



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES.

AUTOR: ANA GABRIELA VALENZUELA ROMERO.

TUTOR: ING. MG. RODRIGO ACOSTA.

AMBATO-ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Rodrigo Acosta, certifico que el presente Proyecto Técnico realizado por la Srta. Ana Gabriela Valenzuela Romero, egresada de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil; se ha desarrollado bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito realizado bajo el tema “ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES”.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Noviembre del 2016

Ing. Mg. Rodrigo Acosta

TUTOR

AUTORÍA DE TRABAJO

Yo, Ana Gabriela Valenzuela Romero, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 100420076-0, egresada de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, certifico por medio de la presente que el Proyecto Técnico bajo el tema “ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES” es de mi completa autoría.

Ambato, Noviembre del 2016

Egda. Ana Gabriela Valenzuela Romero

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de éste Proyecto Técnico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Noviembre del 2016

Egda. Ana Gabriela Valenzuela Romero

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Aprobación de Grado, aprueban el presente Proyecto Técnico bajo el tema: “ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES”; realizado por la Señorita Ana Gabriela Valenzuela Romero egresada de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Mg. Alex López
Miembro Principal

Ing. Mg. Víctor Hugo Paredes
Miembro Principal

Ing. Mg. Byron Cañizares
Miembro Suplente

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios y a la Virgen de Agua Santa, por haberme dado la fuerza y paciencia cuando he decaído, por acompañarme cada uno de los días de mi vida.

A mi Padre Gabriel, por demostrarme día a día que con mucho esfuerzo, dedicación, perseverancia y sobre todo que haciendo un buen trabajo se puede salir adelante alcanzando lo que uno se propone en la vida, por ser mi ejemplo, por su amor y apoyo.

A mi Madre Guadalupe, por ser mi todo, principalmente por ser siempre mi apoyo incondicional ante cualquier circunstancia, por darme las fuerzas para salir adelante, por toda su paciencia, por su dedicación, por todo lo que me ha enseñado y por su amor infinito que me ha entregado.

A mi Hermana Yadira, por ser mi mejor amiga, mi confidente, por su cariño, por acompañarnos mutuamente en los momentos difíciles y apoyarme siempre.

A mi Hermano Jhony, por su cariño y el apoyo que me ha brindado.

A mis Abuelitos, por su nobleza y cariño sincero que me han dado.

Gaby

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen de Agua Santa, por haberme dado la oportunidad y la fortaleza para alcanzar una de las metas que me he propuesto.

A mis Padres, por ser mi pilar fundamental en cada una de las etapas de mi vida, por todo su esfuerzo, dedicación y amor que me han brindado.

A mis Hermanos, por su cariño, por ser los compañeros de muchos momentos por los que hemos pasado y por todo su apoyo para la realización de este proyecto.

A Santiago, la persona que ha estado conmigo a lo largo de estos años brindándome su apoyo incondicional, palabras de aliento cuando lo he necesitado y por su cariño.

A la Universidad Técnica de Ambato, en particular a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional.

Al Ing. Mg. Rodrigo Acosta, por su apoyo y conocimientos para llevar a cabo la realización de este proyecto técnico.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Santa Rosa, por facilitar los recursos e información necesaria para la ejecución del proyecto.

A mis amigos, por haberme brindado una amistad sincera, por su apoyo y por haber compartido momentos inolvidables.

Gaby

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DE TRABAJO	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA DEL PROYECTO TÉCNICO	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN.....	4
2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS	4
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	5
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.3.1 Carretera.....	5
2.3.1.1 Clasificación de Carreteras de Acuerdo al Tráfico	5
2.3.1.2 Clasificación de Acuerdo a su Función Jerárquica	6
2.3.1.3 Clasificación de Acuerdo al Tipo de Terreno	7
2.3.1.4 Clasificación de Acuerdo a su Jurisdicción	8
2.3.2 Topografía.....	8
2.3.2.1 Levantamiento Topográfico	9
2.3.2.2 Curvas de Nivel.....	9
2.3.2.3 Sistemas de Coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM).....	10

2.3.3	Tráfico.....	10
2.3.3.1	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	11
2.3.3.2	Tipos de Conteos.....	11
2.3.3.3	Período de Observación	12
2.3.3.4	Volumen de la Hora Pico	12
2.3.3.5	Factor de la Hora de Máxima Demanda (FHMD)	12
2.3.3.6	Volumen Horario de Diseño	13
2.3.3.7	Tráfico Futuro	13
2.3.3.8	Crecimiento Normal del Tráfico Actual	14
2.3.4	Estudio de Suelos	16
2.3.4.1	Contenido de Humedad.....	16
2.3.4.2	Límites de Consistencia	16
2.3.4.3	Análisis Granulométrico	18
2.3.4.4	Compactación.....	19
2.3.4.5	Determinación del California Bearing Ratio (CBR).....	19
2.3.5	Velocidad	20
2.3.5.1	Velocidad de Diseño	21
2.3.5.2	Velocidad de Circulación.....	22
2.3.6	Diseño Geométrico	22
2.3.6.1	Alineamiento Horizontal.....	23
2.3.6.2	Alineamiento Vertical.....	38
2.3.6.3	Sección Transversal	43
2.3.7	Diseño de Pavimentos	47
2.3.7.1	Tipos de Pavimentos	48
2.3.7.2	Estructura de Pavimento Flexible	48
2.3.7.3	Capas de la Estructura de un Pavimento	49
2.3.7.4	Funciones de Bases y Sub-bases.....	49
2.3.7.5	Especificaciones Técnicas para Sub-bases y Bases	50
2.3.7.6	Método AASHTO 1993.....	52
2.3.8	Sistema de Drenaje.....	53
2.3.8.1	Drenaje Longitudinal	53
2.3.8.2	Drenaje Transversal	55
2.3.9	Estabilidad de Talud.....	58
2.3.9.1	Talud	58
2.3.9.2	Estabilización.....	58

2.3.9.3	Estabilización de Taludes.....	58
2.3.9.4	Factores que Producen Fallas de Estabilidad de Laderas y Taludes	59
2.3.9.5	Tipos de Fallas	59
2.3.9.6	Métodos de Análisis por Equilibrio Límite.....	61
2.3.9.7	Métodos de Estabilización	69
CAPÍTULO III.....		76
DISEÑO DEL PROYECTO		76
3.1	DATOS INFORMATIVOS	76
3.1.1	Ubicación	76
3.1.2	Población.....	77
3.1.3	Condiciones Climáticas.....	77
3.2	ESTUDIOS	78
3.2.1	Estudio Topográfico.....	78
3.2.2	Estudio de Tráfico.....	78
3.2.3	Estudio de Suelos	87
3.3	CÁLCULO Y DISEÑO DEL PROYECTO	90
3.3.1	Diseño Geométrico	90
3.3.1.1	Diseño Horizontal	90
3.3.1.2	Diseño Vertical	96
3.3.2	Diseño del Pavimento	99
3.3.3	Sistema de Drenaje.....	119
3.3.3.1	Diseño de Cunetas.....	119
3.3.3.2	Diseño de Alcantarillas	128
3.3.4	Señalización	133
3.3.4.1	Señalización Horizontal	133
3.3.4.2	Señalización Vertical	138
3.3.5	Estabilización de Taludes.....	146
3.3.5.1	Cálculo del Factor de Seguridad	147
3.3.5.2	Estabilización con Geotextiles	158
3.3.5.3	Análisis Costo Beneficio.....	160
3.4	PLANOS	164
3.5	PRECIOS UNITARIOS.....	165
3.6	MEDIDAS AMBIENTALES	186
3.7	CÁLCULO DE VOLÚMENES DE OBRA	188
3.8	PRESUPUESTO	194

3.9	CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS	195
3.10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	196
CAPÍTULO IV.....		210
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		210
4.1	CONCLUSIONES	210
4.2	RECOMENDACIONES.....	212
BIBLIOGRAFÍA		213
ANEXOS		216
ANEXO A. DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		216
ANEXO B. CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR.....		226
ANEXO C. ESTUDIOS DE SUELOS		231
ANEXO D. FOTOGRAFÍAS		243
ANEXO E. GLOSARIO TÉCNICO.....		246
ANEXO F. PLANOS.....		248

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.....	6
Tabla N° 2. Relación Función, Clase MOP y Tráfico.....	6
Tabla N° 3. Letras Utilizadas en la Clasificación ASTM	19
Tabla N° 4. Velocidad de Diseño	21
Tabla N° 5. Relaciones entre Velocidades de Circulación y de Diseño.....	22
Tabla N° 6. Gradiente Longitudinal (i) necesario para el Desarrollo del Peralte.....	29
Tabla N° 7. Distancia de Visibilidad Mínimas para Parada de un Vehículo	35
Tabla N° 8. Distancias de Visibilidad Mínimas para el Rebasamiento de un Vehículo	38
Tabla N° 9. Valores de Diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas.....	39
Tabla N° 10. Coeficiente “K” para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Convexas Mínimas.....	41
Tabla N° 11. Coeficiente “K” para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Cóncavas Mínimas.....	42
Tabla N° 12. Anchos de la Calzada.....	44
Tabla N° 13. Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones	45
Tabla N° 14. Clasificación de Superficies de Rodadura	46
Tabla N° 15. Gradiente Transversal para Espaldones (Porcentajes).....	46
Tabla N° 16. Valores de Diseño Recomendados de los Taludes en Terrenos Planos	47
Tabla N° 17. Límites Granulométricos de Sub-base	50
Tabla N° 18. Límites Granulométricos de Bases	51
Tabla N° 19. Velocidades del Agua con que se Erosionan Diferentes Materiales....	54
Tabla N° 20. Coordenadas de la Ubicación del Proyecto (WGS-84).....	76
Tabla N° 21. Promedio de Personas por Hogar, según la Parroquia.....	77
Tabla N° 22. Población de la Parroquia Santa Rosa	77
Tabla N° 23 . Hora Pico	79
Tabla N° 24. Tráfico Promedio Diario Anual Actual.....	82
Tabla N° 25. Tasas de Crecimiento de Tráfico	82
Tabla N° 26. Tráfico Generado en el Primer Año.....	83
Tabla N° 27. Tráfico Generado	83
Tabla N° 28. Tráfico Atraído.....	84

Tabla N° 29. Tráfico Desarrollado	85
Tabla N° 30. Tráfico Actual	85
Tabla N° 31. Tráfico Proyectado.....	86
Tabla N° 32. Contenido de Humedad.....	87
Tabla N° 33. Clasificación de Suelos	88
Tabla N° 34. Proctor Modificado	88
Tabla N° 35. Ensayo de CBR.....	88
Tabla N° 36. Resistencia de Diseño vs Tránsito	89
Tabla N° 37. Clasificación de los Suelos	90
Tabla N° 38. Radio Mínimo de Curvas en Función del Peralte y del Coeficiente de Fricción Lateral	93
Tabla N° 39. Periodo de Diseño en Función del Tipo de Carretera.....	99
Tabla N° 40. Niveles de Confiabilidad de Acuerdo a la Clasificación Funcional de la Vía.....	100
Tabla N° 41. Desviación Estándar Normal	100
Tabla N° 42. Factor de Daño de Acuerdo al Tipo de Vehículo	103
Tabla N° 43. Factor de Distribución por Dirección	103
Tabla N° 44. Factor de Distribución por Carril.....	104
Tabla N° 45. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes a 8.2 tons.	105
Tabla N° 46. Espesores Mínimos en Función de los Ejes Equivalentes	107
Tabla N° 47. Módulos de la Carpeta Asfáltica.....	109
Tabla N° 48. Coeficiente Estructural de la Base Granular a_2	111
Tabla N° 49. Coeficiente Estructural de la Base Granular a_2	112
Tabla N° 50. Calidad de Drenaje.....	113
Tabla N° 51. Coeficientes de Drenaje m_2 y m_3	113
Tabla N° 52. Coeficientes de Rugosidad de Manning	120
Tabla N° 53. Velocidades y Caudales para Diferentes Pendientes	121
Tabla N° 54. Valores de Escurrimiento.....	123
Tabla N° 55. Caudales Máximos para Cunetas Laterales	127
Tabla N° 56. Coeficientes de Talbot	130
Tabla N° 57. Diámetros de Alcantarillas.....	131
Tabla N° 58. Niveles Mínimos de Retroreflexión en Pintura Sobre Pavimento.....	134

Tabla N° 59. Relación Señalización Línea de Separación de Circulación Opuesta Segmentada	137
Tabla N° 60. Señales Regulatorias	139
Tabla N° 61. Señales Preventivas.....	140
Tabla N° 62. Señales de Información.....	141
Tabla N° 63. Señales Especiales Delineadoras	142
Tabla N° 64. Señales para Trabajos en la Vía.....	143
Tabla N° 65. Valores Aproximados del Ángulo de Fricción Interna y Cohesión de los Suelos	147
Tabla N° 66. Coordenada (x_o) para Círculo Crítico	149
Tabla N° 67. Coordenada (y_o) para Círculo Crítico	150
Tabla N° 68. Corrección por Sobrecarga (μq)	152
Tabla N° 69. Corrección por Sumergencia (μw)	153
Tabla N° 70. Corrección por Grieta de Tensión sin Tensión de Poros (μt)	154
Tabla N° 71. Factor de Corrección por Flujo ($\mu' w$)	155
Tabla N° 72. Número de Estabilidad (Ncf).....	157
Tabla N° 73. Tabla 403-1.1.	200
Tabla N° 74. Tabla 405-5.1.	204

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Representación del Concepto de Curvas de Nivel.....	9
Gráfico N° 2. Husos y Banda UTM	10
Gráfico N° 3. Volúmenes Horarios de Tránsito	13
Gráfico N° 4. Elementos de la Curva Circular Simple.....	25
Gráfico N° 5. Estabilidad de Vehículos en Curvas	27
Gráfico N° 6. Sobreanchos de la Curva.....	32
Gráfico N° 7. Distancia de Visibilidad de Parada	33
Gráfico N° 8. Etapas de la Maniobra para Adelantamiento en Carreteras de dos Carriles	36
Gráfico N° 9. Tipo de Curvas Verticales Convexas y Cóncavas	40
Gráfico N° 10. Sección Transversal Típica Mixta, Pavimentada en Recta.....	43
Gráfico N° 11. Corte Transversal Típica Pavimento Flexible	49
Gráfico N° 12. Secciones Típicas de Cunetas	55
Gráfico N° 13. Dimensiones Típicas de Cunetas Triangulares.....	55
Gráfico N° 14. Elementos de una Alcantarilla	56
Gráfico N° 15. Gráfica de Taylor para Determinar el Número de Estabilidad de un Talud $\emptyset \neq 0$, $c \neq 0$	63
Gráfico N° 16. Fuerzas que Actúan Sobre una Dovela	65
Gráfico N° 17. Factor f_0 para el Método de Janbú	66
Gráfico N° 18. Fuerzas del Método de Spencer	67
Gráfico N° 19. Figuras Utilizadas por Morgenstern-Price	69
Gráfico N° 20. Muro Anclado	70
Gráfico N° 21. Geotextiles Tejidos	72
Gráfico N° 22. Geotextiles no Tejidos	73
Gráfico N° 23. Ubicación de la Parroquia Santa Rosa.....	76
Gráfico N° 24. Ubicación de la Estación de Conteo	79
Gráfico N° 25. Distribución del Tráfico Vehicular Estación “Las Cuatro Esquinas”	80
Gráfico N° 26. Volumen de Vehículos en la Hora Pico.....	80
Gráfico N° 27. CBR de Diseño	89

Gráfico N° 28. Cálculo del Número Estructural Requerido “SN”	106
Gráfico N° 29. Nomograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica	108
Gráfico N° 30. Nomograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Base Granular.....	110
Gráfico N° 31. Nomograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Sub-base Granular	112
Gráfico N° 32. Cálculo del Número Estructural “SN ₁ ” para la Carpeta Asfáltica..	116
Gráfico N° 33. Cálculo del Número Estructural “SN ₂ ” para la Base.....	117
Gráfico N° 34. Espesores de la Estructura de Pavimento	118
Gráfico N° 35. Dimensiones de la Sección de la Cuneta	119
Gráfico N° 36. Estadística Mensual y Anual de las Variables Climatológicas.....	124
Gráfico N° 37. Sección de Cajas Receptoras para Cuneta	132
Gráfico N° 38. Ángulos de Iluminación y Observación.....	135
Gráfico N° 39. Líneas Segmentadas de Separación de Circulación Opuesta.....	137
Gráfico N° 40. Doble Línea Continua con Ejemplo de Tachas	137
Gráfico N° 41. Líneas de Borde Continúas de Borde, sin Espaldón o Berma	138
Gráfico N° 42. Ubicación Lateral de los Delineadores de Curva Horizontal	142
Gráfico N° 43. Ubicación Longitudinal de los Delineadores de Curva Horizontal	143
Gráfico N° 44. Ubicación del Talud en el Proyecto	146
Gráfico N° 45. Esquema del Talud en el Proyecto (Km 1+180.00).....	148
Gráfico N° 46. Localización del Círculo Crítico del Talud.....	151
Gráfico N° 47. Geotextil Tejido	159
Gráfico N° 48. Preparación del Talud	159
Gráfico N° 49. Colocación del Geotextil	160

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES.

El presente proyecto técnico, se realizó con la finalidad de establecer un diseño geométrico adecuado para la vía de las Comunidades de Miñarica Bajo y Carmelitas, el mismo que permitirá mejorar la circulación vehicular. Para el diseño geométrico del proyecto se utilizó la “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003” y para establecer la estructura de pavimento se empleó el método AASHTO-93.

Para el desarrollo del proyecto inicialmente se efectuó un levantamiento topográfico, estudio de tráfico y ensayo de suelos de las muestras obtenidas de las calicatas para determinar las características del suelo, principalmente el CBR. Luego se realizó el diseño horizontal, vertical y transversal de la vía de acuerdo a la normativa; posteriormente el diseño de la estructura de pavimento y el sistema de drenaje.

En cuanto a la estabilidad del talud se utilizó el análisis de equilibrio límite, aplicando uno de los métodos “Tablas de Janbú” para determinar el factor de seguridad del talud analizado.

Además se realizó el análisis de precios unitarios, las medidas ambientales, el presupuesto, el cronograma valorado de trabajo y las especificaciones técnicas; y, finalmente las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

ABSTRACT

TEMA: ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXILES.

This technical project was carried out in order to establish an appropriate geometric design for the road connecting the communities Miñarica Bajo with Carmelitas improving the traffic flow. For the geometric design of the project "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003" they were used and to establish the pavement structure the AASHTO-93 method was used.

To develop the project initially a topographical survey, traffic study and testing of soil samples collected from test pits to determine soil characteristics, mainly the CBR was made.

Then the horizontal, vertical and transverse road design according to the rules was made; then the design of the pavement structure and drainage system. As for slope stability, the limit equilibrium analysis was used, using one of the methods "Tablas de Janbú" to determine the safety factor of the slope analyzed.

In addition the unit price analysis, environmental measures, budget, schedule work valued and technical specifications was made; and finally the conclusions and recommendations of the project.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA DEL PROYECTO TÉCNICO

ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Es en el proceso de planeación y diseño donde se deben aplicar los estudios de impacto ambiental para garantizar la elección de la ruta correcta con los menores impactos ambientales y socioeconómicos. De esta manera se cumplen los objetivos de una adecuada planeación, entre ellos disminuir desequilibrios sociales y económicos, mejorar el desarrollo regional y el acceso a zonas marginadas, hacer eficiente el uso de los recursos y satisfacer las necesidades del usuario considerando aspectos de seguridad, movilidad, reordenamiento territorial y eficacia operativa. [1]

En el Ecuador mediante la sección “Mejorar la calidad de vida de la población” ha incluido la movilidad sostenible que nos indica lo siguiente: “Es necesario fortalecer la planificación urbana para la seguridad vial y la promoción de un transporte público digno y de medios de movilidad no motorizada. Las ciudades han concentrado en zonas centrales la infraestructura educativa, hospitalaria, institucional y administrativa, los espacios culturales, las universidades y los centros comerciales, con lo cual se genera un constante flujo de gran cantidad de personas que cotidianamente se ven obligadas a recorrer largas distancias. Por esto, es necesario fortalecer la generación de nuevas centralidades que garanticen el acceso a servicios y espacios públicos y productivos.

La infraestructura urbana no resulta segura para la convivencia en el tránsito y favorece la circulación de vehículos motorizados, en detrimento de otras alternativas. El parque automotor sigue en crecimiento a nivel nacional, lo que provoca problemas ambientales, de salud pública, de convivencia entre conductores con el resto de la población y de sobreocupación del espacio público”. [2]

Además a nivel de la Provincia de Tungurahua se han venido realizando varios proyectos relacionados con la infraestructura vial como se muestra en los “Proyectos emblemáticos en Tungurahua”, en el cual podemos encontrar diferentes obras con sus respectivos montos de inversión. Unos de los proyectos más relevantes que podemos encontrar es el de “Mantenimiento vial de la provincia” involucrados los Cantones Ambato, Baños, Cevallos, Mocha, Patate, Pelileo, Píllaro, Quero y Tisaleo el que consiste en la ejecución de obras de mantenimiento periódico, para garantizar el estado óptimo de la red vial que facilita el flujo de turistas nacionales y extranjeros. Este proyecto benefició a 504 mil habitantes con un monto de USD 12,6 millones. [3]

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar el Estudio y Diseño Geométrico de la Vía que Une las Comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas, Perteneciente a la Parroquia Santa Rosa Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua y Estabilización de Taludes por Medio de Geotextiles.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las características del suelo de fundación de la estructura de pavimento.
- Establecer un diseño geométrico apropiado de la vía para mejorar el tránsito vehicular.
- Diseñar la estructura de pavimento adecuado.
- Determinar el costo beneficio del uso de geotextiles en la estabilización de taludes en función del presupuesto referencial.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

El presente proyecto tendrá como sustento investigaciones similares presentes en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

En la investigación realizada por el Sr. Javier Alejandro Cevallos Panimboza, (2016), bajo el tema: “Las condiciones de la vía Puganza Chico – Puganza Alto – Puganza Centro en la Parroquia Quisapincha del Cantón Ambato Provincia del Tungurahua y su incidencia en el desarrollo agrícola y ganadero del sector”, se concluye que: “Los vehículos que transitan por la zona en su mayoría son livianos, circulan más camionetas que automóviles, el tráfico futuro que fue proyectado a 20 años para la vía del proyecto dio como resultado 231 vehículos/día, con este valor se observa en la tabla del MOP que es de IV orden y corresponde a un camino vecinal”.

En la investigación realizada por el Sr. Bryan Vinicio Guerrero Recalde, (2015), bajo el tema: “Las condiciones actuales de la vía el Tejar - Guanto Grande en la parroquia de Chanchagua, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los habitantes”, se concluye que: “La topografía es en su mayor parte montañosa presentando sitios que tiende a ser escarpada sin embargo sus pendientes longitudinales están dentro de las normas dadas por el MOP”.

En la investigación realizada por el Sr. Darío Javier Cunalata Lasluisa, (2015), 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 II) y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los habitantes”, se concluye que: “Es necesario una modificación

geométrica en la vía que involucre: radios, curvatura, pendientes mínimas, drenajes, pasos de agua, taludes y posibles ensanchamientos”.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Los fundamentos legales que se tomarán en cuenta para el presente trabajo de investigación serán los siguientes:

- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.
- Norma American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO-93) para el diseño de la estructura de pavimento flexible.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Normas American Society for Testing and Materials (ASTM) para ensayo de suelos.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3.1 Carretera

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. [4]

2.3.1.1 Clasificación de Carreteras 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 a 20 años. [5]

Tabla N° 1. Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Projectado

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

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

2.3.1.2 Clasificación de Acuerdo a su Función Jerárquica

En el Ecuador, el MOP ha clasificado tradicionalmente las carreteras de acuerdo a un cierto grado de importancia basada más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido que en su función jerárquica. [5]

Tabla N° 2. Relación Función, Clase MOP y Tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (Según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	R-I o R-II (2)	Más de 8.000
	I	De 3.000 a 8.000
COLECTORA	II	De 1.000 a 3.000
	III	De 300 a 1.000
	IV	De 100 a 300
VECINAL	V	Menos de 100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

Notas:

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

Corredores Arteriales.- Estos corredores pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Dentro del grupo de autopistas, éstas 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 las carreteras, éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles destinados a la circulación 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 servicios y rampas de ingreso/salida adecuadamente diseñadas. [5]

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. [5]

Caminos vecinales.- Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. [5]

2.3.1.3 Clasificación de Acuerdo al Tipo de Terreno

Terreno plano.- De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%. [6]

Terreno ondulado.- Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%. [6]

Terreno montañoso.- Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo

que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes. [6]

Terreno escarpado.- Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir en carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por lo tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%, que para evitarlos, el diseñador deberá considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno. [6]

2.3.1.4 Clasificación de Acuerdo a su Jurisdicción

Red Vial Estatal.- Está constituido por todas las vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) como única entidad responsable del manejo y control, integrada por las vías primarias y secundarias.

Red Provincial. - Es el conjunto de vías administradas por cada uno de los Consejos Provinciales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales.

Red Cantonal. - Es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los Consejos Municipales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. [7]

2.3.2 Topografía

La topografía es un factor principal de la localización física de una vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. [8]

Contendrá la información de los trabajos topográficos realizados, en forma directa e indirecta de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante. Incluirá la información cartográfica georeferenciada correspondiente, a las escalas requeridas,

considerando las áreas levantadas, longitud de poligonales, magnitud de los errores de cierre, puntos de control enlazados a la Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas UTM y geográficas. [9]

2.3.2.1 Levantamiento Topográfico

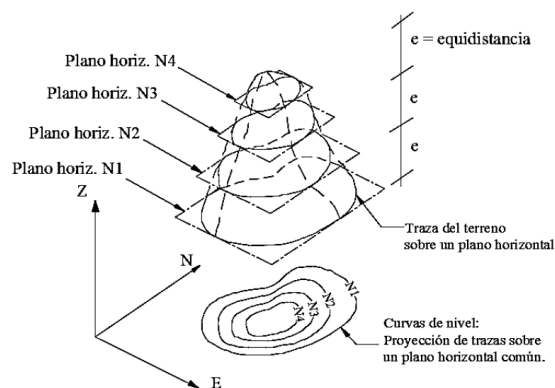
El levantamiento topográfico es la realización de mediciones de distancias horizontales, verticales o inclinadas y ángulos horizontales y/o verticales con el objeto de determinar de manera detallada la ubicación y elevación de los diferentes elementos encontrados; sean naturales o artificiales. En la localización de vías se conoce como levantamiento de rutas y tiene como principal objetivo establecer la forma, dimensiones y relieve de una franja de terreno que servirá para realizar el diseño del proyecto. [10]

2.3.2.2 Curvas de Nivel

Es el método más empleado para la representación gráfica de las formas del relieve de la superficie del terreno, ya que permite determinar, en forma sencilla y rápida, la cota o elevación de cualquier punto de terreno, trazar perfiles, calcular pendientes, resaltar las formas y accidentes del terreno, etc.

Una curva de nivel es la traza que la superficie del terreno marca sobre un plano horizontal que la intersecta, por lo que se podría definirla como la línea continua que une puntos de igual cota o elevación. [11]

Gráfico N° 1. Representación del Concepto de Curvas de Nivel



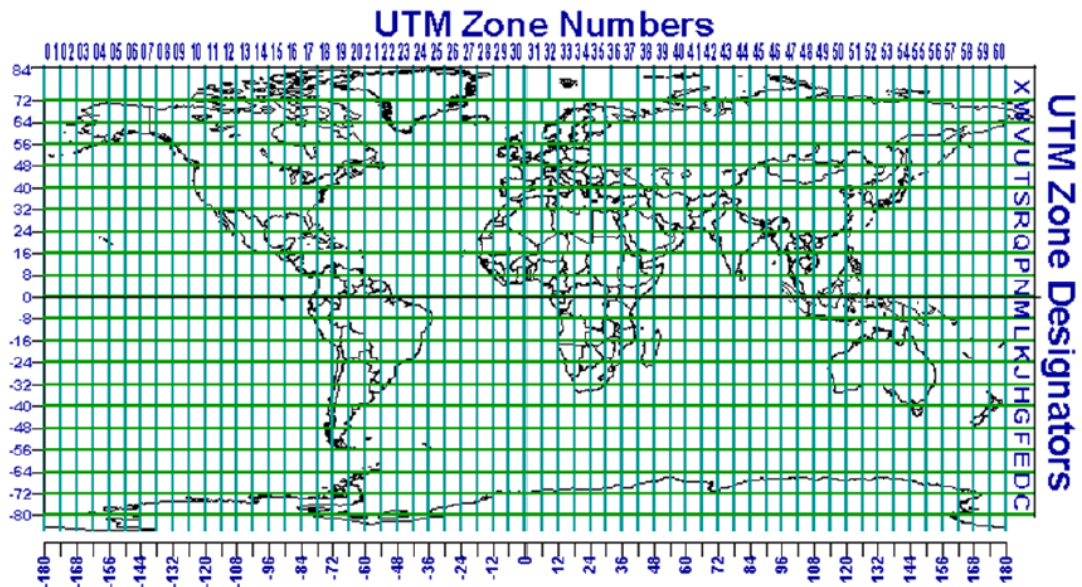
Fuente: Topografía plana. Casanova, L., 2002.

2.3.2.3 Sistemas de Coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM)

La proyección UTM está dentro de las proyecciones cilíndricas, por emplear un cilindro situado en una determinada posición espacial para proyectar las situaciones geográficas. El sistema UTM divide el globo terráqueo en un total de 60 husos. Cada huso está notado con un número y zona, identificada con una letra. La distribución de los husos es la siguiente: cada huso comprende un total de 6° de longitud, medidos desde el antemeridiano de Greenwich (180° Este), numerados en dirección este.

Cada uno de estos sesenta husos se encuentra dividido en 20 zonas, 10 situadas en el Hemisferio Norte y 10 situadas en el Hemisferio sur. Cada una de estas zonas se designa por una letra CDEFGHJKLM, correspondan a zonas situadas en el hemisferio sur y las notadas como NPQRSTUVWXYZ corresponden a zonas situadas en el hemisferio Norte. [12]

Gráfico N° 2. Husos y Banda UTM



Fuente: Fernández, I. 2001

2.3.3 Tráfico

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos que circulan o circularán por ella. El tránsito indica para qué servicio se va a construir la vía y afecta directamente las

características geométricas del diseño. No es racional el diseño de una carretera sin información suficiente sobre el tránsito, como tampoco lo es diseñar una viga sin conocer las cargas que debe soportar; la información sobre el tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado.

Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos, es decir, su composición. [8]

2.3.3.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es volumen de tránsito promedio por día. [8]

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente: [5]

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará 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.
- Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como FLUJO DIRECCIONAL que es el % de vehículos en cada sentido de la vía: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período.

2.3.3.2 Tipos de Conteos

Manuales.- La contabilización manual se la realiza en la vía por uno más medidores que registran el total de vehículos que circula por una sección de la vía o por una intersección. Este método es especialmente adecuado para mediciones de tráfico en periodos cortos, siendo posible realizar una clasificación final de los distintos tipos de vehículos y movimientos. [6]

Automáticos.- La contabilización automática se realizara mediante instrumentos que se registran pulsos generados por algún sensor del paso de vehículos la duración del proceso depende de su objetivo: alimentar las bases de datos de carácter estratégico, para lo cual se utiliza instalaciones permanentes; recolectar información para un proyecto específico, para lo cual se habilitan instalaciones temporales.

Las versiones más simples contabilizan el número de ejes totales que pasan por un punto de una vía, pudiendo también registrar el total de ejes por sentido. La acumulación de este tipo de equipos puede ser por horas o periodos inferiores. [6]

2.3.3.3 Período 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. [5]

2.3.3.4 Volumen de la Hora Pico

Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso. [8]

2.3.3.5 Factor de la Hora de Máxima Demanda (FHMD)

También conocida con el nombre de factor de la hora pico, es la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD, y el flujo máximo $q_{máx}$, que se representa durante un periodo dado dentro de dicha hora. [13]

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{máx})}$$

Donde:

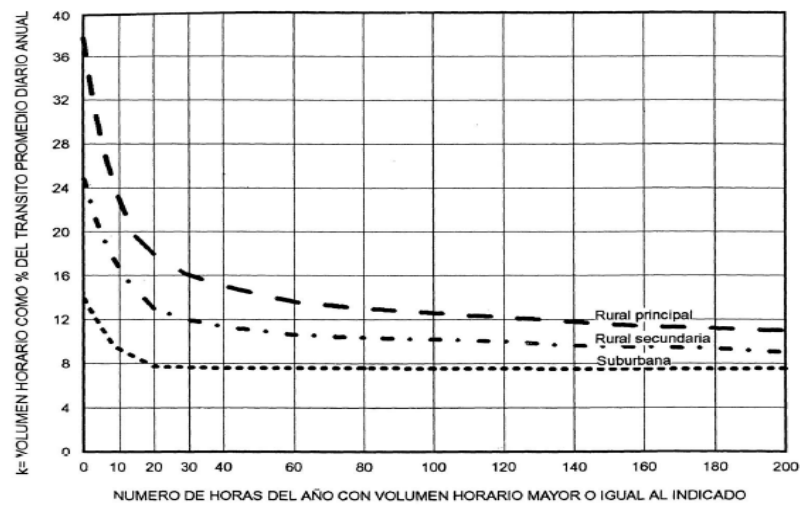
N= Número de periodos durante la hora de máxima demanda

Los periodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5,10 ó 15 minutos, utilizándose éste último con mayor frecuencia.

2.3.3.6 Volumen Horario de Diseño

Se representa como VHD y es el volumen horario que se utiliza para diseñar, es decir, para comparar con la capacidad de la carretera en estudio. Para hallar el tránsito horario que se acomode mejor a la economía de la vía se ha usado la curva que presenta los volúmenes horarios del año en orden descendente, en ella los volúmenes horarios aparecen como porcentajes del TPDA. [8]

Gráfico N° 3. Volúmenes Horarios de Tránsito



Fuente: Cal y Mayor y Cárdenas, 1994

Esta curva lleva a la conclusión de que el volumen horario que se debe usar en el diseño debe ser el trigésimo más alto del año, abreviado como 30va HD. Como puede observarse en la gráfica, en este punto la curva tiende a horizontalizarse; quiere decir que a partir del valor de la 30va HD los demás volúmenes horarios difieren poco entre sí, mientras que los anteriores son bastante diferentes, y son pocos los demasiado grandes. [8]

2.3.3.7 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.

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.

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 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado. [5]

La AASHTO para proyectar el tránsito, para estimarlo con precisión razonable para un año futuro, cuando se tiene datos suficientes para ello. Los volúmenes de tránsito futuro para diseño se derivan de la corriente de tránsito actual y del crecimiento esperado de esa corriente durante el periodo seleccionado para el diseño. Los componentes del tránsito futuro son: [8]

1. El tránsito normal, compuesto de:
 - a) El tránsito actual
 - b) El tránsito atraído
2. El aumento de tránsito, conformado por:
 - a) El crecimiento normal
 - b) El tránsito producido (o inducido) y
 - c) El tránsito desarrollado

2.3.3.8 Crecimiento Normal del 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 ésta estuviera al servicio de los usuarios.

Para una carretera que va a ser mejorada el tráfico actual está compuesto por:

Tráfico Existente.- Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

Tráfico Desviado.- Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera. [5]

- **Tráfico Generado**

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían solo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen:

- Viajes que no se efectuaron anteriormente.
- Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.
- Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. [5]

- **Tráfico Atraído**

El tránsito atraído es el que viene de otras vías al terminar de construirse la carretera o al hacerse las mejoras. Así, el volumen de tránsito que empieza a usar una carretera nueva es completamente atraído. [8]

- **Tráfico Desarrollado**

Tránsito desarrollado es el debido a mejoras en las zonas adyacentes, que no se habrían presentado si la carretera no hubiera construido o mejorado. Este componente del tránsito futuro se continúa presentado por muchos años, después de que la mejora vial se haya realizado, a diferencia del tránsito producido que, como ya se dijo, se presenta solo por un par de años después de la construcción. [8]

2.3.4 Estudio de Suelos

El suelo es la base para el asentamiento de cualquier obra civil. El estudio de suelos permite conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir, la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar. Para conocer las propiedades de los suelos en el proyecto, es necesario tomar muestras en todo el desarrollo del mismo (calicatas). [14]

2.3.4.1 Contenido de Humedad

En mecánica de suelos, es el peso de agua contenida en la muestra de suelo (libre, absorbida, capital o higroscópica), expresada como porcentaje del peso de la misma muestra secada al horno a 110°C, hasta que ella no registre variaciones en su peso. [15]

2.3.4.2 Límites de Consistencia

Según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg.

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
3. Estado plástico, en que el suelo se compara plásticamente.
4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado.
5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

Los anteriores estados son fases generales por las que pasa el suelo al irse secando y no existen criterios estrictos para distinguir sus fronteras. El establecimiento de éstas ha de hacerse en forma puramente convencional. Atterberg estableció las primeras convenciones para ello, bajo el nombre general de Límites de consistencia. [16]

Los límites Atterberg se determinan en suelos que pasan el tamiz N° 40.

Límite líquido (LL).- La frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico fue llamada por Atterberg límite líquido, nombre que hoy se conserva.

Se estableció que el límite líquido obtenido por medio de la copa de Casagrande corresponde al de Atterberg, si se define como el contenido de agua del suelo para que la ranura se cierra a lo largo de 1.27 cm (1/2”), con 25 golpes en la copa. Esta correlación permitió incorporar. De hecho el límite líquido se determina conociendo 3 ó 4 contenidos de agua diferentes en su vecindad, con los correspondientes números de golpes y trazando la curva Contenido de agua-Núm. de golpes. [16]

Límite plástico (LP).- La frontera convencional entre los estados plástico y semisólido fue llamada por Atterberg límite plástico y definida también en términos de una manipulación de laboratorio.

La prueba para la determinación del límite plástico, tal como la definió, no especifica el diámetro a que debe llegarse a formar el cilindro de suelo requerido. Terzaghi agregó la condición de que el diámetro sea de 3 mm (1/8”). La formación de los rollitos se hace usualmente sobre una hoja de papel totalmente seca, para acelerar la pérdida de humedad del material; también es frecuente el rolado sobre una placa de vidrio. Cuando los rollitos llegan a los 3 mm, se dobla y presionan, formando una pastilla que vuelve rolarse, hasta que en los 3 mm justos ocurra el desmoronamiento y agrietamiento; en tal momento se determinará rápidamente su contenido de agua, que es el límite plástico. [16]

Índice Plástico (Ip).- Es la diferencial numérica entre el límite líquido y límite plástico. Excepto en los siguientes casos: [17]

1. Cuando el LL o LP no pueden ser determinados, infórmense el Ip como no plástico (NP).
2. Cuando el suelo es muy arenoso, el LP deberá determinarse antes del LL. Si el LP no puede ser determinado, indíquese tanto el LL como el LP como Np.
3. Cuando el Lp es igual ó mayor que el LL, indíquese el IP como NP.

