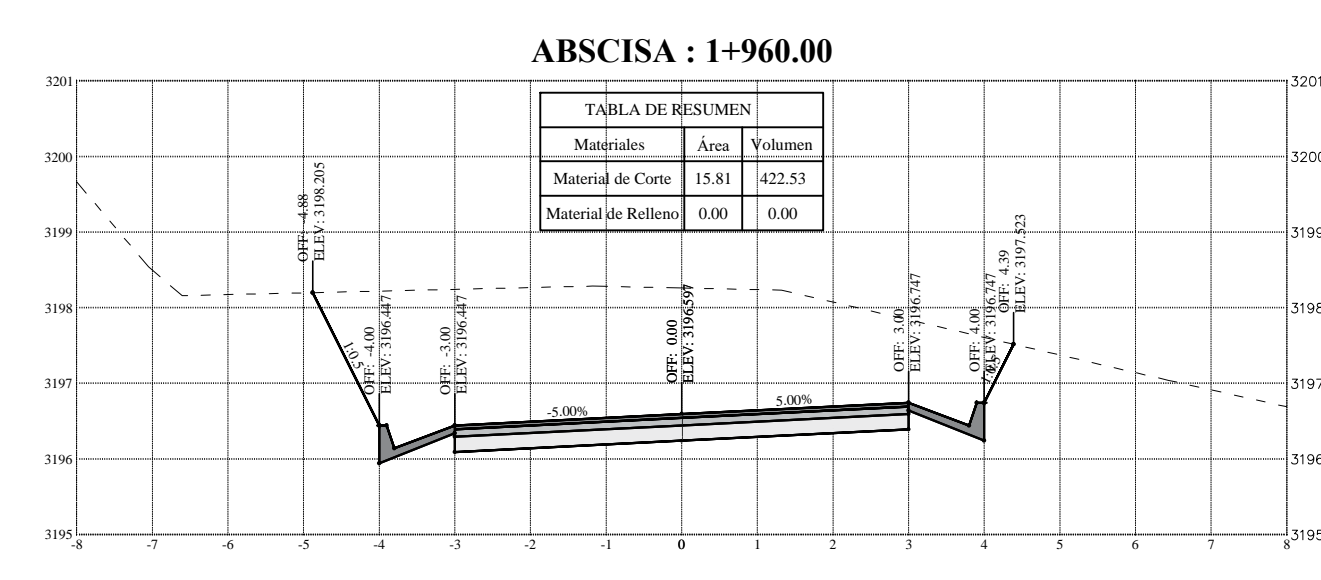
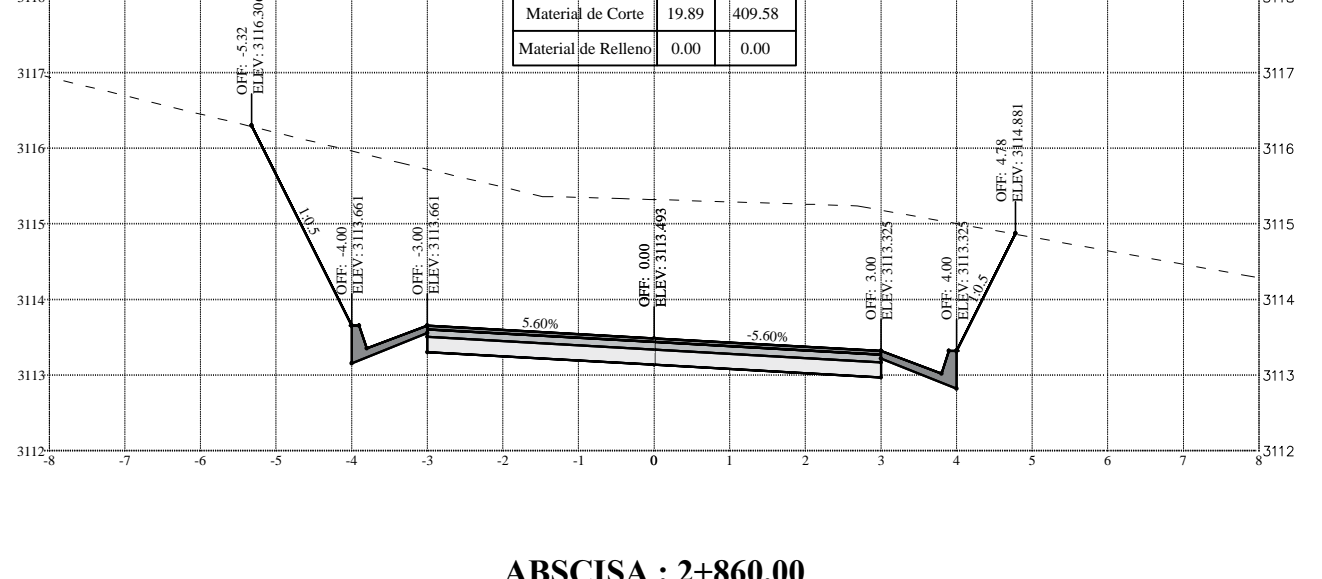
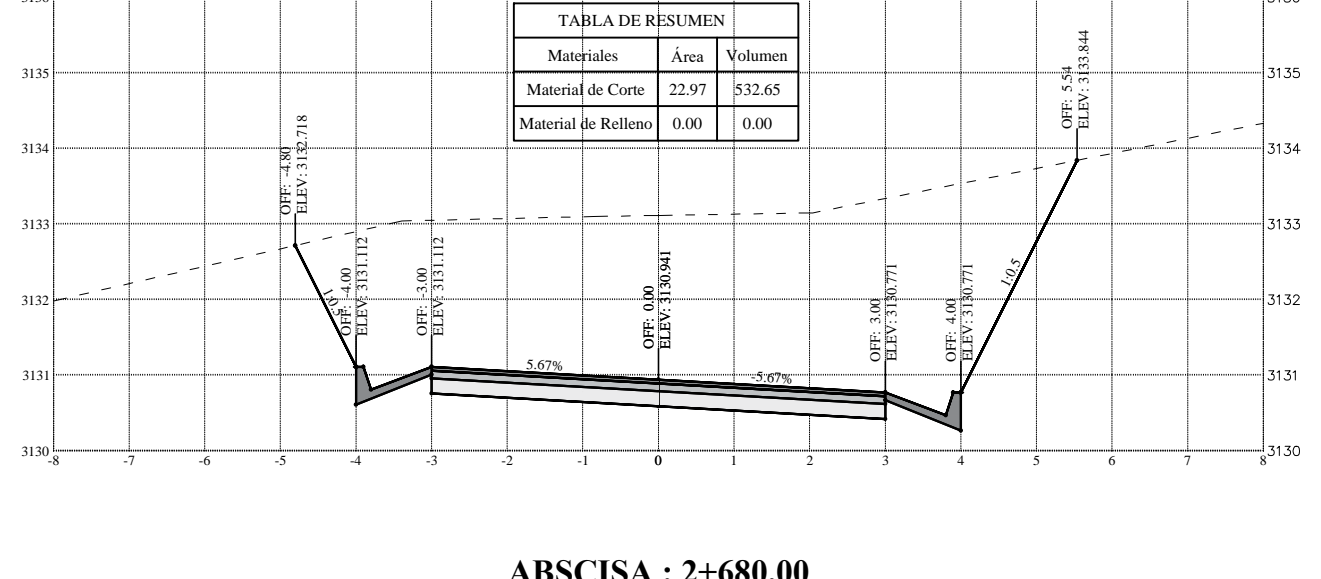