2.3.4.3 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad porcentual de los distintos tamaños de las partículas que constituyen la muestra, fiel reflejo del suelo examinado. Para el conocimiento de la composición granulométrica existen diferentes procedimientos, siendo el más utilizado el método del tamizado el cual es ideal para los suelos de grano grueso, pero el método se va dificultando cada vez que las partículas disminuyen de tamaño, teniéndose entonces que recurrir a métodos de lavado de sedimentación y de Sifoneado. [17]

- Clasificación ASTM

La clasificación ASTM, conocida también como SUCS (Unified Soil Classification System, fue desarrollada por esta organización (American Society for Testing Materials) tras la Segunda Guerra Mundial a partir de una clasificación Casagrande (1942) denominada Sistema de Clasificación de Aeródromos y establecida en 1948. El procedimiento original de la ASTM está recogida en su norma D2487.

Es una clasificación en forma de árbol binario en el que, salvo las excepciones, cada rama se divide en dos. Las propiedades utilizadas son la granulometría para las gravas y arenas y la plasticidad para los finos. También se utiliza el contenido de materia orgánica para la clasificación de los materiales finos. Es posible incluso realizar una clasificación aproximada a partir de inspecciones de campo, si bien ello no debe llevarse más allá de los estudios iniciales.

Los suelos se clasifican con dos letras. La primera de ellas es la inicial de la palabra inglesa que designa el tipo de suelo, mientras que la segunda es un adjetivo calificativo, referida en algunos casos a características de la curva granulometría, en otros a la cantidad de finos y en otros a la plasticidad de éstos. [18]

Tabla N° 3. Letras Utilizadas en la Clasificación ASTM

Primera letra	Palabra	Segunda letra	Palabra
G	Grava (Gravel)	W	Bien graduado (Well graded)
S	Arena (Sand)	P	Mal graduado (Poorly graded)
M	Limo (Mo, en sueco)	M	Limoso (Mo, en sueco)
C	Arcilla (Clay)	C	Arcilloso (Clayey)
O	Orgánico (Organic)	L	Baja plasticidad (Low plasticity)
pt	Turba (Peat)	H	Alta plasticidad (High plasticity)

Fuente: Ingeniería de carreteras. Kreamer Volumen II, 2004

2.3.4.4 Compactación

La compactación de los suelos es el mejoramiento artificial de sus propiedades índice y mecánicas por medio de maquinaria construida por el hombre, sin embargo, se circunscribe dentro del concepto, la compactación natural que se da por efecto del peso propio de la masa densificada a través de una era geológica. [17]

Debido al rápido desenvolvimiento del equipo de compactación de campo comercialmente disponible, la energía específica de compactación en la Prueba Proctor Estándar empezó a no lograr representar en forma adecuada las compactaciones mayores que podían lograrse con dicho nuevo equipo. Esto condujo a una modificación de la prueba, aumentando la energía de compactación, de modo que conservando el número de golpes por cada capa se elevó el número de éstas de 3 a 5, aumentando al mismo tiempo el peso del pisón y la altura de caída del mismo. Las nuevas dimensiones son 4.5 kg (10 libras) y 45.7 cm (18 pulgadas) respectiva y aproximadamente. La energía específica de compactación es ahora de 27.2 kg.cm/cm³ (56,200 libras. pie/pie³), sobre la base de que el molde utilizado es el mismo que en la prueba del Proctor Estándar. [19]

2.3.4.5 Determinación del California Bearing Ratio (CBR)

El CBR es una medida indirecta de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo dadas condiciones de humedad y densidad, se expresa como la relación porcentual entre el esfuerzo requerido para penetrar un pistón de una probeta de 6 pulgadas de

diámetro y 7 pulgadas de altura, y el esfuerzo requerido para introducir el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de grava partida. [20]

$$CBR (0,1 \text{ o } 0,) = \frac{\text{Esfuerzo que produce una deformación de } 0,1 \text{ o } 0, \text{ en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo que produce una deformación de } 0,1 \text{ o } 0, \text{ en la muestra patrón}} \times 100$$

La muestra para llevar a cabo la prueba deberá haber sido secada, disgregada y cuarteada según los procedimientos normales. Cuando se ha logrado la disgregación de los grupos se tamiza la muestra por malla de $\frac{3}{4}$ ". Si la muestra original contiene material mayor a $\frac{3}{4}$ ", ese peso debe reemplazarse por la misma cantidad de material que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " y se retiene en la de $\frac{1}{4}$ ". El método comprende tres ensayos que son: [21]

- a) Determinación de peso volumétrico máximo y humedad óptima.
- b) Determinación de las propiedades expansivas del material
- c) Determinación de la relación de soporte de California (CBR). El molde empleado es de 15.24 cm (6") de diámetro interior por 20.32 cm (8") de altura.

La prueba consiste en lo siguiente: después de saturada la muestra durante cuatro días, se saca el molde del agua, se le retira el extensómetro cuidadosamente, se inclina el cilindro (teniendo cuidado de que no se salgan las pesas para que se escurra el agua. Así volteado debe permanecer unos cuantos minutos. Luego se quitan las pesas, el disco y el papel filtro o cedazo, se pesa la muestra y se lleva a la prensa para medir la resistencia a la penetración, mediante la introducción del pistón de 19.35 cm² (3 pulgadas cuadradas) de sección circular tal como se ha indicado ya con anterioridad. [21]

2.3.5 Velocidad

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas o cosas de un sitio a otro. La velocidad que un conductor adopta en una carretera

depende, en primer lugar, de la capacidad del mismo conductor y de la del vehículo y, además, de las siguientes condiciones: [8]

1. Las características de la carretera y de la zona aledaña.
2. Las condiciones del tiempo.
3. La presencia de otros vehículos en la vía.
4. Las limitaciones legales y de control.

2.3.5.1 Velocidad de Diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido. [4]

Tabla N° 4. Velocidad de Diseño

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO KM/H											
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
		(RELIEVE LLLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.	
	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	
RI o RII	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

Nota:

- Los valores recomendables se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite superior de la respectiva categoría de la vía.
- Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de la vía y/o el relieve es difícil o escarpado.

- Para la categoría de IV y V orden en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Vd mínimo a 20 km/h.

2.3.5.2 Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes. [5]

Tabla N° 5. Relaciones entre Velocidades de Circulación y de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN KM/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

2.3.6 Diseño Geométrico

El proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno es lo que se conoce como diseño geométrico de la vía. La razón es que esos elementos físicos se representan por su geometría, como sucede con los alineamientos horizontal y vertical, las secciones y transversales, las distancias de visibilidad, etc., que son líneas o figuras de determinada longitud, altura o pendiente, se van estableciendo según las condiciones de los vehículos que se espera que van a utilizarlas y características de terreno donde se vaya a construir la vía que se diseña. [8]

Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal), deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía. [9]

2.3.6.1 Alineamiento Horizontal

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. [9]

2.3.6.1.1 Tangentes

Es 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 llaman PI y al ángulo de definición, formando por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa). Las tangentes 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. [5]

2.3.6.1.2 Curvas Circulares

Las curvas circulares pueden ser simples, compuestas o reversas. Las simples son las de uso más general las compuestas se usan menos, en caso especiales y las reversas no se deben usar sino en casos excepcionales. Entre sus elementos característicos principales se tiene los siguientes: [5]

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. El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa 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:

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

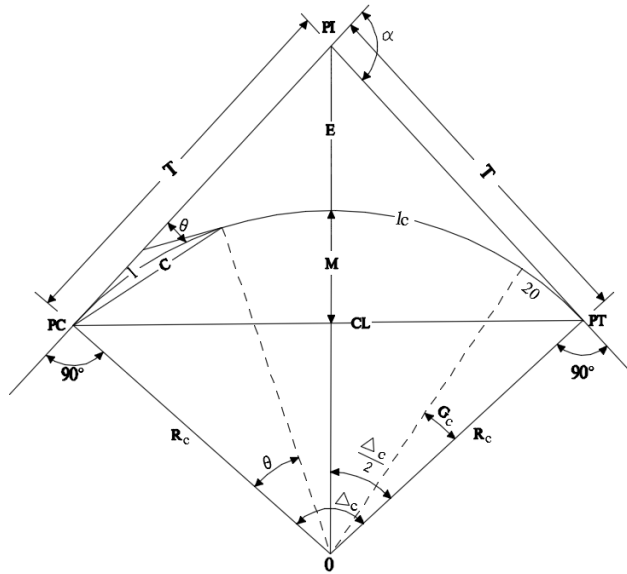
Radio mínimo curvatura horizontal: El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. El empleo de curvas con radios 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. El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse:

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

2.3.6.1.2.1 Curva Circular Simple

Las curvas circulares simples se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos alineamientos rectos de una vía formados por un grado de curvatura fijo desde el momento en que comienza la curva hasta el final. [22]

Gráfico N° 4. Elementos de la Curva Circular Simple



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

De acuerdo [5], a continuación se describe algunos de los elementos que conforma la curva circular simple:

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.

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:

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

Tangente de la curva o subtangente: Es la distancia entre el PI y el PC o entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” y su fórmula de cálculo 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” y 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” y su fórmula de cálculo 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 y su fórmula es:

$$\theta = \frac{G_c * l}{20}$$

Cuerda: Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

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:

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

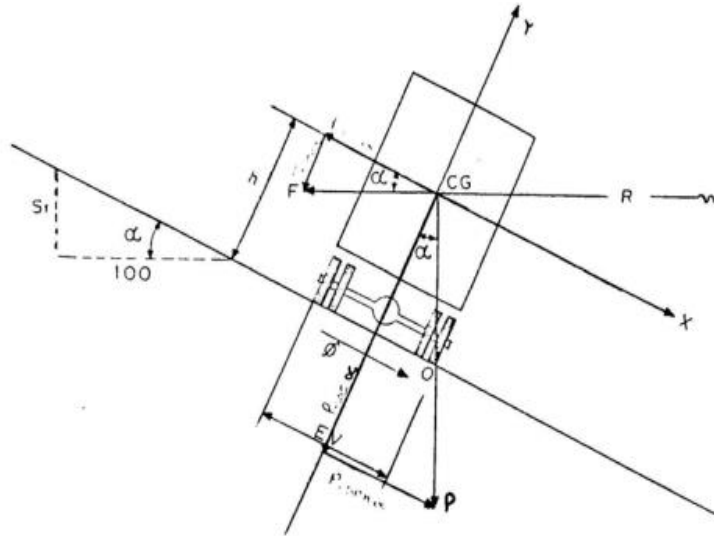
Ángulo de la cuerda: Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “ \emptyset ” y su fórmula para el cálculo es:

$$\emptyset = \frac{\theta}{2}$$

2.3.6.1.3 Peralte

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. [5]

Gráfico N° 5. Estabilidad de Vehículos en Curvas



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003.

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.

Se 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 del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

Para utilizar los valores máximos del peralte deben tenerse en cuenta los siguientes criterios para evitar: [5]

- Un rápido deterioro de la superficie de la calzada en caminos de tierra, sub-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas.
- Una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados.
- El resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja.

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.

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: [5]

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

2.3.6.1.4 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. La longitud mínima se determina según los siguientes criterios: [5]

- 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 el siguiente cuadro.
- 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:

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

Valor considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes.

La longitud de transición para caminos de 4 y 6 carriles se incrementa en 1.5 y 2.5 veces con respecto a la longitud para caminos de 2 carriles. [5]

Tabla N° 6. Gradiente Longitudinal (i) necesario para el Desarrollo del Peralte

Vd KM/h	VALOR DE (i), %	MÁXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
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: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

2.3.6.1.5 Longitud Tangencial

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición. La longitud tangencial, también llamada de aplanamiento se obtiene según la siguiente fórmula (en función de la longitud de transición). [5]

$$X = \frac{e' * L}{e}$$

Donde:

e': Pendiente lateral de bombeo, %.

e: Peralte en la curva circular, %.

L: Longitud de transición del peralte, m.

2.3.6.1.6 Tangente Intermedia Mínima

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente. En el caso de dos curvas circulares consecutivas, es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente.

Las longitudes de transición se dividen en: $2/3 L$ en tangente (antes del PC y después del PT), y $1/3 L$ en la curva, (después del PC y antes del PT), se aplica la siguiente fórmula: [5]

$$T_{IM} = \frac{2L_1}{3} + \frac{2L_2}{3} + X_1 + X_2$$

Donde:

T IM: Tangente intermedia mínima, m

L 1,2: Longitud de transición, m

X 1,2: Longitud tangencial, m

La longitud mínima del arco circular (o transición de bombeo) = $1/3(L_1 + L_2)$

Cuando existen condiciones críticas, en el diseño geométrico, que no permitan aplicar los valores de T IM obtenidos anteriormente, se puede optar por una solución, que sin ser la óptima, permite adaptar mejor el proyecto a las condiciones topográficas existentes.

Esta solución consiste en distribuir la longitud de transición, 50 % en tangente y 50 % en la curva circular.

En este caso se aplicará la siguiente fórmula: [5]

$$T_{IM} = \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} + X_1 + X_2$$

Si $L_1=L_2$ entonces $T_{IM}=L_1+2X_1$

La longitud mínima del arco circular = $1/2(L_1+L_2)$

Para situaciones extremadamente críticas y en caminos clase IV o V, con bajas velocidades de diseño, y únicamente en casos puntuales se podrá optar por la solución de distribuir la longitud de transición 100% dentro del arco de curva circular, en cuyo caso la longitud de la curva circular deberá ser igual o mayor al doble de la longitud de transición.

$$T_{IM} = X_1 + X_2$$

Si $L_1 = L_2$ $T_{IM} = 2X_1$

En el caso de utilizar curvas de transición o espirales, la tangente intermedia es la distancia entre el ET de la curva inicial y el TE de la siguiente:

En este caso la tangente intermedia mínima se calcula con la primera fórmula. En condiciones críticas o cuando el trazado es curvilíneo y continuo, el valor de la tangente intermedia puede ser 0 (cero), o sea que la progresiva (abscisa) de ET1=TE2. En el caso de utilizar curvas consecutivas, circulares y espirales o viceversa: La tangente intermedia es la longitud entre el PT y TE; o entre ET y PC.

La tangente intermedia mínima se calcula con la siguiente ecuación: [5]

$$T_{IM} = \frac{2}{3}L + X_L + X_e$$

En donde:

TIM: Tangente intermedia mínima

L: Longitud de transición

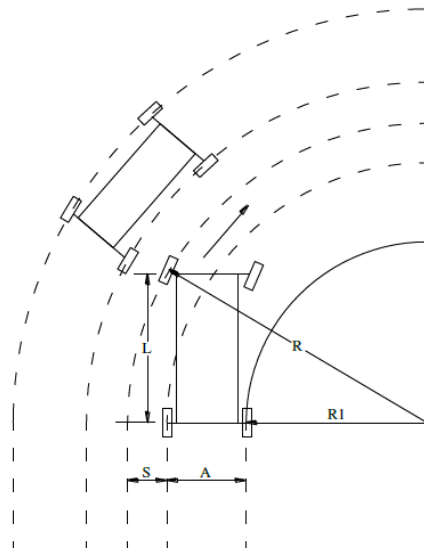
XL: Longitud tangencial en función de la longitud de transición

Xe: Longitud tangencial en función de la curva de transición (espiral)

2.3.6.1.7 Sobreechancho de Curvas

Se llama sobreechancho el “aumento en la dimensión transversal de una calzada en las curvas”; tiene como finalidad mantener el espacio lateral de los vehículos en movimiento, puesto que al seguir la trayectoria curva se aumenta la anchura del espacio que ocupan, con la consiguiente disminución de los espacios laterales. [8]

Gráfico N° 6. Sobreanchos de la Curva



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

La necesidad de proporcionar sobreelevación en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos. El sobreelevación variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente fórmula: [9]

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

Sa : Sobreelevación (m)

N : Número de carriles

R : Radio (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

2.3.6.1.8 Distancias de Visibilidad

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él.

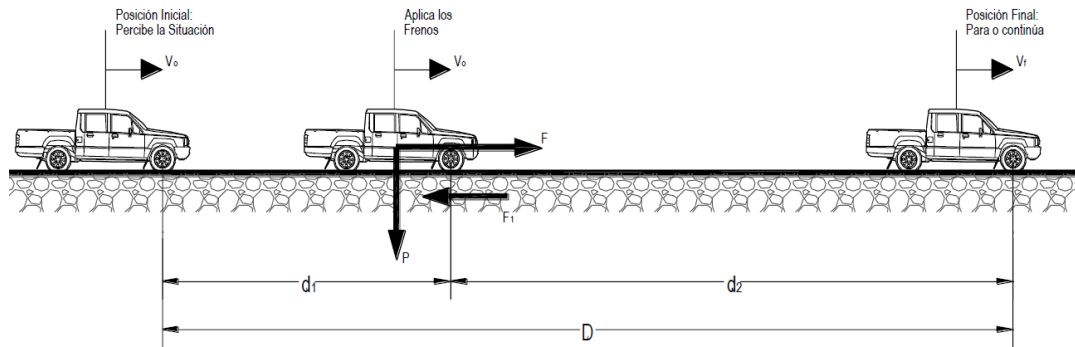
La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos: [5]

1. La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

- **Distancia de Visibilidad de Parada**

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentre en su trayectoria. [9]

Gráfico N° 7. Distancia de Visibilidad de Parada



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial. Volumen 2 A, 2012

La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. [5]

$$Dp = d_1 + d_2$$

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 1.50 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 equivale a 1.00 segundos. De aquí que el tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, se lo considera igual a 2.50 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad (para el 90% de los conductores según la AASHTO).

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por medio de la siguiente fórmula: [5]

$$d_1 = \frac{V_c * t}{3.6} \rightarrow V_c \frac{2.5 \text{ seg}}{3.6 \text{ seg}} = 0.6944 * V_c \rightarrow d_1 = 0.7V_c$$

Donde:

d1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

Vc : Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

t : Tiempo de percepción más reacción en segundos (2.5seg).

La distancia de frenaje se calcula utilizando la fórmula de la “carga dinámica” y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada.

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

Donde:

d2 : Distancia de frenaje sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

f: Coeficiente de fricción longitudinal.

Vc: Velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada km/h.

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción 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. [5]

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

Donde:

f : Coeficiente de fricción longitudinal

Vc: Velocidad de circulación del vehículo, expresada en km/h (en función de la velocidad de diseño de camino)

La distancia de visibilidad de parada de vehículo se obtiene al sumar las distancias (d1 y d2) de la siguiente manera: [5]

$$Dp = d_1 + d_2$$

$$Dp = 0.70 Vc + \frac{Vc^2}{254 f}$$

Tabla N° 7. Distancia de Visibilidad Mínimas para Parada de un Vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA PARADA DE UN VEHÍCULO (Metros)						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8.000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3.000 A 8.000 TPDA	180	160	110	160	110	70
II 1.000 a 3.000 TPDA	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1.000 TPDA	135	110	70	110	70	40
IV 100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V Menos de 100 TPDA	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

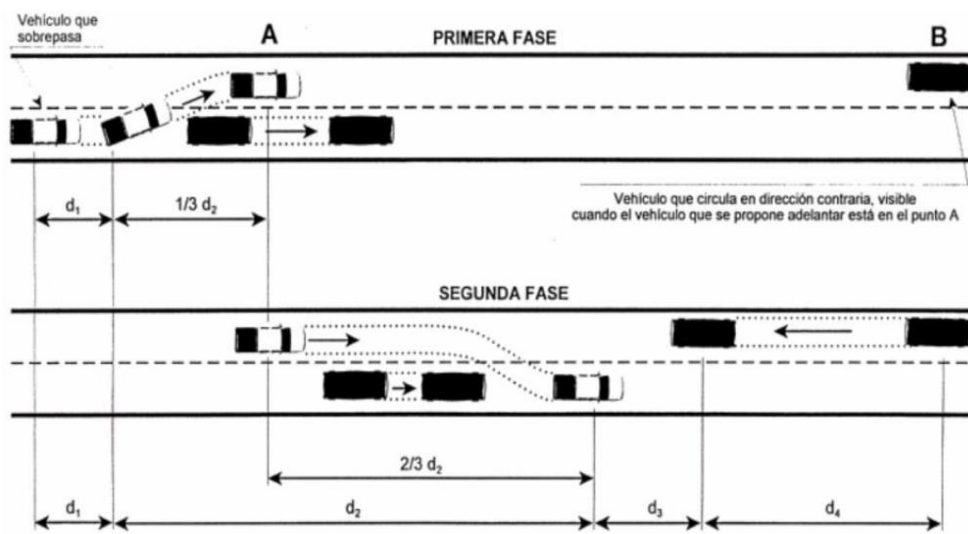
- Distancia de Visibilidad de Rebasamiento

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. 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. Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente: [5]

1. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.

3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
4. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

Gráfico N° 8. Etapas de la Maniobra para Adelantamiento en Carreteras de dos Carriles



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI. Volumen 2 A, 2012

Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son: [5]

d_1 = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d_2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d_3 = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

d_4 = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo;

es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

$$Dr = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Las distancias parciales se calculan por las siguientes fórmulas:

$$d_1 = 0.14 t_1 (2v - 2m + at_1)$$

$$d_2 = 0.28 V t_1$$

$$d_3 = 30m \text{ a } 90 m$$

$$d_4 = 0.18 V t_2$$

Donde:

d_1, d_2, d_3 y d_4 = Distancias, expresadas en metros.

t_1 = Tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t_2 = Tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V = Velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en kilómetros por hora.

m = Diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en kilómetros por hora. Esta diferencia se la considera igual a 16 km/h promedio.

a = Aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora y por segundo.

La variación de la distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, estando esta variación representada por la siguiente ecuación: [5]

$$Dr = 9.54V - 218 \rightarrow 30 < V < 100$$

Donde:

dr = distancia de visibilidad para rebasamiento, expresada en metros

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora.

Para el Ecuador, se recomienda los valores de diseño que se indican en el siguiente cuadro. Debe notarse que para gradientes cuesta arriba es necesario proveer distancias de visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas calculadas.

Tabla N° 8. Distancias de Visibilidad Mínimas para el Rebasamiento de un Vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO (Metros)						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	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 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

2.3.6.2 Alineamiento Vertical

El diseño geométrico en perfil o 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, aquéllas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cota. El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. [9]

2.3.6.2.1 Gradientes o Pendientes

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos. Si la pendiente es cero, es decir, si el tramo es horizontal, no afecta la velocidad, si es negativa, esto es, que baja en el sentido del abscisado, los conductores tienen que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía que se opone a la fuerza de tracción, lo cual hace que especialmente los vehículos pesados (camiones) reduzcan su velocidad, y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera. [8]

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. [5]

Gradiente máxima.- De acuerdo con las velocidades de diseño, que dependen del volumen de tráfico y de la naturaleza de la topografía, como se indica de manera general en el siguiente cuadro las gradientes medias máximas que pueden adoptarse. [5]

Tabla N° 9. Valores de Diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS (Porcentaje)						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	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 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

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

Para gradientes del: [5]

8-10% Longitud máxima será de 1.000m

10-12% Longitud máxima será de 5000m

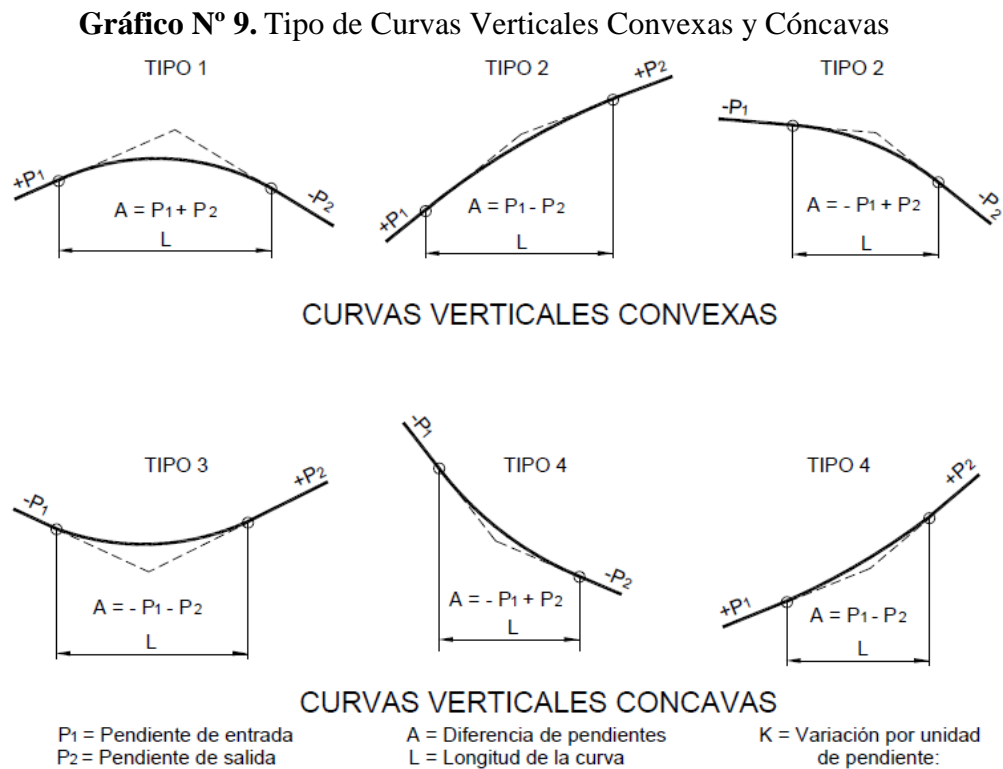
12-14% Longitud máxima será de 250m

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

Gradiente mínima.- La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5%. Se puede adoptar una gradiente de 0% 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. [5]

2.3.6.2.2 Curvas Verticales

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente otra en el movimiento vertical de los vehículos; ayuda también a la seguridad, a la comodidad y a la mejor apariencia de la vía. Casi siempre se utilizan arcos parabólicos, en vez de arcos circulares como en las curvas horizontales, por una parte porque, como se verá adelante, estos producen un cambio constante de la pendiente y, por otra, porque las cotas se pueden calcular mucho más fácilmente; se usa una porción de parábola de eje vertical. [8]



Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico DG-2013.

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras pavimentadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso. [6]

- **Curvas Verticales Convexas**

La longitud mínima de las curvas verticales se determina 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. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula: [5]

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

En donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

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

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

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = KA$$

Tabla N° 10. Coeficiente “K” para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Convexas Mínimas

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8.000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3.000 A 8.000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

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

$$L_{min} = 0.60 V$$

Donde:

V= Velocidad de diseño km/h.

- **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 luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada. [5]

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5S}$$

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = K A$$

Tabla N° 11. Coeficiente “K” para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Cóncavas Mínimas

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8.000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3.000 A 8.000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

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

$$L_{min} = 0.60 V$$

Donde:

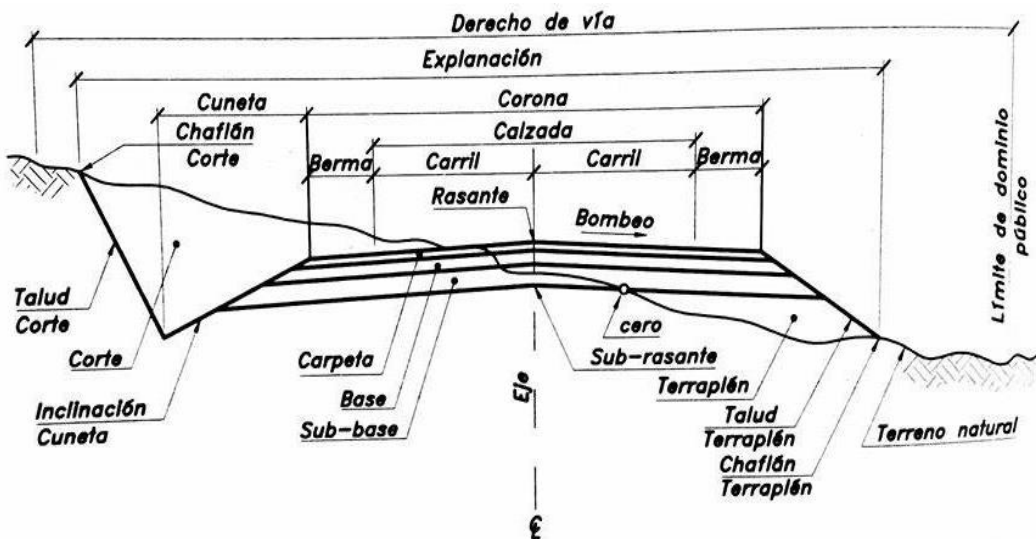
V = Velocidad de diseño km/h.

2.3.6.3 Sección Transversal

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios. [9]

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios de los usuarios, así como los costos de mantenimiento. [5]

Gráfico N° 10. Sección Transversal Típica Mixta, Pavimentada en Recta



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. Cárdenas, J., 2011

A continuación los elementos que conforma la sección transversal de una carretera:

Carril.- Franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de automóviles que o sean motocicletas. [22]

Calzada.- La calzada o superficie de rodamiento, es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos, constituida por uno o más carriles para uno o dos sentidos. Cada carril tendrá un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos. El ancho y el número de carriles de la calzada se determinan con base en un análisis de capacidad y nivel de servicio deseado al final del periodo de diseño. [4]

Tabla N° 12. Anchos de la Calzada

ANCHOS DE LA CALZADA		
Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendado	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 TPDA	4,00	4,00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

Espaldón o Berma.- Son fajas comprendidas entre las orillas de la calzada y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada. [4]

Tabla N° 13. Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de espaldones (m)					
	Recomendado			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8.000 TPDA	3,0*	3,0*	2,5*	3.0	3,0*	2,0*
I 3.000 A 8.000 TPDA	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II 1.000 a 3.000 TPDA	2,5*	2,5*	1,5*	2,5**	2.0	1,5**
III 300 a 1.000 TPDA	2,0**	1,5**	1,0*	1.5	1.0	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporando en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera como tal)					
L=Terreno Llano O=Terreno ondulado M=Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico.						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.						

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

Corona.- Al conjunto formado por la calzada y las bermas se le denomina corona. Por lo tanto el ancho de corona es la distancia horizontal, medida normalmente al eje, entre las aristas interiores de las cunetas de un corte y/o entre las aristas superiores de los taludes de un terraplén. [4]

Derecho de vía.- Se debe adquirir un derecho de vía suficientemente ancho, no solamente para acomodar todos los elementos de la carretera, incluyendo un drenaje adecuado y áreas de mantenimiento, sino para evitar gastos posteriores en la compra de propiedades, ya posiblemente urbanizadas, donde acomodar ampliaciones de la vía. Con un derecho de vía amplio la carretera será más segura y los taludes necesarios podrán ser más suaves para que los costos de mantenimiento sean más bajos. [8]

Bombeo.- En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. [9]

Tabla N° 14. Clasificación de Superficies de Rodadura

CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE RODADURA		
Clase de Carretera	Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentajes)
R-I o R-II > 8.000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5-2
I 3.000 A 8.000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5-2
II 1.000 a 3.000 TPDA	Grado estructural intermedio	2
III 300 a 1.000 TPDA	Bajo grado estructural: Doble Tratamiento Superficie Bituminoso D.T.S.B.	2
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B.	22,5-4*
V Menos de 100 TPDA	Grava ,Empedrado ,Tierra	4
*Para caminos vecinales tipo 5 y 5E		

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

La pendiente transversal de los espaldones podría variar desde 3 por ciento hasta el 6 por ciento dependiendo de la clase de superficie que se adopte para los mismos. Se ha adoptado una pendiente de 4 por ciento como norma general. [5]

Tabla N° 15. Gradiente Transversal para Espaldones (Porcentajes)

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)		
Clase de Carretera	Tipo de Superficie (m)	Gradiente Transversal %
R-I o R-II > 8.000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4.00
I 3.000 A 8.000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4.00
II 1.000 a 3.000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4.00
III 300 a 1.000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4.00
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B.O capa granular	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

Talud.- El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. [9]

Tabla N° 16. Valores de Diseño Recomendados de los Taludes en Terrenos Planos

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS DE LOS TALUDES EN TERRENOS PLANOS		
Clase de Carretera	TALUD	
	CORTE	RELLENO
R-I o R-II > 8.000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3.000 A 8.000 TPDA	3:1	4:1
II 1.000 a 3.000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1.000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8-1:1	1,5:2:1
V Menos de 100 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

Cunetas.- Las cunetas son zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. [4]

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento. [9]

2.3.7 Diseño de Pavimentos

El pavimento es superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto. La estructura o disposición de los elementos que lo constituyen, así como las características de los materiales empleados en su construcción, ofrecen una gran variedad de posibilidades, de tal suerte que puede estar formada por una sola capa o, más comúnmente, por varias y, a su vez, dichas capas pueden ser materiales naturales seleccionados, sometidos a muy diversos tratamientos; su superficie de rodamiento propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica como una losa de concreto hidráulico o estar formada por acumulaciones de materiales pétreos compactados. [23]

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. [24]

2.3.7.1 Tipos de Pavimentos

Pavimento Flexible.- El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminoso como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente. [24]

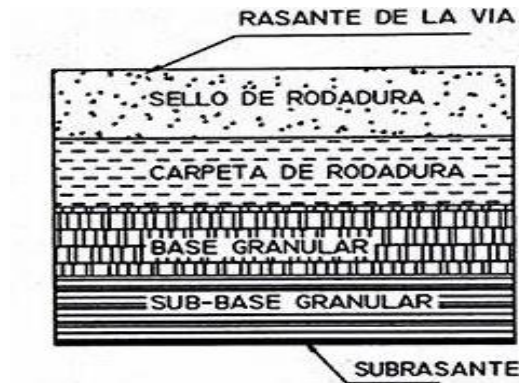
Pavimento Semirrígido.- El pavimento semirrígido es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. [24]

Pavimento Rígido.- El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. [24]

2.3.7.2 Estructura de Pavimento Flexible

Típicamente se apoya sobre una capa granular, denominada sub-base y base granular, sobre estas se apoya una carpeta asfáltica, carpeta que está constituida por materiales finos y gruesos granulares, mezclados con material bituminosos. [22]

Gráfico N° 11. Corte Transversal Típica Pavimento Flexible



Fuente: Diseño geométrico de vías con aplicaciones básicas en Excel y Autocad.

Muñoz, W., 2012

2.3.7.3 Capas de la Estructura de un Pavimento

Subrasante. - Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones. [15]

Sub-base. – Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base. [15]

Base. – Capa (o capas), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la subbase o la subrasante para soportar las capas de superficie o rodadura. [15]

Carpeta Rodadura. – Capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, de ser impermeable y resistir la abrasión que produce el tráfico y los efectos degradantes del clima. A veces se la llama “Capa de Desgaste”. [15]

2.3.7.4 Funciones de Bases y Sub-bases

Las sub-bases y las bases tienen finalidades y características semejantes; sin embargo, las primeras pueden ser de menor calidad. Las funciones de estas capas son: [25]

- a) Recibir y resistir las cargas del tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento (carpeta asfáltica o losa).
- b) Transmitir estas cargas, adecuadamente distribuidas, a las terracerías.
- c) Impedir que la humedad de las terracerías ascienda por capilaridad.
- d) En caso de introducirse agua por la parte superior, permitir que el líquido descienda hasta la capa de subrasante, donde se desaloja al exterior por el efecto del bombeo a la sobreelevación.

2.3.7.5 Especificaciones Técnicas para Sub-bases y Bases

- Sub-base Agregados

Sub-base Clase 1. - Construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1. Por lo menos 30% del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

Sub-base Clase 2. – Construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2.

Sub-base Clase 3. – Construidas con agregados naturales y procesados, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3. [26]

Tabla N° 17. Límites Granulométricos de Sub-base

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76,2 mm)	--	--	100
2" (50,4 mm)	--	100	--
1 1/2" (38,1mm)	100	70-100	--
N°4 (4,75 mm)	30-70	30-70	30-70
N°40 (0,425 mm)	10-35	15-40	--
N°200 (0,075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

MOP, 2002

Las Sub-bases deben someterse a otros ensayos:

Límites de consistencia	$LL \leq 25$	$IP \leq 6$
CBR	$\geq 30\%$	
Abrasión	$\leq 50\%$	

- **Base Agregados**

Base Clase 1. - Construidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100% y mezclados necesariamente en sitio.

Base Clase 2. – Construidas con el 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados necesariamente en una planta central.

Base Clase 3. – Construidas por lo menos con el 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados preferentemente en planta central.

Base Clase 4.- Construidas con bases obtenidas por tamizadoras de piedras o gravas.
[26]

Tabla N° 18. Límites Granulométricos de Bases

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo A	Tipo B			
2" (50,4 mm)	100	--	--	--	100
1 1/2" (38,1mm)	70-100	100	--	--	--
1 " (25,4 mm)	55-85	70-100	100	--	60-90
3/4 " (19,0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	--
3/8 " (9,5 mm)	35-60	45-75	50-80	--	--
N°4 (4,75 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
N°10 (2,00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	--
N°40 (0,425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	--
N°200 (0,075mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.

MOP, 2002

Las Bases deben someterse a otros ensayos:

Límites de consistencia	$LL \leq 25$	$IP \leq 6$
CBR	$\geq 80\%$	

Abrasión	$\leq 40\%$
Desgaste por acción de sulfatos	$\leq 12\%$

2.3.7.6 Método AASHTO 1993

El presente apartado presenta de manera resumida y didáctica la forma como se diseñan estructuras de pavimentos flexibles por el método de la AASHTO (1993). Las variables necesarias para emplear este método de diseño son: [27]

1. Subrasante.- Caracterizada a través del módulo de resiliente ($M_r=1500\text{CBR}$ en Psi).
2. Tránsito (W18).- Se caracteriza a través del número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas que circulan en el carril y el periodo de diseño. El subíndice 18 significa la masa del eje simple equivalente en Kips (Kilo- libras).
3. Propiedades mecánicas de los materiales.- El parámetro mecánico con el cual se caracterizan los materiales es el módulo resiliente en psi. Sin embargo para el diseño y dimensionamiento del espesor de las capas del pavimento, estos parámetros son traducidos a coeficientes estructurales de capas. Estos coeficientes miden la capacidad relativa de una unidad de espesor de una determinada capa para funcionar como componente estructural del pavimento.
4. Índice de serviciabilidad.- Este índice tiene en cuenta el estado inicial y final de serviciabilidad del pavimento que se diseñará y construirá.
5. Condiciones ambientales y de drenaje.- Los coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase se seleccionan de acuerdo con las características del material, la calidad de drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación. Este porcentaje de tiempo se calcula como la relación entre el número de días promedio que llueve en la zona donde se construirá la estructura de pavimento y los 365 días del año.
6. Confiabilidad.- Tiene en cuenta el grado de incertidumbre que se presenta durante la estimación de las variables de diseño anteriormente mencionadas. Introduce para tal fin un factor de seguridad de diseño. [27]

2.3.8 Sistema de Drenaje

El sistema de drenaje y subdrenaje de una carretera está previsto para eliminar la humedad en el pavimento y en el prisma de la carretera. [24]

El sistema de drenaje vial es de importancia vital 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 superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y,
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes. [5]

2.3.8.1 Drenaje Longitudinal

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesario establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo. [5]

2.3.8.1.1 Cunetas

Las cunetas son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino (o de todo el camino en las curvas), el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes. [21]

Tabla N° 19. Velocidades del Agua con que se Erosionan Diferentes Materiales

MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)	MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.5
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4-4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5-7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5-7.5

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

- **Localización, Pendiente y Velocidad**

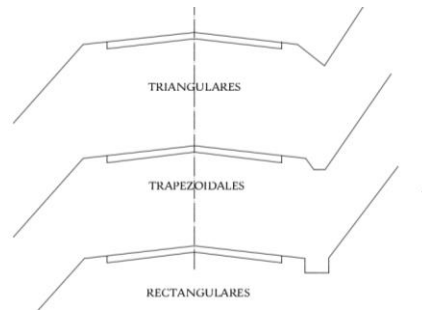
La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. [5]

- **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 pueden utilizar secciones rectangulares ó 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 trapezoidal también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido. [5]

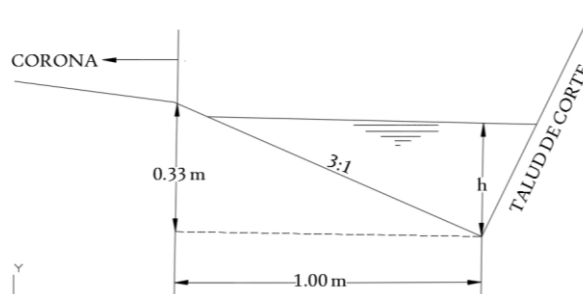
Gráfico N° 12. Secciones Típicas de Cunetas



Fuente: Normas 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 del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm. [5]

Gráfico N° 13. Dimensiones Típicas de Cunetas Triangulares



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003

- Diseño Hidráulico

El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, la longitud, a la pendiente y a la velocidad. [5]

2.3.8.2 Drenaje Transversal

2.3.8.2.1 Alcantarilla

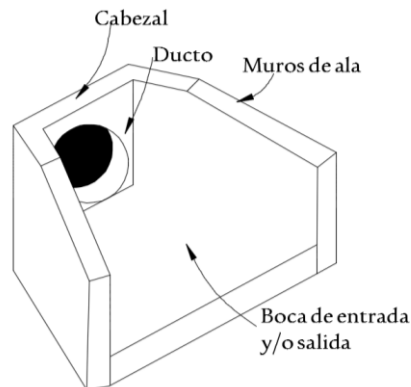
Las alcantarillas son estructuras transversales de forma diversa cuya función es conducir y desalojar, con la mayor rapidez posible, en el agua de las hondonadas y las partes bajas del terreno (thalwegs) que atraviesan el camino. Por la forma de su sección

y el material de que están construidas, estas estructuras de drenaje menor se clasifican en tubos, bóvedas, losas sobre estribos y cajones. Las alcantarillas están siempre alojadas en el cuerpo de la terracería. [25]

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas ó para coleccionar aguas provenientes de cunetas. [5]

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten erosión regresiva debajo de la estructura. [5]

Gráfico N° 14. Elementos de una Alcantarilla



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003

De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser: circulares, rectangulares, de arco, bóvedas ó de ductos múltiples. [5]

- **Consideraciones de Diseño**

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: análisis hidrológico de la zona

por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras. 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. El diseño hidráulico permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas. [5]

- **Localización**

La localización correcta es importante porque influirá en la dimensión de la sección la conservación de la estructura y el posible colapso del cuerpo 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. [5]

- **Alineación**

La localización óptima de una alcantarilla consistirá en proporcionar a la corriente y una salida directas. Cuando no se pueden lograr estas condiciones, se las puede obtener por medio de los procesos siguientes: un cambio en el trazado del cauce, una alineación esviada o una combinación de ambas. [5]

- **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. La capacidad de una alcantarilla con salida libre (no sumergida) 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 puede ingresar por la entrada. [5]

2.3.9 Estabilidad de Talud

2.3.9.1 Talud

Se conoce con el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra. Cuando un talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. [28]

2.3.9.2 Estabilización

La estabilización de un suelo es el proceso que tiene por objeto aumentar su resistencia a la deformación, disminuir su sensibilidad al agua, controlar la erosión y los cambios de volumen. [18]

2.3.9.3 Estabilización de Taludes

Uno de los problemas que muy a menudo necesita resolver el ingeniero de caminos es el correspondiente a los fenómenos de inestabilidad de taludes en cortes y terraplenes. Un talud de tierra no se puede considerar estable indefinidamente, porque tarde o temprano la estabilidad que puede presentar se pierde debido a los agentes naturales tales como las presiones hidrostáticas, el intemperismo y erosión.

Un aumento temporal de cargas, la reducción de la resistencia del suelo o una redistribución desfavorable de esfuerzos son causas que contribuyen de una u otra manera a que el talud busque su posición más estable. La estabilidad de los parámetros de un corte se confía a la resistencia propia del material que los forma y al valor soportante del suelo subyacente al pie del talud. [28]

2.3.9.4 Factores que Producen Fallas de Estabilidad de Laderas y Taludes

Con frecuencia las propias manipulaciones de ingeniero pueden ser fuente de graves problemas de estabilidad de taludes; la lista que se proporciona a continuación es una reseña de los procesos constructivos que comúnmente causan problemas: [28]

1. Modificación de las condiciones naturales de flujo interno de agua al colocar rellenos o hacer zanjas o excavaciones.
2. Sobrecarga de estratos débiles por rellenos, a veces de desperdicios.
3. Sobrecarga de terrenos con planos de estratificación desfavorables por relleno.
4. Remoción, por corte, de algún estrato delgado de material permeable que funcionará como un manto natural drenante de estratos de arcilla suave.
5. Aumento de presiones de filtración u orientación desfavorables de fuerzas de filtración al producir cambios en la dirección del flujo interno de agua, por haber practicado cortes o construido rellenos.
6. Exposición al aire y al agua, por corte, de arcillas duras fisuradas.
7. Remoción de capas superficiales de suelo por corte, lo que puede causar el deslizamiento de capas del mismo estrato ladera arriba, sobre mantos subyacentes de suelo más duro o roca.
8. Incremento de cargas hidrostáticas o niveles piezómetros bajo la superficie de un corte al cubrir la cama del mismo con una capa impermeable.

2.3.9.5 Tipos de Fallas

- Falla por Deslizamiento Superficial

Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones del suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo; el fenómeno es más intenso cerca de la superficie inclinada del talud a causa de la falta de presión normal confinante que allí existe. Como una consecuencia, la zona mencionada puede quedar sujeta a un flujo viscoso hacia abajo que generalmente se desarrolla con extraordinaria lentitud. [29]

- **Falla por Movimiento del Cuerpo del Talud**

En contraste con los movimientos superficiales lentos, descritos en el inciso anterior, pueden ocurrir en los taludes movimientos bruscos que afectan a las masas considerables de suelo, con superficies de falla que penetran profundamente en su cuerpo. Estos fenómenos reciben el nombre de deslizamiento de tierras. Dentro de estos existen dos tipos claramente diferenciados. En primer lugar, un caso en el cual se define una superficie de falla curva, a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud; esta superficie forma una traza con el plano del papel que puede asimilarse, por factibilidad y sin error mayor, a una circunferencia. Estas son las fallas llamadas por rotación.

En segundo lugar, se tienen las fallas que ocurren a lo largo de superficies débiles, asimilables a un plano en el cuerpo del talud o en su terreno de cimentación. Estos planos débiles suelen ser horizontales o muy poco inclinados respecto a la horizontal. Estas son las fallas por traslación. [29]

- **Fallas por Erosión**

Estas son también fallas de tipo superficial provocadas por arrastres de viento, agua, etc., en los taludes. El fenómeno es tanto más notorio cuanto más empinadas sean laderas de los taludes. Una manifestación típica del fenómeno suele ser la aparición de irregularidades en el talud, originalmente uniforme. [29]

- **Falla por Licuación**

Los fenómenos de licuación consisten en la pérdida rápida de resistencia al esfuerzo cortante, temporal o definitivo. Tal pérdida conduce al colapso a cualquier estructura vía o edificada sobre o hecha de un material que entre en licuación. [28]

- **Flujos**

Se refiere este tipo de falla a movimientos más o menos rápido de una parte de la ladera natural, de tal manera que el movimiento en sí y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos recuerda el comportamiento de un líquido viscoso. La superficie de deslizamiento o no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve; es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera sea una zona de flujo plástico.

El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada, y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares finos o arcillas francas; son frecuentes los flujos en lodo. [28]

- **Derrumbes y Caídos**

Por lo general consisten en desprendimientos locales de no muy grande volumen, aunque naturalmente existen desprendimientos de grandes masas fragmentadas que se deben clasificar como derrumbes. En estas fallas no puede hablarse de una superficie de deslizamiento, y el desprendimiento suele estar predeterminado por las discontinuidades y fisuras preexistentes. Suele suceder que estas se abran al construirse el corte y su frente quede sin el anterior confinamiento lateral, lo que da ocasión a que se aflojen los fragmentos, actúen presiones hidrostáticas del agua acumulada y otros efectos indeseables. Los derrumbes y caídos están siempre asociados a cantiles o cortes escarpados y con mucha frecuencia a las arcillas fuertemente sobreconsolidadas, excluyendo las rocas. [28]

2.3.9.6 Métodos de Análisis por Equilibrio Límite

Uno de los métodos de análisis de estabilidad de taludes más utilizados mundialmente es el conocido análisis de Equilibrio Límite, que consiste en imaginar un mecanismo de falla para el talud y aplicar a tal mecanismo los criterios de resistencia del material (criterios de Coulomb), hay o no la posibilidad de que el mecanismo de falla supuesto llegue a presentarse. Este método de análisis de Equilibrio Límite considera que el

fallo ocurre por un deslizamiento de la masa de suelo actuado como un cuerpo rígido a lo largo de una superficie de falla supuesta, y que a lo largo de esa superficie el suelo desarrolla la máxima resistencia a cortante. [30]

- **Factor de Seguridad**

La estabilidad de los taludes se determina a través del factor de seguridad. Este factor expresa “la magnitud en que puede reducirse la Resistencia a cortante del suelo para que se produzca el deslizamiento a lo largo de la superficie de la falla más desfavorable”. El factor de seguridad depende de: [30]

- La representatividad de los parámetros del material de la cimentación y del cuerpo del talud, obtenidos mediante investigación geotécnica, en función de los estados de carga que se necesiten estudiar al diseñar el talud.
- El método de análisis de estabilidad.
- La aproximación al asumir los valores de las presiones de poros y la forma de manipular éstas, al realizar el análisis de estabilidad.

Dado un talud con geometría establecida y propiedades de suelo definidas, se obtendrá un factor de seguridad mínimo ($F_{\text{mín}}$), que expresa la magnitud de la reducción que deben experimentar los parámetros de resistencia a cortante del suelo, según el criterio de Coulomb (c y $\tan(\phi)$), para alcanzar un estado de Equilibrio Límite. El factor de seguridad mínimo de todas las posibles superficies de falla debe cumplir la siguiente condición de diseño: [30]

$$F_{\text{mín}} \geq F_{\text{norma}}$$

Los códigos internacionales de construcción de muchos países del mundo, establecen como F_{norma} , el valor de 1.5, el cual está en función de la economía y de los riesgos a asumir en caso de producirse un deslizamiento. [30]

2.3.9.6.1 Métodos Aproximados

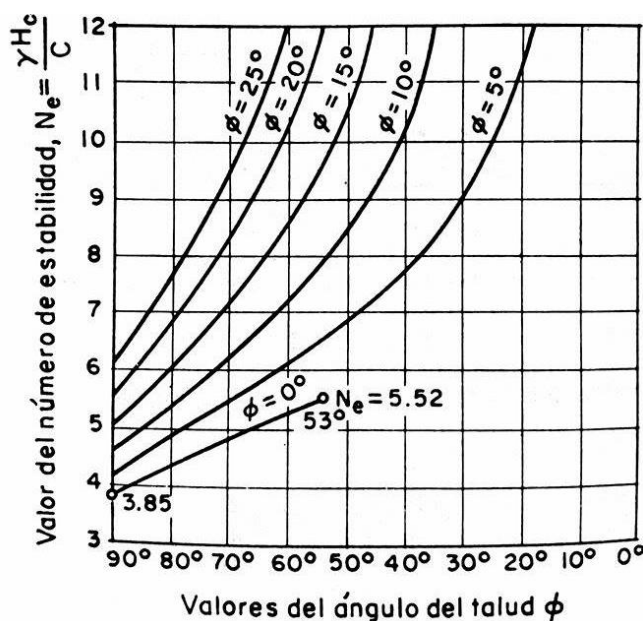
- Tablas de Taylor

Taylor estudió también los materiales con “cohesión” y “fricción”. En la figura N° 15 se presentan curvas que relacionan el ángulo de talud, β , con el número de estabilidad, N_e , en función del ángulo de fricción interna del suelo, ϕ , en círculos críticos correspondientes a la falla por el pie de talud. Las gráficas son de uso muy simple: entrando con un valor de β del proyecto, que se desea verificar y el valor de ϕ , obtenido de pruebas de laboratorio, se obtiene un valor de N_e correspondientes; según la definición del número de estabilidad usada por Taylor, puede escribirse: [29]

$$F_s = \frac{N_e * C}{\gamma_m * H}$$

Donde F_s es el factor de seguridad de talud analizado en términos de la “cohesión”, que como ya se discutió, no es un verdadero factor de seguridad. Así pues, las gráficas de la figura N° 15 proporcionan una primera aproximación al problema de la estabilidad en círculos por el pie del talud; además, será preciso estudiar la posibilidad de falla de base para llegar al círculo más crítico posible.

Gráfico N° 15. Gráfica de Taylor para Determinar el Número de Estabilidad de un Talud $\phi \neq 0, c \neq 0$



Fuente: Mecánica de Suelos Tomo II. E. Juárez, A. Rico (2014)

- **Tablas de Janbú**

Las tablas desarrolladas por Janbú (1968), permiten el análisis de diferentes condiciones geotécnicas y factores de sobrecarga en la corona del talud, incluyendo niveles freáticos y grietas de tensión.

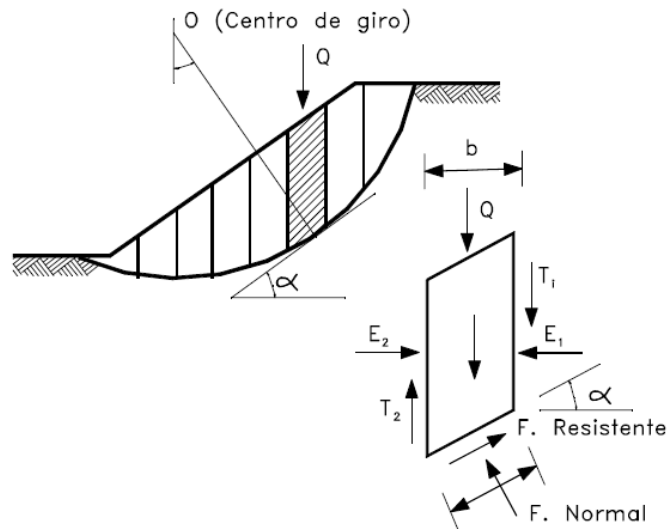
El método de tablas de Janbú presente dos procedimientos, uno para suelos cohesivos ($\phi = 0$), y otro para suelos friccionantes ($\phi > 0$). Para suelos cohesivos el procedimiento es el mismo de Taylor. Para suelo friccionantes o mixtos el procedimiento es un poco más complejo. [31]

- **Método Fellenius**

Conocido también como método Sueco, método de las Dovelas o método U.S.B.R. Este método asume superficies de falla circulares, divide el área de falla en tajadas verticales, obtiene las fuerzas actuantes y resultantes para cada tajada y con la sumatoria de estas fuerzas obtiene el Factor de Seguridad. Las fuerzas que actúan sobre una dovela son: [32]

- a. El peso o fuerza de gravedad, la cual se puede descomponer en una tangente y una normal a la superficie de falla.
- b. Las fuerzas resistentes de cohesión y fricción que actúan en forma tangente a la superficie de falla.
- c. Las fuerzas de presión de tierras y cortante en las paredes entre dovelas, las cuales no son consideradas por Fellenius, pero si son tenidas en cuenta en otros métodos de análisis más detallados.

Gráfico N° 16. Fuerzas que Actúan Sobre una Dovela



Fuente: Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Jaime Suárez, (1998)

El método de Fellenius calcula el Factor de seguridad con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{\sum [C' b \sec \alpha + (W \cos \alpha - ub \sec \alpha) \tan \phi]}{\sum W \sin \alpha}$$

α = Ángulo del radio del círculo de falla con la vertical bajo el centroide en cada tajada.

W = Peso total de cada tajada.

u = Presión de poros = $\gamma_m * h_w$

b = Ancho de la tajada.

C', ϕ = Parámetros de resistencia del suelo

- Método Bishop Simplificado

Bishop (1995) presentó un método utilizando Dovelas y teniendo el efecto de las fuerzas entre Dovelas. La solución rigurosa de Bishop es muy compleja y por esta razón se utiliza una versión simplificada de su método, de acuerdo a la expresión: [32]

$$F.S. = \frac{\sum [C' b + (W - ub) \tan \phi' / ma]}{\sum W \sin \alpha}$$

b = Ancho de la Dovela

W = Peso de cada dovela

C', ϕ = Parámetros de resistencia del suelo

$u =$ Presión de poros en la base de cada dovela $= \gamma_m * h_w$

$\alpha =$ Ángulo del radio y la vertical en cada dovela

- **Método de Janbú**

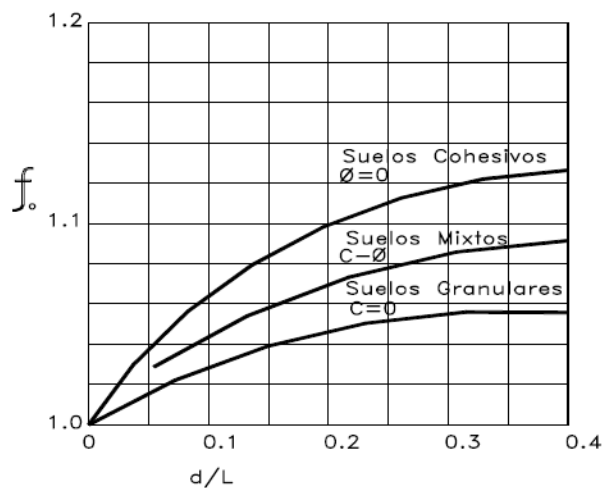
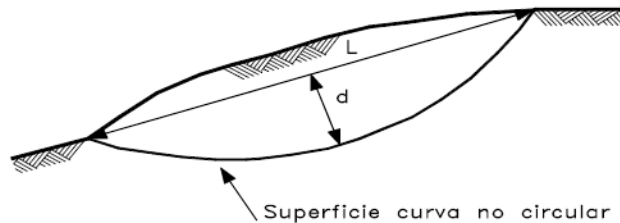
Janbú (1973) presenta un método de Dovelas para superficies de falla curvas, no circulares. [32]

De acuerdo con Janbú (ecuación modificada):

$$F.S. = \frac{f_o \sum \left\{ [c'b + (W - ub) \tan \phi] \frac{1}{\cos \alpha m a} \right\}}{\sum (W \tan \alpha)}$$

Donde f_o depende de la curvatura de la superficie de falla.

Gráfico N° 17. Factor f_o para el Método de Janbú



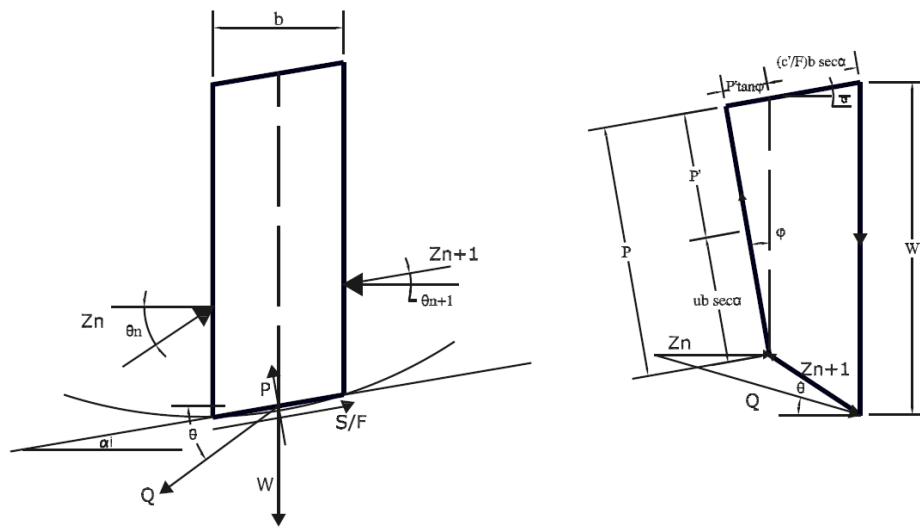
Fuente: Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Jaime Suárez, (1998)

2.3.9.6.2 Métodos Precisos

- Método de Spencer

Para lograr un mejor entendimiento de la formulación que Spencer para el cálculo del Factor de Seguridad de un talud, se presenta en la figura N° 18 una dovela escogida arbitrariamente y las fuerzas actuantes y resistentes que sobre ella están ejercidas. Esto es: [33]

Gráfico N° 18. Fuerzas del Método de Spencer



Fuente: J. Pesantez. Análisis e implementación del método unificado de equilibrio límite en la evaluación de estabilidad de taludes. (2010)

El método de Spencer considera la acción de las fuerzas internas entre dovelas, pero la suposición principal es que asume la existencia de una relación constante entre la magnitud de la fuerza cortante y la fuerza normal a la dovela. La fuerza Z indicada en la figura N° 18 se debe considerar como la resultante para la iésima dovela de las fuerzas internas, esta se divide en sus componentes normal: E y cortante: X, de este modo se plantea que: [33]

$$\tan\theta = \frac{X_L}{E_L} = \frac{X_R}{E_R}$$

Se hace notar que los subíndices L y R denotan izquierda y derecho respectivamente. En donde θ = ángulo de la resultante de las fuerzas internas (Q en la figura N° 18) con respecto a la horizontal.

Spencer sumó fuerzas perpendiculares a las fuerzas internas para derivar la fuerza normal (P). El mismo resultado se logra si se suman las fuerzas en dirección tanto vertical como horizontal, así: [33]

$$\sum F_v = 0; W - (X_R - X_L) - P \cos \alpha - S_m \sin \alpha = 0 \quad (a.1)$$

$$\sum F_H = 0; -(E_R - E_L) + P \cos \alpha - S_m \sin \alpha + kW = 0 \quad (a.2)$$

La fuerza normal puede ser derivada de la ecuación (a.1) de fuerzas verticales y de esta manera las fuerzas internas se pueden obtener de la ecuación (a.2) de fuerzas horizontales: [33]

$$P = W - \frac{\left[(E_R - E_L) \tan \theta - \frac{c' l \sin \alpha}{F_s} + \frac{ul \tan \theta' \sin \alpha}{F_s} \right]}{m_\alpha}$$

Spencer determinó dos ecuaciones para encontrar el factor de seguridad. Una es basada en la sumatoria de momentos con respecto a un punto común y la otra en la sumatoria de fuerzas en dirección paralela a las fuerzas internas entre dovelas. La ecuación del factor de seguridad basado en el equilibrio de fuerzas horizontales es de la siguiente manera: [33]

$$\sum F_H = 0$$

$$\sum (E_R - E_L) + \sum P \sin \alpha - \sum S_m \cos \alpha + \sum kW \pm A = 0$$

Las fuerzas internas deben ser canceladas puesto que al introducir el valor de P se eliminan, entonces el factor de seguridad con respecto al equilibrio de fuerzas es: [33]

$$F_f = \frac{\sum \{c' l \cos \alpha + (p - ul) \tan \theta' \cos \alpha\}}{\sum P \sin \alpha + \sum kW \pm A}$$

El método de Spencer cumple todas las condiciones de equilibrio, fuerzas horizontales y verticales y sumatoria de momentos con respecto a un punto común.

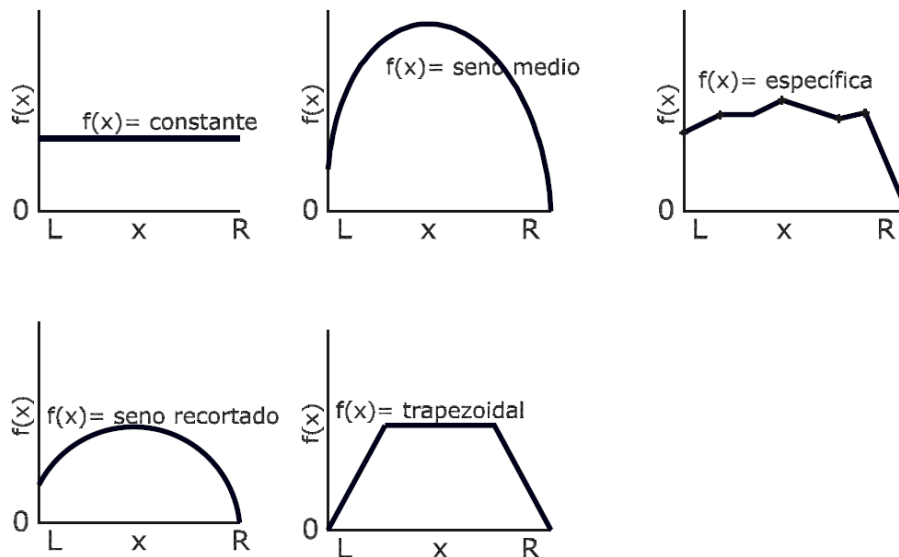
- Método de Morgenstern-Price

El método de Morgenstern-Price asume una función matemática arbitraria para describir la dirección de las fuerzas internas entre dovelas. [33]

$$\lambda f(x) = X/E$$

Donde λ = una constante a ser evaluada en el desarrollo de la solución para el factor de seguridad, $f(x)$ es llamada la función de variación de las fuerzas internas entre dovelas, con respecto a x . La figura N° 19 muestra de funciones típicas utilizadas en el presente método. Como es de suponer para una función constante el método de Morgenstern-Price es el mismo que el método de Spencer.

Gráfico N° 19. Figuras Utilizadas por Morgenstern-Price



Fuente: Análisis e implementación del método unificado de equilibrio límite en la evaluación de estabilidad de taludes. J. Pesantez, (2010)

2.3.9.7 Métodos de Estabilización

2.3.9.7.1 Hormigón Lanzado

Esto se hace en roca fácilmente meteorizada y roca aparentemente meteorizada, aun cuando no exista agua de infiltración en el talud y no exista peligro en el momento. El espesor normal del rociado es de 8 a 10 cm de mortero y 10 a 20 cm de concreto. Debe indicarse que el rociado de mortero no se considera estructura permanente.

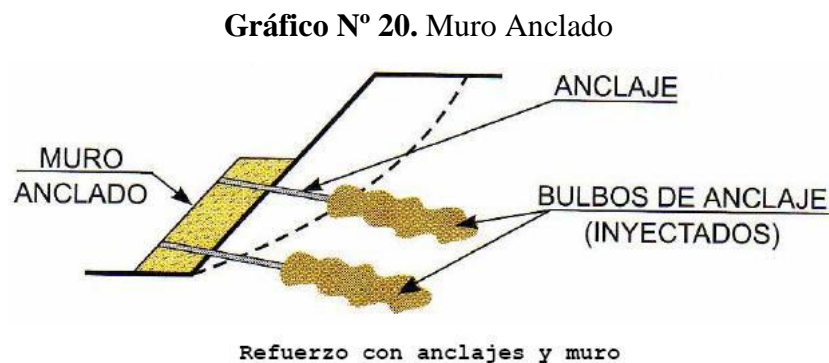
El espesor del rociado se determina en base a las condiciones del talud y del clima. Se requiere un espesor mínimo de 10 cm en regiones frías o en áreas con malas condiciones climáticas. Antes de aplicar el rociado se requiere colocar la geomalla sobre la cara del talud y anclarla. Se usa malla de tipo diamante cuando el talud es irregular y de malla de alambre soldada cuando la cara del talud es solo ligeramente irregular. El número normal de anclajes es de 1 a 2 cada metro cuadrado. [34]

2.3.9.7.2 Muro de Gaviones

Son elementos modulares con formas variadas, confeccionados a partir de redes metálicas en malla hexagonal de doble torsión que, llenados con piedras de granulometría adecuada y cosidos juntos, forman estructuras destinadas a la solución de problemas geotécnicos, hidráulicos y control de erosión. El montaje y el llenado de estos elementos pueden ser realizados manualmente o con equipos mecánicos comunes. [34]

2.3.9.7.3 Muros Anclados

Los muros anclados son muros reforzados con anclajes para mejorar la resistencia al vuelco y al deslizamiento de la estructura.



Fuente: Lucero F., Pachacama E. y Rodríguez W. Análisis y diseño de muros de contención, (2012)

Los muros anclados para contención de tierra son muros que logran su estabilidad a través de tirantes de anclaje, con capacidad para soportar las fuerzas que cargan sobre el muro, como lo son el empuje del suelo, del agua y de las sobrecargas.

Estas fuerzas son trasladadas por los anclajes a una zona detrás de la zona activa del terreno, en donde el anclaje se fija por intermedio de un bulbo de adherencia. El suelo y la pared del muro igualmente deben estar en capacidad de resistir las cargas aplicadas. En general, el suelo, el tirante y el muro deben integrar un sistema capaz de resistir todos los posibles modos de falla que puedan presentarse.

Los tirantes se postensan y son generalmente construidos con cables de acero del mismo tipo de los utilizados en el hormigón pre-esforzado, que se alojan en perforaciones ejecutadas en el terreno con una ligera inclinación hacia abajo respecto a la horizontal. El bulbo de adherencia se hace inyectando lechada de cemento a presión. Las paredes se construyen con hormigón armado que puede ser proyectado o vaciado in situ. [34]

2.3.9.7.4 Estabilización con Geotextiles

Los geotextiles son los más usados tradicionalmente, están compuestos por fibras sintéticas naturales, la gran mayoría de estos se fabrican con poliéster o con polipropileno.

El polipropileno es más ligero que el agua, resistente y durable, sus filamentos y fibras se usan en la elaboración de geotextiles tejidos y no tejidos. El poliéster es más pesado que el agua, tiene buena resistencia, propiedades de deslizamientos, es compatible con los materiales naturales más comunes.

El geotextil es un material textil permeable de estructura plana usado como parte integral de los suelos y cimentaciones, los cuales se han convertidos en capas filtrantes más adecuadas porque superan las desventajas de los filtros de arena y de los agregados pétreos, ya que están fabricados con propiedades hidráulicas específicas y de retención de tierra, las cuales pueden seleccionarse fácilmente para complementar al suelo que necesita protección, pueden instalarse con facilidad. [35]

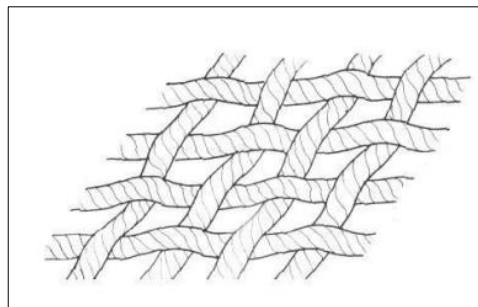
2.3.9.7.4.1 Tipos de Geotextiles

- **Geotextiles Tejidos**

Son aquellos formados por cintas de alta resistencia. Están conformados mediante cintas de polipropileno en sentido de urdimbre (sentido longitudinal) y de trama (sentido transversal). Es el tejido más simple y eficiente, conocido también como “uno arriba y uno abajo”, dando como resultado una estructura plana.

Su resistencia a la tracción es de tipo biaxial (en los dos sentidos de su fabricación). Gracias a su estructura y las características de las cintas empleadas, son reconocidos por tener altas resistencia y bajas deformaciones; su aplicación está orientada al refuerzo de vías, muros, terraplenes y cimentaciones. [36]

Gráfico N° 21. Geotextiles Tejidos



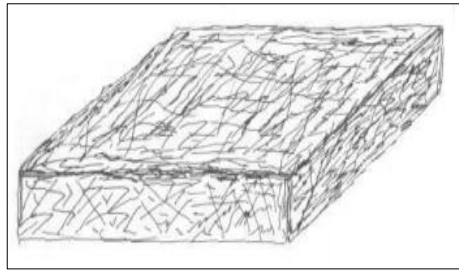
Fuente: PAVCO, 2011

- **Geotextiles no Tejidos**

Se forman a partir de un entrelazado de fibras o filamentos de polipropileno mezclados aleatoriamente, conformando una capa con altas propiedades de filtración y drenaje.

Los geotextiles fabricados por este proceso tienen buenas características mecánicas e hidráulicas, gracias a su estructura tridimensional, gran elongación (pueden estirarse desde un 40% hasta un 120% o más, antes de entrar en carga de rotura) lo que les proporciona muy buena adaptabilidad a las desuniformidades de los terrenos, unas excelentes propiedades para protección, (suele denominarse efecto colchón) así como buenas funciones de filtración y separación. [36]

Gráfico N° 22. Geotextiles no Tejidos



Fuente: PAVCO, 2011

2.3.9.7.4.2 Funciones de los geotextiles

A continuación las funciones que desempeñan los geotextiles: [37]

Separación.- La separación impide el contacto entre dos superficies de distintas propiedades físicas, lo cual evita su mezcla y contaminación aunque permite el flujo libre de líquidos filtrándolos a través del geotextil.

Filtración.- La filtración es la propiedad de retención de un material de ciertas partículas sometidas a fuerzas hidrodinámicas al tiempo que permiten el pasaje de fluidos. La función de filtro debe garantizar su estabilidad hidráulica.

Drenaje.- El drenaje es el proceso mediante el cual se realiza el pasaje de un lugar a otro de un fluido (líquido o gas), evacuándolo. De esta manera efectúa la eliminación por evacuación en el espesor del geotextil sin producir el lavado de finos.

Refuerzo.- El refuerzo del geotextil se consigue por las propiedades que poseen ciertos geotextiles, mejorando sus propiedades mecánicas y disminuyendo el nivel de cargas sobre el terreno porque realiza un trabajo de homogenizar las cargas sobre una superficie extensa.

Protección.- La función de protección permite que el sistema geotécnico no se deteriore. El geotextil actúa protegiendo geomembranas impermeables; de modo que impide que se produzca daños mecánicos de abrasión o punzonamiento.

2.3.9.7.4.3 Propiedades de los Geotextiles

A continuación las propiedades de los geotextiles: [38]

Apertura de poros.- Lo que marca su eficacia como filtro al fijar el tamaño de partículas que pueden ser retenidas. Los ensayos calculan el diámetro eficaz de poros como tamaño medio de partículas para el que un determinado porcentaje de las partículas es retenido, utilizando para ello el geotextil como tamiz.

Resistencia de rotura y alargamiento a la rotura.- Muy importante para geotextiles que van a actuar como armadura. La fuerza de rotura es mayor para los geotextiles tejidos que para los no tejidos, lo contrario que ocurre con el alargamiento a la rotura. Se determinan mediante una máquina de ensayo a tracción donde se somete una probeta a un esfuerzo longitudinal con velocidad de deformación constante hasta su rotura. Existen dos opciones: fijar la probeta en toda su anchura con mordazas (tracción monodireccional) o utilizar mordazas de ancho menor.

Resistencia al punzonamiento.- Comportamiento bajo una carga estática como la compactación de material. Se mide la fuerza necesaria para perforar el geotextil con un émbolo o pistón de cabeza plana.

Resistencia a la perforación.- Comportamiento bajo una carga dinámica como los impactos producidos por la caída de materiales. El ensayo consiste en medir el agujero que produce la caída de un cono desde una altura determinada. Los que mejor responden son los geotextiles agujeteados y tratados con resina.

Fluencia.- Alargamiento bajo un esfuerzo de tracción constante que puede llevar a la rotura. Ala fluencia define la pérdida de resistencia de un material de refuerzo debido al paso del tiempo (cuando un material es sometido a una carga constante en el tiempo, éste experimenta una deformación y pierde progresivamente sus propiedades mecánicas). Hay que medir la variación en el tiempo de la deformación del geotextil al someterlo a una determinada carga.

Durabilidad.- Capacidad del geotextil de mantener sus propiedades con el tiempo. Para ello se evalúa su comportamiento frente a agentes químicos (estudiando la variación de las propiedades de tracción), biológicos (evaluando los cambios de dimensiones y de las propiedades de tracción), hidrolíticos (mediante ensayo de fluencia, efecto que se aprecia antes en las poliamidas, después en los poliésteres y en menor medida en la poliolefinas) y físicos (sometiendo el geotextil a ciclos de exposición a radiación UV).

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 DATOS INFORMATIVOS

3.1.1 Ubicación

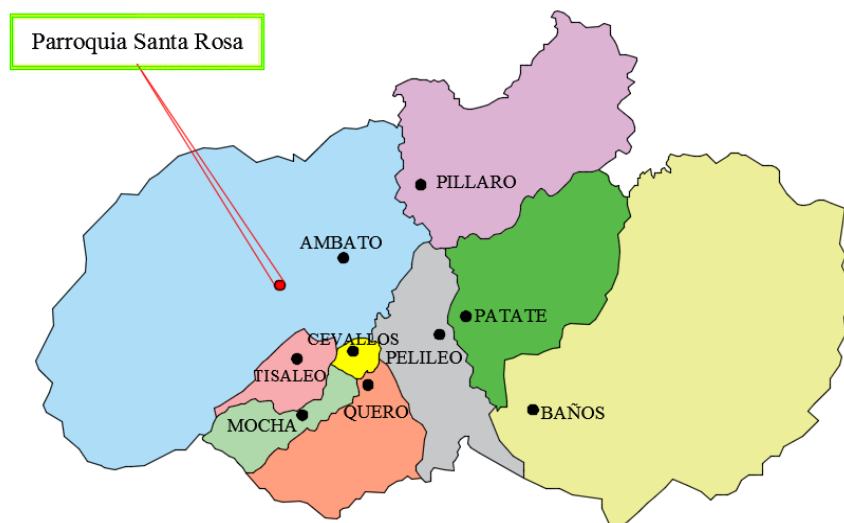
El proyecto se encuentra ubicado en la Parroquia Santa Rosa, perteneciente al Cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua, localizado a 1.20 kilómetros aproximadamente del parque central de la parroquia. El proyecto inicia en la comunidad de Miñarica Bajo y finaliza en la comunidad Carmelitas, con una longitud total de vía de 2490.95 metros.

Tabla N° 20. Coordenadas de la Ubicación del Proyecto (WGS-84)

Punto	Lugar	Abscisa	Elevación	Norte (m)	Este (m)
Inicio	Miñarica Bajo	Km 0+000.00	3,077.95	9857905.42	758864.55
Fin	Carmelitas	Km 2+490.95	3,058.95	9858505.67	758745.43

Fuente: Autor

Gráfico N° 23. Ubicación de la Parroquia Santa Rosa



Fuente: Autor.

La Parroquia Santa Rosa está limitada por:

- Norte: Cantón Ambato.
- Sur: Cantón Tisaleo y la Parroquia Juan Benigno Vela.
- Este: Parroquia Huachi Grande.
- Oeste: Con las Parroquias Quisapincha y Pasa.

3.1.2 Población

La población de la Parroquia de Santa Rosa es de 21,003 habitantes, en base al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2010.