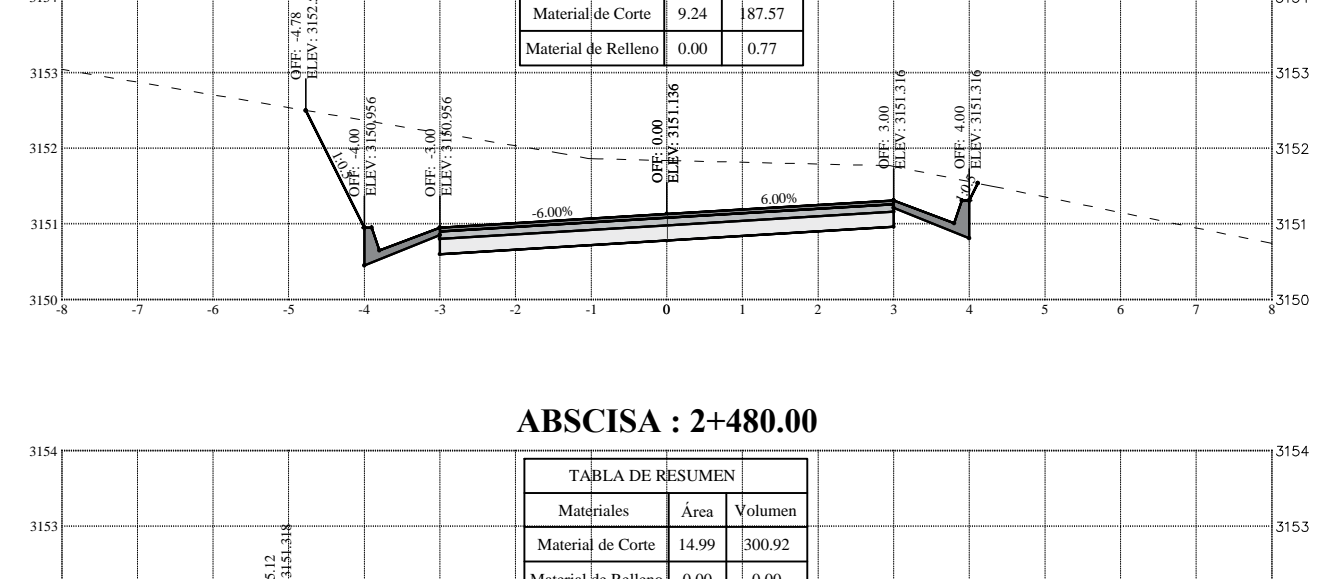
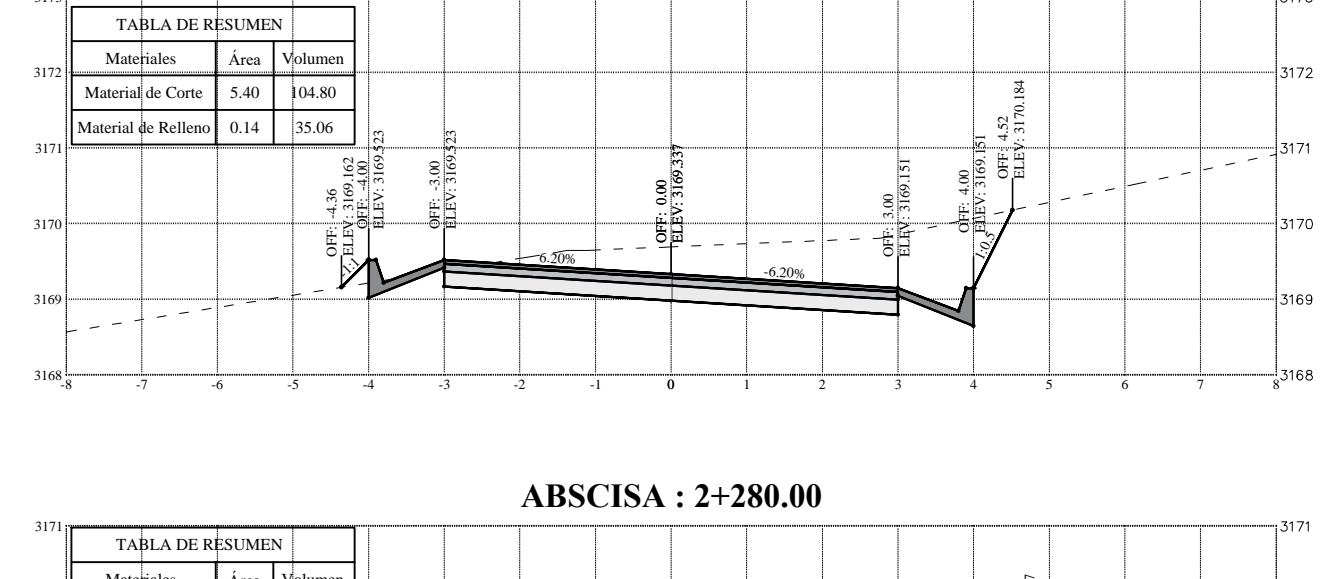
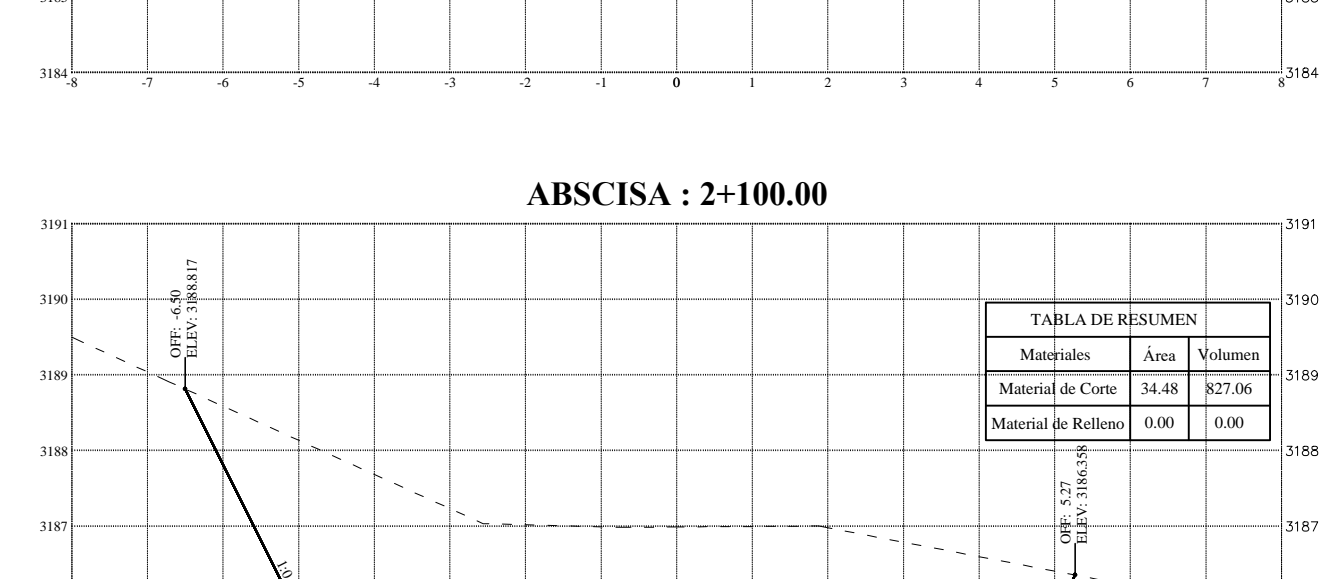
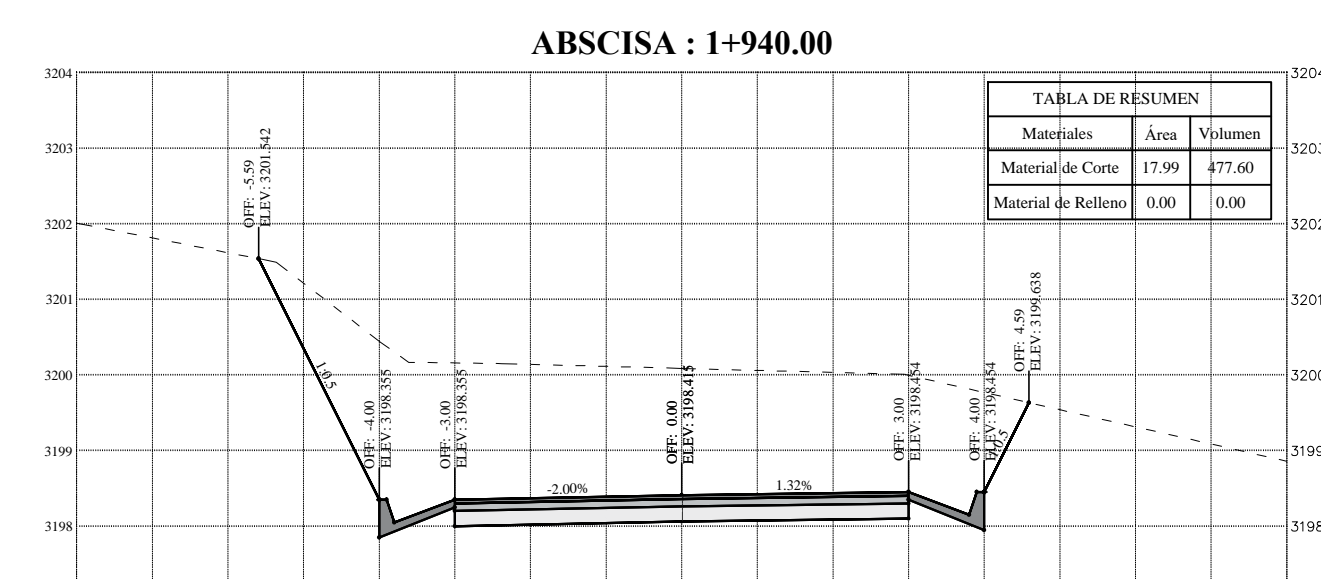