Tabla N° 21. Promedio de Personas por Hogar, según la Parroquia

Código	Nombre de la Parroquia	Total de personas	Total de hogares	Promedio de personas por hogar
180165	SANTA ROSA	21,003	5,869	3.58

Fuente: Censo de Poblacion y Vivienda 2010 - INEC

Además, la población se encuentra distribuida de la siguiente manera como se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla N° 22. Población de la Parroquia Santa Rosa

Nombre de la Parroquia	Hombre	Mujer	Total
SANTA ROSA	10,163	10,840	21,003

Fuente: INEC, 2010

3.1.3 Condiciones Climáticas

En la zona del valle interandino de la unidad hidrográfica del río Ambato. En la cual se asienta Santa Rosa, que tiene un clima templado seco, la temperatura media anual es de 12,5°C., siendo noviembre el mes con la temperatura máxima diaria más alta (promedio mensual), que es de 24,9°C; sin embargo durante la noche la temperatura baja notablemente hasta -0,6°C, con la temperatura mínima más baja. [39]

3.2 ESTUDIOS

3.2.1 Estudio Topográfico

El levantamiento topográfico empezó en la intersección con la vía Venezuela, Comunidad Miñarica Bajo (km 0+000.00) y finalizó en la Comunidad Carmelitas (km 2+490.95), con un ancho de faja topográfica de 40 metros, tomados los puntos a partir del eje de la vía 20 metros a cada lado. Por otra parte en el levantamiento topográfico de la vía se identificó las construcciones existentes, zonas de taludes, postes y pasos de agua, que deberán tomarse en cuenta en el diseño del proyecto.

A partir del estudio topográfico se estableció que el proyecto presenta ciertos tramos montañosos sin embargo en su mayoría la topografía es ondulada, con pendientes que están alrededor de 5% en tramos ondulados y 12% en tramos montañosos. Para el diseño del proyecto vial si tomaran los valores establecidos por la norma MOP-2003 de acuerdo a la topografía que prevalece en el mismo.

3.2.2 Estudio de Tráfico

El diseño del proyecto implica determinar el número de vehículos que circulan por la vía, para lo cual se contó con una sola estación de conteo vehicular en sector conocido como “Las Cuatro Esquinas” en la comunidad Miñarica Bajo, debido a que en este punto se unen cuatro calles y por ende existirá una mayor afluencia de vehículos. Este conteo se efectuó desde el día Viernes 8 de Julio hasta el Martes 12 de Julio (5 días), durante el lapso de 12 horas a partir de las 6h00 a las 18h00 dividiendo las horas en intervalos de 15 minutos para determinar la hora pico.

Gráfico N° 24. Ubicación de la Estación de Conteo



Fuente: Google Earth Image 2016 Digital Global.

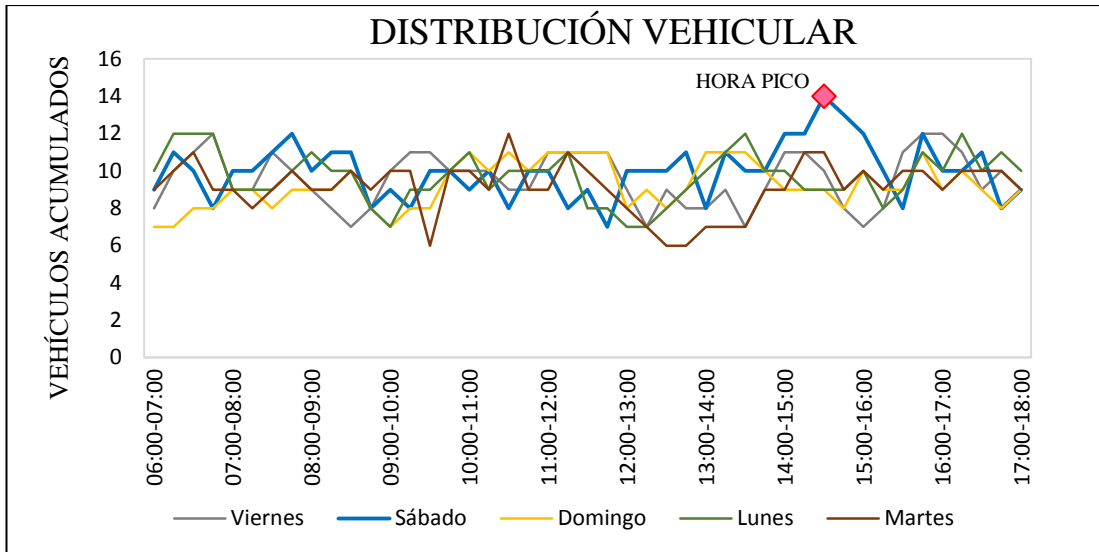
Del conteo vehicular realizado en la abscisa (km 0+732.67), se determinó que el día con mayor tráfico vehicular fue el día sábado 9 de julio del 2016, siendo la hora pico desde la 14h30 a 15h30. Del conteo vehicular se obtuvo los siguientes datos: 12 vehículos livianos y 2 camiones pequeños (C2P), dando un total de 14 vehículos durante la hora pico como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 23 . Hora Pico

Hora	Livianos	Buses	Camiones		Total de vehículos (15min)
			C2P	C2G	
14:30-14:45	2	0	0	0	2
14:45-15:00	3	0	1	0	4
15:00-15:15	4	0	0	0	4
15:15-15:30	3	0	1	0	4
TOTAL=	12	0	2	0	14

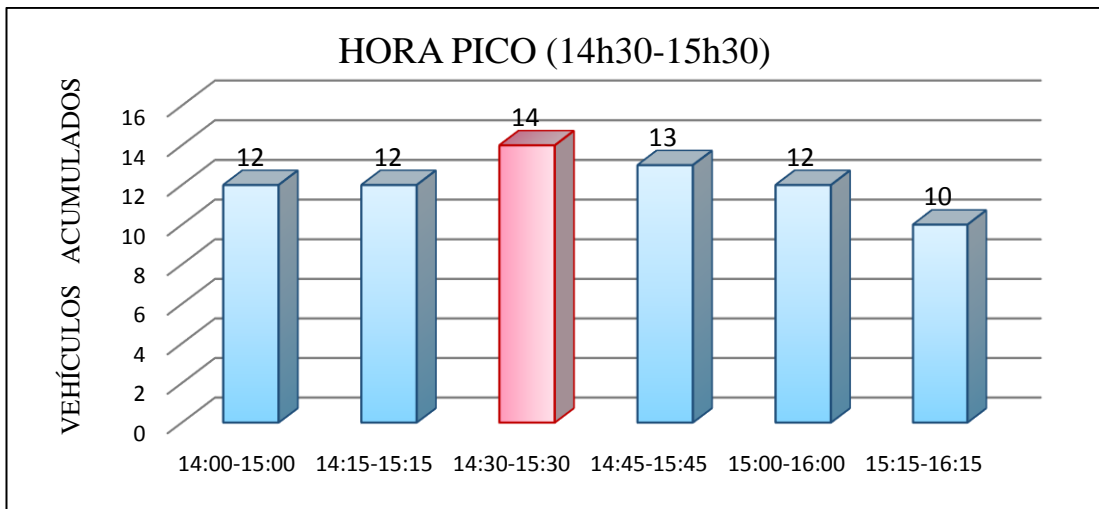
Fuente: Autor.

Gráfico N° 25. Distribución del Tráfico Vehicular Estación “Las Cuatro Esquinas”



Fuente: Autor.

Gráfico N° 26. Volumen de Vehículos en la Hora Pico



Fuente: Autor.

3.2.2.1 Cálculo del Factor Hora Pico

$$FHP = \frac{Q}{4 * Q_{15max}}$$

Donde:

FHP: Factor de hora pico.

Q: Número de vehículos de la hora pico.

Q_{15max} : Número de vehículos dentro de los 15 minutos más alto.

$$FHP = \frac{14}{4 * 4} = 0.875$$

Se tomará el factor de la hora pico igual a 1 para el proyecto para obtener un tráfico completamente uniforme.

3.2.2.2 Cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Para este cálculo se debe tomar en cuenta la trigésima hora de diseño. El volumen de tráfico de la hora pico para vías urbanas el porcentaje está comprendido entre (8% a 12%) y para vías rurales entre (12% a 18%) del TPDA.

12%	18%
$(K_{(VÍA\ URBANA)} = 10\%) \updownarrow$	$\updownarrow (K_{(VÍA\ RURAL)} = 15\%)$
8%	12%

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{K}$$

Donde:

TPDA_{actual}: Tráfico promedio diario anual actual.

VHP: Volumen de vehículos durante la hora pico.

K: Porcentaje de la 30 ava hora de diseño.

FHP: Factor de hora pico.

➤ Vehículos livianos

$$TPDA_{actual(LIVIANOS)} = \frac{12 * 1}{15\%} = 80$$

➤ Vehículos pesados (C-2P)

$$TPDA_{actual(C-2P)} = \frac{2 * 1}{15\%} = 14$$

Tabla N° 24. Tráfico Promedio Diario Anual Actual

Tipo de vehículo	VHP	Porcentaje vía rural (K)	TPDA (actual)
Livianos	12	15%	80
Pesados (C-2P)	2	15%	14
TPDA(actual) =			94

Fuente: Autor.

- **Tráfico Generado**

Para determinar el tráfico generado es necesario conocer las tasas de crecimiento de tráfico de acuerdo a número de años de proyección del proyecto.

Tabla N° 25. Tasas de Crecimiento de Tráfico

Periodo	Livianos	Buses	Pesados
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2016-2020	3.97	1.97	1.94
2021-2025	3.57	1.78	1.74
2026-2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2011

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

Donde:

TPDA_{1AÑO}: Tráfico promedio diario anual en el primer año.

TPDA_{actual}: Tráfico promedio diario anual actual.

i: Tasa de crecimiento de tráfico.

n: Número de años proyectados.

➤ Vehículos livianos

$$TPDA_{1 \text{ AÑO (LIVIANOS)}} = 80 * (1 + 0.0397)^1 = 84$$

➤ Vehículos pesados (C-2P)

$$TPDA_{1 \text{ AÑO (C-2P)}} = 14 * (1 + 0.0194)^1 = 15$$

Tabla N° 26. Tráfico Generado en el Primer Año

Tipo de vehículo	TPDA (actual)	Tasa de crecimiento (i)	Años Proyectados (n)	TPDA 1 año
Livianos	80	3.97	1	84
Pesados (C-2P)	14	1.94	1	15
TPDA (2017)=				99

Fuente: Autor

El tráfico generado se lo determinará con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$T_{generado} = 20 \% * TPDA_{1 \text{ AÑO}}$$

Donde:

$T_{generado}$: Tráfico generado.

$TPDA_{1 \text{ AÑO}}$: Tráfico promedio diario anual en el primer año.

➤ Vehículos livianos

$$T_{generado(LIVIANOS)} = 20 \% * 84 = 17$$

➤ Vehículos pesados (C-2P)

$$T_{generado(C-2P)} = 20 \% * 15 = 3$$

Tabla N° 27. Tráfico Generado

Tipo de vehículo	TPDA 1 AÑO	Porcentaje para (Tg)	Tráfico generado
Livianos	84	20%	17
Pesados (C-2P)	15	20%	3
Total de Tráfico Generado =			20

Fuente: Autor.

- Tráfico Atraído

El tráfico atraído será determinado a partir del TPDA actual calculado con la siguiente fórmula:

$$T_{atraído} = 10 \% * TPDA_{actual}$$

Donde:

$T_{\text{atraído}}$: Tráfico atraído.

$TPDA_{\text{actual}}$: Tráfico promedio diario anual actual

➤ Vehículos livianos

$$T_{\text{atraído(LIVIANOS)}} = 10 \% * 80 = 8$$

➤ Vehículos pesados (C-2P)

$$T_{\text{atraído(C-2P)}} = 10 \% * 14 = 2$$

Tabla N° 28. Tráfico Atraído

Tipo de vehículo	TPDA (actual)	Porcentaje para (Ta)	Tráfico atraído
Livianos	80	10%	8
Pesados (C-2P)	14	10%	2
Total de Tráfico Atraído =			10

Fuente: Autor.

- Tráfico Desarrollado

El tráfico desarrollado será determinado a partir del TPDA actual obtenido a través de la siguiente fórmula:

$$T_{\text{desarrollado}} = 5 \% * TPDA_{\text{actual}}$$

Donde:

$T_{\text{desarrollado}}$: Tráfico desarrollado.

$TPDA_{\text{actual}}$: Tráfico promedio diario anual actual

➤ Vehículos livianos

$$T_{\text{desarrollado(LIVIANOS)}} = 5 \% * 80 = 4$$

➤ Vehículos pesados (C-2P)

$$T_{\text{desarrollado(C-2P)}} = 5 \% * 14 = 1$$

Tabla N° 29. Tráfico Desarrollado

Tipo de vehículo	TPDA (actual)	Porcentaje para (Td)	Tráfico desarrollado
Livianos	80	5%	4
Pesados (C-2P)	14	5%	1
Total de Tráfico Desarrollado =			5

Fuente: Autor.

- Cálculo del Tráfico Actual

El tráfico actual calculado será punto de partida para determinar el TPDA total del proyecto al finalizar el periodo de diseño.

$$T_a = TPDA_{actual} + T_{generado} + T_{atraído} + T_{desarrollado}$$

Donde:

Ta: Tráfico actual

TPDA_{actual}: Tráfico promedio diario anual actual.

T_{generado}: Tráfico generado

T_{atraído}: Tráfico atraído

T_{desarrollado}: Tráfico desarrollado

Tabla N° 30. Tráfico Actual

Tipo de vehículo	TPDA (actual)	T. Generado (20%)	T. Atraído (10%)	T. Desarrollado (5%)	Tráfico actual
Livianos	80	17	8	4	109
Pesados (C-2P)	14	3	2	1	20
Tráfico actual=					129

Fuente: Autor.

3.2.2.3 Cálculo del Tráfico Futuro

Para el cálculo se tomará en cuenta las tasas de crecimiento de tráfico que otorga el MOP-2003 (Ver Tabla N° 25), para un periodo de 20 años para el diseño del proyecto.

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

Donde:

Tf: Tráfico proyectado.

Ta: Tráfico actual.

i: Tasa de crecimiento de tráfico.

n: Número de años proyectados.

➤ Vehículos livianos

$$Tf_{(LIVIANOS)} = 109(1 + 0.0325)^{20} = 207$$

➤ Vehículos pesados (C-2P)

$$Tf_{(C-2P)} = 20(1 + 0.0158)^{20} = 28$$

Tabla N° 31. Tráfico Proyectado

AÑO	INDICES DE CRECIMIENTO ANUAL			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)			TPDA TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
						C-2P	
2016	3,97	1,97	1,94	109	0	20	129
2017	3,97	1,97	1,94	114	0	21	135
2018	3,97	1,97	1,94	118	0	21	139
2019	3,97	1,97	1,94	123	0	22	145
2020	3,97	1,97	1,94	128	0	22	150
2021	3,57	1,78	1,74	130	0	22	152
2022	3,57	1,78	1,74	135	0	23	158
2023	3,57	1,78	1,74	140	0	23	163
2024	3,57	1,78	1,74	145	0	23	168
2025	3,57	1,78	1,74	150	0	24	174
2026	3,25	1,62	1,58	151	0	24	175
2027	3,25	1,62	1,58	155	0	24	179
2028	3,25	1,62	1,58	160	0	25	185
2029	3,25	1,62	1,58	166	0	25	191
2030	3,25	1,62	1,58	171	0	25	196
2031	3,25	1,62	1,58	177	0	26	203
2032	3,25	1,62	1,58	182	0	26	208
2033	3,25	1,62	1,58	188	0	27	215
2034	3,25	1,62	1,58	194	0	27	221
2035	3,25	1,62	1,58	201	0	27	228
2036	3,25	1,62	1,58	207	0	28	235

Fuente: Autor.

Del conteo vehicular realizado se estableció la hora pico, a partir de la cual se determinó el tráfico futuro para 20 años que es el periodo de diseño establecido para el proyecto, dando como resultado del estudio de tráfico 235 vehículos para el año 2036. Como resultado del tráfico futuro obtenido la carretera es de IV orden considerado como un camino vecinal de acuerdo a la clasificación dada por el MOP-2003, ya que el tráfico proyectado obtenido está comprendido en el rango de 100 a 300 vehículos.

3.2.3 Estudio de Suelos

Para el proyecto fue necesario la extracción de muestras de suelo en el Km 0+400, Km 1+400 y Km 2+400, por medio de calicatas, las cuales fueron llevadas posteriormente al laboratorio para realizar los ensayos pertinentes de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados: (Ver Anexo C)

3.2.3.1 Contenido de Humedad

El contenido de humedad fue determinado de las tres muestras de suelo obteniendo los siguientes resultados.

Tabla N° 32. Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Identificación de la Muestra			Profundidad	W%
Abscisa	km 0+400	A	50 cm	22.10
	km 1+400	B	50 cm	23.40
	km 2+400	C	50 cm	20.29

Fuente: Autor.

3.2.3.2 Granulometría

Del ensayo granulométrico se determinó que las muestras suelo son una Arena Limosa (SM) de acuerdo a la SUCS, por ende es un suelo no plástico.

Tabla N° 33. Clasificación de Suelos

CLASIFICACIÓN DE SUELOS					
Identificación de la Muestra		Profundidad		SUCS	Descripción
Abscisa	km 0+400	A	50 cm	SM	Arena Limosa
	km 1+400	B	50 cm	SM	Arena Limosa
	km 2+400	C	50 cm	SM	Arena Limosa

Fuente: Autor

3.2.3.3 Compactación de Suelos

A continuación se presentan los valores obtenidos del ensayo, los cuales servirán de punto de partida para determinar el CBR de cada una de las muestras de suelo.

Tabla N° 34. Proctor Modificado

COMPACTACIÓN DE SUELOS					
Identificación de la Muestra		Profundidad		γ_{seca} máx. (gr/cm ³)	W% (Óptimo)
Abscisa	km 0+400	A	50 cm	1.664	14.60
	km 1+400	B	50 cm	1.598	16.00
	km 2+400	C	50 cm	1.500	15.60

Fuente: Autor

3.2.3.4 CBR

Una vez realizado el procedimiento establecido para obtener el CBR de cada una de las muestras de suelo, se presentan los valores obtenidos del ensayo.

Tabla N° 35. Ensayo de CBR

CBR				
Identificación de la Muestra		Profundidad		CBR (%)
Abscisa	km 0+400	A	50 cm	18.00
	km 1+400	B	50 cm	17.00
	km 2+400	C	50 cm	15.00

Fuente: Autor.

- **CBR de Diseño**

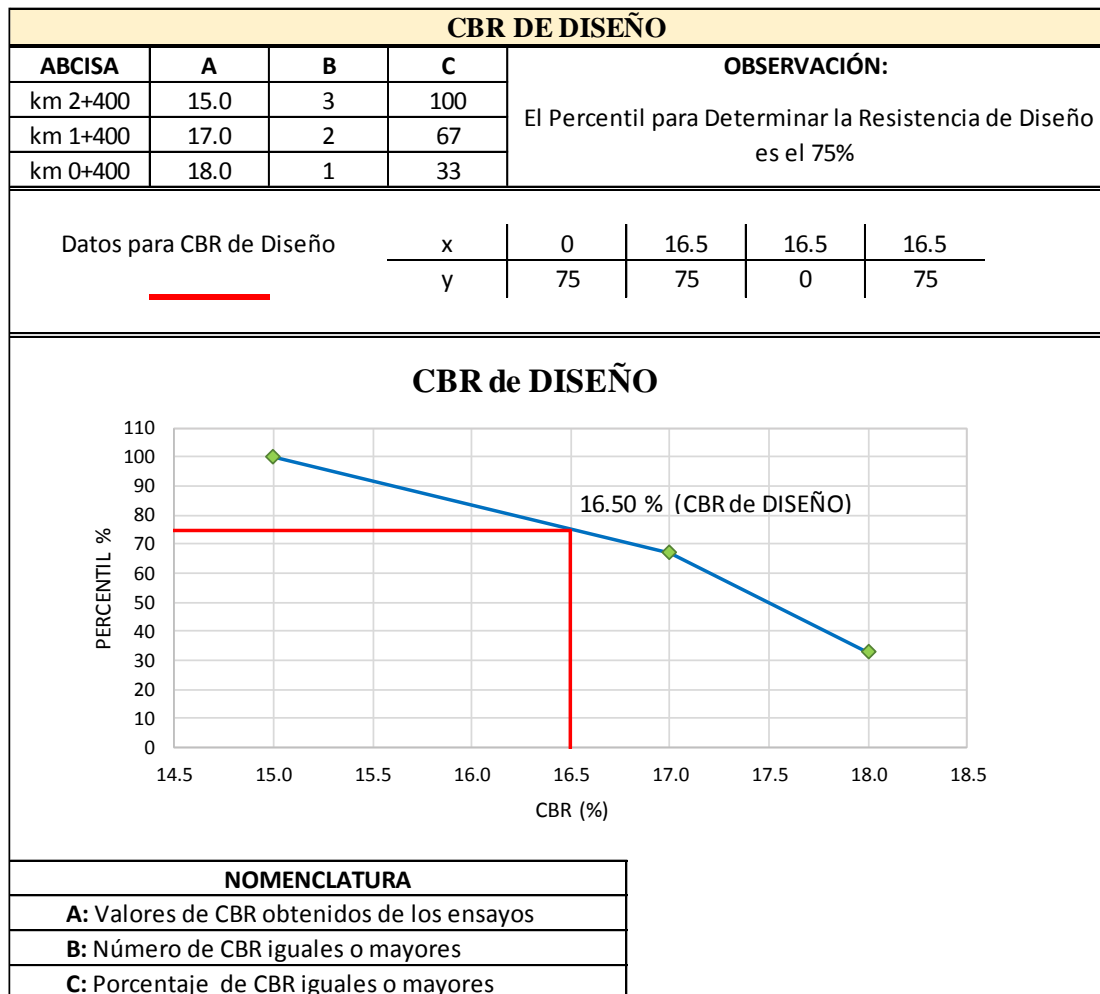
Tabla N° 36. Resistencia de Diseño vs Tránsito

Límites para la selección de resistencia	
Número de ejes equivalentes de 8.2T en el carril de diseño Nt	Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia
< 10 ⁴	60
10 ⁴ -10 ⁶	75
> 10 ⁶	90

Fuente: AASTHO, (1993)

Para determinar el CBR de diseño se utilizó el 75% percentil debido a que el número de ejes equivalentes es 118,890 al final del análisis del proyecto, mediante el empleo de una hoja de cálculo de Excel.

Gráfico N° 27. CBR de Diseño



Fuente: Autor.

El CBR es de 16.5% para el diseño de la estructura de pavimento.

Tabla N° 37. Clasificación de los Suelos

CBR	Clasificación	
0-5	Muy mala	Subrasante
5-10	Mala	
10-20	Regular a buena	
20-30	Muy buena	
30-50	Sub base buena	
50-80	Base buena	
80-100	Base muy buena	

Fuente: Mecánica de Suelos II. Ing. Francisco Mantilla, 2001

De acuerdo al CBR de diseño obtenido la subrasante está catalogada en el rango de regular a buena, por consiguiente no es necesario un mejoramiento.

3.3 CÁLCULO Y DISEÑO DEL PROYECTO

3.3.1 Diseño Geométrico

3.3.1.1 Diseño Horizontal

3.3.1.1.1 Velocidad de Diseño (Vd)

Para este parámetro es necesario tomar en cuenta la clase de carretera, el TPDA esperado para el año de proyección y fundamentalmente el tipo de topografía del proyecto ya que de esto dependerá la velocidad de diseño. En este caso el proyecto presenta una topografía montañosa en ciertos tramos, sin embargo en su mayoría la topografía es ondulada, definiendo así que la velocidad de diseño asumida será tomada en base a la topografía que prevalece en todo el proyecto. Se escogió el valor de la velocidad de diseño para el proyecto de acuerdo al MOP-2003. (Ver Tabla N° 4)

$$Vd = 35 \text{ km/h}$$

3.3.1.1.2 Velocidad de Circulación (Vc)

Esta velocidad se determinará a partir de la velocidad de diseño mediante la fórmula dada por el MOP-2003 cuando el TPDA es menor a 1000.

$$Vc = 0.8 Vd + 6.5$$

Donde:

Vc: Velocidad de circulación (km/h).

Vd: Velocidad de diseño (km/h).

$$Vc = 0.8 (35 \text{ km/h}) + 6.5$$

$$Vc = 34.5 \text{ km/h} \cong 35 \text{ km/h}$$

Se asume 35 km/h para la velocidad de circulación del proyecto. Además para el alineamiento horizontal del proyecto se estableció un ancho de calzada igual a 6 m de acuerdo a la norma MOP-2003. (Ver Tabla N° 12).

3.3.1.1.3 Distancias de Visibilidad

- Distancia de Visibilidad de Parada

La distancia de visibilidad de parada será obtenida a partir del coeficiente de fricción longitudinal mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.30}}$$

$$Dp = 07 * Vc + \frac{Vc^2}{254 * f}$$

Donde:

Dp: Distancia de visibilidad de parada (m).

Vc: Velocidad de circulación (km/h).

f : Coeficiente de fricción longitudinal.

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.30}} = \frac{1.15}{35^{0.30}} = 0.395$$

$$Dp = 07 * 35 \text{ km/h} + \frac{(35\text{km/h})^2}{254 * 0.395}$$

$$Dp = 36.70 \text{ m} \cong 37 \text{ m}$$

De acuerdo a la norma MOP-2003 establece una distancia de visibilidad de parada mínima de 35m (Ver Tabla N° 7), aunque se adoptará un valor de 37m debido al cálculo realizado.

- **Distancia de Visibilidad de Rebasamiento**

La distancia de visibilidad de rebasamiento será determinada a través de la siguiente fórmula:

$$dr = (9.54 * V) - 218$$

Donde:

dr: Distancia de visibilidad de rebasamiento (m).

V: Velocidad promedio del vehículo rebasante (km/h).

$$dr = (9.54 * 35 \text{ km/h}) - 218$$

$$dr = 115.9 \text{ m}$$

El valor de 115.9 metros calculado queda descartado porque la norma MOP-2003 establece como distancia mínima de parada 150 metros. (Ver Tabla N° 8)

3.3.1.1.4 Peralte Máximo

El peralte máximo para el proyecto es del 8% de acuerdo a la clasificación de la vía de IV orden y con una velocidad de diseño inferior a los 50 km/h dado por la norma MOP-2003. (Ver Tabla N° 9)

3.3.1.1.5 Radio Mínimo de Curvatura Horizontal

Para el proyecto se deberá determinar un valor de radio mínimo de curvatura de acuerdo a la velocidad de diseño establecida por el MOP-2003; para este cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{Vd^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R_{min} : Radio mínimo de curvatura horizontal (m).

Vd: Velocidad de diseño (km/h).

f: Coeficiente de fricción lateral. (Ver Tabla N° 38)

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

$$R_{min} = \frac{35^2}{127(0.08 + 0.255)}$$

$$R_{min} = 28.79m$$

Para el proyecto se asumirá un radio mínimo de curva de 30 metros de acuerdo a lo establecido por el MOP-2003 como se muestra en la Tabla N° 38.

Tabla N° 38. Radio Mínimo de Curvas en Función del Peralte y del Coeficiente de Fricción Lateral

Vd km/h	"f" lateral	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	0,35		7,32	7,68	8,08	15,00	18,00	20,00	20,00
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15,00	20,00	25,00	25,00
30	0,284		19,47	20,6	21,87	20,00	25,00	30,00	30,00
35	0,255		28,79	30,62	32,7	30,00	30,00	35,00	35,00
40	0,221		41,86	44,83	48,27	0,00	42,00	45,00	50,00
45	0,206		55,75	59,44	64,82	55,00	58,00	60,00	66,00
50	0,19		72,91	78,74	85,59	70,00	75,00	80,00	90,00
60	0,165	106,97	115,7	125,98	138,28	110,00	120,00	130,00	140,00
70	0,15	154,33	167,75	183,73	203,07	160,00	170,00	185,00	205,00
80	0,14	209,97	229,06	251,97	279,97	210,00	230,00	255,00	280,00
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275,00	300,00	330,00	370,00
100	0,13	342,35	374,95	414,42	463,18	350,00	375,00	415,00	465,00
110	0,124	342,34	467,04	517,8	580,95	430,00	470,00	520,00	585,00
120	0,12	515,39	566,39	629,92	708,66	520,00	570,00	630,00	710,00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003.

3.3.1.1.6 Elementos de la Curva Circular

El cálculo típico fue realizado para la curva N°04 que está ubicada en la abscisa PC= 0+420.64 m, con un radio de curvatura de 250 m y un ángulo central de $\alpha = 21^{\circ}00'21''$. Este procedimiento se lo realizara para cada una de las curvas del proyecto.

- Grado de Curvatura

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$
$$Gc = \frac{7200}{2\pi R}$$
$$Gc = \frac{7200}{2\pi(250m)} = 4.58^{\circ} = 4^{\circ}35'18''$$

- Ángulo Central

El ángulo central para esta curva es de $\Delta = \alpha = 21^{\circ}00'21''$

- Longitud de la Curva

$$\frac{l_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360}$$
$$l_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$
$$l_c = \frac{\pi(250m)(21^{\circ}00'21'')}{180}$$
$$l_c = 91.65 m$$

- Tangente de la Curva

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$
$$T = (250m) * \tan\left(\frac{21^{\circ}00'21''}{2}\right)$$
$$T = 46.35 m$$

- **External**

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$
$$E = 250m * \left(\sec \frac{21^{\circ}00'21''}{2} - 1 \right)$$
$$E = 4.26 m$$

- **Ordenada Media o Fecha**

$$M = R - R \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)$$
$$M = 250m - 250m \left(\cos \frac{21^{\circ}00'21''}{2} \right)$$
$$M = 4.19 m$$

- **Cuerda**

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:

$$CL = 2 * R * \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$$
$$CL = 2 * (250 m) * \operatorname{sen} \left(\frac{21^{\circ}00'21''}{2} \right)$$
$$CL = 91.14 m$$

De los elementos calculados para la curva anteriormente se procede a determinar el abscisado de la curva N°04 del diseño del proyecto:

$$PC = PI - T$$
$$PI = PC + T$$

Donde:

PC: Punto de comienzo de la curva.

PI: Punto de intersección de la curva.

PT: Punto terminal de la curva.

T: Tangente.

$$PC = 0 + 420.64 \text{ m}$$

$$+T = \underline{46.35 \text{ m}}$$

$$PI = 0 + 466.99 \text{ m}$$

$$PT = PC + lc$$

$$PC = 0 + 420.64 \text{ m}$$

$$+lc = \underline{91.65 \text{ m}}$$

$$PT = 0 + 512.29 \text{ m}$$

3.3.1.2 Diseño Vertical

3.3.1.2.1 Gradiente Mínima

Para el proyecto la pendiente mínima será de 0.5% de acuerdo a lo estipulado por la norma MOP-2003.

3.3.1.2.2 Gradiente Máxima

El MOP-2003 de acuerdo a las características de la vía de IV orden con una velocidad de diseño inferior de 50 km/h establece un peralte máximo del 8%. Sin embargo se puede adoptar otras gradientes de acuerdo a la longitud máxima dada por la norma MOP-2003: para 1000m la gradiente será (8% a 10%), 500m la gradiente será (10% a 12%) y finalmente para 250m la gradiente será (12% a 14%).

3.3.1.2.3 Curvas Verticales

El cálculo típico se realizó con la curva vertical N°05 del proyecto, para lo cual se tomaron los siguientes datos: PCV=0+707.39m (Cota=3044.39m), PIV= 0+734.80m (Cota=3043.96) y PTV=0+762.21m (Cota=3041.85).

$$Lc = PTV - PCV$$

Donde:

Lcv: Longitud de la curva.

PTV: Punto final de la curva vertical.

PCV: Punto inicial de la curva vertical.

$$\begin{aligned} PTV &= 0 + 762.21 \text{ m} \\ \underline{-PCV} &= \underline{0 + 707.39 \text{ m}} \\ Lcv &= \quad \quad 54.82 \text{ m} \end{aligned}$$

La curva vertical del proyecto es simétrica por ende la longitud de entrada (L1) y la longitud de salida (L2) se calcula de siguiente manera:

$$\begin{aligned} L1 &= L2 = \frac{Lcv}{2} \\ L1 &= L2 = \frac{54.82 \text{ m}}{2} \\ L1 &= L2 = 27.41 \text{ m} \end{aligned}$$

A continuación se determina el punto de intersección de la tangente PIV:

$$\begin{aligned} PIV &= PCV + \frac{Lcv}{2} \\ PCV &= 0 + 707.39 \text{ m} \\ \underline{+Lcv/2} &= \underline{\quad \quad 21.41 \text{ m}} \\ PIV &= 0 + 734.80 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Gradientes de Entrada (g_1) y Salida (g_2).**

$$\begin{aligned} g_1 &= \frac{\text{Cotas } (PIV - PCV)}{\text{Abcisas } (PIV - PCV)} * 100 \\ g_1 &= \frac{3047.56 - 3044.39}{506.98 - 707.39} * 100 \\ g_1 &= -1.58 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_2 &= \frac{\text{Cotas } (PTV - PIV)}{\text{Abcisas } (PTV - PIV)} * 100 \\ g_2 &= \frac{3041.85 - 3036.15}{762.21 - 836.35} * 100 \\ g_2 &= -7.69 \% \end{aligned}$$

- **Diferencia de Gradientes**

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = -1.58\% - (-7.69\%)$$

$$A = 6.11 \%$$

- **Cambio de Variación de Pendiente por Unidad de Longitud (k)**

La longitud de las curvas cóncavas y convexas se determinará con la siguiente formula:

$$L_{cv} = k * A$$

Por lo que el coeficiente fue:

$$K_{cal} = \frac{L_{cv}}{A}$$
$$K_{cal} = \frac{54.82 \text{ m}}{6.11 \text{ \%}} = 8.97 \%$$

El coeficiente K mínimo es 3 para la curva vertical cóncava del proyecto de acuerdo al Tabla N° 11 establecido por el MOP-2003.

$$K_{cal} > K_{MOP-2003}$$
$$8.97\% > 3 \quad [OK]$$

- **Longitud Mínima para Curva Verticales Cóncavas y Convexas**

$$L_{min} = 0.60 * Vd$$

Donde:

L_{min} : Longitud mínima curva verticales cóncavas y convexas (m).

Vd : Velocidad de diseño (km/m).

$$L_{min} = 0.60 * 35 \text{ km/h}$$

$$L_{min} = 21 \text{ m}$$

La longitud mínima para curvas verticales deberá ser mayor a 21m en el proyecto.

3.3.2 Diseño del Pavimento

El método AASHTO-93 se empleará para el diseño de la estructura de pavimento para lo cual es preciso determinar algunos parámetros que son necesarios para el cálculo del número estructural “SN” requerido. Para el cálculo se presenta la siguiente fórmula general:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_o + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}((M_R) - 8.07$$

Donde:

W₁₈: Ejes equivalentes.

Z_R: Desviación estándar normal.

S_o: Desviación estándar global.

SN: Número estructural.

ΔPSI: Cambio en la servicialidad.

M_R: Módulo de resiliencia.

3.3.2.1 Periodo de Diseño

El periodo de diseño para el proyecto va ser de 20 años de proyección, tomando en cuenta que el tipo de carretera es de bajo volumen. (Ver Tabla N° 39)

Tabla N° 39. Periodo de Diseño en Función del Tipo de Carretera

Tipo de carretera	Periodo de análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

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

3.3.2.2 Confiabilidad “R”

La Confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o menor que el previsto durante la vida de diseño adoptada. Cada valor de R está asociado estadísticamente a un valor del

coeficiente Z_r (Desviación estándar normal). A su vez, Z_r determina, en conjunto con el factor S_o (Desviación estándar global), un factor de confiabilidad. [40]

Tabla N° 40. Niveles de Confiabilidad de Acuerdo a la Clasificación Funcional de la Vía

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

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

De la Tabla N° 40 se asume un valor de confiabilidad de $R=70\%$ de acuerdo al tipo de vía del proyecto.

3.3.2.3 Desviación Estándar Normal “ Z_R ”

La desviación estándar normal se determinará a partir del valor de confiabilidad $R=70\%$ asumido para el diseño del pavimento.

Tabla N° 41. Desviación Estándar Normal

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, Z_R
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.550
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

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

De acuerdo al nivel de confiabilidad se determina el valor de desviación estándar normal dando como resultado $Z_R = -0.524$ de la Tabla N° 41.

3.3.2.4 Desviación Estándar Global “So”

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), descrita anteriormente; este paso deberá seleccionarse un valor So “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito. [40]

Para pavimentos flexibles: $0.40 < So < 0.50$

Se recomienda usar 0.45

3.3.2.5 Módulo de Resiliencia “Mr”

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. En la década de los 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones tales como el CBR, reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representan mucho mejor de que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones. [40]

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: [40]

$Mr(psi) = 1500 \times CBR$ Para CBR < 10% (sugerida por AASHTO)

$Mr(psi) = 3000 \times CBR^{0.65}$ Para CBR de 7.2% a 20% (Ecuación desarrollada en Sudáfrica)

$Mr(psi) = 4326 \times \ln CBR + 241$ (Utilizada para suelos granulares por la propia guía AASHTO)

El CBR obtenido del estudio del suelo fue 16.5%, por lo tanto el módulo de resiliencia se determinará a través de la ecuación desarrollada por Sudáfrica.

$$Mr(psi) = 3000 \times CBR^{0.65}$$

$$Mr(psi) = 3000 \times (16.5)^{0.65}$$

$$Mr(psi) = 18556.06 = 18.55 \text{ ksi}$$

Se obtuvo un módulo de resiliencia para la subrasante de 18.55 Ksi para el proyecto.

3.3.2.6 Índice de Serviciabilidad (Psi)

Es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. [40]

Índice de serviciabilidad inicial (PSI_o):	Pavimento rígidos	4.5
	Pavimento flexibles	4.2
Índice de serviciabilidad final (PSI_f):	Caminos principales	2.5 ó 3.0
	Caminos secundarios	2.0

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_f$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Una vez que se identificó los índices de serviciabilidad inicial y final de acuerdo a las características del pavimento se calculó la diferencia de serviciabilidad dando como resultado un valor de 2.2.

3.3.2.7 Cálculo del Número de Ejes Equivalentes

Para el cálculo del número de ejes equivalentes es necesario tomar en cuenta el factor de daño que ocasiona cada tipo de vehículo de acuerdo al peso de que cada uno de ellos posee.

Tabla N° 42. Factor de Daño de Acuerdo al Tipo de Vehículo

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	tons	(P/6.6) ⁴	tons	(P/8.2) ⁴	tons	(P/15) ⁴	tons	(P/23) ⁴	
BUS	4	0.135	8	0.91					1.04
2EP	2.5	0.021							1.29
	7	1.265							
2E	6	0.683	11	3.24					3.92
3	6	0.683			18	2.07			2.76
4	6	0.683					25	1.40	2.08
5	6	0.683			36	4.15			4.83
>5E	6	0.683			18	2.07	25	1.40	4.15

Fuente: Ing. Fricson Moreira. Apuntes de Pavimentos, 2014

En el proyecto se empleará el factor de daño igual a 1.29 debido a que este valor corresponde a un vehículo pesado tipo (C-2P).

- **Factor de Distribución Direccional**

Este factor será determinado en base al número de carriles que existen en una dirección del proyecto vial.

Tabla N° 43. Factor de Distribución por Dirección

Número de carriles en una dirección	Porcentaje del W18 en el carril de diseño, DD
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

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

- **Factor de Distribución por Carril**

Para determinar el número de ejes equivalentes para el carril de diseño se multiplicará por un factor del 50 % debido al número de carriles que existe en ambas direcciones.