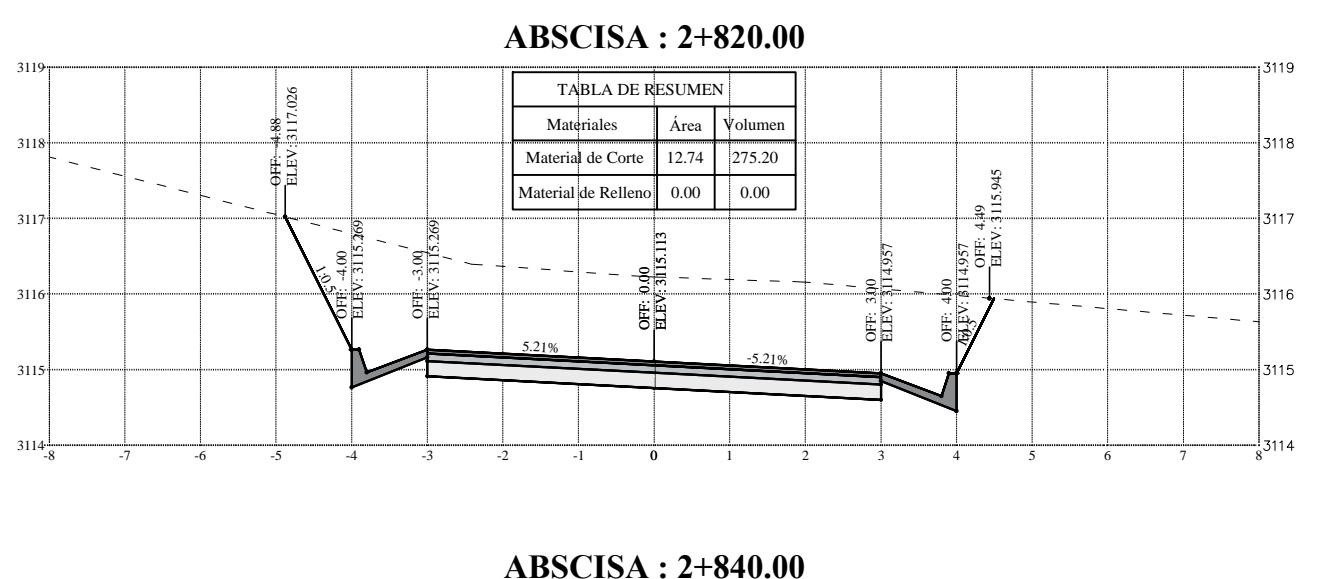
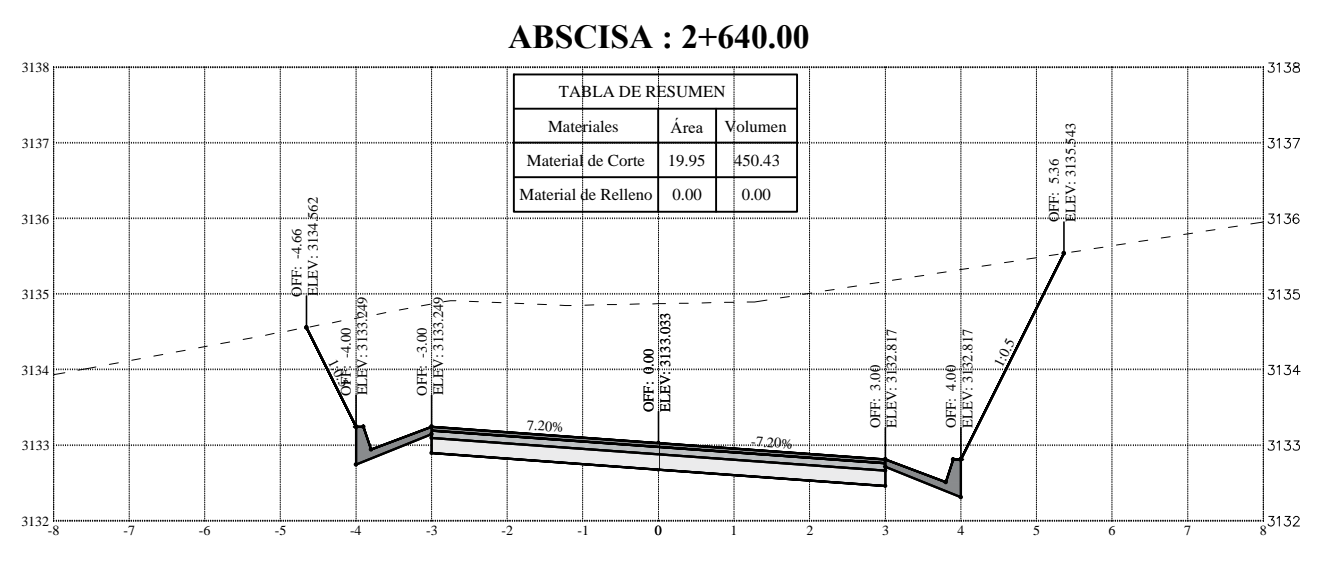
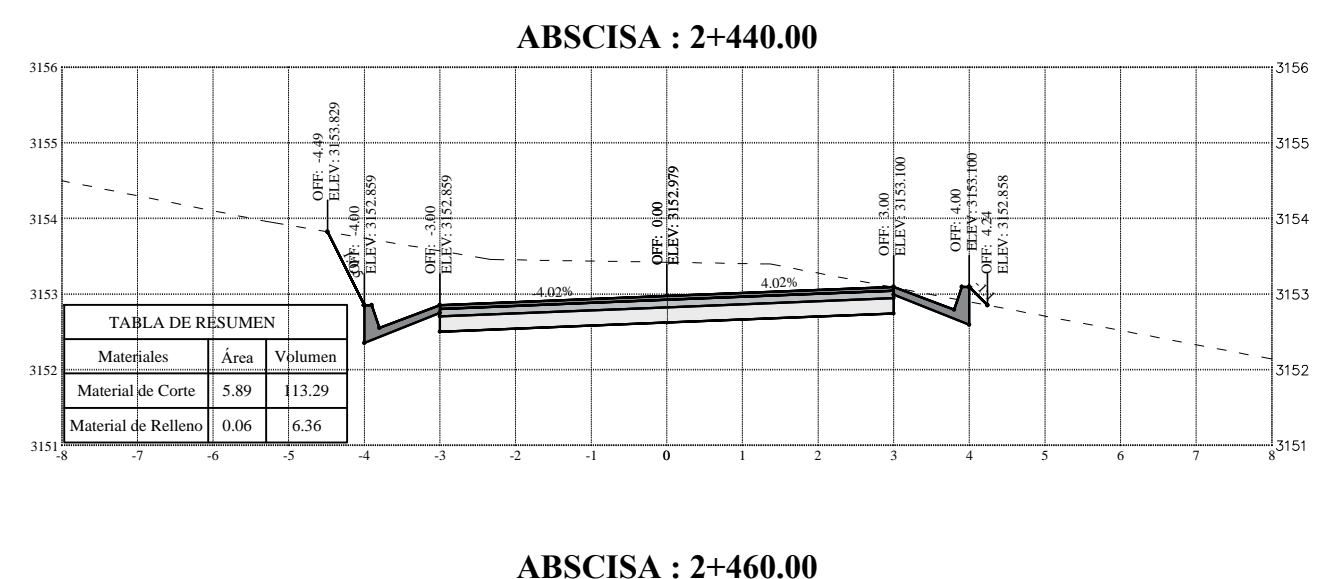
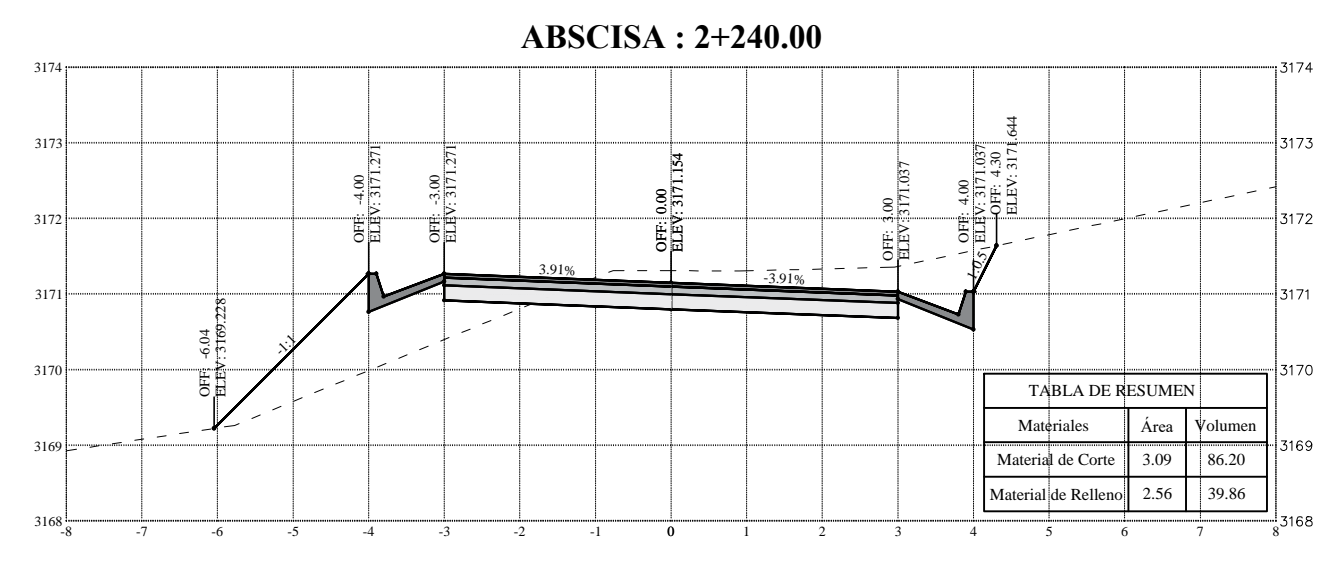
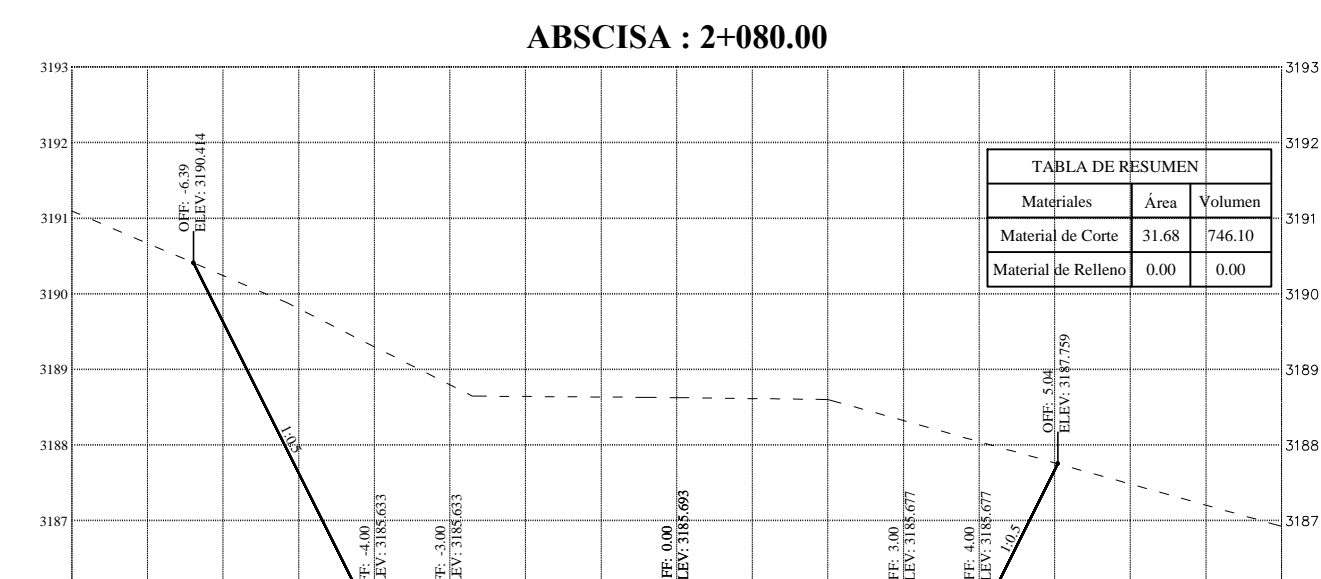
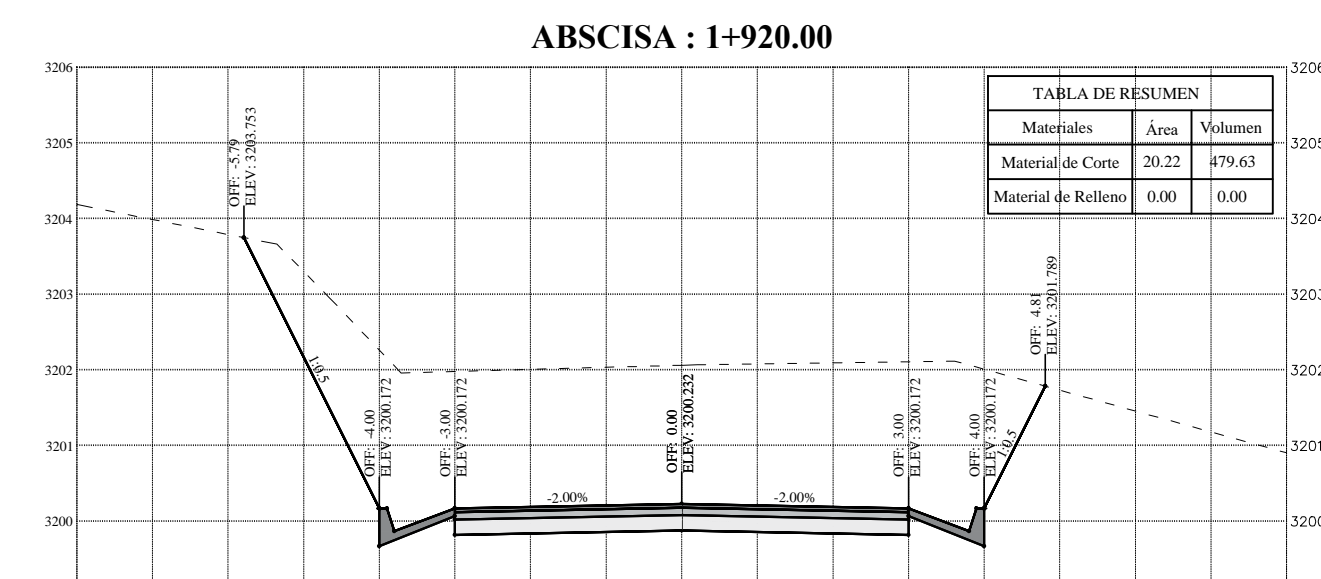
NOTA:
LA UNIDAD DEL ÁREA ES EL M².