Tabla N° 44. Factor de Distribución por Carril

Número de carriles en ambas direcciones	Porcentaje del W18 en el carril de diseño, DC
2	50
4	45
6 o más	40

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

- **Cálculo del W₁₈ Acumulado**

El cálculo del número de ejes equivalentes acumulados se determina de la siguiente manera:

$$W_{18} = TPDA_{PESADOS} * FD * 365 \text{ días}$$

Donde:

W₁₈: Número de ejes equivalentes a 8.2 tons.

TPDA_{PESADOS}: Cantidad de vehículos pesados.

FD: Factor de daño.

$$W_{18} = TPDA_{C-2P} * FD_{C-2P} * 365 \text{ días}$$

$$W_{18}(2016) = 20 * 1.29 * 365 = 9,417$$

$$W_{18}(2017) = 21 * 1.29 * 365 = 9,888$$

$$W_{18}(ACUMULADO) = W_{18}(2016) + W_{18}(2017)$$

$$W_{18}(ACUMULADO) = 9,417 + 9,888 = 19,305$$

Este procedimiento se repetirá hasta determinar el número de ejes equivalentes que se obtendrá en el año 2036.

- **Cálculo del W₁₈ Carril de Diseño**

$$W_{18(\text{carril de diseño})}(2017) = W_{18(ACUMULADO)}(2017) * 50\%$$

$$W_{18(\text{carril de diseño})}(2017) = 19,305 * 50\%$$

$$W_{18(\text{carril de diseño})}(2017) = 9,652$$

Para obtener el número de ejes equivalentes para el carril de diseño se deberá repetir el procedimiento.

Tabla N° 45. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes a 8.2 tons.

AÑO	INDICES DE CRECIMIENTO ANUAL			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL		TPDA TOTAL	W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS			
					C-2P			
2016	3.97	1.97	1.94	109	20	129	9,417	4,709
2017	3.97	1.97	1.94	114	21	135	19,305	9,652
2018	3.97	1.97	1.94	118	21	139	29,193	14,596
2019	3.97	1.97	1.94	123	22	145	39,551	19,776
2020	3.97	1.97	1.94	128	22	150	49,910	24,955
2021	3.57	1.78	1.74	130	22	152	60,269	30,134
2022	3.57	1.78	1.74	135	23	158	71,098	35,549
2023	3.57	1.78	1.74	140	23	163	81,928	40,964
2024	3.57	1.78	1.74	145	23	168	92,757	46,379
2025	3.57	1.78	1.74	150	24	174	104,058	52,029
2026	3.25	1.62	1.58	151	24	175	115,358	57,679
2027	3.25	1.62	1.58	155	24	179	126,659	63,329
2028	3.25	1.62	1.58	160	25	185	138,430	69,215
2029	3.25	1.62	1.58	166	25	191	150,201	75,101
2030	3.25	1.62	1.58	171	25	196	161,972	80,986
2031	3.25	1.62	1.58	177	26	203	174,215	87,107
2032	3.25	1.62	1.58	182	26	208	186,457	93,228
2033	3.25	1.62	1.58	188	27	215	199,170	99,585
2034	3.25	1.62	1.58	194	27	221	211,883	105,941
2035	3.25	1.62	1.58	201	27	228	224,595	112,298
2036	3.25	1.62	1.58	207	28	235	237,779	118,890

Fuente: Autor.

En el proyecto para un periodo de 20 años se estableció que el número de ejes equivalentes para el carril de diseño para el año 2036 va ser 118,890.

3.3.2.8 Cálculo del Número Estructural “SN”

Para determinar el número estructural “SN” para la estructura de pavimento se realizó mediante la aplicación del software “Ecuación AASHTO 93”.

Gráfico N° 28. Cálculo del Número Estructural Requerido “SN”

Fuente: Autor.

Se determinó 1.48 como el número estructural requerido “SN” mediante el uso del software “Ecuación AASHTO 93”.

3.3.2.9 Determinación de Espesores por Capa

Una vez que el diseñador ha obtenido el número estructural SN para la selección estructural del pavimento, utilizando la ecuación general básica de diseño, donde se involucran los parámetros anteriores descritos (tránsito, R, So, Mr, Psi), se requiere ahora 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 subbase, haciéndose notar que el método de AASHTO, versión 1993, ya involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y subbase: [40]

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

Donde:

$a_1 a_2$ y a_3 : Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase respectivamente.

D_1 , D_2 y D_3 : Espesores de la carpeta, base y subbase respectivamente.

m_2 y m_3 : Coeficientes de drenaje para base y subbase respectivamente.

Para el cálculo de los espesores D_1 y D_2 (en pulgadas), el método sugiere respetar los siguientes mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados:
[40]

Tabla N° 46. Espesores Mínimos en Función de los Ejes Equivalentes

Tráfico W18	Concreto asfáltico, D_1 (plgs)	Capa base, D_2 (plgs)
<50000	1,0 (o tratamiento superficial)	4
50001 a 150000	2	4
150001 a 500000	2,5	4
500001 a 2000000	3	6
2000001 a 7000000	3,5	6
7000000	4	6

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

En base al número de ejes equivalentes calculados W18 para el carril de diseño fue 118,890 a partir del cual se determinó los espesores mínimos: 2 plgs para el concreto asfáltico (D_1) y 4 plgs para la capa base (D_2).

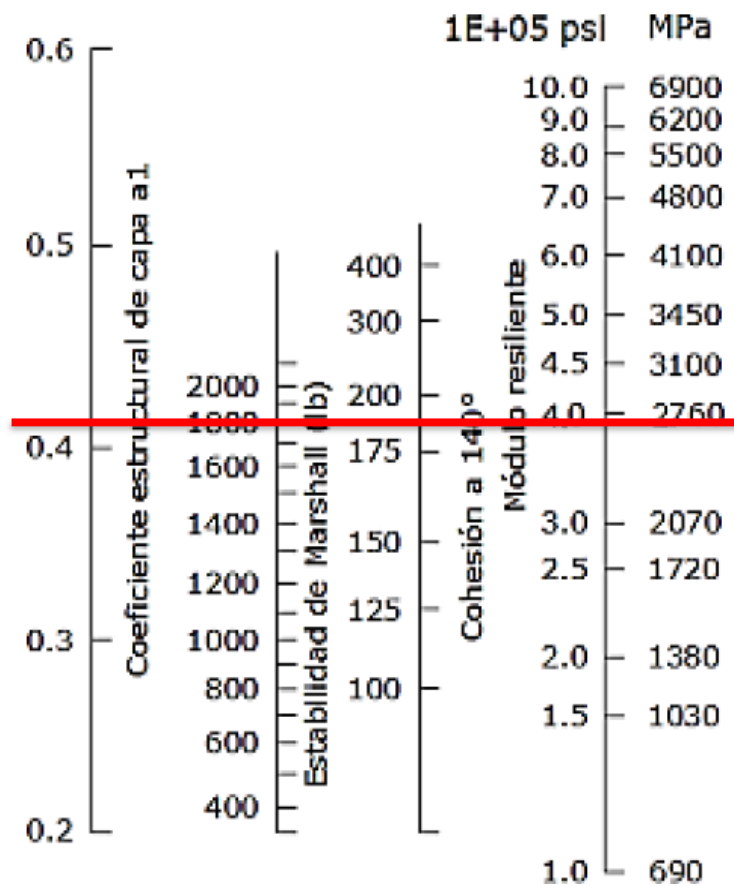
Coefficientes Estructurales (a_1 , a_2 y a_3)

Los coeficientes estructurales representan la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes.

- Coeficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica (a_1)

Para determinar este coeficiente se asume un valor mínimo de 1800 libras de estabilidad Marshall para un tráfico catalogado como pesado de acuerdo al rango del TPDA establecido para el proyecto.

Gráfico N° 29. Nomograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Carpeta
Asfáltica



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

Los valores a partir del nomograma: $a_1 = 0.41$ de coeficiente estructural de la carpeta asfáltica y un módulo de resiliencia de $3.9 \times 10^5 \text{ Psi} = 390 \text{ Ksi}$.

Aunque si se requiere datos con mayor precisión se puede recurrir a la siguiente tabla de la cual por medio de la interpolación se podrán obtener los valores requeridos.

Tabla N° 47. Módulos de la Carpeta Asfáltica

Módulos elásticos		Valores 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: Guide for Design of Pavement Structures. AASHTO, 1993

De la Tabla N° 47 se identificó el intervalo en el que se encuentra el valor de módulo de resiliencia igual 3.9×10^5 Psi, a partir de la cual se realizará una interpolación.

M.Elástico	Valores de a ₁	
400000	0.420	
390000	X = ?	
<u>– 375000</u>	<u>0.405</u>	
25000	→ 0.015	
<u>15000</u>	<u>→ X</u>	
$X = \frac{15000 * 0.015}{25000} = 0.009$		
$X = 0.405 + 0.009 = 0.414$		

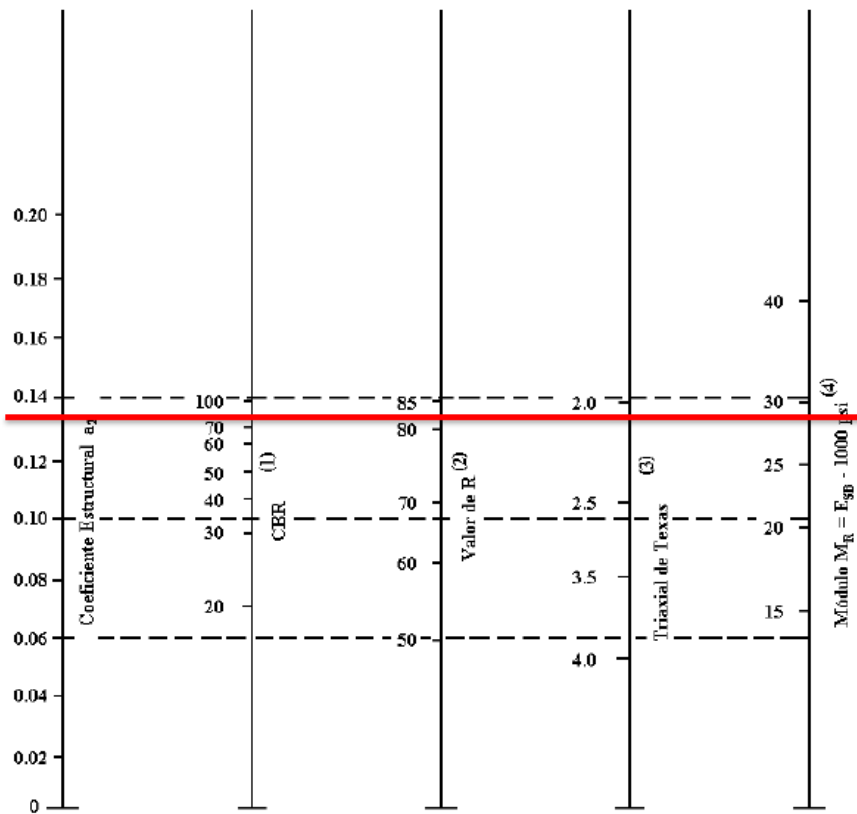
Para un módulo de resiliencia de 390000 Psi se determinó que el valor fue:

$$a_1 = 0.414$$

- **Coefficiente Estructural de la Base Granular (a₂)**

Las bases deben tener un CBR $\geq 80\%$ de acuerdo a lo establecido por el MOP-2003, por lo tanto para determinar los valores se asume un CBR de 80%.

Gráfico N° 30. Nomograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Base Granular



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

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

Tabla N° 48. Coeficiente Estructural de la Base Granular a_2

Base	
CBR (%)	Valores de a_2
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

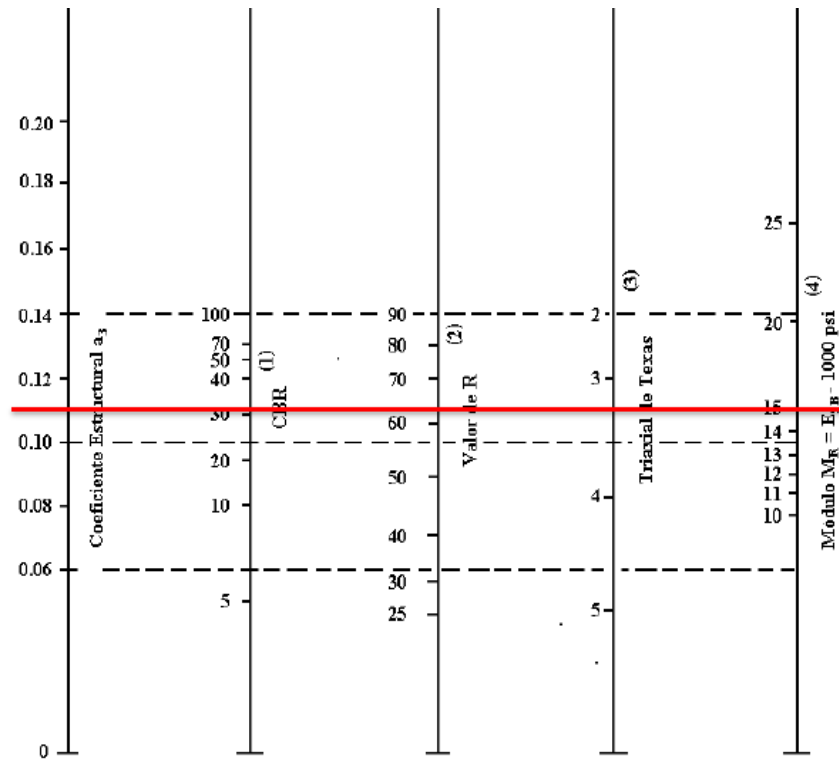
Fuente: Guide for Design of Pavement Structures. AASHTO, 1993

Los valores a partir del nomograma y de la Tabla N° 48 son los siguientes: $a_2 = 0.133$ del coeficiente estructural de la base granular y un módulo de resiliencia de 28500 Psi = 28.5 Ksi.

- **Coeficiente Estructural de la Sub-base Granular (a_3)**

El MOP-2003 especifica que las subbases granulares deben tener un CBR $\geq 30\%$ de manera que se establece un CBR = 30% mínimo.

Gráfico N° 31. Nomograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Sub-base Granular



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

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

Tabla N° 49. Coeficiente Estructural de la Base Granular a_2

Sub-Base	
CBR (%)	Valores de a_2
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: Guide for Design of Pavement Structures. AASHTO, 1993

Los valores a partir del nomograma y de la Tabla N° 49 son los siguientes: $a_3 = 0.108$ del coeficiente estructural de sub-base granular y un módulo de resiliencia de 14800 Psi = 14.80 ksi.

Coeficientes de Drenaje

La calidad de drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las cargas granulares (capa base y sub-base): [40]

Tabla N° 50. Calidad de Drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

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

En la siguiente tabla, se presentan los valores recomendados para m_2 y m_3 (bases y sub-bases granulares sin estabilizar) en función de la calidad del drenaje y el porcentaje del tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura del pavimento pueda estar expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación. [40]

Tabla N° 51. Coeficientes de Drenaje m_2 y m_3

Calidad de 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: Guide for Design of Pavement Structures. AASHTO, 1993

Para el diseño se establece que la calidad de drenaje para el proyecto es regular, por lo tanto de los valores determinados se escogió un valor de porcentaje intermedio igual a 0.90% tanto como para m_1 y m_2 .

Cálculo de los Espesores de la Estructura del Pavimento Flexible

A continuación se presenta todos los datos obtenidos previamente para el cálculo:

Tipo de pavimento	Pavimento flexible
Periodo de diseño	20 años
W18 acumulado para el carril de diseño	118890
Confiabilidad “R”	70
Desviación estándar normal “Z _r ”	-0.524
Desviación estándar global “S _o ”	0.45
Módulo de resiliencia de la subrasante “M _r ”	18556.06Psi= 18.55 Ksi
Serviciabilidad inicial PSIo	4.2
Serviciabilidad inicial PSIf	2.0
Pérdida de serviciabilidad inicial ΔPSI	2.2
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica a ₁	0.414
Coefficiente estructural de la base granular a ₂	0.133
Coefficiente estructural de la sub-base granular a ₃	0.108
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica M _{r1}	390000 Psi=390 Ksi
Módulo de resiliencia de la base granular M _{r2}	28500 Psi=28.50 Ksi
Módulo de resiliencia de la sub-base granular M _{r3}	14800 Psi=14.80 Ksi
Coefficientes de drenaje m ₂ y m ₃	0.90

Se empleará una hoja de cálculo de Excel para determinar el espesor de cada una de las capas del pavimento flexible.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: Estudio y diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas, perteneciente a la Parroquia Santa Rosa Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua y estabilización de taludes por medio de geotextiles.

SECCIÓN: Km 0+000 a Km 2+500

FECHA: 05/08/2016

REALIZADO POR: Egda. Gabriela Valenzuela.

REVISADO POR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLES
METODO AASHTO 1993

DATOS DE ENTRADA :

1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES

DATOS

A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	390.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	14.80

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	118,890
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-0.524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	18.55
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)	0.414
Base granular (a ₂)	0.133
Subbase (a ₃)	0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m ₂)	0.900
Subbase (m ₃)	0.900

DATOS DESALIDA :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1.48
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.23
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.39
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0.14

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

	PROPUESTA		
	TEORICO	ESPELOR	SN*
ESPELOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.5 cm	5.0 cm	0.81
ESPELOR BASE GRANULAR (cm)	8.3 cm	10.0 cm	0.47
ESPELOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-3.7 cm	10.0 cm	0.38
ESPELOR TOTAL (cm)		25.0 cm	1.67

Análisis del Diseño Final con Sistema Multicapa

Para este análisis también es necesario determinar el número estructural para cada una de las capas para lo cual se va utilizar el software “Ecuación AASHTO 93”.

- Carpeta Asfáltica D_1

Para el espesor de la carpeta asfáltica se adopta el módulo de resiliencia de la base granular $M_{r2} = 28500$ Psi.

Gráfico N° 32. Cálculo del Número Estructural “ SN_1 ” para la Carpeta Asfáltica

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' is set to '70 % Zr=-0.524' and 'So = 0.45'. 'Serviciabilidad inicial y final' shows 'PSI inicial = 4.2' and 'PSI final = 2'. 'Módulo resiliente de la subrasante' is 'Mr = 28500 psi'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected, with 'W18 = 118890'. The 'Número Estructural' field shows 'SN = 1.23', which is highlighted with a red border. There are 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor.

$$SN_1 = 1.23$$

Teórico

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{1.23}{0.414} = 2.97 \text{ Plg} = 7.55 \text{ cm}$$

Propuesta

$$D_1' = 5 \text{ cm}$$

$$SN_1' = D_1' * a_1 = (5 \text{ cm} * 0.414) = 2.07 \text{ cm} = 0.81$$

- **Base D₂**

Para el espesor de la capa base se adopta el módulo de resiliencia de la sub-base granular $M_{r3} = 14800$ Psi.

Gráfico N° 33. Cálculo del Número Estructural “SN₂” para la Base

Fuente: Autor.

$$SN_2 = 1.63$$

Teórico

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 * m_2} = \frac{1.63 - 0.81}{0.133 * 0.90} = 6.85 \text{ Plg} = 17.40 \text{ cm}$$

Propuesta

$$D'_2 = 10 \text{ cm}$$

$$SN'_2 = D'_2 * a_2 * m_2 = (10 \text{ cm} * 0.133 * 0.90) = 1.19 \text{ cm} = 0.47$$

- **Sub-Base D₃**

Para el espesor de la sub-base se adopta el módulo de resiliencia de la subrasante $M_r = 18556.06$ Psi.

$$SN_3 = SN = 1.48$$

Teórico

$$D_3 = \frac{SN - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 * m_3} = \frac{1.48 - (0.81 + 0.47)}{0.108 * 0.90} = 2.05 \text{ Plg} = 5.22 \text{ cm}$$

Propuesta

$$D'_3 = 10 \text{ cm}$$

$$SN'_3 = D'_3 * a_3 * m_3 = (10 \text{ cm} * 0.108 * 0.90) = 1.19 \text{ cm} = 0.38$$

El número estructural “SN” calculado se determina de la siguiente manera:

$$SN_{\text{CALCULADO}} = SN'_1 + SN'_2 + SN'_3$$

$$SN_{\text{CALCULADO}} = 0.81 + 0.58 + 0.38$$

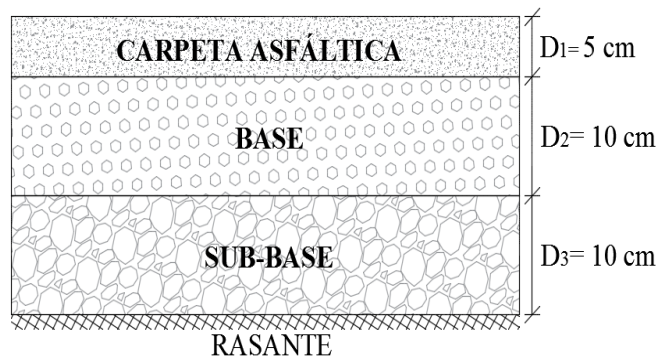
$$SN_{\text{CALCULADO}} = 1.66$$

$$SN_{\text{CALCULADO}} \geq SN_{\text{REQUERIDO}}$$

$$1.66 > 1.48 \text{ [OK]}$$

De la ecuación anterior se concluye que los espesores establecidos para la estructura de pavimento flexible son adecuados para el proyecto. A continuación se representa un esquema de la estructura de pavimento.

Gráfico N° 34. Espesores de la Estructura de Pavimento



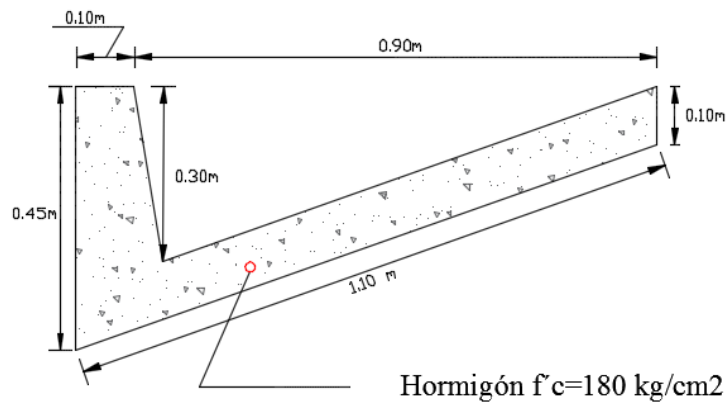
Fuente: Autor.

3.3.3 Sistema de Drenaje

3.3.3.1 Diseño de Cunetas

Para el proyecto se adoptó la forma triangular para las cunetas debido a su facilidad de construcción y mantenimiento son las más idóneas, revestidas de hormigón $f'c=180\text{kg/cm}^2$.

Gráfico N° 35. Dimensiones de la Sección de la Cuneta



Fuente: Autor.

Cabe recalcar que para el dimensionamiento de la sección de la cuneta el elemento va a ser considerado que va a trabajar a sección llena.

Área mojada (A_m)

$$A_m = \frac{b * h}{2} = \frac{0.90\text{m} * 0.30\text{m}}{2} = 0.135\text{m}^2$$

Perímetro mojado (P_m)

$$P_m = \sqrt{0.30^2 + 0.85^2} + \sqrt{0.05^2 + 0.30^2} = 0.901\text{m} + 0.304\text{m} = 1.205\text{m}$$

Radio hidráulico (R_m)

$$R_m = \frac{A_m}{P_m} = \frac{0.135\text{m}^2}{1.205\text{m}} = 0.1120 \text{ m}$$

Para el diseño de la sección de la cuneta se consideran las siguientes fórmulas:

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación de la Continuidad:

$$Q = A * V$$

Donde:

V: Velocidad media del agua (m/seg)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

R: Radio hidráulico (m).

J: Pendiente (m/m).

Q: Caudal de la cuneta (m³/seg).

A: área mojada de la sección (m²).

A continuación se presentan los coeficientes de Manning de acuerdo al tipo de recubrimiento de las cunetas.

Tabla N° 52. Coeficientes de Rugosidad de Manning

TIPO DE ESCURRIMIENTO	n
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15 cm	0.04
Césped con menos de 15 cm	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: Apuntes de Hidrología

$$V = \frac{1}{0.016} * (0.1120)^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 14.522 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0.135m^2 * 14.522 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1.96 * J^{\frac{1}{2}}$$

En el proyecto se tiene una pendiente longitudinal máxima de 13.81% por lo tanto el cálculo se realizó hasta una pendiente de 14%.

Tabla N° 53. Velocidades y Caudales para Diferentes Pendientes

J%	J	V(m/seg)	Q(m3/seg)
0.50	0.005	1.027	0.139
1.00	0.010	1.452	0.196
1.50	0.015	1.779	0.240
2.00	0.020	2.054	0.277
2.50	0.025	2.296	0.310
3.00	0.030	2.515	0.339
3.50	0.035	2.717	0.367
4.00	0.040	2.904	0.392
4.50	0.045	3.081	0.416
5.00	0.050	3.247	0.438
5.50	0.055	3.406	0.460
6.00	0.060	3.557	0.480
6.50	0.065	3.702	0.500
7.00	0.070	3.842	0.519
7.50	0.075	3.977	0.537
8.00	0.080	4.107	0.554
8.50	0.085	4.234	0.571
9.00	0.090	4.357	0.588
9.50	0.095	4.476	0.604
10.00	0.100	4.592	0.620
10.50	0.105	4.706	0.635
11.00	0.110	4.816	0.650
11.50	0.115	4.925	0.665
12.00	0.120	5.031	0.679
12.50	0.125	5.134	0.693
13.00	0.130	5.236	0.707
13.50	0.135	5.336	0.720
14.00	0.140	5.434	0.733

Fuente: Autor.

Cálculo del caudal admisible.

$$Q = 1.96 * (0.14)^{\frac{1}{2}} = 0.733 \text{ m}^3$$

3.3.3.1.1 Caudal Máximo Probable

Se empleará el “Método racional” para el cálculo del caudal máximo probable dado que este considera una cuenca pequeña cuando el área de la cuenca es inferior a las 400 hectáreas y el tiempo de concentración es menor a 6 horas.

Para determinar el caudal que circulará por la cuneta diseñada se empleará la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal máximo probable (m³/seg).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de la precipitación, (mm/h) para una duración igual al tiempo de concentración.

A: Área de la cuenca (Ha).

3.3.3.1.1.1 Coeficiente de Escorrentía

Estos coeficientes deberán ser elegidos de acuerdo a las condiciones que presenta el proyecto vial en estudio; y será determinado mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$C = 1 - \sum C'$$

Donde:

C: Coeficiente de escorrentía.

C': Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen directamente en la es correntía.

Tabla N° 54. Valores de Escurrimiento

POR LA TOPOGRAFÍA	C
Plana con pendientes de 0.2-0.6 m/km	0.30
Moderada con pendientes de 3.0-4.0 m/km	0.20
Colinas con pendientes de 30-50 m/km	0.10
POR EL TIPO DE SUELO	C
Arcilla compactada impermeable	0.10
Combinación de limo y arcilla	0.20
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.40
POR LA CAPA VEGETAL	C
Terrenos cultivados	0.10
Bosques	0.20

Fuente: Apuntes de diseño de vías

$$C = 1 - (0.10 + 0.40 + 0.10)$$

$$C = 0.40$$

El coeficiente de escorrentía establecido para el sistema de drenaje fue de 0,40.

3.3.3.1.1.2 Intensidad de Precipitación (mm/h)

El proyecto se encuentra ubicado en la zona 33 del mapa de zonificación de intensidades de precipitación del INAMHI 1999 y de acuerdo a la tabla de ecuaciones representativas de estaciones pluviográficas se encuentra en la estación Ambato con código M-066.

Duración 5 min < 34 min

$$I_{TR} = 197.86 * \frac{1}{t^{0.5556}} * Id_{TR}$$

Duración 34 min < 1440 min

$$I_{TR} = 616.96 * \frac{1}{t^{0.885}} * Id_{TR}$$

Intensidad Diaria para un Periodo de Retorno dado Id_{TR}

Para el proyecto fue necesario establecer la estación pluviométrica más cercana para determinar la precipitación máxima en lapso de 24 horas de acuerdo al INAMHI.

Gráfico N° 36. Estadística Mensual y Anual de las Variables Climatológicas

M0258		QUEROCHACA(UTA)										INAMHI							
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		MEDIAS				Máxima	Minima	Mensual	Máxima			Minima	Media	Suma		Máxima en 24hrs	dir
ENERO	172.9	23.8	20	1.9	30	20.6	6.8	12.8	99	13	35	27	73	7.6	10.6	38.0	14.7	2	12
FEBRERO	111.5	23.0	5	4.8	5	20.3	8.4	13.3	98	3	43	26	78	9.1	11.6	72.1	20.9	16	17
MARZO	156.2	23.5	3	3.5	3	20.9	7.1	13.2	99	6	40	4	80	8.0	10.8	39.7	17.6	20	11
ABRIL	124.5	23.5	3	4.0	28	19.9	8.2	12.9	99	1	44	29	78	9.2	11.6	108.8	20.5	21	22
MAYO	120.7	24.8	12	4.0	19	19.1	8.1	12.6	99	13	46	20	81	9.0	11.6	75.9	13.9	12	22
JUNIO	127.3	23.0	6	3.4	28	18.5	7.7	12.3	99	1	44	29	78	8.2	10.9	56.1	21.6	25	14
JULIO	110.7	21.5	29	4.6	20	17.0	7.5	11.4	99	12	44	14	80	7.8	10.6	58.1	7.9	11	22
AGOSTO	171.6	21.8	1	1.1	25	18.5	7.1	12.1	99	24	44	25	75	7.4	10.3	79.5	17.9	8	15
SEPTIEMBRE	118.7	22.4	24	4.5	29	18.2	7.0	12.0	98	2	44	23	76	7.5	10.4	41.7	15.1	24	18
OCTUBRE	170.5	24.3	13	4.0	30	21.3	6.8	13.4	98	27	30	19	68	6.9	10.1	15.8	4.3	26	9
NOVIEMBRE	172.5	24.2	21			21.0	7.3	13.4	98	2	27	21	71	7.5	10.5	56.9	13.8	7	18
DICIEMBRE	130.5	21.3	11	4.2	11	18.9	8.7	12.9	99	13	36	23	79	8.9	11.5	99.3	38.6	1	20
VALOR ANUAL	1687.6					19.5	7.6	12.7					76	8.1	10.9	741.9	38.6		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Oclas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)									
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs dia		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS													
ENERO	106.3	5.4	20	7															1.6							
FEBRERO	89.3	4.8	28	8	2.8	16	2.7	4	2.4	11	3.8	10	2.4	13	2.6	14	2.4	13	0.0	0	20	84	8.0	SE	1.4	
MARZO	101.2			7																						1.9
ABRIL	84.7			7	3.0	7	2.3	3	2.8	31	1.7	11	2.6	12	1.3	3	3.3	3	3.3	3	26	90	8.0	E	1.3	
MAYO	88.3	5.7	10	7	5.0	3	0.0	0	3.1	38	1.9	15	3.4	10	1.5	2	2.8	7	1.0	1	25	93	8.0	E	1.3	
JUNIO	81.4	5.0	20	6	4.5	2	3.0	1	5.1	29	2.6	19	2.4	20	3.0	2	0.0	0	5.0	2	24	90	20.0	E	1.4	
JULIO	70.9			7	0.0	0	2.0	1	3.5	33	3.4	19	2.6	15	2.0	1	3.0	4	0.0	0	26	93	12.0	E	1.4	
AGOSTO	100.6	5.1	12	6	0.0	0	3.7	3	4.7	45	2.4	14	1.9	22	2.3	3	4.5	2	0.0	0	11	93	11.0	E	2.1	
SEPTIEMBRE	92.4	4.8	29	7	1.0	1	0.0	0	4.8	39	3.5	12	2.7	18	2.5	2	2.1	8	0.0	0	20	90	10.0	SE	2.3	
OCTUBRE	125.5	6.2	22	6	3.2	12	3.4	5	3.9	27	2.5	9	2.2	22	2.5	4	2.0	2	0.0	0	19	93	8.0	E	2.3	
NOVIEMBRE	116.9	5.9	25	6	3.3	10	2.3	7	3.6	21	2.0	1	2.3	26	1.0	1	2.3	4	0.0	0	30	90	8.0	E	2.2	
DICIEMBRE	93.9	5.2	31	7	2.0	3	1.5	2	2.9	24	2.3	13	1.5	12	1.7	3	2.0	2	0.0	0	41	93	8.0	E	2.0	
VALOR ANUAL	1151.4			7																						2.0

Fuente: Anuario Meteorológico Nro.51-2011

De la estación Querochaca (UTA) con código M0258 se determinó que la precipitación máxima se obtuvo durante el mes de diciembre con una precipitación de 38.6 mm en las 24 horas.

$$P_{\text{máx}}(\text{mm}) = Id_{TR}(\text{mm/h}) * 24h$$

$$Id_{TR} = \frac{P_{\text{máx}}}{24h}$$

$$Id_{TR} = \frac{38.6\text{mm}}{24h}$$

$$Id_{TR} = 1.61 \text{ mm/h}$$

Se estableció una intensidad diaria igual a 1.61 mm/h para el sistema de drenaje.

- **Periodo de Retorno (años)**

Usualmente se utiliza para cunetas 10 años como periodo de retorno.

- **Tiempo de Concentración o Tiempo de Duración de la Lluvia (min)**

El tiempo de concentración se lo determinará a partir de la fórmula de Rowe que se encuentra en la norma MOP-2003:

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración (min).

L=Longitud de la cuneta (m).

H: Desnivel entre el punto de inicio de la cuneta y el punto de descarga (m).

Para el cálculo de este parámetro se tomaron los siguientes datos del proyecto: Punto de inicio: Abscisa km 0+526.60 (Cota 3047.28) y el Punto de descarga: Abscisa km 0+714.24 (Cota 3044.25).

$$tc = 0.0195 \left(\frac{187.64^3}{3047.28 - 3044.25} \right)^{0.385}$$
$$tc = 5.37 \text{ min}$$

Por lo tanto la intensidad de lluvia:

$$I_{TR} = 197.86 * \frac{1}{t^{0.5556}} * Id_{TR}$$
$$I_{TR} = 197.86 * \frac{1}{5.37^{0.5556}} * 1.61$$
$$I_{TR} = 125.20 \text{ mm/h}$$

3.3.3.1.2 Área de Drenaje de la Cuneta

$$A = (\text{Ancho de calzada} + \text{Cuneta}) * L$$

$$A = (3m + 1m) * 187.64 m$$

$$A = 750.56 m^2/10000$$

$$A = 0.075Ha$$

Por lo tanto el caudal máximo:

$$Q = \frac{0.40 * 125.20 * 0.075}{360}$$

$$Q = 0.010 m^3/seg$$

$$0.733m^3/seg > 0.010m^3/seg [OK]$$

De acuerdo a lo anterior se deduce que las dimensiones dadas a la sección de la cuneta son las correctas ya que el caudal admisible es mayor que el calculado.

Tabla N° 55. Caudales Máximos para Cunetas Laterales

Abscisa Descarga	Pto. Inicial	Pto. Descarga	Longitud cuneta	Ancho de drenaje			Área de drenaje	Desnivel de alcantarilla	Tiempo de concentración		Intensidad diaria	Intensidad de lluvia	Coef.	Caudal Probable
				Calzada	Cuneta	Total			Calculado	Asumido				
	(km)	(km)	(km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(min)	(min)	mm/h	mm/h	-	m3/seg
(km)	<i>a</i>	<i>b</i>	$c = a - b $	<i>d</i>	<i>e</i>	$f = d + e$	$g = \frac{c * f}{10000}$	H	$i = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$		$j = I d_{TR}$	$k = \frac{197.8 * j}{i^{0.5556}}$	<i>C</i>	$Q = \frac{C * k * g}{360}$
0+220.00	0+000.00	0+220.00	220.00	3	1	4	0.088	13.57	3.63	5.00	1.61	130.27	0.40	0.013
	0+311.44	0+220.00	99.15	3	1	4	0.040	3.62	2.40	5.00	1.61	130.27	0.40	0.006
0+526.60	0+311.44	0+526.60	215.16	3	1	4	0.086	20.72	3.00	5.00	1.61	130.27	0.40	0.012
0+714.24	0+526.60	0+714.24	187.64	3	1	4	0.075	3.03	5.37	5.37	1.61	125.20	0.40	0.010
1+106.40	0+714.24	1+106.40	392.16	3	1	4	0.157	16.53	6.55	6.55	1.61	112.12	0.40	0.020
1+294.39	1+106.40	1+294.39	187.99	3	1	4	0.075	2.42	5.87	5.87	1.61	119.16	0.40	0.010
1+712.07	1+294.39	1+712.07	417.68	3	1	4	0.167	21.61	6.36	6.36	1.61	113.97	0.40	0.021
1+916.66	1+712.07	1+916.66	204.59	3	1	4	0.082	13.46	3.35	5.00	1.61	130.27	0.40	0.012
	2+190.16	1+916.66	273.50	3	1	4	0.109	32.35	3.34	5.00	1.61	130.27	0.40	0.016
2+190.16	2+490.95	2+190.16	300.79	3	1	4	0.120	36.37	3.56	5.00	1.61	130.27	0.40	0.017
$\Sigma =$							0.999						$\Sigma =$	0.137

Fuente: Autor.

3.3.3.2 Diseño de Alcantarillas

3.3.3.2.1 Caudal Máximo Probable

El caudal será determinado mediante la fórmula del “Método racional” que se aplica cuando el área de la cuenca es menor a las 400 hectáreas:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q: Caudal máximo probable (m³/seg).

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de la precipitación, (mm/h) para una duración igual al tiempo de concentración.

A: Área de la cuenca (Ha).

3.3.3.2.2 Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía será C=0.40, el mismo que para el diseño de las cunetas.

3.3.3.2.3 Intensidad de la Precipitación (mm/h)

El proyecto se encuentra ubicado en la zona 33 del mapa de zonificación de intensidades de precipitación del INAMHI 1999 y de acuerdo a la tabla de ecuaciones representativas de estaciones pluviográficas se encuentra en la estación Ambato con código M-066.

Duración 5 min < 34 min

$$I_{TR} = 197.86 * \frac{1}{t^{0.5556}} * Id_{TR}$$

Duración 34 min < 1440 min

$$I_{TR} = 616.96 * \frac{1}{t^{0.885}} * Id_{TR}$$

- **Intensidad Diaria para un Periodo de Retorno dado I_{dTR}**

El valor de la intensidad de precipitación será de $I_{dTR}=1.61$ mm/h dato que fue determinado para el diseño de las cunetas.

- **Tiempo de Concentración**

El tiempo de concentración se lo determinará mediante la fórmula de Rowe que se encuentra en la norma MOP-2003:

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración (min).

L=Longitud del cauce principal (Tomado en línea recta) (m).

H: Desnivel entre el extremo de la cuenca a drenar y el punto de descarga (m).

Para determinar el tiempo de concentración del proyecto se escogió la longitud de 417.68 m y con desnivel de 21.61 m.

$$tc = 0.0195 \left(\frac{417.68^3}{21.61} \right)^{0.385}$$

$$tc = 6.36 \text{ min}$$

Por lo tanto la intensidad:

$$I_{TR} = 197.86 * \frac{1}{t^{0.5556}} * I_{dTR}$$

$$I_{TR} = 616.96 * \frac{1}{6.36^{0.5556}} * 1.61$$

$$I_{TR} = 113.97 \text{ mm/h}$$

Para determinar el caudal que drenará la alcantarilla se estableció un área de aportación igual a 2.09 Ha.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = \frac{0.40 * 113.97 * 1.67}{360}$$

$$Q = 0.211 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Aplicando la fórmula empírica dada por Talbot se determinará el área de la sección de la alcantarilla; además se deberá escoger un coeficiente de acuerdo al tipo de terreno que presenta el proyecto.

$$A = 0.183 * C_T * \sqrt[4]{H^3}$$

Donde:

A: Área libre de alcantarilla (m²)

C_T: Coeficiente de Talbot.