LA UNIDAD DEL VOLUMEN ES EL M³ EN TODAS LAS SECCIONES TRANSVERSALES

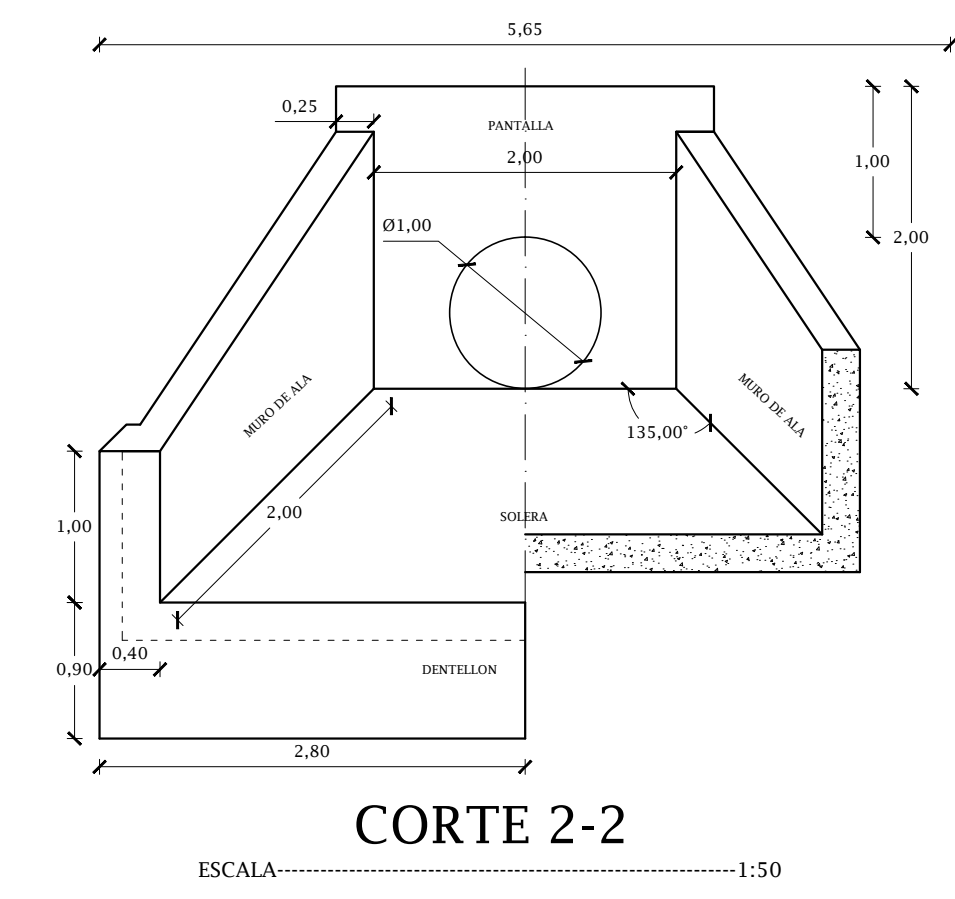
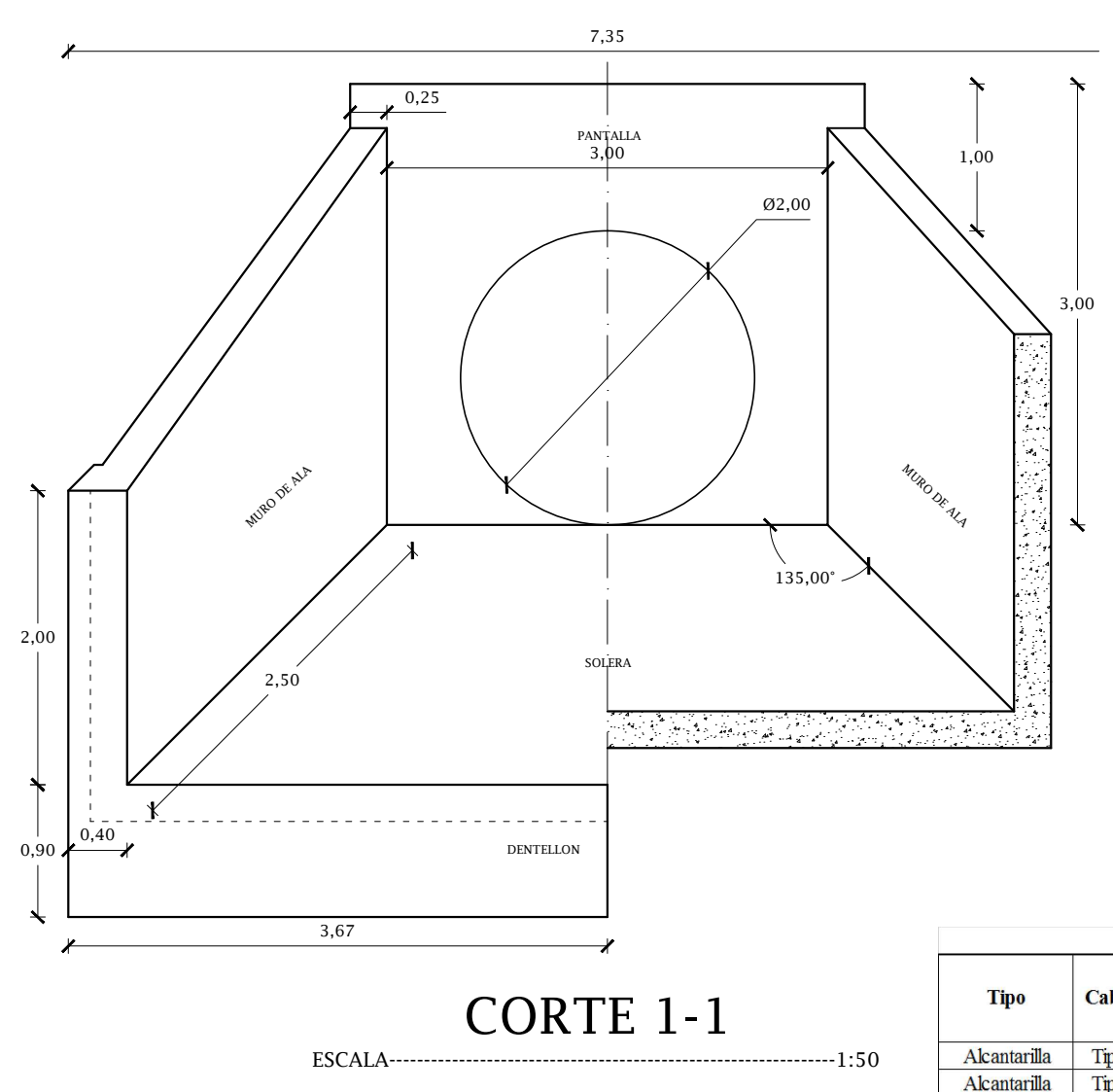
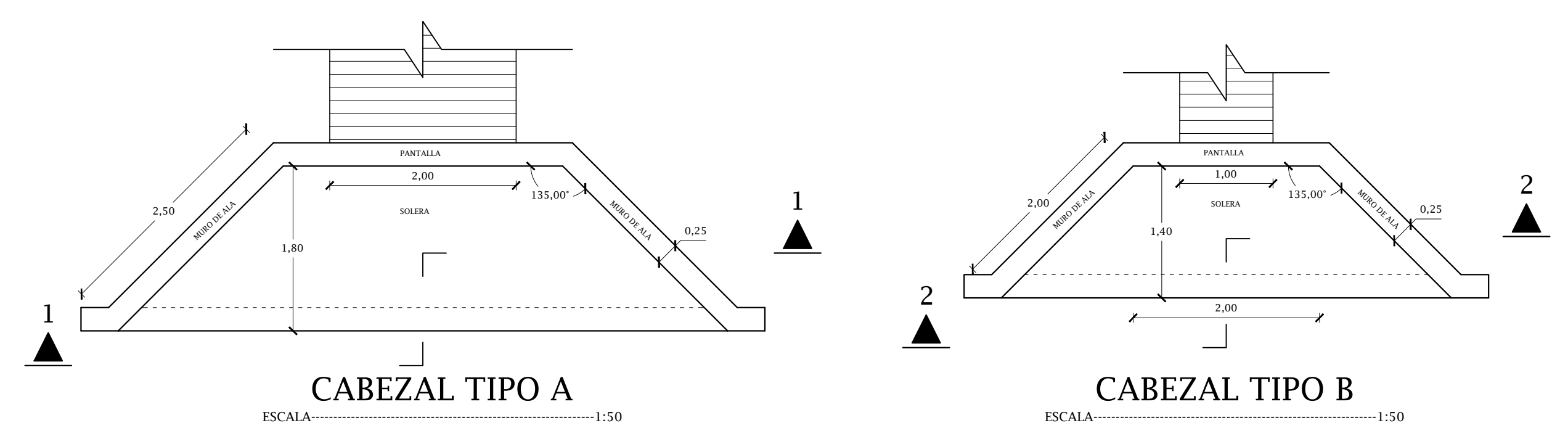
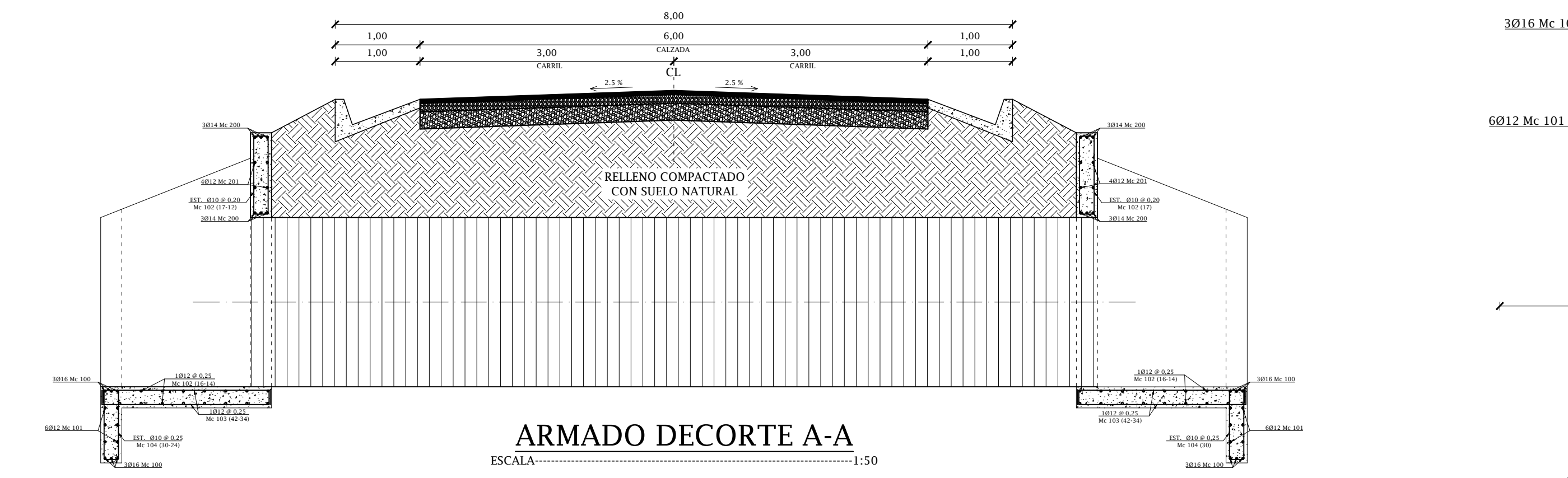
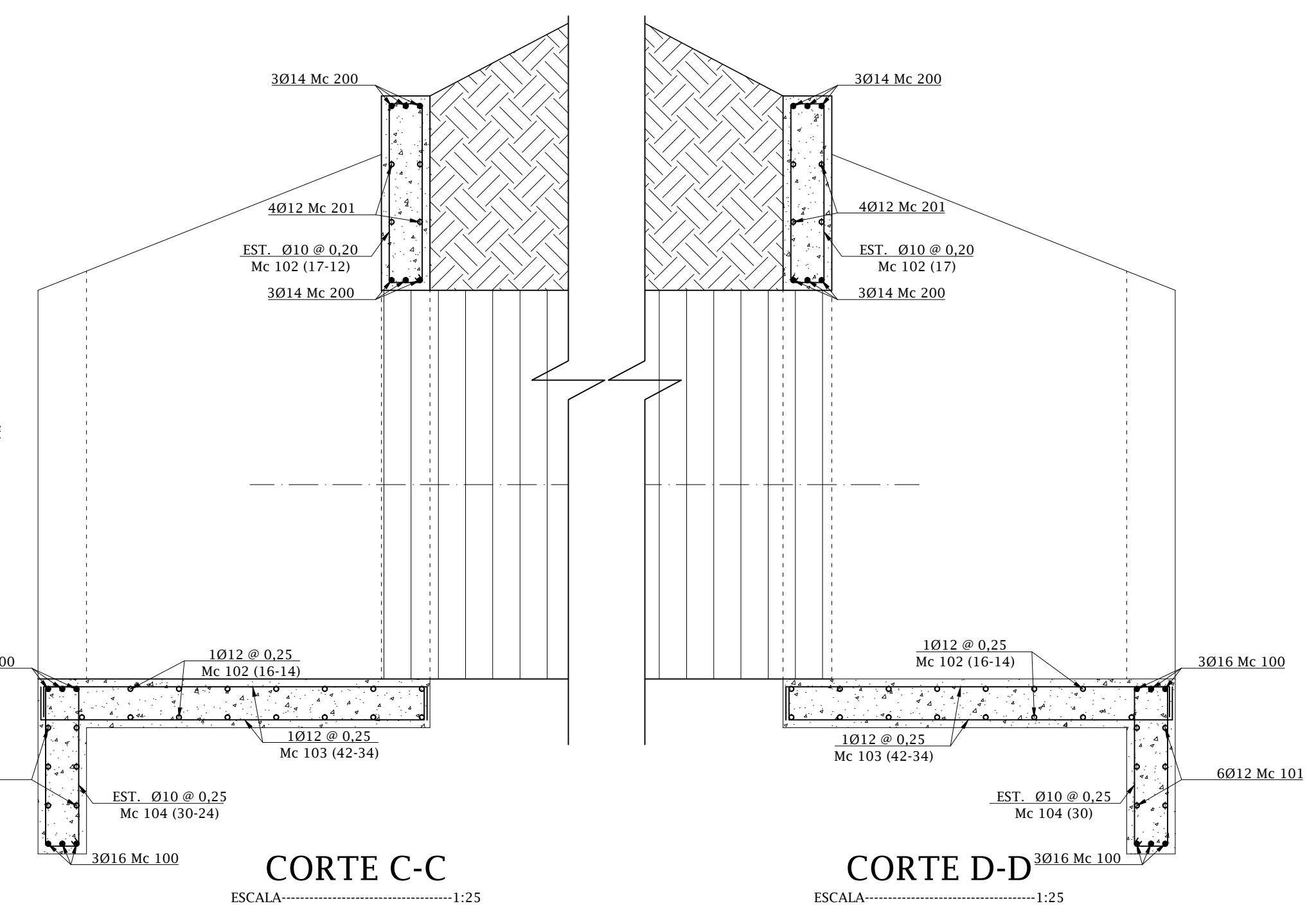
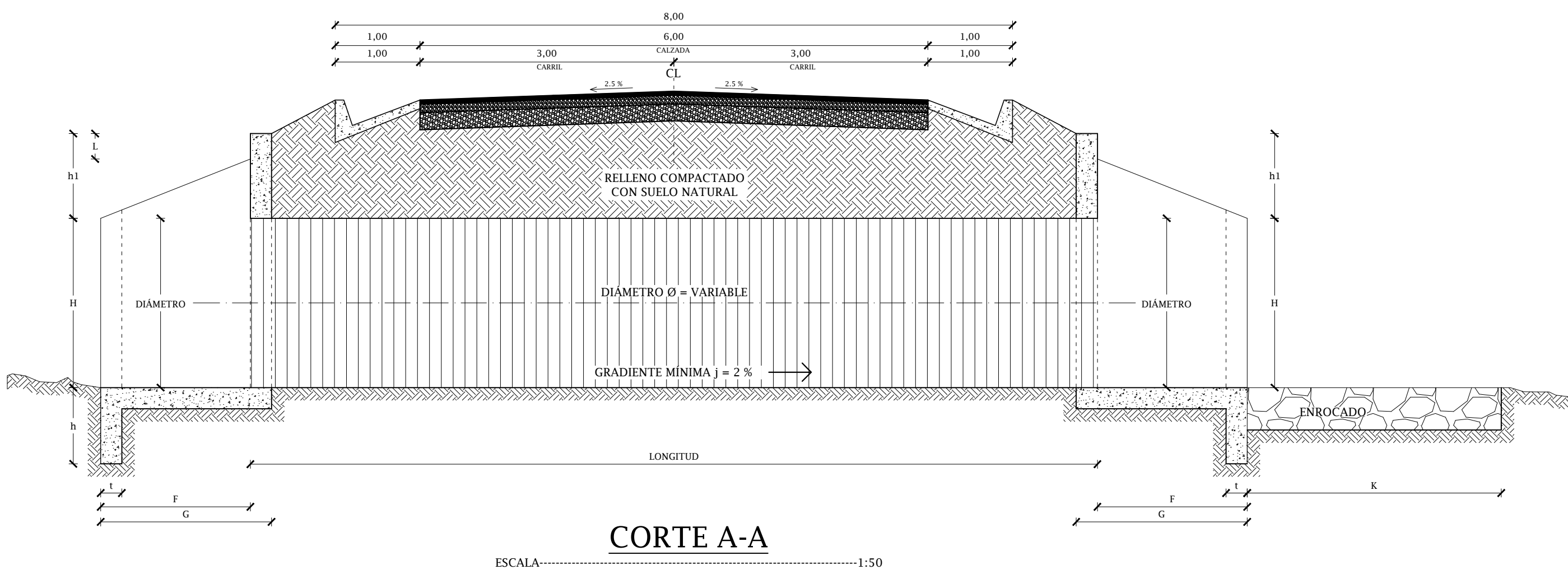
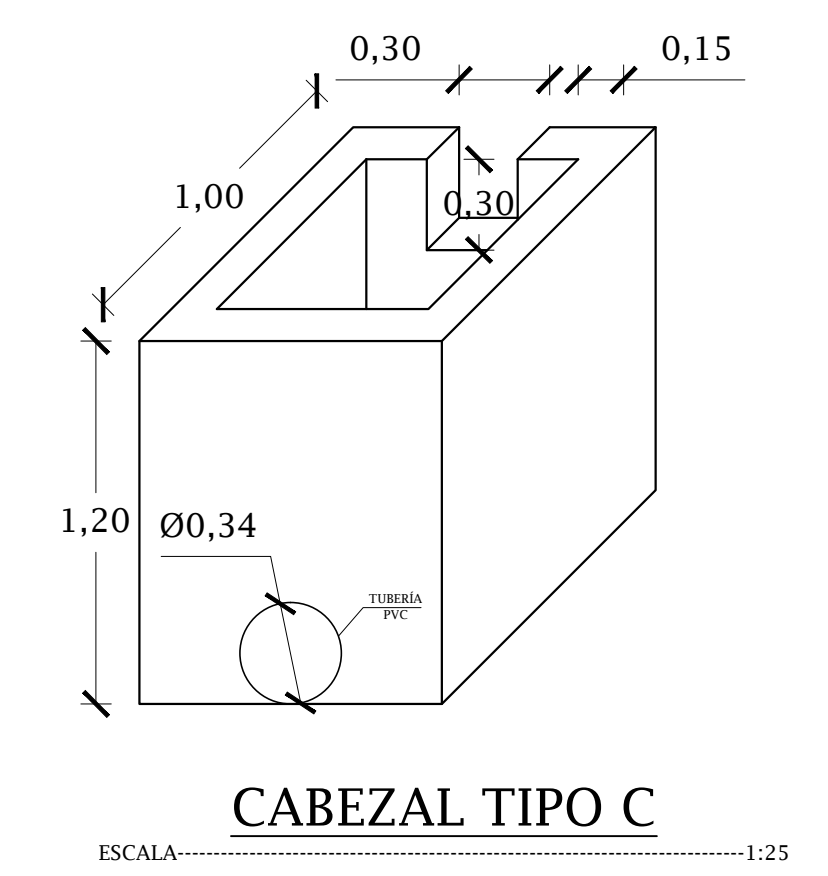
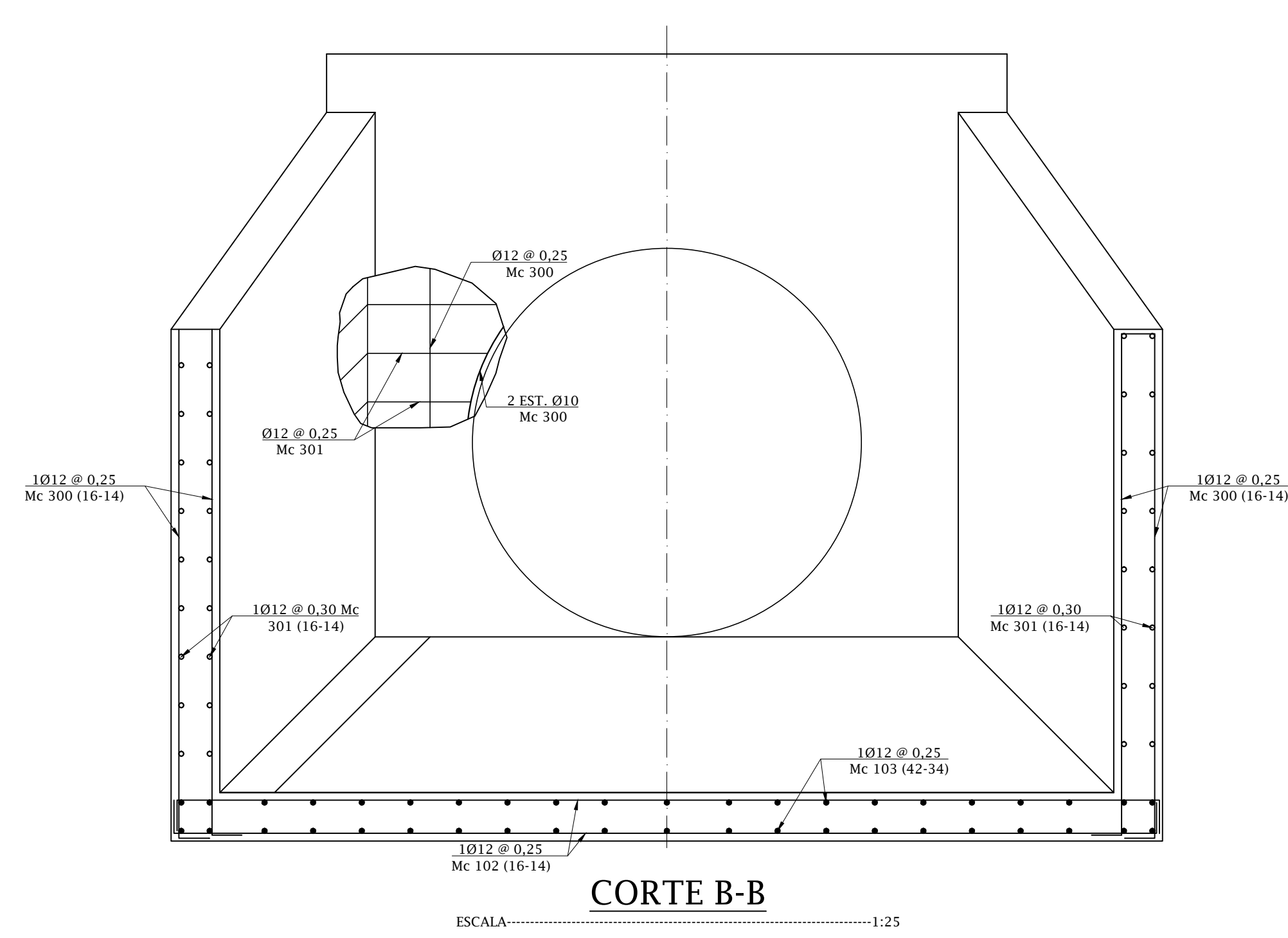
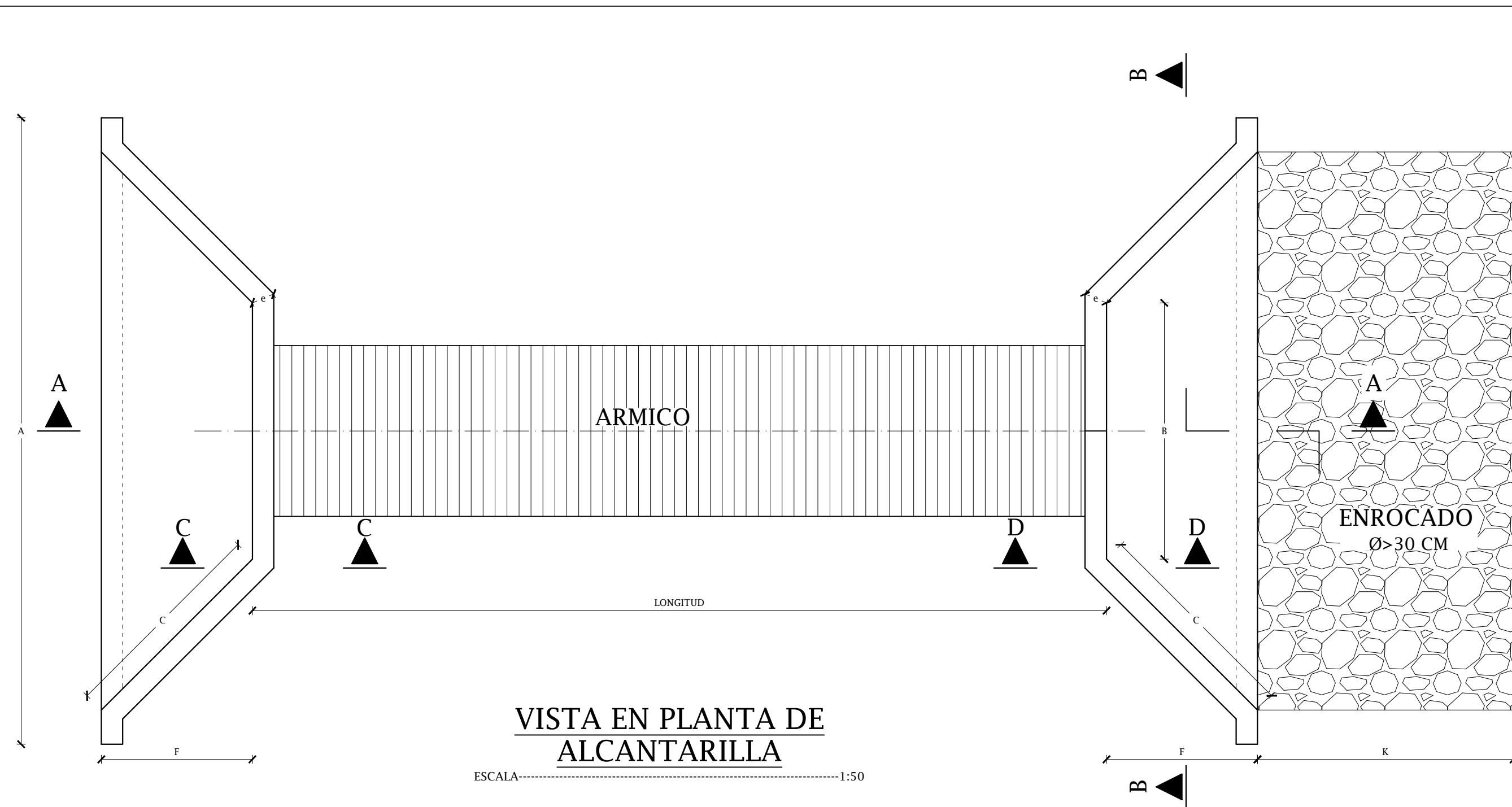
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MABATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LAVIA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, UNIÓN Y TRABAJO, SAN JUAN, SAN IGNACIO Y SAN DIEGO	TIPO DE VÍA: CLASE IV
DISEÑO: LUIS MOPOCITA	REVISADO POR: ING. MG. DARIÓ LLAMUCA
FECHA: JULIO - 2015	UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTACACHI
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSAL	TRAMO: DESDE: 0+020 HASTA: 0+900
LÁMINA N°: 6/11	



NOTA:
LA UNIDAD DEL ÁREA ES EL M².
LA UNIDAD DEL VOLUMEN ES EL M³ EN TODAS LAS SECCIONES TRANSVERSALES