H: Área de drenaje (Ha)

Tabla N° 56. Coeficientes de Talbot

TIPO DE TERRENO	C _T
Suelo rocoso y pendientes abruptas	1
Terreno quebrados con pendientes moderadas	2/3
Valles irregulares muy anchos en comparación de su largo	1/2
Terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es de 3 a 4 veces el ancho	1/3
Zonas a nivel no afectadas por acumulación de nieve o inundación fuerte	1/3

Fuente: XII Congreso Panamericano de Carreteras, 1979

De acuerdo a la Tabla N° 56 se estableció un coeficiente de Talbot de 2/3.

$$A = 0.183 * 2/3 * \sqrt[4]{1.67^3}$$

$$A = 0.18 \text{ m}^2$$

3.3.3.2.4 Cálculo del Diámetro de la Alcantarilla

A partir del área de la sección de la alcantarilla se calculará el diámetro con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.18m^2}{\pi}} = 0.48 m$$

Se determinó que el diámetro calculado para la alcantarilla es $D_{CAL} = 0.48 m$, sin embargo por razones comerciales se adoptó un diámetro $D_{REAL} = 0.50 m$.

- **Cálculo del Área Real de la Alcantarilla**

$$A_{REAL} = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A_{REAL} = \frac{\pi * (0.50m)^2}{4}$$

$$A_{REAL} = 0.20 m^2$$

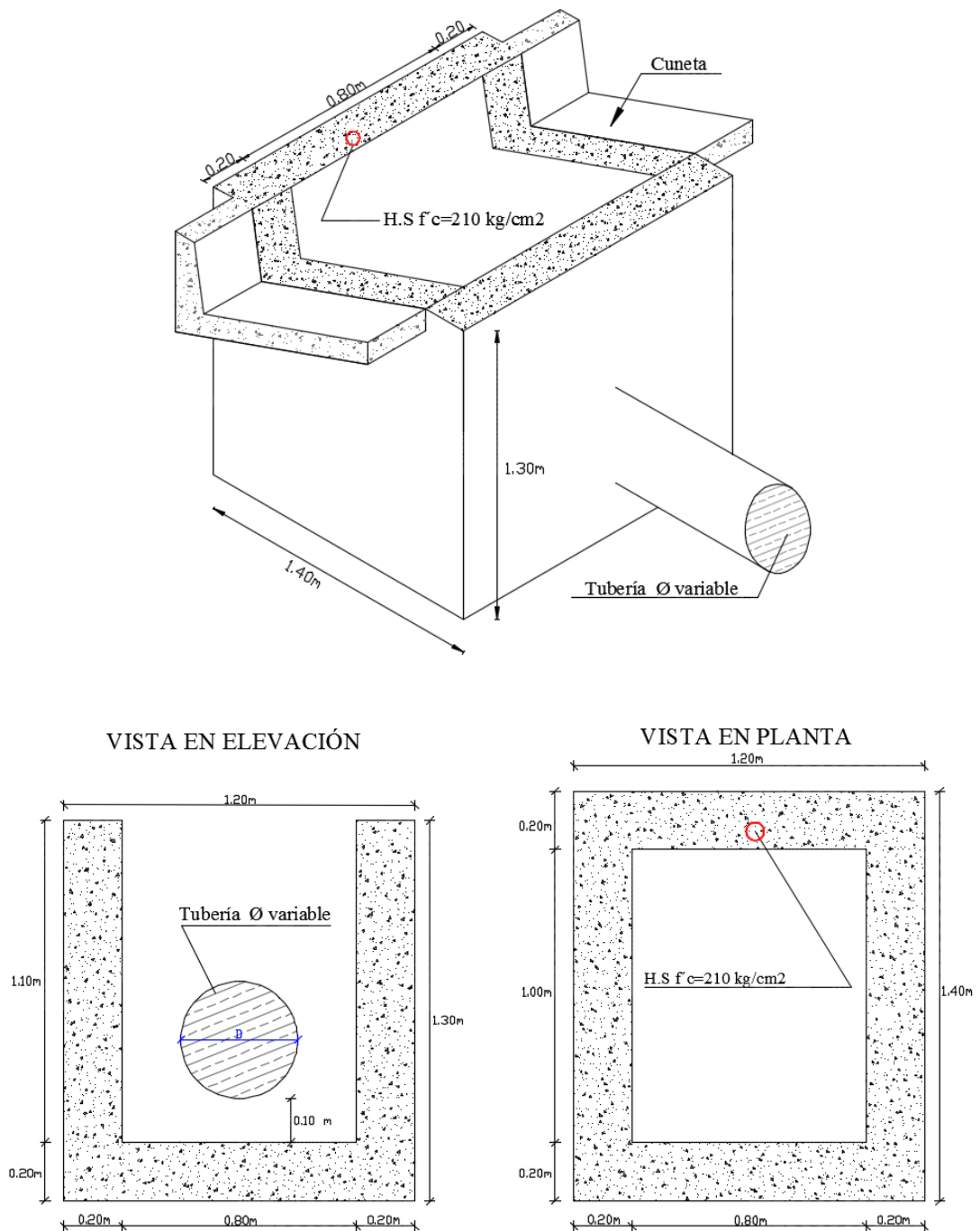
Tabla N° 57. Diámetros de Alcantarillas

Abscisa	I	C	CT	Área de drenaje	Q	Área (calculada)	Diámetro (calculado)	Diámetro (asumido)	Área real
	mm/h	-	-	Ha	m³/seg	m²	m	m	m²
0+220.00	113.96	0.40	2/3	1.11	0.163	0.141	0.41	0.45	0.16
0+526.60	113.96	0.40	2/3	0.86	0.137	0.109	0.37	0.40	0.13
0+714.24	113.96	0.40	2/3	0.94	0.119	0.119	0.39	0.40	0.13
1+106.40	113.96	0.40	2/3	1.57	0.248	0.199	0.47	0.50	0.20
1+294.39	113.96	0.40	2/3	0.94	0.119	0.119	0.39	0.40	0.13
1+712.07	113.97	0.40	2/3	1.67	0.265	0.211	0.48	0.50	0.20
1+916.66	113.96	0.40	2/3	1.79	0.363	0.227	0.49	0.50	0.20
2+190.16	113.96	0.40	2/3	1.38	0.152	0.175	0.44	0.45	0.16
				$\Sigma = 10.26$					

Fuente: Autor.

Para drenar el agua del proyecto se colocarán cajas receptoras de acuerdo a lo establecido en los planos; cumplirán la función de recolectar el agua para su posterior evacuación a través de la tubería. A continuación se muestra las dimensiones de la sección de las cajas receptoras para el proyecto:

Gráfico N° 37. Sección de Cajas Receptoras para Cuneta



Fuente: Autor.

3.3.4 Señalización

3.3.4.1 Señalización Horizontal

Las señales horizontales o marcas efectuadas sobre la superficie de la vía , tales como líneas, símbolos, leyendas u otras indicaciones conocidas como señalización horizontal. La función de esta señalización es 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. [41]

3.3.4.1.1 Clasificación

Las señales horizontales de acuerdo a su forma: [41]

- a) 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.
- b) 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 bicicletas.
- c) 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.
- d) Otras señalizaciones: como chevrones, etc.

3.3.4.1.2 Ubicación

La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permita la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para seleccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos: [41]

- 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 puedan realizar más adelante.

3.3.4.1.3 Materiales

Los materiales que son aplicadas 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. La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos de espesor para su aplicación. [41]

Mínimo zona urbana	300 (micras) en seco
Mínimo zona rural	250 (micras) en seco

3.3.4.1.4 Retroreflexión

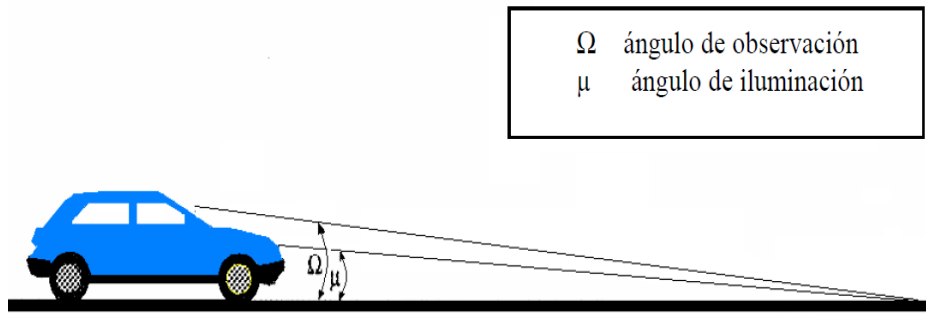
Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales apropiados, como microesferas de vidrio, y deben someterse a procedimientos que se aseguren su reflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. [41]

Tabla N° 58. Niveles Mínimos de Retroreflexión en Pintura Sobre Pavimento

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

Fuente: INEN 004-2, 2011

Gráfico N° 38. Ángulos de Iluminación y Observación



Fuente: INEN 004-2, 2011

3.3.4.1.5 Líneas Longitudinales

Las 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. [41]

- Colores

Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinales deben ser conforme a los siguientes conceptos básicos: [41]

a) Líneas amarillas definen:

- Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas
- Restricciones
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

b) 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

- Dimensiones

Anchos y patrones de señalizaciones en pavimentos de líneas longitudinales deben ser: [41]

- Una línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100mm y máximo de 150mm.
- Doble línea continua (línea 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.

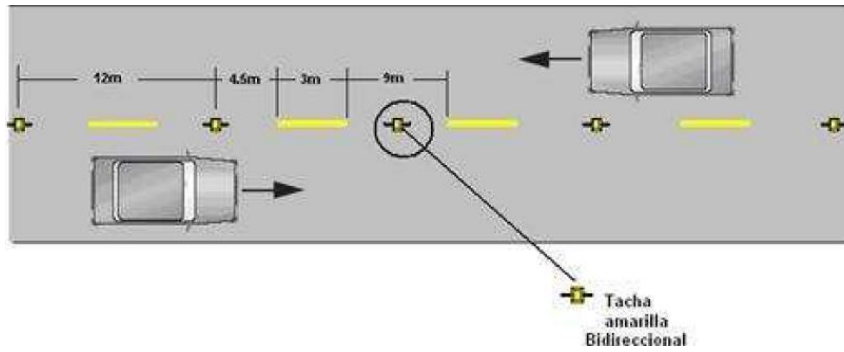
3.3.4.1.6 Líneas de Separación de Flujos Opuestos

Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separaran los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el eje central. Cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazar levemente estas líneas para asegurar una mayor duración de las mismas. [41]

- Líneas Segmentadas de Separación de Circulación Opuesta

Estas líneas deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes. [41]

Gráfico N° 39. Líneas Segmentadas de Separación de Circulación Opuesta



Fuente: INEN 004-2, 2011

Tabla N° 59. Relación Señalización Línea de Separación de Circulación Opuesta Segmentada

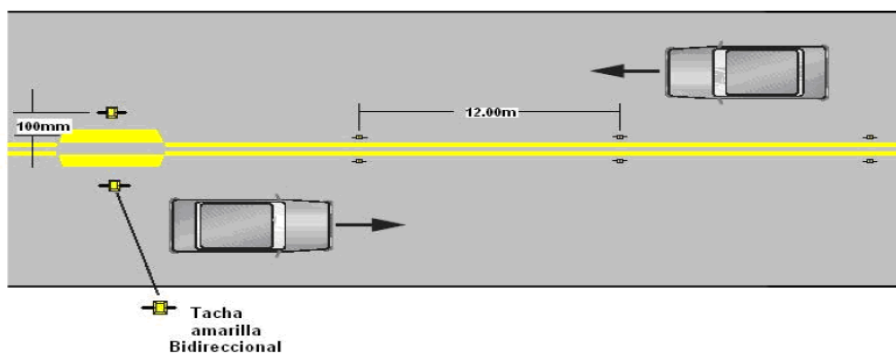
Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3-9
Mayor a 50	150	12,00	3-9

Fuente: INEN 004-2, 2011

- **Doble Línea Continua**

Las líneas de separación de carriles de circulación opuestas continuas dobles consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm. Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos y virajes a la izquierda en forma segura. [41]

Gráfico N° 40. Doble Línea Continua con Ejemplo de Tachas



Fuente: INEN 004-2,2011

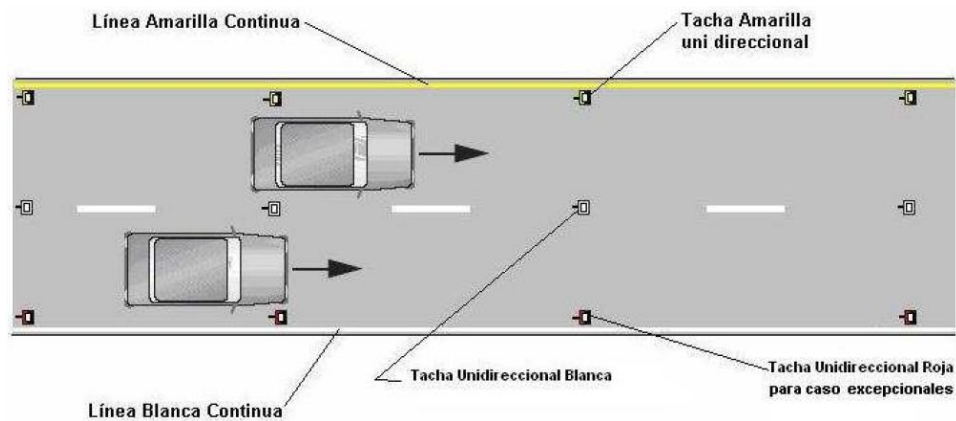
3.3.4.1.7 Líneas de Borde

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas señalizaciones son la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en carreteras, vías rurales y perimetrales. [41]

- Líneas de Borde de Calzada son Blancas Continuas

Estas líneas continuas son las más usadas para señalar el borde de la calzada; su ancho mínimo en vías urbanas debe ser de 100 mm y en autopistas y carreteras de 150 mm. Estas líneas son blancas y se ubican en el borde de la calzada, nunca fuera de ella. [41]

Gráfico N° 41. Líneas de Borde Continuas de Borde, sin Espaldón o Berma



Fuente: INEN 004-2,2011

3.3.4.2 Señalización Vertical

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidente o, información acerca de rutas, direcciones y puntos de interés; los medios empleados para transmitir información, constan de la combinación de un mensaje, una




forma y un color. El mensaje de la señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o conjunto de los dos. [42]

3.3.4.2.1 Clasificación de Señales y sus Funciones

- Señales Regulatorias (Código R)

Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituyen una infracción de tránsito. [42]

Tabla N° 60. Señales Regulatorias

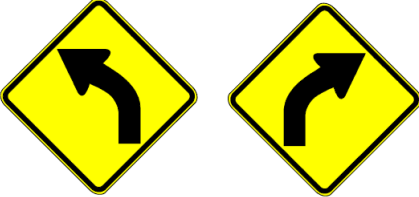
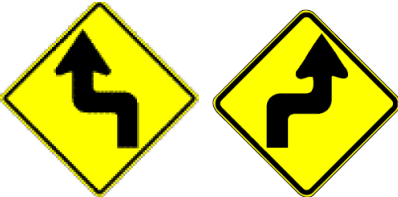


<p>Leyenda y borde retroreflectivo blanco Fondo retroreflectivo rojo</p>  <p>R1 - 1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> <th>Dimensiones (mm) y serie de letras</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1-1A</td> <td>600x600</td> <td>200 Ca</td> </tr> <tr> <td>R1-1B</td> <td>750x750</td> <td>240 Ca</td> </tr> <tr> <td>R1-1C</td> <td>900x900</td> <td>280 Ca</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	R1-1A	600x600	200 Ca	R1-1B	750x750	240 Ca	R1-1C	900x900	280 Ca
Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras											
R1-1A	600x600	200 Ca											
R1-1B	750x750	240 Ca											
R1-1C	900x900	280 Ca											
<p>Símbolo y orla negras. Círculo rojo retroreflectivo. Fondo blanco retroreflectivo</p>  <p>R4-1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R4-1A</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>R4-1B</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>R4-1C</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	R4-1A	600x600	R4-1B	750x750	R4-1C	900x900				
Código No.	Dimensiones (mm)												
R4-1A	600x600												
R4-1B	750x750												
R4-1C	900x900												
<p>Leyenda y orla color blanco retroreflectivo Fondo color rojo retroreflectivo</p>  <p>R4-4</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R4-4A</td> <td>750x600</td> </tr> <tr> <td>R4-4B</td> <td>900x1200</td> </tr> <tr> <td>R4-4C</td> <td>1500x1200</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	R4-4A	750x600	R4-4B	900x1200	R4-4C	1500x1200				
Código No.	Dimensiones (mm)												
R4-4A	750x600												
R4-4B	900x1200												
R4-4C	1500x1200												

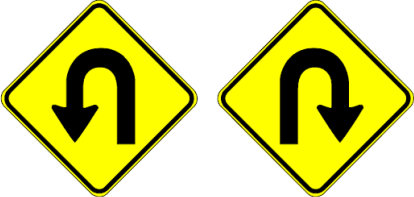
Fuente: INEN 004-1,2011

- **Señales Preventivas (Código P)**

Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma. [42]

Tabla N° 61. Señales Preventivas

<p>Cambiar símbolos. Símbolo y orla negros. Fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1-1I P1-1D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1-2A (I ó D)</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>P1-2B (I ó D)</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>P1-2C (I ó D)</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1-2A (I ó D)	600x600	P1-2B (I ó D)	750x750	P1-2C (I ó D)	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)								
P1-2A (I ó D)	600x600								
P1-2B (I ó D)	750x750								
P1-2C (I ó D)	900x900								
<p>Cambiar símbolos. Símbolo y orla negros. Fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1-3I P1-3D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1-3A (I ó D)</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>P1-3B (I ó D)</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>P1-3C (I ó D)</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1-3A (I ó D)	600x600	P1-3B (I ó D)	750x750	P1-3C (I ó D)	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)								
P1-3A (I ó D)	600x600								
P1-3B (I ó D)	750x750								
P1-3C (I ó D)	900x900								
<p>Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1-4I P1-4D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1-4A (I ó D)</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>P1-4B (I ó D)</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>P1-4C (I ó D)</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1-4A (I ó D)	600x600	P1-4B (I ó D)	750x750	P1-4C (I ó D)	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)								
P1-4A (I ó D)	600x600								
P1-4B (I ó D)	750x750								
P1-4C (I ó D)	900x900								
<p>Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>  <p>P1-5I P1-5D</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1-5A (I ó D)</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>P1-5B (I ó D)</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>P1-5C (I ó D)</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1-5A (I ó D)	600x600	P1-5B (I ó D)	750x750	P1-5C (I ó D)	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)								
P1-5A (I ó D)	600x600								
P1-5B (I ó D)	750x750								
P1-5C (I ó D)	900x900								

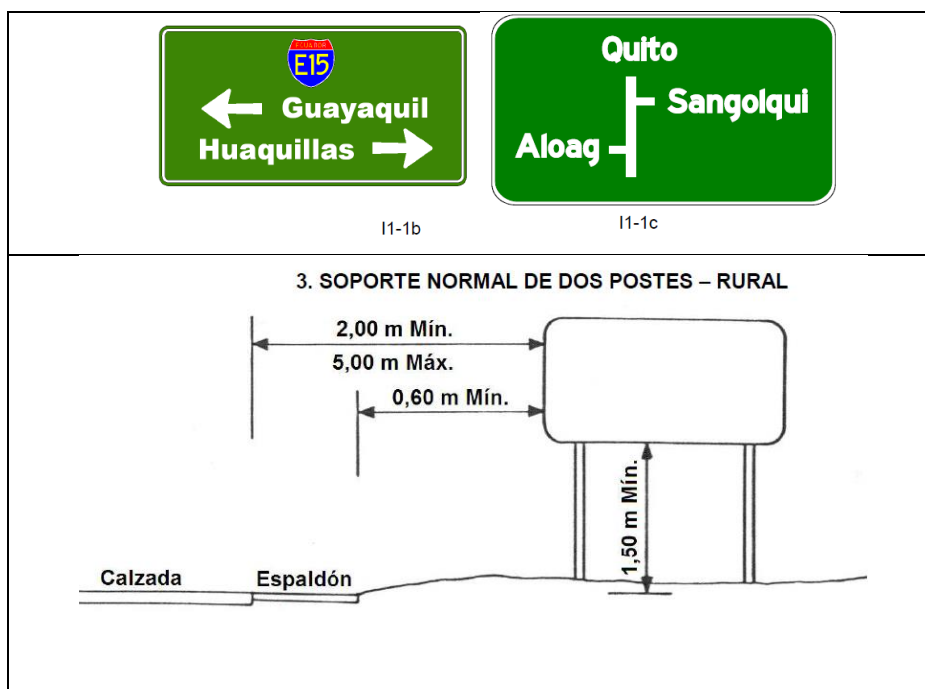
<p>Símbolo y orla negros. Fondo amarillo retroreflectivo. Cambiar símbolos</p>  <p style="text-align: center;">P1-6I P1-6D</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P1-6A (I ó D)</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>P1-6B (I ó D)</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>P1-6C (I ó D)</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	P1-6A (I ó D)	600x600	P1-6B (I ó D)	750x750	P1-6C (I ó D)	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)									
P1-6A (I ó D)	600x600									
P1-6B (I ó D)	750x750									
P1-6C (I ó D)	900x900									

Fuente: INEN 004-1, 2011

- **Señales de Información (Código I)**

Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico. [42]

Tabla N° 62. Señales de Información







Fuente: INEN 004-1, 2011

- **Señales Especiales Delineadoras (Código D)**

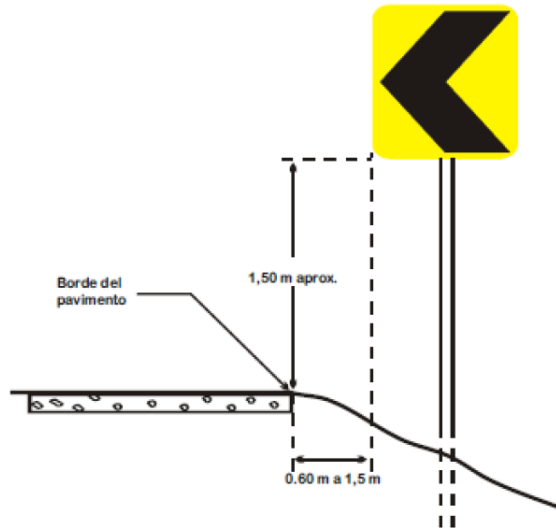
Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción. [42]

Tabla N° 63. Señales Especiales Delineadoras

Franjas color negro mate Fondo retroreflectivo amarillo										
 D6-1I	 D6-1D	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D6-1A (I ó D)</td> <td>1600x400</td> </tr> <tr> <td>D6-2B (I ó D)</td> <td>3200x800</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	D6-1A (I ó D)	1600x400	D6-2B (I ó D)	3200x800		
		Código No.	Dimensiones (mm)							
D6-1A (I ó D)	1600x400									
D6-2B (I ó D)	3200x800									
 D6-2I	 D6-2D	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D6-2A (I ó D)</td> <td>600x750</td> </tr> <tr> <td>D6-2B (I ó D)</td> <td>750x900</td> </tr> <tr> <td>D6-2C (I ó D)</td> <td>900x1200</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	D6-2A (I ó D)	600x750	D6-2B (I ó D)	750x900	D6-2C (I ó D)	900x1200
Código No.	Dimensiones (mm)									
D6-2A (I ó D)	600x750									
D6-2B (I ó D)	750x900									
D6-2C (I ó D)	900x1200									

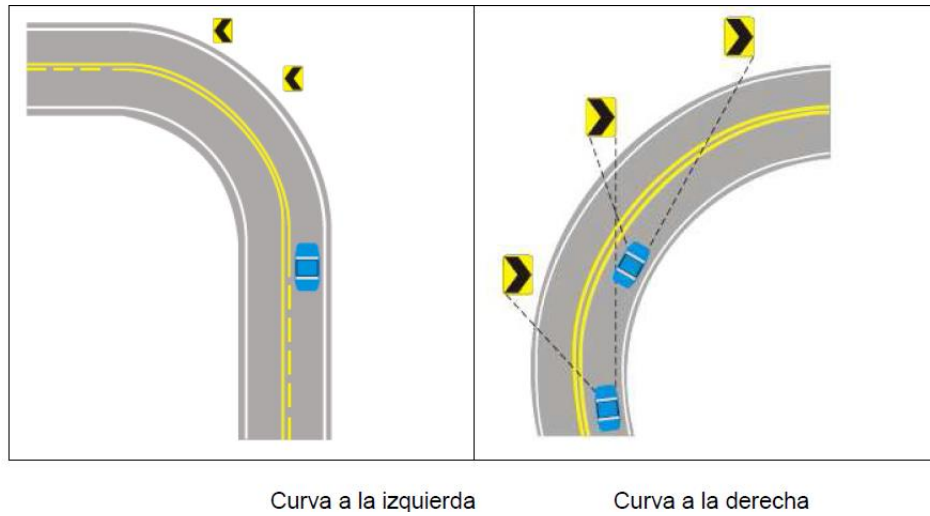
Fuente: INEN 004-1, 2011

Gráfico N° 42. Ubicación Lateral de los Delineadores de Curva Horizontal



Fuente: INEN 004-1, 2011

Gráfico N° 43. Ubicación Longitudinal de los Delineadores de Curva Horizontal






Fuente: INEN 004-1, 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 trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre las condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios. [42]

Tabla N° 64. Señales para Trabajos en la Vía

<p>Símbolo y orla negros Fondo naranja retroreflectivo</p>  <p style="text-align: center;">T1-1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1-1 A</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>T1-1 B</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>T1-1 C</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	T1-1 A	600x600	T1-1 B	750x750	T1-1 C	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)								
T1-1 A	600x600								
T1-1 B	750x750								
T1-1 C	900x900								
<p>Símbolo y orla negros Fondo naranja retroreflectivo</p>  <p style="text-align: center;">T1-2</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Código No.</th> <th>Dimensiones (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T1-2 A</td> <td>600x600</td> </tr> <tr> <td>T1-2 B</td> <td>750x750</td> </tr> <tr> <td>T1-2 C</td> <td>900x900</td> </tr> </tbody> </table>	Código No.	Dimensiones (mm)	T1-2 A	600x600	T1-2 B	750x750	T1-2 C	900x900
Código No.	Dimensiones (mm)								
T1-2 A	600x600								
T1-2 B	750x750								
T1-2 C	900x900								

Símbolo y orla negros Fondo naranja retroreflectivo	
	
T1-3	
Código No.	Dimensiones (mm)
T1-3 A	600x600
T1-3 B	750x750
T1-3 C	900x900

Fuente: INEN 004-1, 2011

3.3.4.2.2 Colocación Lateral y Altura

Las reglas para la ubicación lateral de señales al costado de las vías, soportes de estructuras para señales aéreas y, altura de montajes de estas señales son las siguientes:
[42]

- a) La colocación lateral se mide desde el filo de la vía al borde de la señal más cercano a la vía.
- b) La altura, debe ser desde la proyección de la superficie de la calzada al lado inferior de la señal, o del filo inferior de la señal más baja en poste con varias señales.

- Colocación Lateral en Zona Rural

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 cuneta, 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. [42]

- Altura en Zona Rural

En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visibles 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

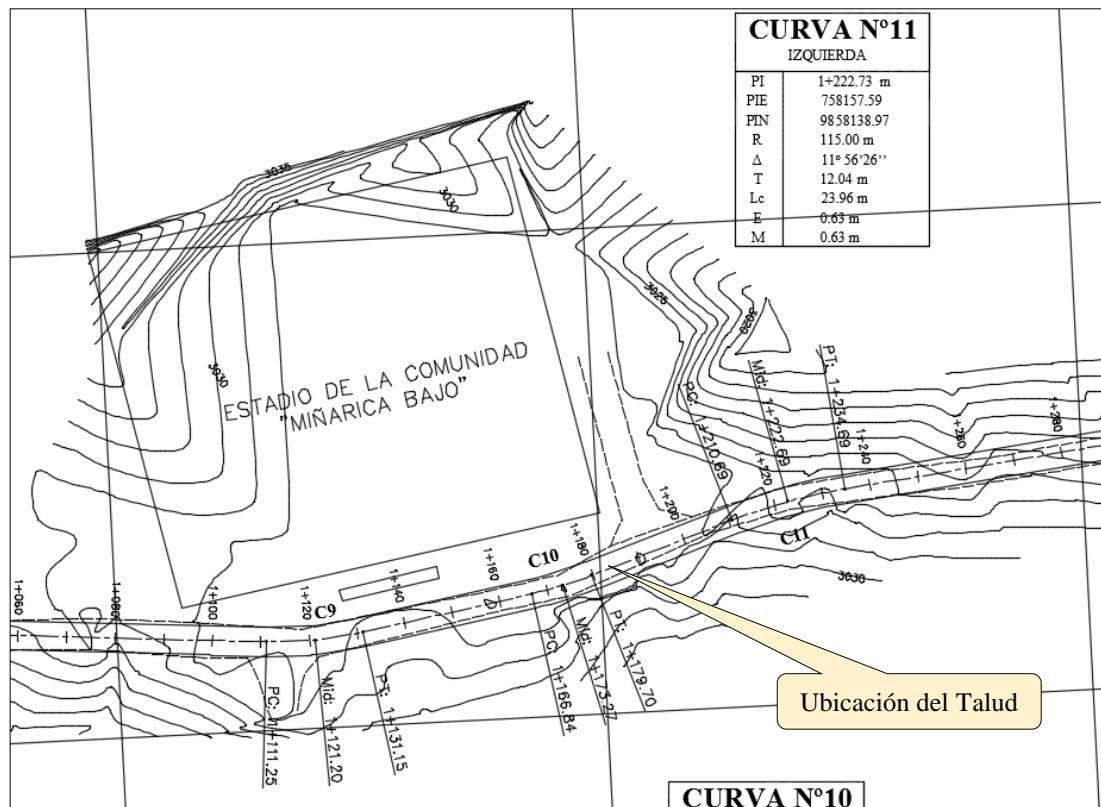
inferior de la señal. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00. [42]

3.3.5 Estabilización de Taludes

Para el análisis de la estabilidad del talud se empleará el método de equilibrio límite para determinar el factor de seguridad; los resultados del análisis serán exactos o aproximados dependiendo del método que se utilice.

Se analizará la estabilización del talud en el proyecto utilizando las “Tablas de Janbú” debido a que se puede determinar de una forma rápida y sencilla el factor de seguridad, además que se puede aplicar tanto para suelos cohesivos o friccionantes siguiendo dos procedimientos distintos dependiendo del tipo de suelo. El factor de seguridad obtenido definirá si el talud analizado es estable o presenta problemas de inestabilidad, requiriendo estabilización de ser el caso. En el proyecto se analizará el talud ubicado en la abscisa km 1+180.00 frente al estadio de la Comunidad Miñarica Bajo.

Gráfico N° 44. Ubicación del Talud en el Proyecto



Fuente: Autor.

3.3.5.1 Cálculo del Factor de Seguridad

El factor de seguridad se calculará de acuerdo al procedimiento establecido por las “Tablas de Janbú” determinando el grado de estabilidad que presenta el talud analizado del proyecto.

3.3.5.1.1 Definición de los Parámetros del Talud

Para el análisis de la estabilidad del talud se definirán las características del suelo (peso específico, cohesión y ángulo de fricción interna), altura del talud y ángulo de inclinación. A continuación se muestra los parámetros del talud en el proyecto:

Datos:

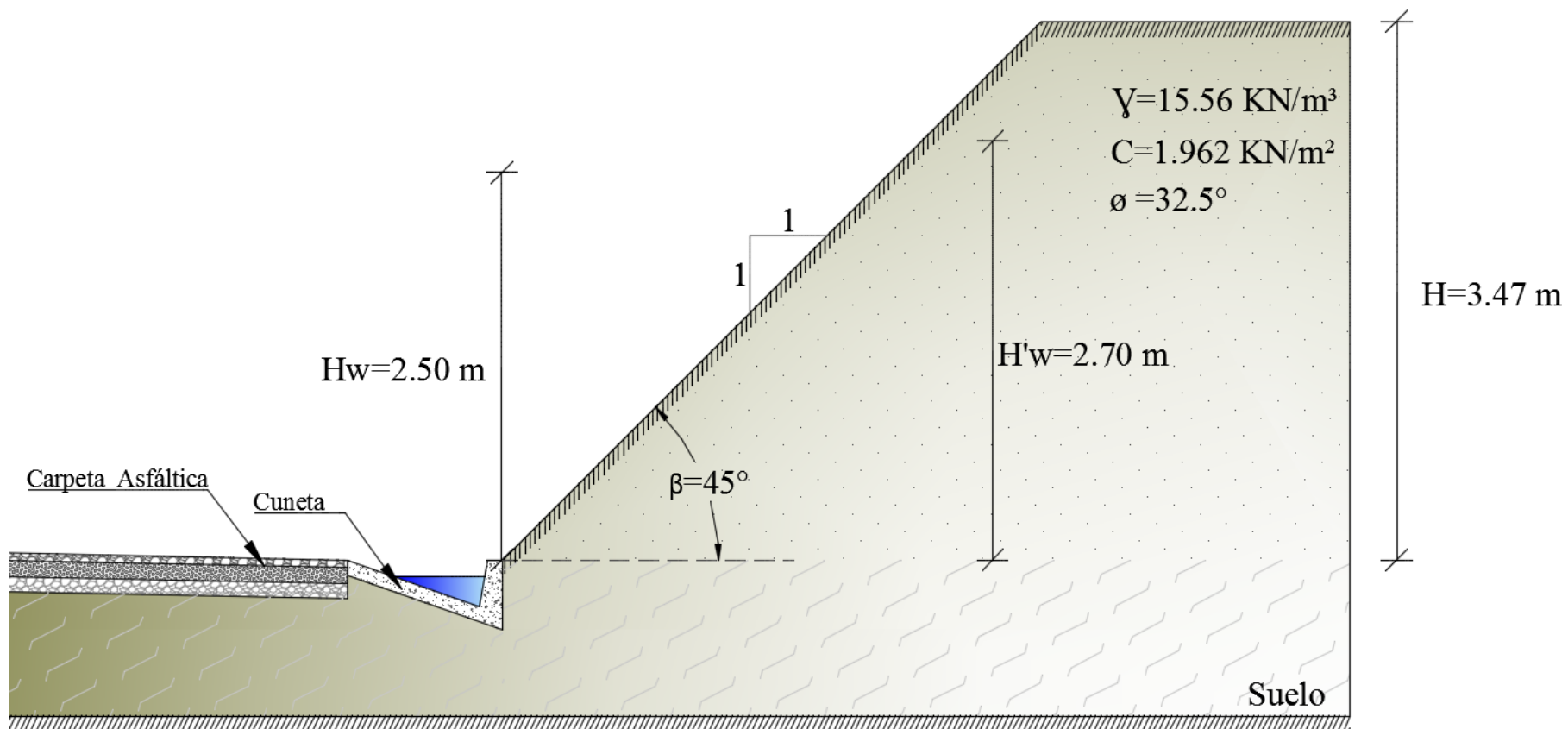
$H = 3.47 \text{ m}$	Altura total del talud
$\beta = 45^\circ$	Ángulo del talud
$\gamma = 15.56 \text{ KN/m}^3$	Peso específico del suelo
$C = 1.962 \text{ KN/m}^2$	Cohesión del suelo
$\phi = 32.5^\circ$	Ángulo de fricción del suelo
$\gamma_w = 9.81 \text{ KN/m}^3$	Peso específico del agua
$H_w = 2.50 \text{ m}$	Altura del nivel freático
$H'_w = 2.70 \text{ m}$	Altura del agua dentro del talud

Tabla N° 65. Valores Aproximados del Ángulo de Fricción Interna y Cohesión de los Suelos

Tipo de suelo	Ángulo de fricción interna en grados	Cohesión C (kg/cm ²)
Arcilla semidura	15	0.25
Arcilla firme	16	0.10
Arcilla arenosa	22.5	0.05
Limo blando	22.5	0.03
Limo arenoso	32.5	0.02
Arena densa	35	0.00
Grava arenosa	35	0.00

Fuente: S. Navarro Hudiel

Gráfico N° 45. Esquema del Talud en el Proyecto (Km 1+180.00)



Fuente: Autor.