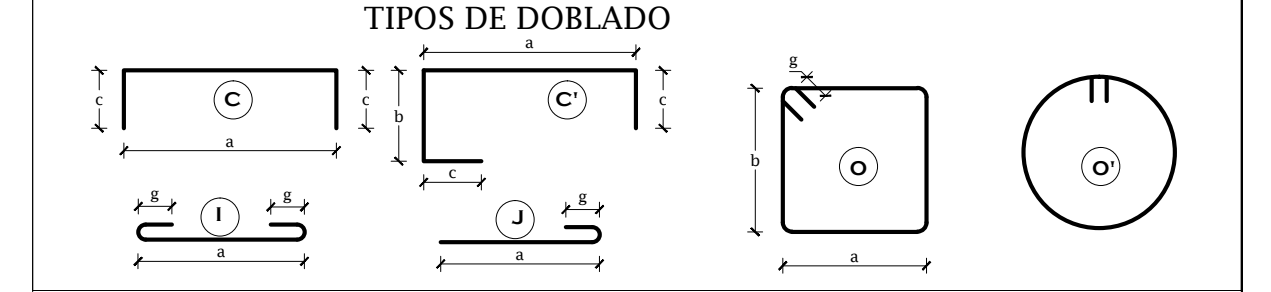
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, UNIÓN Y TRABAJO, SAN JUAN, SAN IGNACIO Y SAN DIEGO	TIPO DE VÍA: CLASE IV	
DISEÑO: LUIS MOCOPIA	REVISADO POR: ING. MG. DARIÓ LLAMUCA	ESCALA: 1:100
FECHA: JULIO - 2015	UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTACACHI	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES	TRAMO: DESDE: 0+920 HASTA: 1+900	LÁMINA N°: 7/11





CUADRO DE ALCANTARILLAS																	
Tipo	Cabezal	Medidas (m)										Gradiente	Tubería				
		A	B	C	e	F	G	H	h	hl	K		L	t	Material	Longitud (m)	Diametro (mm)
Alcantarilla	Tipo A	7.35	3.00	2.50	0.25	1.80	2.00	2.00	0.90	1.00	3.00	0.30	0.25	6%	Armco	15.00	2000
Alcantarilla	Tipo B	5.65	2.00	2.00	0.25	1.40	1.70	1.00	0.90	1.00	3.00	0.30	0.25	2%	Armco	10.00	1000
Pase de Agua	Tipo C	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2%	PVC	12.00	335

PLANILLA DE ACERO DE REFUERZO												
Mc	TIPO	φ	No.	Dimensiones (m)				LONGITUD	PESO	OBSERVACIONES		
				a	b	c	d				ganchos	DEBARRILL	TOTAL
DENTELLÓN Y SOLERA												
100	C	16	360	7.25	0.20		7.65	2.754.000	4345.81			
101	C	12	360	7.25	0.20		7.65	2.754.000	2445.25			
102	C	12	864	5.00	0.20		5.20	4.492.800	3989.61	Variable de 2.50 a 6.50		
103	C	12	2136	1.50	0.20		1.70	3.631.200	3224.51	Variable de 0.50 a 1.00		
104	O	10	1512	0.80	0.20		0.05	2.10	3.175.200	1959.10		
CORONA												
200	C	14	360	3.00	0.20		3.40	1.224.000	1478.59	Variable de 2.30 a 3.30		
201	C	12	240	3.00	0.20		3.40	816.000	724.61	Variable de 2.30 a 3.30		
202	O	10	780	0.90	0.20		0.05	2.30	1.794.000	1106.90		
MUEBROS DE ALA												
300	C	12	1032	2.50	0.20		2.90	2.992.800	2657.61	Variable de 1.00 a 2.50		
301	C	12	864	2.20	0.60	0.20	3.20	2.764.800	2455.14	Variable de 1.00 a 2.40		
302	O	12	60				4.50	0.05	4.60	276.000	245.09	Variable de 3.25 a 6.35
RESUMEN DE REFUERZO												
Ø (mm)	8	10	12	14	16	TOTAL						
Longitud (m)	4.999.20	17.727.60	1.224.00	2.754.000	2.754.000	26.674.80						
Peso (Kg)	3.066.000	15.742.111	1.479.59	4.345.81	4.345.81	24.632.51						
RESUMEN DE HORMIGÓN												