3.3.5.1.2 Cálculo del Factor de Profundidad (d)

Una vez definidos los parámetros del talud se determina el factor de profundidad con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$d = \frac{H_w}{H}$$

Donde:

d: Factor de profundidad

H_w : Altura del nivel freático (m)

H: Altura total del talud (m)

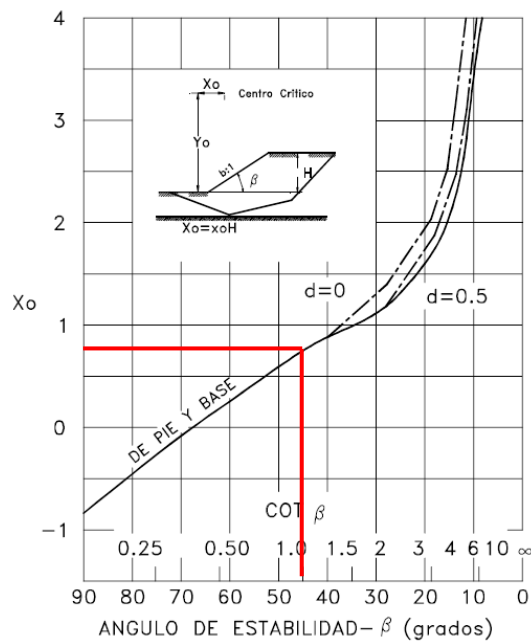
$$d = \frac{2.50 \text{ m}}{3.47 \text{ m}}$$

$$d = 0.72$$

3.3.5.1.3 Localización de las Coordenadas del Círculo Crítico (x_o - y_o)

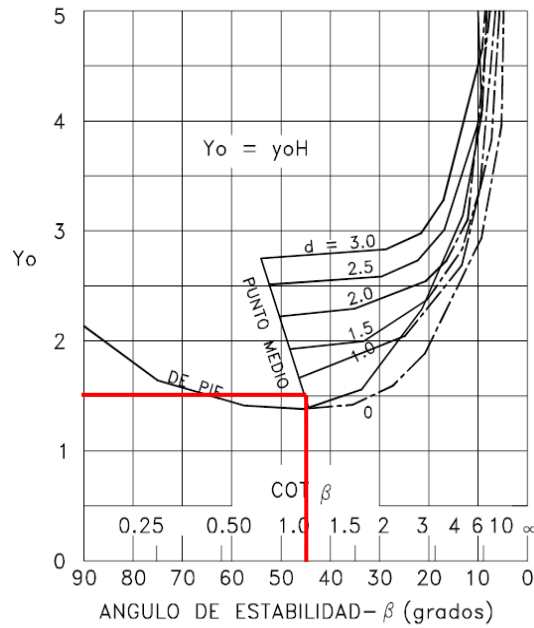
Posteriormente para determinar la posición del centro del círculo crítico del talud analizado se tomará en cuenta el ángulo de inclinación del talud $\beta = 45^\circ$ y el factor de profundidad $d = 0.72$ para determinar los valores (x_o - y_o) respectivamente de la siguiente tabla:

Tabla N° 66. Coordenada (x_o) para Círculo Crítico



Fuente: Janbú, 1968

Tabla N° 67. Coordenada (y_o) para Círculo Crítico



Fuente: Janbú, 1968

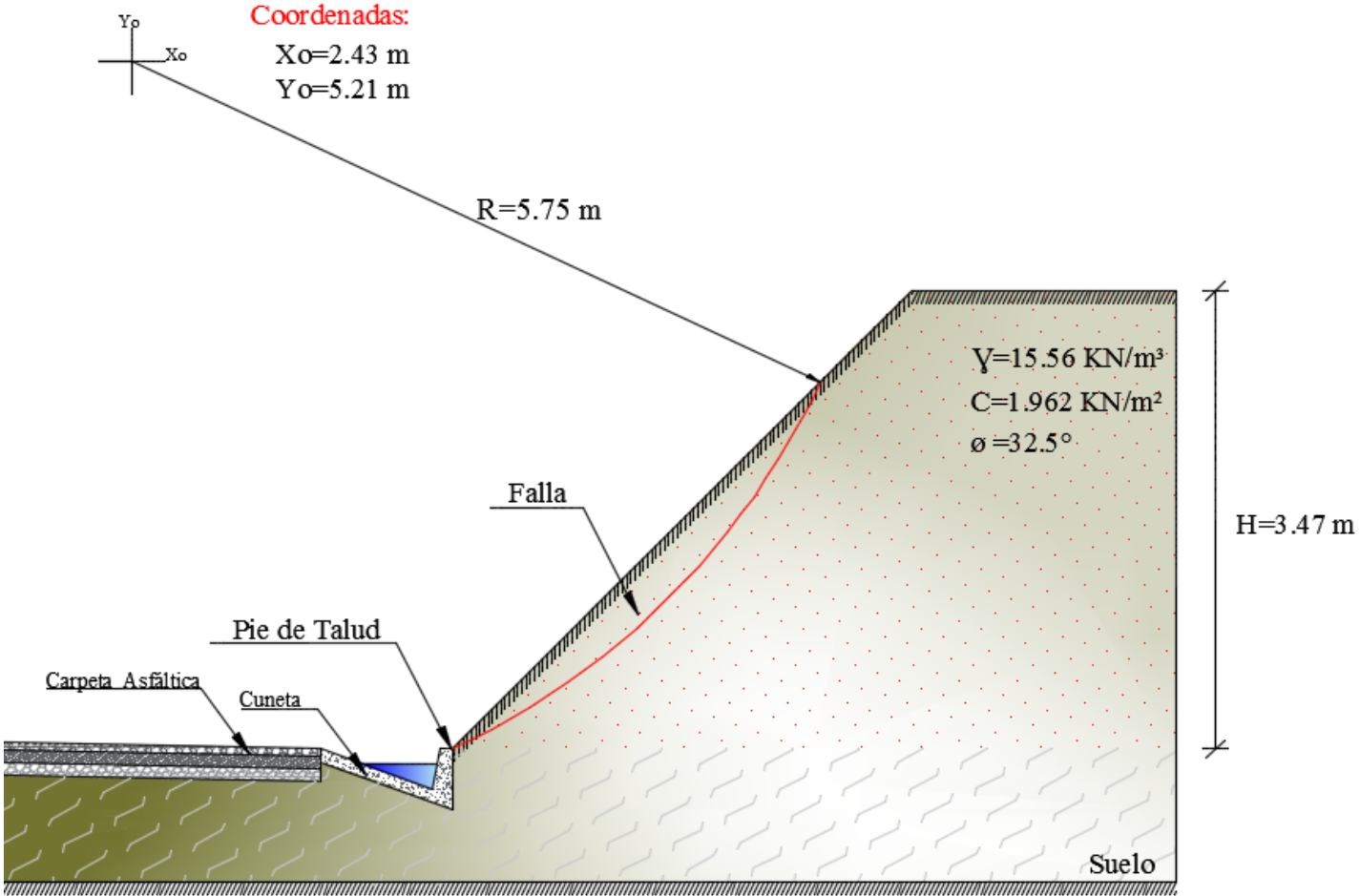
De las Tabla N° 66 y N° 67 se obtuvo los siguientes valores $x_o = 0.70$ y $y_o = 1.50$ respectivamente, los cuales multiplicados por la altura total del talud se obtendrán las coordenadas del círculo crítico del talud. Además se determinó que la falla va a estar localizada en el pie del talud.

$$X_o = x_o * H = 0.70 * 3.47 \text{ m} = 2.43 \text{ m}$$

$$Y_o = y_o * H = 1.50 * 3.47 \text{ m} = 5.21 \text{ m}$$

A partir de las coordenadas calculadas se localiza la falla del talud tomando como referencia el pie del talud para graficar.

Gráfico N° 46. Localización del Círculo Crítico del Talud



Fuente: Autor.

3.3.5.1.4 Factores de Reducción

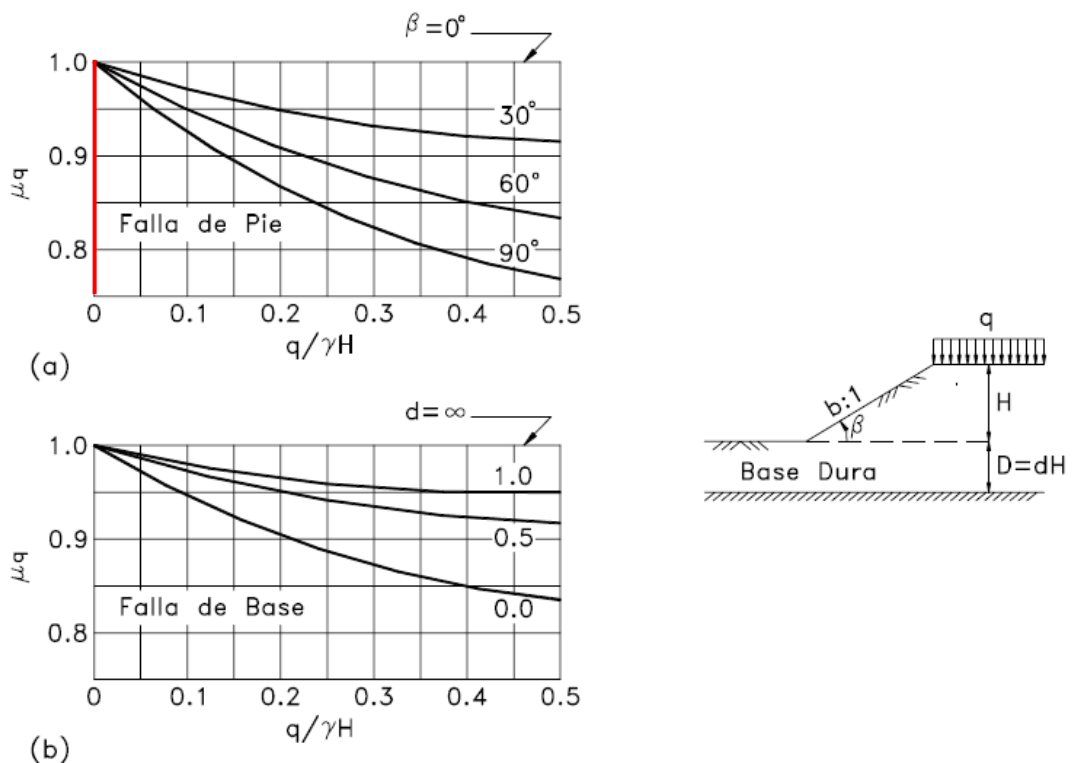
Los factores de reducción se determinaran en base a la corrección por sobrecarga, corrección por sumergencia, corrección por flujo, corrección por grietas de tensión sin tensión de poros y corrección por grieta de tensión con presión de poros. A continuación se muestran las tablas para determinar los factores de reducción:

- Determinar Corrección por Sobrecarga (μ_q)

Para establecer este factor se ha considerado que el valor de sobrecarga es cero ($q=0$), el ángulo de inclinación del talud $\beta=45^\circ$ y la falla al pie del talud. Además para determinar μ_q se parte de la siguiente relación:

$$\frac{q}{\gamma H} = \frac{0}{(15.56 \text{ KN/m}^3) * (3.47 \text{ m})} = 0$$

Tabla N° 68. Corrección por Sobrecarga (μ_q)



Fuente: Janbú, 1968

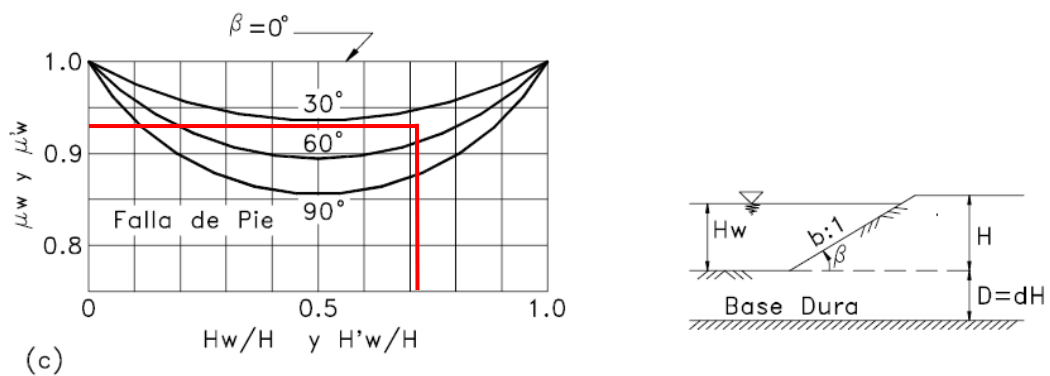
De la Tabla N° 68 se determinó que el valor de corrección por sobrecarga es $\mu_q = 1$.

- **Determinar Corrección por Sumergencia (μ_w)**

Para determinar el factor de corrección por sumergencia de la Tabla N° 69 es necesario recurrir al ángulo de inclinación del talud $\beta = 45^\circ$ y $d = 0.72$ siendo la relación entre la altura del nivel freático para la altura total del talud de análisis.

$$d = \frac{H_w}{H} = \frac{2.50}{3.47} = 0.72$$

Tabla N° 69. Corrección por Sumergencia (μ_w)



Fuente: Janbú, 1968

De la Tabla N° 69 se obtuvo un valor de $\mu_w = 0.93$ para la corrección por sumergencia.

- **Determinar Corrección por Grieta de Tensión sin Tensión de Poros (μ_t)**

Para determinar este factor se considera que no existirán grietas por tensión debido a que no existe sobrecarga sobre el talud en análisis por lo tanto:

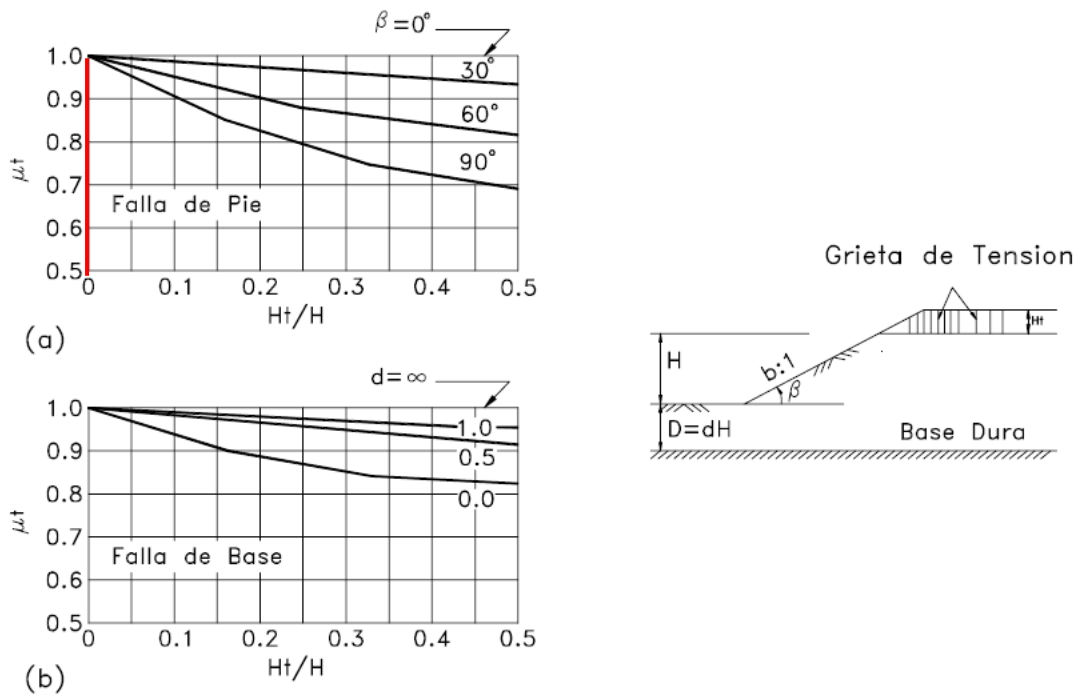
$$\frac{H_t}{H} = \frac{0}{3.47m} = 0$$

Donde:

H_t : Altura de grietas por tensión (m)

H : Altura total del talud (m)

Tabla N° 70. Corrección por Grieta de Tensión sin Tensión de Poros (μ_t)



Fuente: Janbú, 1968

De la Tabla N° 70 se determinó $\mu_t = 1$ tomando en cuenta que no existen grietas de tensión en el talud analizado.

3.3.5.1.5 Cálculo de Pd

Determinados los factores de seguridad tomando en cuenta las condiciones del talud analizado se procede al cálculo con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$P_d = \frac{(\gamma * H) + q - (\gamma_w * H_w)}{\mu_q * \mu_w * \mu_t}$$

Donde:

γ : Peso específico del suelo (KN/m³)

H: Altura total del talud (m)

q: Sobrecarga (KN/m²)

γ_w : Peso específico del agua (KN/m³)

H_w : Altura del nivel freático (m)

μ_q : Corrección por sobrecarga

μ_w : Corrección por sumergencia

μ_t : Corrección por grieta de tensión sin tensión de poros

$$P_d = \frac{(15.56 \text{ KN/m}^3 * 3.47\text{m}) + 0 - (9.81 \text{ KN/m}^3 * 2.50 \text{ m})}{1 * 0.93 * 1}$$

$$P_d = 31.69 \text{ KN/m}^2$$

3.3.5.1.6 Cálculo de Pe

Para el cálculo del Pe se requiere determinar en primer lugar el factor de corrección por flujo μ'_w de la Tabla N° 69, utilizando los parámetros $d = 0.72$ y d' que será calculado a continuación:

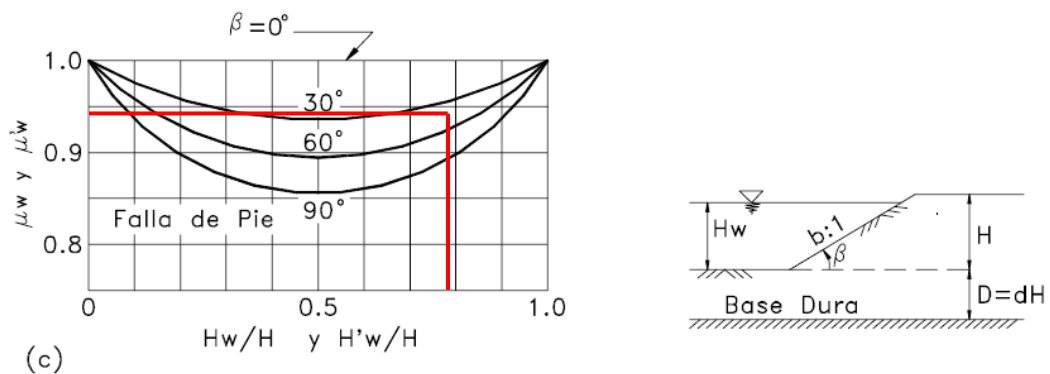
$$\frac{H'w}{H} = \frac{2.70 \text{ m}}{3.47 \text{ m}} = 0.78$$

Donde:

$H'w$: Altura del agua dentro del talud (m)

H: Altura total del talud (m)

Tabla N° 71. Factor de Corrección por Flujo (μ'_w)



Fuente: Janbú, 1968

De la Tabla N° 71 se determinó que el factor de corrección por flujo es $\mu'_w = 0.94$

$$P_e = \frac{(\gamma * H) + q - (\gamma_w * H'w)}{\mu_q * \mu'_w}$$

Donde:

γ : Peso específico del suelo (KN/m³)

H: Altura total del talud (m)

q: Sobrecarga (KN/m²)

γ_w : Peso específico del agua (KN/m³)

H_w : Altura del agua dentro del talud (m)

μ_q : Corrección por sobrecarga

μ'_w : Corrección por sumergencia

$$P_e = \frac{(15.56 \text{ KN/m}^3 * 3.47 \text{ m}) + 0 - (9.81 \text{ KN/m}^3 * 2.70 \text{ m})}{1 * 0.94}$$
$$P_e = 29.26 \text{ KN/m}^2$$

3.3.5.1.7 Cálculo de $\lambda_{c\phi}$

Para establecer el número de estabilidad en la tabla es necesario calcular $\lambda_{c\phi}$ parámetro adimensional mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\lambda_{c\phi} = \frac{P_e * \tan\phi}{C}$$

Donde:

ϕ : Ángulo de fricción del suelo (°)

C: Cohesión del suelo (KN/m²)

$$\lambda_{c\phi} = \frac{29.26 \text{ KN/m}^2 * \tan(32.5)}{1.962 \text{ KN/m}^2}$$
$$\lambda_{c\phi} = 8.35$$

3.3.5.1.8 Número de Estabilidad

El número de estabilidad del talud se determinará utilizando los siguientes parámetros $\lambda_{c\phi}$ y b que será calculado a continuación:

$$b = \cot(\beta)$$

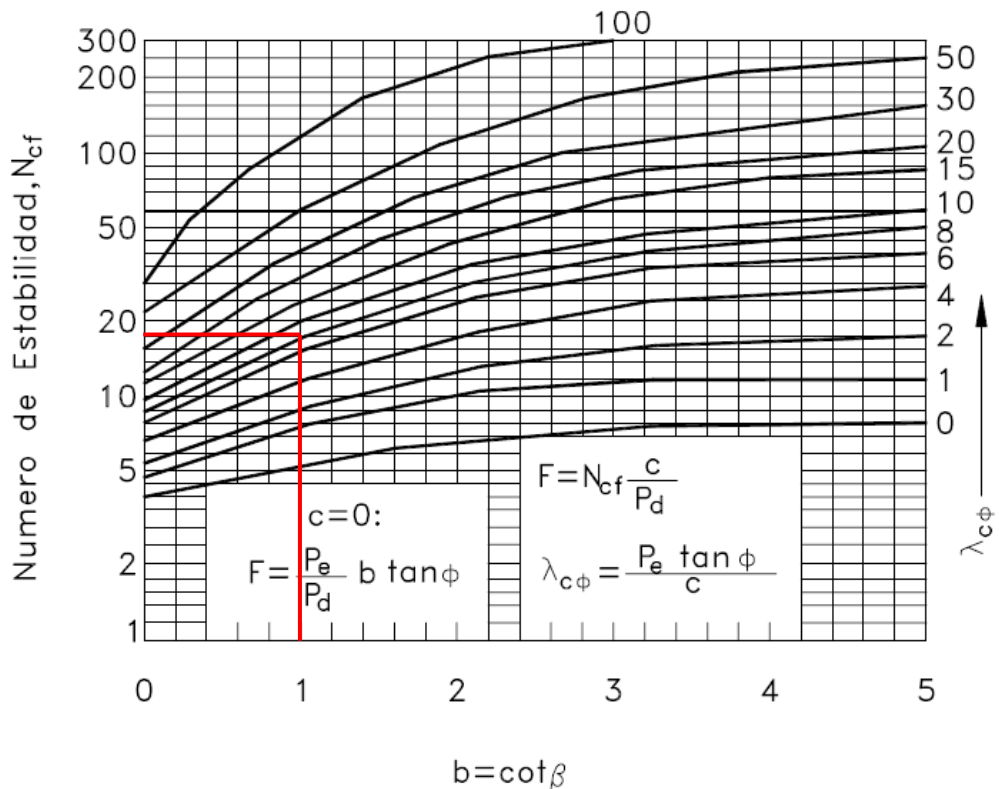
Donde:

β : Ángulo de inclinación del talud ($^{\circ}$)

$$b = \frac{1}{\tan(45^{\circ})}$$

$$b = 1$$

Tabla N° 72. Número de Estabilidad (N_{cf})



Fuente: Janbú, 1968

De la Tabla N° 72 se determinó que el número de estabilidad del talud es $N_{cf} = 19$.

3.3.5.1.9 Cálculo del Factor de Seguridad

El factor de seguridad del talud se determinará utilizando el número de estabilidad del talud, cohesión y P_e con la siguiente fórmula:

$$Fs = N_{cf} * \frac{C}{P_e}$$

Donde:

Fs: Factor de seguridad del talud

N_{cf} : Número de estabilidad

C: Cohesión del suelo (KN/m²)

$$F_s = 19 * \frac{1.962 \text{ KN/m}^2}{29.26 \text{ KN/m}^2}$$

$$F_s = 1.27$$

Una vez desarrollado el procedimiento establecido para el empleo de las “Tablas de Janbú” se determinó que el talud presenta problemas de inestabilidad debido a que el factor de seguridad calculado es inferior a 1.5 de acuerdo a lo establecido por los códigos internacionales de la construcción; por lo tanto el talud analizado requiere estabilización.

3.3.5.2 Estabilización con Geotextiles

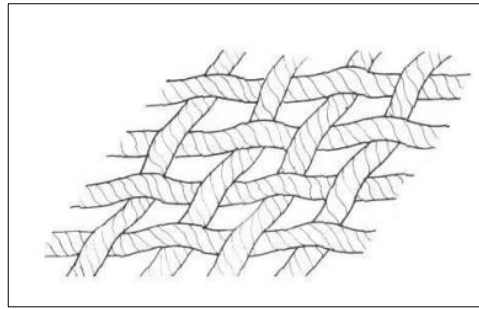
El empleo de geotextiles en la estabilización de taludes durante los últimos años se ha posicionado debido a las múltiples ventajas que el material proporciona; compuesto básicamente por polipropileno y poliéster.

Entre las principales ventajas que otorgan los geotextiles es la resistencia a la tracción, material de confinamiento aumentando la estabilidad del talud y es un material drenante. Además los geotextiles controlan la erosión del suelo ante la presencia de factores como el agua y viento.

3.3.5.2.1 Selección del Tipo de Geotextil

En el proyecto la estabilización del talud se realizará empleando geotextiles tejidos debido a las ventajas que el material ofrece.

Gráfico N° 47. Geotextil Tejido



Fuente: PAVCO, 2011

3.3.5.2.2 Preparación del Talud

Una vez determinado el tipo de geotextil que se va a utilizar en la estabilización previamente la cara del talud donde va a colocarse el geotextil seleccionado deberá estar libre de vegetación, troncos u cualquier otro material que pueda interferir en el tendido del geotextil.

Gráfico N° 48. Preparación del Talud



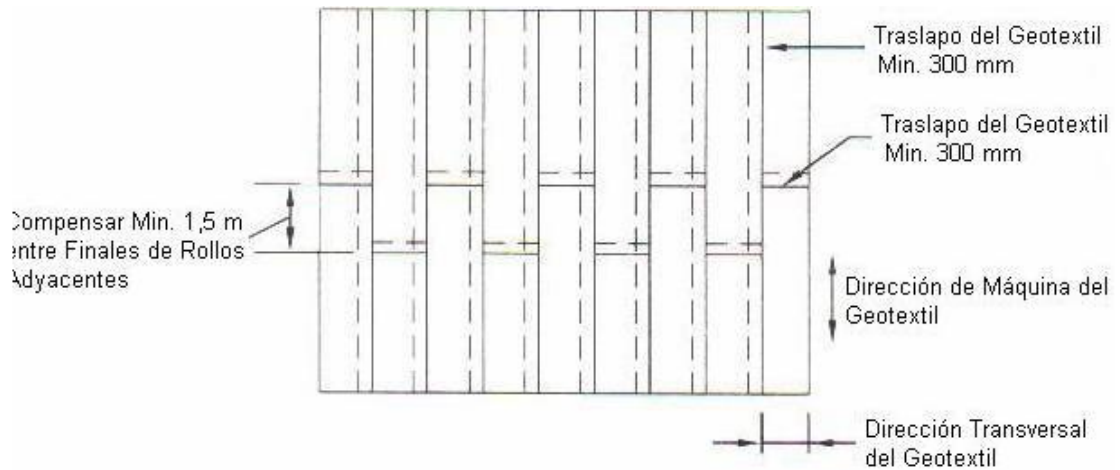
Fuente: PAVCO, 2011

3.3.5.2.3 Colocación del Geotextil

Preparada la superficie de la cara del talud para el tendido del geotextil, se colocará el material de tal manera que no presente ningún pliegue o doblez sobre la superficie. De existir traslapes en la colocación del geotextil se deberá realizar mediante una costura

con un hilo de polipropileno o poliéster de alta resistencia, el traslape deberá ser igual a 300 mm. Para la fijación del geotextil en la cara del talud se realizará empleando grapas.

Gráfico N° 49. Colocación del Geotextil



Fuente: INEN 2 476: 2009

3.3.5.3 Análisis Costo Beneficio

Para establecer el costo beneficio de la estabilización de un talud empleando geotextil o el recubrimiento con malla y mortero, se realizará un análisis de precios unitarios con cada uno de los métodos antes mencionados. Se establecerá el costo de estabilización del talud por metro cuadrado, determinado cuál de ellos es el más económico.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO

Suministro y colocación de geotextil

UNIDAD: m2

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.04
SUBTOTAL (M) =					0.04

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.08	0.29
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	0.08	0.26
Peón E2	1.00	3.26	3.26	0.08	0.26
SUBTOTAL (N) =					0.82

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Geotextil Pavco TR-4000 3.83m x100m	m2	1.10	3.30	3.63
Grapas para fijación	u	4.00	0.16	0.64
SUBTOTAL (O) =				4.27

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ELABORADO POR:
Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	5.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.13



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Recubrimiento con malla y mortero

UNIDAD: m²

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.10
Equipo para proyectar hormigón	1.00	30.00	30.00	0.10	3.00
Equipo de sujeción(arnes y cuerdas)	1.00	0.90	0.90	0.10	0.09
Andamio	1.00	2.50	2.50	0.10	0.25
SUBTOTAL (M) =					3.44

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Mestro de Obra C1	1.00	3.66	3.66	0.10	0.37
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	0.10	0.33
Peón E2	4.00	3.26	13.04	0.10	1.30
SUBTOTAL (N) =					2.00

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Aux.Mortero Cemento-Arena 1:4	m ³	0.02	82.55	1.65
Malla Armex R-126 (6.25x2.40) 4.0 mm 10x10	m ²	1.00	2.59	2.59
Chicotes (2 Varillas D = 10mm Long = 1 m)	kg	0.40	0.92	0.37
Tubo (PVC D = 50 mm, Long = 0.40m)	m	0.40	1.77	0.71
SUBTOTAL (O) =				5.32

IV. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ELABORADO POR:

Egda.Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	10.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.76

Una vez analizado los precios unitarios de cada uno de los rubros se ha determinado que la estabilización de un talud mediante el empleo de geotextiles es más económica con respecto al recubrimiento con malla y mortero, dado que el metro cuadrado (m²) con geotextiles esta alrededor de \$ 5.13, mientras que con el recubrimiento de malla y mortero está \$ 10.76.

Geotextil

Beneficios

- Bajo costo
- Facilidad del instalación del producto
- Ahorro de tiempo en la ejecución del trabajo

Desventajas

- Deterioro rápido ante los agentes de intemperismo (viento, agua)
- Material de uso delicado

Recubrimiento de malla y mortero

Beneficios

- Mayor resistencia
- Brinda mayor durabilidad en el tiempo

Desventajas

- Alto costo
- Mayor tiempo en la ejecución del trabajo

Una vez analizado el costo, los beneficios y las desventajas de cada uno de los métodos estabilizantes, para el proyecto se escogió el empleo de geotextiles principalmente por el factor económico que puede asumir la entidad pública, además el talud en el proyecto no posee una altura elevada siendo el material geotextil capaz de controlar la estabilización debido a los propiedades de material que posee; el recubrimiento de malla y mortero fue descartado por el alto costo de su ejecución, aunque proporcionaría una mayor resistencia.

3.4 PLANOS

- Diseño Geométrico

Lámina N°1

Contiene: El diseño geométrico horizontal y vertical del proyecto desde la abscisa Km 0+000.00 a Km 1+000.00

Lámina N°2

Contiene: El diseño geométrico horizontal y vertical del proyecto desde la abscisa Km 1+000.00 a Km 2+000.00

Lámina N°3

Contiene: El diseño geométrico horizontal y vertical del proyecto desde la abscisa Km 2+000.00 a Km 2+490.95

Lámina N°4

Contiene: Las secciones transversales del proyecto desde la abscisa Km 0+000.00 a Km 1+300.00

Lámina N°5

Contiene: Las secciones transversales del proyecto desde la abscisa Km 1+320.00 a Km 2+480.00

3.5 PRECIOS UNITARIOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 1 de 21

RUBRO: 1
DETALLE: Desbroce, desbosque y limpieza.

UNIDAD: Ha

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					4.50
Excavadora de oruga HYUNDAI	1.00	47.00	47.00	6.67	313.49
Motosierra 7HP	1.00	3.25	3.25	6.67	21.68
SUBTOTAL (M) =					339.66

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador 1 C1	1.00	3.66	3.66	6.67	24.41
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	6.67	22.01
Peón E2	2.00	3.26	6.52	6.67	43.49
SUBTOTAL (N) =					89.91

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (O) =				0.00

IV. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =		429.57
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%		94.51
OTROS ESPECÍFICOS 0%		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		524.08
VALOR PROPUESTO		524.08



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 2 de 21

UNIDAD: km

RUBRO: 2
DETALLE: Replanteo y nivelación

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					8.79
Equipo topográfico	1.00	25.00	25.00	11.428	285.70
SUBTOTAL (M) =					294.49

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo 2:	C1	1.00	3.66	11.428	41.83
Cadeneros	D2	3.00	3.30	11.428	113.14
Maestro de obra	C1	0.50	3.66	11.428	20.91
SUBTOTAL (N) =					175.88

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Estacas de madera (30mmx30mmx250mm)	u	200.00	0.30	60.00
Pintura esmalte martillado	gl	0.25	19.66	4.92
SUBTOTAL (O) =				64.92

IV. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	535.286
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	117.763
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	653.049
VALOR PROPUESTO	653.05



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 3 de 21

RUBRO: 3
DETALLE: Excavación sin clasificar (Incluye desalojo)

UNIDAD: m³

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.02
Excavadora de oruga HYUNDAI	1.00	47.00	47.00	0.016	0.75
Volqueta HINO GH 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
Cargadora frontal	1.00	35.20	35.20	0.016	0.56
SUBTOTAL (M) =					1.73

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador excavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Chofer volqueta C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.016	0.10
Operador cargadora C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.016	0.05
SUBTOTAL (N) =					0.35

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (O) =				0.00

IV. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	2.08
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	0.46
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.54
VALOR PROPUESTO	2.54



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 4 de 21

RUBRO: 4
DETALLE: Excavación para cunetas y encausamientos

UNIDAD: m³

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.02
Excavadora de oruga HYUNDAI	1.00	47.00	47.00	0.040	1.88
SUBTOTAL (M) =					1.90

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador excavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.040	0.15
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.040	0.13
Peón E2	1.00	3.26	3.26	0.040	0.13
Maestro de obra C1	0.50	3.66	1.83	0.040	0.07
SUBTOTAL (N) =					0.48

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (O) =				0.00

IV. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Septiembre 2016 ELABORADO POR: Egda. Gabriela Valenzuela	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	2.39
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	0.52
	OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.91
	VALOR PROPUESTO	2.91



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 5 de 21

RUBRO: 5
DETALLE: Excavación y relleno para estructuras menores

UNIDAD: m³

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.04
Excavadora de oruga HYUNDAI	1.00	47.00	47.00	0.040	1.88
Compactador manual	1.00	6.25	6.25	0.040	0.25
SUBTOTAL (M) =					2.17

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador excavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.040	0.15
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.040	0.13
Maestro de obra C1	0.50	3.66	1.83	0.040	0.07
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	0.040	0.13
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.040	0.26
SUBTOTAL (N) =					0.74

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Agua	m ³	0.15	3.00	0.45
SUBTOTAL (O) =				0.45

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Septiembre 2016 ELABORADO POR: Egda. Gabriela Valenzuela	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	3.36
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	0.74
	OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.10
	VALOR PROPUESTO	4.10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 6 de 21

RUBRO: 6
DETALLE: Relleno compactado con material propio

UNIDAD: m³

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.03
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.032	1.41
Rodillo compactador CATERPILI	1.00	27.50	27.50	0.032	0.88
Tanquero 200 HP	1.00	32.00	32.00	0.032	1.02
SUBTOTAL (M) =					3.35

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador motoniveladora C1	1.00	3.66	3.66	0.032	0.12
Operador rodillo C2	1.00	3.48	3.48	0.032	0.11
Chofer tanquero C1	1.00	4.79	4.79	0.032	0.15
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.032	0.11
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.032	0.21
SUBTOTAL (N) =					0.70

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Agua	m ³	0.15	3.00	0.45
SUBTOTAL (O) =				0.45

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	4.49
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	0.99
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.48
VALOR PROPUESTO	5.48



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 7 de 21

RUBRO: 7
DETALLE: Limpieza de derrumbes (Incluye transporte)

UNIDAD: m³

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.02
Volqueta HINO GH 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.020	0.50
Cargadora frontal	1.00	35.20	35.20	0.020	0.70
SUBTOTAL (M) =					1.22

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer volqueta C1	1.00	4.79	4.79	0.020	0.10
Operador cargadora C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.020	0.13
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.020	0.07
SUBTOTAL (N) =					0.37

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (O) =				0.00

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	1.59
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	0.35
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.94
VALOR PROPUESTO	1.94



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 8 de 21

RUBRO: 8

UNIDAD: m³

DETALLE: Provisión, tendido y compactación de sub-base granular Clase 3, incluye transporte (e = 10 cm).

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.016	0.70
Rodillo vibrador liso	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
Tanquero 200HP	1.00	32.00	32.00	0.016	0.51
Volqueta HINO GH 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
SUBTOTAL (M) =					2.12

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Operador motoniveladora C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Operador rodillo C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Chofer tanquero C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Chofer volqueta C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Ayudante maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.016	0.05
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.016	0.10
SUBTOTAL (N) =					0.42

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Material sub-base Clase 3	m ³	1.25	8.50	10.63
Agua	m ³	0.15	3.00	0.45
SUBTOTAL (O) =				11.075

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Transporte Material sub-base Clase 3	m ³	1.20	0.25	0.30
SUBTOTAL (P) =				0.30

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	13.92
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	3.06
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.98
VALOR PROPUESTO	16.98



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 9 de 21

RUBRO: 9

UNIDAD: m³

DETALLE: Provisión, tendido y compactación de base granular Clase 3, incluye transporte (e = 10 cm).

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.016	0.70
Rodillo vibrador liso	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
Tanquero 200HP	1.00	32.00	32.00	0.016	0.51
Volqueta HINO GH 8m3	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
SUBTOTAL (M) =					2.12

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador motoniveladora C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Operador rodillo C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Chofer tanquero C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Chofer volqueta C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Ayudante maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.016	0.05
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.016	0.10
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
SUBTOTAL (N) =					0.48

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Material base Clase 2	m ³	1.25	10.00	12.50
Agua	m ³	0.15	3.00	0.45
SUBTOTAL (O) =				12.95

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Transporte Material sub-base Clase 3	m ³	1.20	0.25	0.30
SUBTOTAL (P) =				0.30

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA Ambato, Septiembre 2016 ELABORADO POR: Egda. Gabriela Valenzuela	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	15.85
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	3.49
	OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	19.34
	VALOR PROPUESTO	19.34



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 10 de 21

RUBRO: 10

UNIDAD: lt

DETALLE: Suministro y colocación de Asfalto RC-250 para imprimación

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.00
Distribuidor de asfalto	1.00	47.00	47.00	0.006	0.28
Barredora autopropulsora	1.00	20.00	20.00	0.006	0.12
SUBTOTAL (M) =					0.41

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador distribuidor asfalto C2	1.00	3.66	3.66	0.006	0.02
Peón E2	2.00	3.30	6.60	0.006	0.04
SUBTOTAL (N) =					0.06

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Asfalto RC-250	lt	0.85	0.40	0.34
Diesel	gl	0.07	1.25	0.09
SUBTOTAL (O) =				0.43

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:

Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	0.89
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	0.20
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.09
VALOR PROPUESTO	1.09



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 11 de 21

RUBRO: 11

UNIDAD: m²

DETALLE: Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e = 5 cm).