Elemento	180	210	240	320								
	Resistencia (fc = kg/cm²)										Volumen (m³)	
Cabezal tipo A		46.51								46.51		
Cabezal tipo B		102.20								102.20		
Cabezal tipo C		22.28								22.28		
										TOTAL	176.99	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LAVÍA DE INGRESO A LAS COMUNIDADES DE CUATRO ESQUINAS, UNIÓN Y TRABAJO, SAN JUAN, SAN IGNACIO Y SAN DIEGO	TIPO DE VÍA: CLASE IV
DISEÑO: LUIS MOPOCITA	REVISADO POR: ING. MG. DARÍO LLAMUCA
ESCALA: LAS INDICADAS	
FECHA: JULIO - 2015	UBICACIÓN: PARROQUIA MULALILLO, CANTON SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI
CONTIENE: - ALCANTARILLA TIPO - CORTES - PLANILLA DE HIERROS	TRAMO: DESDE: 0+000 HASTA: 4+680
LAMINA N°: 11/11	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

- EL HORMIGÓN DEBERÁ TENER UN ESFUERZO UNITARIO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD F_{cu} = 210 kg/cm².
- EL RECURRIMIENTO MÍNIMO SERÁ DE 5 CM.

TRASLAPES MÍNIMOS		
DIÁMETRO Ø	LONGITUD	cm
12 - 16	1/2 - 5/8	40
18	3/4	45
20	7/8	60
25	1	80
32	1 1/4	120