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.06
Cargadora frontal	1.00	35.20	35.20	0.016	0.56
Planta asfáltica	1.00	88.00	88.00	0.016	1.41
Distribuidor de asfalto	1.00	47.00	47.00	0.016	0.75
Rodillo neumatico	1.00	32.00	32.00	0.016	0.51
Rodillo vibratorio	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
Terminadora de asfalto	1.00	52.80	52.80	0.016	0.84

SUBTOTAL (M) = 4.62

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador cargadora C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Operador planta asfáltica C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Distribuidor de asfalto C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Operador de rodillo neumatico D2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Operador de rodillo vibratorio D2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Operador terminado de asfalto C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Ayudante de maquinaria D2	4.00	3.30	13.20	0.016	0.21
Peón E2	12.00	3.26	39.12	0.016	0.63

SUBTOTAL (N) = 1.17

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Agregados pétreos para asfalto	m ³	0.05	10.00	0.50
Asfalto AP-3	kg	8.25	0.35	2.89
Arena	m ³	0.04	10.00	0.40
Diesel	m ³	0.07	1.25	0.09

SUBTOTAL (O) = 3.88

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Asfalto AP-3	kg	5.00	0.20	1.00

SUBTOTAL (P) = 1.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:

Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	10.67
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	2.35
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.01
VALOR PROPUESTO	13.01



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 12 de 21

RUBRO: 12

UNIDAD: m³

DETALLE: Hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas (Incluye encofrado)

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					2.15
Concretera	1.00	8.00	8.00	1.00	8.00
SUBTOTAL (M) =					10.15

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	1.00	3.66
Albañil D2	3.00	3.30	9.90	1.00	9.90
Peón E2	9.00	3.26	29.34	1.00	29.34
SUBTOTAL (N) =					42.90

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento Holcim	saco	7.00	7.94	55.58
Arena (Inc. Transporte)	m ³	0.44	10.00	4.40
Ripio (Inc. Transporte)	m ³	0.91	13.20	12.01
Agua	m ³	0.16	3.00	0.48
Media alfaja 3x6x250(cm)	u	5.00	1.50	7.50
Clavos de 2" a 2 1/2"	kg	1.00	1.85	1.85
Encofrado de madera 30x240	m ²	8.44	2.77	23.38
Alambre galvanizado No.12	kg	0.05	2.14	0.11
SUBTOTAL (O) =				105.31

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	158.35
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	34.84
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	193.19
VALOR PROPUESTO	193.19



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 13 de 21

RUBRO: 13

UNIDAD: m³

DETALLE: Hormigón simple $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ para cajas receptoras (Incluye encofrado)

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					2.15
Concreteira	1.00	5.00	5.00	1.00	5.00
Vibrador a gasolina	1.00	3.75	3.75	1.00	3.75
SUBTOTAL (M) =					10.90

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	1.00	3.66
Albañil D2	3.00	3.30	9.90	1.00	9.90
Peón E2	9.00	3.26	29.34	1.00	29.34
SUBTOTAL (N) =					42.90

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cemento Holcim	saco	7.75	7.94	61.54
Arena (Inc. Transporte)	m ³	0.44	10.00	4.40
Ripio (Inc. Transporte)	m ³	0.88	13.20	11.62
Agua	m ³	0.16	3.00	0.48
Tabla para encofrado 30x240 (cm)	m ²	9.10	3.58	32.58
Media alfaja 3x6x250(cm)	u	2.00	1.50	3.00
Clavos de 2" a 2 1/2"	kg	1.00	1.85	1.85
Alambre galvanizado No.12	kg	0.10	2.14	0.21
Puntales	ml	10.00	1.40	14.00
SUBTOTAL (O) =				129.67

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	183.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	40.36
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	223.83
VALOR PROPUESTO	223.83



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 14 de 21

RUBRO: 14

UNIDAD: ml

DETALLE: Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 400 mm

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.34
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.33	8.25
SUBTOTAL (M) =					8.59

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra C1	1.00	3.66	3.66	0.33	1.21
Peón E2	4.00	3.26	13.04	0.33	4.30
Operador retroexcavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.33	1.21
SUBTOTAL (N) =					6.72

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tub PVC NOVAFORT PLUS 440mmx6m D=400	m	1.00	48.67	48.67
SUBTOTAL (O) =				48.67

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	63.97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	14.07
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	78.05
VALOR PROPUESTO	78.05



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 15 de 21

RUBRO: 15

UNIDAD: ml

DETALLE: Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 450 mm

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.34
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.33	8.25
SUBTOTAL (M) =					8.59

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra C1	1.00	3.66	3.66	0.33	1.21
Peón E2	4.00	3.26	13.04	0.33	4.30
Operador retroexcavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.33	1.21
SUBTOTAL (N) =					6.7

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tub PVC NOVAFORT PLUS 500mmx6m D=450	m	1.00	69.33	69.33
SUBTOTAL (O) =				69.33

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	84.63
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	18.62
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	103.25
VALOR PROPUESTO	103.25



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 16 de 21

RUBRO: 16

UNIDAD: ml

DETALLE: Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 500 mm

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.81
Retroexcavadora	1.00	25.00	25.00	0.80	20.00
SUBTOTAL (M) =					20.81

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de Obra C1	1.00	3.66	3.66	0.80	2.93
Peón E2	4.00	3.26	13.04	0.80	10.43
Operador C1	1.00	3.66	3.66	0.80	2.93
SUBTOTAL (N) =					16.29

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tubería para alcantarillado D = 500 mm	m	1.00	92.00	92.00
SUBTOTAL (O) =				92

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	129.10
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	28.40
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	157.50
VALOR PROPUESTO	157.50



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 17 de 21

RUBRO: 17
DETALLE: Señalización horizontal

UNIDAD: km

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					1.81
Equipo de pintura de tráfico	1.00	1.88	1.88	3.20	6.02
SUBTOTAL (M) =					7.83

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Chofer de equipo de pintura C1	1.00	4.79	4.79	3.20	15.33
Peón E2	2.00	3.26	6.52	3.20	20.86
SUBTOTAL (N) =					36.192

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Pintura de tráfico	gl	10.00	21.92	219.20
Microesferas de vidrio	kg	20.00	5.50	110.00
Diluyente o tñer	gl	0.50	6.50	3.25
SUBTOTAL (O) =				332.45

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	376.47
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	82.82
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	459.29
VALOR PROPUESTO	459.29



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 18 de 21

RUBRO: 18
DETALLE: Señalización regulatorias

UNIDAD: u

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					1.68
Cortadora mecánica	1.00	2.25	2.25	2.00	4.50
Soldadora eléctrica	1.00	6.25	6.25	2.00	12.50
SUBTOTAL (M) =					18.68

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	2.00	7.32
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	2.00	6.60
Fierrero D2	1.00	3.30	3.30	2.00	6.60
Peón E2	2.00	3.26	6.52	2.00	13.04
SUBTOTAL (N) =					33.56

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tool galvanizado (1.22x2.44) (1/16)	m2	0.36	14.61	5.26
Tubo cuadrado Galvanizado (50x50x2)mm	m	3.00	4.56	13.68
Pernos inoxidables	u	2.00	0.40	0.80
Angulo 30x 3 mm	m	3.20	1.50	4.80
Electrodos	kg	0.20	3.60	0.72
Pintura anticorrosiva	gl	0.06	17.15	1.03
Pintura reflectiva	gl	0.50	20.53	10.27
Hormigón f'c= 180kg/cm2 (40x40x40)cm	m3	0.064	110.00	7.04
SUBTOTAL (O) =				43.59

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	95.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	21.08
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	116.91
VALOR PROPUESTO	116.91



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 19 de 21

RUBRO: 19
DETALLE: Señalización preventiva

UNIDAD: u

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					1.68
Cortadora mecánica	1.00	2.25	2.25	2.00	4.50
Soldadora eléctrica	1.00	6.25	6.25	2.00	12.50
SUBTOTAL (M) =					18.68

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	2.00	7.32
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	2.00	6.60
Fierrero D2	1.00	3.30	3.30	2.00	6.60
Peón E2	2.00	3.26	6.52	2.00	13.04
SUBTOTAL (N) =					33.56

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tool galvanizado (1.22x2.44) (1/16)	m2	0.36	14.61	5.26
Tubo cuadrado Galvanizado (50x50x2)mm	m	3.00	4.56	13.68
Pernos inoxidables	u	2.00	0.40	0.80
Angulo 30x 3 mm	m	3.20	1.50	4.80
Electrodos	kg	0.20	3.60	0.72
Pintura anticorrosiva	gl	0.06	17.15	1.03
Pintura reflectiva	gl	0.50	20.53	10.27
Hormigón f'c= 180kg/cm2 (40x40x40)cm	m3	0.064	110.00	7.04
SUBTOTAL (O) =				43.59

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	95.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	21.08
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	116.91
VALOR PROPUESTO	116.91



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 20 de 21

RUBRO: 20
DETALLE: Señalización informativa

UNIDAD: u

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					2.24
Cortadora mecánica	1.00	2.25	2.25	2.667	6.00
Soldadora eléctrica	1.00	6.25	6.25	2.667	16.67
SUBTOTAL (M) =					24.91

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	2.667	9.76
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	2.667	8.80
Fierrero D2	1.00	3.30	3.30	2.667	8.80
Peón E2	2.00	3.26	6.52	2.667	17.39
SUBTOTAL (N) =					44.75

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Tool galvanizado (1.22x2.44) (1/16)	u	1.00	43.50	43.50
Tubo cuadrado Galvanizado (50x50x2)mm	m	6.00	4.56	27.36
Tubo cuadrado negro 1"x1"x1.5m	m	9.76	2.54	24.79
Pernos inoxidables	u	4.00	0.40	1.60
Electrodos	kg	3.00	3.60	10.80
Pintura anticorrosiva	gl	0.20	17.15	3.43
Pintura reflectiva	gl	1.00	20.53	20.53
Hormigón f'c= 180kg/cm2 (40x40x40)cm	m3	0.13	110.00	14.30
SUBTOTAL (O) =				146.31

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	215.97
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	47.51
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	263.48
VALOR PROPUESTO	263.48



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 20 de 21

RUBRO: 21

UNIDAD: m²

DETALLE: Suministro y colocación del geotextil

I. EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor 5% de M.O.					0.04
SUBTOTAL (M) =					0.04

II. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO/HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.08	0.29
Albañil D2	1.00	3.30	3.30	0.08	0.26
Peón E2	1.00	3.26	3.26	0.08	0.26
SUBTOTAL (N) =					0.82

III. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
Geotextil Pavco TR-4000 3.83m x100m	m ²	1.10	3.30	3.63
Grapas para fijación	u	4.00	0.16	0.64
SUBTOTAL (O) =				4.27

III. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	P.UNITARIO B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P) =				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
 Ambato, Septiembre 2016

ELABORADO POR:
 Egda. Gabriela Valenzuela

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+ N+O+P) =	5.13
INDIRECTOS Y UTILIDADES 22%	1.13
OTROS ESPECÍFICOS 0%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.26
VALOR PROPUESTO	6.26

3.6 MEDIDAS AMBIENTALES

El proyecto vial debe contar con medidas ambientales, las cuales son necesarias para minimizar el impacto ambiental que el proyecto puede provocar durante el proceso construcción de la vía. A continuación se presentan las medidas ambientales que se deberán tomar en cuenta para la ejecución del proyecto:

- Prevención de la Contaminación de Agua

En el proyecto para prevenir la contaminación se deberá recurrir a la protección de todos los pasos de agua existentes que de alguna manera u otra estarán expuestos a una posible contaminación, debido al producto del movimiento de tierras, derrames accidentales y basura que conlleva el mismo proceso de construcción del proyecto vial.

- Prevención de la Contaminación de Suelo

En el proyecto se prestará especial atención a todo lo relacionado con productos como aceites, hidrocarburos y otras sustancias que podrían ser derramados en el suelo durante la ejecución de los trabajos. Estos productos que de ser necesarios para la operación de los equipos o servicio de transporte son altamente contaminantes. La contaminación del suelo se podrá prevenir o controlar almacenando los productos en recipientes que deberán estar debidamente sellados en un lugar específico dentro del área de trabajo en el proyecto.

- Control del Polvo

En el proceso de construcción de la vía uno de los principales trabajos que se realizará es el movimiento de tierras, lo cual implicará el constante contacto directo con el polvo para los trabajadores y habitantes de sector que están involucrados en el proyecto. Con el propósito de disminuir el polvo proveniente de la ejecución de este trabajo se recurrirá a carros cisternas que se encargará del riego de agua de manera continua en el área de trabajo.

- **Control del Ruido**

Se deberá contar con maquinaria en un buen estado de funcionamiento a fin de que estas no produzcan ruidos y vibraciones exageradas más allá de lo normal que podría perjudicar tanto a los operadores de los equipos durante el proceso de construcción y a los habitantes del sector. Para controlar el ruido procedente de los equipos se empleará silenciadores de escape.

- **Control del Aire**

En el proyecto para controlar la calidad del aire que se emita hacia la atmósfera se enfocará principalmente en el equipo que se va a utilizar durante la ejecución de los trabajos para la construcción de la vía. Para esta medida, el equipo que se emplee deberá tener un correcto mantenimiento.

3.7 CÁLCULO DE VOLÚMENES DE OBRA

Rubro 1: Desbroce, Desbosque y Limpieza.

La unidad de medida para este rubro es en hectáreas (Ha). Para el proyecto se utilizará un ancho de faja igual a 20 metros.

Longitud total del proyecto = 2490.95 m

Ancho de faja = 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = Longitud total del proyecto x Ancho de faja

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 2490.95 m x 20 m

Área de desbroce, desbosque y limpieza = 49819 m²

Área de desbroce, desbosque y limpieza = **4.98 Ha**

Rubro 2: Replanteo y Nivelación

Replanteo y nivelación tiene por unidad de medida al kilómetro (km).

Longitud total del proyecto = 2490.95 m = **2.49 km**

Rubro 3: Excavación sin Clasificar (Incluye Desalojo)

Es en metros cúbicos (m³) su unidad de medida. Esta cantidad proviene del diseño geométrico establecido para el proyecto.

Volumen de corte del proyecto = **14,789.24 m³**

Rubro 4: Excavación para Cunetas y Encausamientos (Incluye Desalojo)

Este rubro es medido en metros cúbicos (m³), para ello se determina el área transversal de la cuneta del proyecto.

Área de la excavación para la sección de la cuneta = 0.2764 m²

Longitud de la cuneta = 2490.95 m

Volumen total de excavación = A. cuneta x Longitud cuneta x No. lados

Volumen total de excavación = 0.2764 m² x 2490.95 m x 2

Volumen total de excavación = **1,376.99 m³**

Rubro 5: Excavación y Relleno para Estructuras Menores

Para este rubro la excavación su unidad de medida será en metros cúbicos (m^3).

Vol. Excavación para cajas receptoras= (Lado “x” x Lado “y” x Prof.) x No.Cajas

Vol. Excavación para cajas receptoras= (1.2 m x 1.4 m x 1.30 m) x 16

Vol. Excavación para cajas receptoras= 34.94 m^3

Vol. Excavación para tubería= [(Long₁ x D₁)+ (Long₂ x D₂)+ (Long₃ x D₃)]*Prof.

Vol. Excavación para tubería =[(18m x 0.40m)+(18m x 0.45m)+(12mx0.50m)]*1.00m

Vol. Excavación para tubería = 21.3 m^3

Vol. Relleno de tubería=(Long₁ x D₁ xProf₁)+ (Long₂ x D₂ xProf₂)+ (Long₃ xD₃ xProf₃)

Vol. Relleno de tubería= (18m x 0.40m x 0.60m) + (18m x 0.45m x 0.55m) + (12 m x 0.60m x 0.50m)

Vol. Relleno de tubería= 11.78 m^3

Volumen para excavación y relleno para estructuras menores = **68.02 m^3**

Rubro 6: Relleno Compactado con Material Propio

El volumen de relleno es del diseño geométrico del proyecto y es medido en metros cúbicos (m^3).

Volumen de relleno del proyecto = **2,888.54 m^3**

Rubro 7: Limpieza de Derrumbes (Incluye Transporte)

Para este rubro se toma un 10% aproximadamente del volumen de corte del proyecto, la unidad de medida es metros cúbicos (m^3).

Volumen de corte del proyecto = 14789.24 m^3

Vol. Limpieza de derrumbes = 10% x Volumen de corte del proyecto

Vol. Limpieza de derrumbes = 10% x 14789.24 m^3

Vol. Limpieza de derrumbes = **1,478.92 m^3**

Rubro 8. Provisión, Tendido y Compactación de Sub-base Granular Clase 3, Incluye Transporte (e= 10 cm).

La unidad de medida para este rubro será el metro cúbico (m³), el volumen que se empleará en el proyecto es igual a la longitud de la vía por el ancho de la calzada y por el espesor de la sub-base granular.

Longitud del proyecto = 2490.95 m

Ancho de la calzada = 6.00 m

Espesor de la sub-base Clase 3 = 0.10 m

Volumen sub-base Clase 3= Long del proyecto x Ancho calzada x Espesor

Volumen sub-base Clase 3 = 2490.95 m x 6.00 m x 0.10 m

Volumen sub-base Clase 3 = **1,494.57 m³**

Rubro 9. Provisión, Tendido y Compactación de Base Granular Clase 3, Incluye Transporte (e = 10 cm).

Para obtener el volumen de la base granular en el proyecto se multiplicará la longitud de la vía por el ancho de la calzada y por el espesor de la base granular, la unidad de medida será en metros cúbicos (m³).

Longitud del proyecto = 2490.95 m

Ancho de la calzada = 6.00 m

Espesor de la base Clase 3 = 0.10 m

Volumen base Clase 3 = Long del proyecto x Ancho calzada x Espesor

Volumen base Clase 3 = 2490.95 m x 6.00 m x 0.10 m

Volumen base Clase 3= **1,494.57 m³**

Rubro 10. Suministro y Colocación de Asfalto RC-250 para Imprimación.

Para este rubro la unidad de medida será en litros (lts); se cuantificará multiplicando el área de la calzada por un factor de mayoración y por el rendimiento de imprimación de 1.5 lts/m².

Longitud del proyecto = 2490.95 m

Ancho de la calzada = 6.00 m

$$\text{Área de imprimación} = 2490.95 \text{ m} \times 6.00 \text{ m} = 14945.70 \text{ m}^2$$

$$\text{Factor de mayoración} = 1.10$$

$$\text{Rendimiento total de imprimación} = 1.5 \text{ lts/m}^2$$

$$\text{Volumen total imprimación} = \text{A. Imprimación} \times \text{F. Mayoración} \times \text{Rend. Imprimación}$$

$$\text{Volumen total imprimación} = 14945.70 \text{ m}^2 \times 1.10 \times 1.5 \text{ lts/m}^2$$

$$\text{Volumen total imprimación} = \mathbf{24,660.40 \text{ lts}}$$

Rubro 11. Capa de Rodadura de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta (e = 5 cm)

La unidad de medida para la capa de rodadura de hormigón asfáltico será en metros cuadrados (m^2). El área se determinará multiplicando la longitud total del proyecto por el ancho de la calzada.

$$\text{Longitud del proyecto} = 2490.95 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de la calzada} = 6.00 \text{ m}$$

$$\text{Volumen hormigón asfáltico} = \text{Long del proyecto} \times \text{Ancho calzada}$$

$$\text{Volumen hormigón asfáltico} = 2490.95 \text{ m} \times 6.00 \text{ m}$$

$$\text{Volumen hormigón asfáltico} = \mathbf{14,945.70 \text{ m}^2}$$

Rubro 12: Hormigón Simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para Cunetas (Incluye Encofrado)

Es el volumen total de hormigón simple $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ que se empleará en la construcción de las cunetas para el sistema de drenaje del proyecto y su unidad de medida es en metros cúbicos (m^3).

$$\text{Longitud de la cuneta} = 2490.95 \text{ m}$$

$$\text{Área de la sección de la cuneta} = 0.1415 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen total de excavación} = \text{Longitud de cuneta} \times \text{A. Cuneta} \times \text{No. lados}$$

$$\text{Volumen total de excavación} = 2490.95 \text{ m} \times 0.1415 \text{ m}^2 \times 2$$

$$\text{Volumen total de excavación} = \mathbf{704.94 \text{ m}^2}$$

Rubro 13: Hormigón Simple $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ para Cajas Receptoras (Incluye Encofrado)

El volumen total de hormigón se calculará en base al volumen empleado en una caja receptora de 1.10 m^3 por el número total que existe en el proyecto y su unidad de medida es en metros cúbicos (m^3).

Volumen H.S. de caja receptora = 1.10 m^3

Volumen total H.S. $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2 = \text{Vol. Caja receptora} \times \text{No. Cajas}$

Volumen total H.S. $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2 = 1.10 \text{ m}^3 \times 16$

Volumen total H.S. $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{17.60 \text{ m}^3}$

Rubro 14: Tubería para Alcantarillado Tipo PVC D=400 mm

Número de alcantarillas = 3 u

Longitud de tubería = 6 m

Longitud total de tubería = No. Alcantarillas \times Long. Tubería

Longitud total de tubería = $3 \times 6 \text{ m} = \mathbf{18 \text{ m}}$

Rubro 15: Tubería para Alcantarillado Tipo PVC D=450 mm

Número de alcantarillas = 3 u

Longitud de tubería = 6 m

Longitud total de tubería = No. Alcantarillas \times Long. Tubería

Longitud total de tubería = $3 \times 6 \text{ m} = \mathbf{18 \text{ m}}$

Rubro 16: Tubería para Alcantarillado Tipo PVC D=500 mm

Número de alcantarillas = 2 u

Longitud de tubería = 6 m

Longitud total de tubería = No. Alcantarillas \times Long. Tubería

Longitud total de tubería = $2 \times 6 \text{ m} = \mathbf{12 \text{ m}}$

Rubro 17. Señalización Horizontal

En el proyecto se contará con dos líneas continuas al borde de la calzada de color blanco y una segmentada de color amarillo, la unidad de medida es en kilómetros (km).

Longitud del proyecto = 2490.95 m

Número de líneas = 3 u

Señalización horizontal = Longitud del proyecto x No. Líneas

Señalización horizontal = 2490.95 m x 3

Señalización horizontal = 7472.85 m = **7.47 km**

Rubro 18. Señalización Regulatorias

Este rubro se medirá en unidades (u).

Señalización regulatoria = 4 u

Rubro 19. Señalización Preventiva

Este rubro se medirá en unidades (u).

Señalización preventivas = 30 u

Rubro 20. Señalización Informativa

Este rubro se medirá en unidades (u).

Señalización informativa = 3 u

Rubro 21. Suministro y Colocación del Geotextil

La estabilización de los taludes en el proyecto se lo realizará mediante el empleo del geotextil y se medirá en metros cuadrados (m²).

Área total de estabilización = **674.50 m²**

3.8 PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES.

UBICACIÓN: Comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas de la Parroquia Santa Rosa, Cantón Ambato.

REALIZADO POR: Egda. Gabriela Valenzuela.

REVISADO POR: Ing.Mg. Rodrigo Acosta.

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
MOVIMIENTOS DE TIERRAS					
1.1	Desbroce, desbosque y limpieza.	Ha	4.89	524.08	2,562.76
1.2	Replanteo y nivelación	km	2.49	653.05	1,626.09
1.3	Excavación sin clasificar (Incluye desalojo)	m3	14,789.24	2.54	37,594.56
1.4	Excavación para cunetas y encausamientos	m3	1,376.99	2.91	4,008.48
1.5	Excavación y relleno para estructuras menores	m3	68.02	4.10	278.96
1.6	Relleno compactado con material propio	m3	2,888.54	5.48	15,832.71
1.7	Limpieza de derrumbes (Incluye transporte)	m3	1,478.92	1.94	2,864.61
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
1.8	Provisión, tendido y compactación de sub-base granular Clase 3, incluye transporte (e = 10 cm).	m3	1,494.57	16.98	25,375.68
1.9	Provisión, tendido y compactación de base granular Clase 3, incluye transporte (e = 10 cm).	m3	1,494.57	19.34	28,906.63
1.10	Suministro y colocación de Asfalto RC-250 para imprimación	lt	24,660.40	1.09	26,900.76
1.11	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e = 5 cm).	m2	14,945.70	13.01	194,513.75
SISTEMA DE DRENAJE					
1.12	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 para cunetas (Incluye encofrado)	m3	704.94	193.19	136,187.65
1.13	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 para cajas receptoras (Incluye encofrado)	m3	17.60	223.83	3,939.42
1.14	Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 400 mm	ml	18.00	78.05	1,404.89
1.15	Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 450 mm	ml	18.00	103.25	1,858.58
1.16	Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 500 mm	ml	12.00	157.50	1,890.06
SEÑALIZACIÓN VIAL					
1.17	Señalización horizontal	km	7.47	459.29	3,430.90
1.18	Señalización regulatorias	U	4.00	116.91	467.66
1.19	Señalización preventiva	U	30.00	116.91	3,507.44
1.20	Señalización informativa	U	3.00	263.48	790.45
ESTABILIZACIÓN DE TALUD					
1.21	Suministro y colocación del geotextil	m2	674.50	6.26	4,220.17
PRECIO TOTAL					498,162.20

CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL CIENTO SESENTA Y DOS , 20/100

Ambato, Octubre 2016

3.9 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES MIÑARICA BAJO Y CARMELITAS, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SANTA ROSA CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE GEOTEXTILES.
UBICACIÓN: Comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas de la Parroquia Santa Rosa, Cantón Ambato.
REALIZADO POR: Egda. Gabriela Valenzuela.
REVISADO POR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.
PALAZO: 104 días

RUBRO N°	DESCRPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL	MES 1 (30 días)	MES 2 (30 días)	MES 3 (30 días)	MES 4 (14 días)	
MOVIMIENTOS DE TIERRAS										
1.1	Desbroce, desbosque y limpieza.	Ha	4.89	524.08	2,562.76	2562.76 4.89				
1.2	Replanteo y nivelación	km	2.49	653.05	1,626.09	1626.09 2.49				
1.3	Excavación sin clasificar (Incluye desalojo)	m3	14,789.24	2.54	37,594.56		30075.65 11831.39	7518.91 2957.85		
1.4	Excavación para cunetas y encausamientos	m3	1,376.99	2.91	4,008.48		4008.48 1376.99			
1.5	Excavación y relleno para estructuras menores	m3	68.02	4.10	278.96		278.96 68.02			
1.6	Relleno compactado con material propio	m3	2,888.54	5.48	15,832.71		15832.71 2888.54			
1.7	Limpieza de derrumbes (Incluye transporte)	m3	1,478.92	1.94	2,864.61		2864.61 1,478.92			
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO										
1.8	Provisión, tendido y compactación de sub-base granular Clase 3, incluye transporte (e = 10 cm).	m3	1,494.57	16.98	25,375.68		25375.68 1494.57			
1.9	Provisión, tendido y compactación de base granular Clase 3, incluye transporte (e = 10 cm).	m3	1,494.57	19.34	28,906.63		28906.63 1494.57			
1.10	Suministro y colocación de Asfalto RC-250 para imprimación	lt	24,660.40	1.09	26,900.76		8494.98 7787.49	18405.78 16872.91		
1.11	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta (e = 5 cm).	m2	14,945.70	13.01	194,513.75			149127.21 11458.37	45386.54 3487.33	
SISTEMA DE DRENAJE										
1.12	Hormigón simple f'c= 180 kg/cm2 para cunetas (Incluye encofrado)	m3	704.94	193.19	136,187.65		24211.14 125.32	45395.88 234.98	45,395.88 234.98	
1.13	Hormigón simple f'c= 210 kg/cm2 para cajas receptoras (Incluye encofrado)	m3	17.60	223.83	3,939.42			3,939.42 17.60		
1.14	Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 400 mm	ml	18.00	78.05	1,404.89		1404.89 18.00			
1.15	Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 450 mm	ml	18.00	103.25	1,858.58		1858.58 18.00			
1.16	Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 500 mm	ml	12.00	157.50	1,890.06		1890.06 12.00			
SEÑALIZACIÓN VIAL										
1.17	Señalización horizontal	km	7.47	459.29	3,430.90				3430.90 7.47	
1.18	Señalización regulatorias	U	4.00	116.91	467.66				467.66 4.00	
1.19	Señalización preventiva	U	30.00	116.91	3,507.44				1753.72 15.00	
1.20	Señalización informativa	U	3.00	263.48	790.45				790.45 3.00	
ESTABILIZACIÓN DE TALUD										
1.21	Suministro y colocación del geotextil	m2	674.50	6.26	4,220.17		4220.17 674.50			
					P.TOTAL	498,162.20				

INVERSIÓN MENSUAL	149391.20	228607.39	97,225.15	22,938.46
AVANCE PARCIAL %	29.99	45.89	19.52	4.60
INVERSTON ACUMULADA	149391.20	377998.58	475,223.73	498,162.20
AVANCE ACUMULADO %	29.99	75.88	95.40	100.00

3.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Rubro N°1. Desbroce, Desbosque y Limpieza

Se entenderá por desbroce, desbosque y limpieza a todas las actividades relacionadas con retirar la vegetación existente dentro de la faja topográfica establecida para el proyecto con la finalidad tener el área de trabajo limpia previo a la ejecución de los trabajos para el proyecto vial. Estos trabajos serán realizados con la ayuda de maquinaria pesada operada por personal calificado y manualmente si los trabajos lo ameritan.

El material proveniente de la ejecución de este rubro que será utilizado de alguna manera para el proyecto se almacenará en un lugar en específico donde se haya dispuesto por el fiscalizador, caso contrario este material deberá ser retirado del proyecto.

Medición y Pago

El desbroce, desbosque y limpieza se cuantificará en hectáreas (Ha), su pago se realizará de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°2. Replanteo y Nivelación

El replanteo y nivelación consistirá en trasladar el proyecto vial de acuerdo a los planos establecidos en el diseño al terreno, una vez que el área del terreno previamente haya sido limpiada. Para este trabajo se contará con un aparato topográfico de alta precisión con la finalidad de trasladar con la mayor exactitud posible los datos obtenidos de los planos, para ello se deberá contar con un topógrafo calificado y personal con vasta experiencia. Para la realización de este trabajo se colocarán estacas previamente señaladas con pintura de tal manera que sean visibles.

Medición y Pago

El replanteo y nivelación se medirá en kilómetros (km), su pago se realizará de acuerdo a la cantidad y el precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°3. Excavación sin Clasificar (Incluye Desalojo)

Se entenderá por excavación sin clasificar al movimiento de tierras que es necesario ejecutar para el proyecto según los planos del diseño horizontal y vertical de la vía; el trabajo se realizará mediante el uso de maquinaria pesada (excavadora de oruga, cargadora frontal y volqueta) con operadores calificados.

Durante la realización de este trabajo se deberá prestar especial cuidado donde exista la presencia de construcciones adyacentes que podrían resultar afectadas, considerando recurrir a un apuntalamiento de ser necesario con el fin de evitar cualquier tipo de daño en la construcción. El material de la excavación será colocado a un costado de la vía provisionalmente para su posterior desalojo. Asimismo se deberá colocar la señalización respectiva con el propósito de evitar cualquier tipo de accidente que la ausencia de estos podría ocasionar.

Medición y Pago

Se medirá el volumen de movimientos de tierras establecido en el diseño del proyecto en metro cúbico (m³), se pagará de acuerdo a la cantidad y el precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°4. Excavación para Cunetas y Encausamientos

La excavación para cunetas y encausamientos consiste en el movimiento de tierra que va requerir ser removido del lugar de emplazamiento de la sección de la cuneta establecida para el proyecto vial, con empleo de maquinaria pesada y mano de obra calificada para su ejecución.

En la realización de este rubro se deberá tratar de dejar conformada y nivelada el terreno de tal manera que pueda ser construida la sección de la cuneta. Además en lo que concierne al producto de la excavación del rubro deberá ser desaloja del área de trabajo.

Medición y Pago

La excavación para cunetas y encausamientos se medirá de acuerdo a lo determinado en el proyecto en metro cúbico (m³), se pagará de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°5. Excavación y Relleno para Estructuras Menores

Se entenderá por excavación y relleno para estructuras menores al conjunto de trabajos que deberán realizarse para la ejecución de este rubro en los sitios establecidos en el proyecto de acuerdo al diseño. Para este trabajo se empleará maquinaria pesada la cual deberá ser operadora por personal calificado. Además en los lugares de excavación de estas estructuras designadas para el proyecto deberán colocarse la señalización reglamentaria para evitar accidentes.

Medición y Pago

La excavación y relleno para estructuras menores se cuantificará en metros cúbicos (m³), su pago se realizará en base a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°6. Relleno Compactado con Material Propio

Este rubro consistirá en el relleno compactado con material propio del sector previamente seleccionado que deberá estar libre de basura u algún otro elemento que pueda afectar la compactación del suelo. El relleno compactado deberá quedar terminado de acuerdo a las cotas establecidas en los planos del diseño del proyecto.

Para la ejecución de este trabajo se empleará operadores calificados para la compactación del relleno mediante el uso de maquinaria pesada.

Medición y Pago

Se cuantificará el volumen del relleno compactado del proyecto en metros cúbicos (m^3), se pagará de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°7. Limpieza de Derrumbes (Incluye Transporte)

Se entenderá por limpieza de derrumbes al trabajo que consiste en desalojar todo el material proveniente de derrumbes que pudieron haber sido provocados por las excavaciones realizadas a lo largo del proyecto por razones de diseño, una vez que la obra básica del proyecto se haya concluido. El material proveniente de este rubro deberá ser retirado del proyecto tomando en cuenta las medidas de cuidado necesarias que conlleva su transporte. Este trabajo se realizará con el empleo de maquinaria pesada y mano de obra calificada.

Medición y Pago

La limpieza de derrumbes se medirá en metros cúbicos (m^3), su pago se realizará de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°8. Provisión, Tendido y Compactación de Sub-base Granular Clase 3, Incluye Transporte (e= 10 cm)

Este rubro consistirá principalmente en la construcción de la sub-base de la estructura de pavimento del proyecto, la cual será colocada sobre la subrasante previamente preparada en cuanto a las cotas establecidas en los planos del diseño. Esta sub-base deberá ser construida de acuerdo al espesor determinado en el diseño de la estructura del pavimento y debidamente compactada, para lo que es necesario contar con equipos en óptimas condiciones (rodillos, motoniveladora, tanquero y volquetas) operados por personal calificado.

- **Materiales**

Los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N°40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o menor del 30%.

Son subbases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002), y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Tabla N° 73. Tabla 403-1.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3”(76.2 mm)	--	--	100
2”(50.4 mm)	--	100	--
1 1/2”(38.1 mm)	100	70-100	--
N°4(4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
N°40(0.425 mm)	10-35	15-40	--
N°200(0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002)

La subbase Clase 3 está conformada por agregados gruesos, obtenidos mediante cribado de gravas o roca mezcladas con arena natural o material finamente triturado para alcanzar la granulometría especificada en la Tabla 403-1.1. Este material debe cumplir con los requisitos comunes establecidos en la subsección 816-2 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002).

Medición y Pago

La medición de este rubro se realizará en base al volumen empleado de sub-base granular Clase 3 en metros cúbicos (m³), su pago se efectuará de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el proyecto.

Rubro N°9. Provisión, Tendido y Compactación de Base Granular Clase 3, Incluye Transporte (e= 10 cm).

Este trabajo consistirá en la construcción de la capa base de la estructura de pavimento diseñada para proyecto, la cual será conformada sobre la sub-base previamente construida. Este rubro deberá ser ejecutado de tal manera que la superficie terminada de la capa base esté en concordancia con las cotas establecidas de la sección transversal del proyecto de acuerdo a los planos del diseño. Para la ejecución de este rubro se emplearán equipos (motoniveladora, rodillos, tanquero y volquetas) con mano de obra calificada.

- Materiales

El límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturado al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en la subsección 814-4 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002). Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos en la Tabla 404-1.3. Si hace falta el relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

Los agregados para Capas de Base Clase 2 y 3 cumplirán con los requisitos establecidos en las subsecciones 814-2 y 814-3 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002), para la porción triturada y cribada, respectivamente, y se mezclarán en la proporción indicada en las Especificaciones Particulares de la obra, antes de su empleo. Su granulometría será la indicada en la Tablas 404-1.1 y 404-1.3 respectivamente.

Medición y Pago

Este rubro se cuantificará por metros cúbicos (m³), se realizará su pago de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el proyecto.

Rubro N°10. Suministro y Colocación de Asfalto RC-250 para Imprimación

Se entenderá por suministro y colocación de asfalto RC-250 a todo el trabajo que involucre la distribución del material sobre la base previamente preparada; a más de esto se incluirá dentro de este rubro la limpieza de la superficie previa a la distribución del material. Para realizar este trabajo se contará con un equipo mínimo conformado por un distribuidor de asfalto y una barredora, las cuales deberán ser manejadas por personal calificado para el riego del material bituminoso.

Cabe recalcar que el material empleado para ejecución de este rubro está constituido por asfalto diluido, el cual deberá ajustarse a los requerimientos establecidos en la subsección 810-3 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002) para garantizar la calidad del producto.

Medición y Pago

Se medirá de acuerdo al volumen empleado en litros (lts), y su pago se realizará en base a la cantidad y precio establecido en el presupuesto.

Rubro N°11. Capa de Rodadura de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta (e = 5 cm).

Este trabajo consistirá en la construcción de una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 5 cm de espesor, colocada sobre la capa base de la estructura de pavimento construida. La preparación del hormigón asfáltico deberá realizarse en caliente en una planta central, la cual está conformada básicamente por material asfáltico y agregados los cuales deberán ajustarse a una granulometría específica.

Una vez elaborada la mezcla asfáltica en la planta central, deberá ser transportada hacia el proyecto con mucho cuidado, protegiéndola del enfriamiento que podría sufrir la mezcla asfáltica empleando una lona y además evitando cualquier tipo de contaminación. Para la construcción de la capa de rodadura se deberá colocar la mezcla asfáltica mediante el uso de un distribuidor de asfalto, posteriormente a esto se utilizará equipo de compactación para la conformación de la carpeta asfáltica. La superficie de la capa de rodadura de hormigón asfáltico deberá ser terminada de acuerdo a las cotas establecidas de la sección transversal de la calzada determinados en los planos del diseño del proyecto.

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

- Materiales

El tipo y grado del material asfáltico que deberá emplearse en la mezcla estará determinado en el contrato y será mayormente cemento asfáltico con un grado de penetración 60-70. En caso de vías que serán sometidas a un tráfico liviano o medio se permitirá el empleo de cemento asfálticos 85-100. Para vías o carriles especiales donde se espere el lapso de un tráfico muy pesado, se admitirá el empleo de cementos asfálticos mejorados. La clasificación del tráfico se muestra en la tabla 405-5.4. El

cemento asfáltico que se utilice deberá cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 810.2 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002).

Los agregados que se emplearán en el hormigón asfáltico en planta podrán estar constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, materiales fragmentados naturalmente, arenas y relleno mineral. Estos agregados deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 811.2 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002), para agregados tipo A, B o C. Los agregados estarán compuestos en todos los casos por fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo u otras materias extrañas. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en las tablas 405-5.1.

Tabla N° 74. Tabla 405-5.1.

TAMIZ	Porcentajes 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 (4.75 mm)	23-49	28-58	32-67	65-100
N° 16 (4.75 mm)	--	--	--	40-80
N° 30 (4.75 mm)	--	--	--	25-65
N° 50 (4.75 mm)	5-19	5-21	7-23	7-40
N° 100 (4.75 mm)	--	--	--	3-20
N° 200 (4.75 mm)	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MOP-001-F 2002)

Medición y Pago

La cuantificación será metros cuadrados (m²), su pago se realizará de acuerdo al precio unitario y cantidad establecida en el presupuesto.

Rubro N°12. Hormigón Simple $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$ para Cunetas (Incluye Encofrado)

Este rubro consiste en el suministro y elaboración del hormigón simple con una resistencia a la compresión de $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días; además dentro de este rubro se incluirá la construcción de la sección de la cuneta con las dimensiones establecidas en el diseño del sistema de drenaje para el proyecto.

Se utilizará mano de obra calificada para la ejecución de este trabajo, se empleará un equipo mínimo que constará de una concretara y herramienta menor para la elaboración del hormigón de acuerdo a la resistencia señalada y construcción de la cuneta.

Medición y Pago

Se medirá el volumen total del hormigón para la construcción de la sección de la cuneta en metros cúbicos (m^3), su pago será en base a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°13. Hormigón Simple $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ para Cajas Receptoras (Incluye Encofrado)

Este trabajo consiste en el suministro y elaboración del hormigón simple con una resistencia a la compresión a los 28 días igual a $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, además se incluirá encofrado para la realización de este rubro. La construcción de las cajas receptoras deberá realizarse en los sitios designados de acuerdo a los planos del proyecto con las dimensiones establecidas.

Para la ejecución de este rubro se empleará un equipo mínimo de una concretara para elaborar el hormigón y un vibrador que será necesario durante el vertido del hormigón en obra; para lo cual se contará con mano de obra calificada.

Medición y Pago

Se cuantificará el volumen de hormigón empleado en la construcción de las cajas en metros cúbicos (m³), su pago se realizará de acuerdo a la cantidad y precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°14. Tubería para Alcantarillado Tipo PVC D= 400 mm

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de la tubería tipo PVC D= 400 mm en los lugares establecidos de acuerdo al diseño del sistema de drenaje para el proyecto. La tubería deberá quedar asentada e instalada de acuerdo a las abscisas y cotas establecidas en los planos del diseño. Para esto se utilizará como equipo mínimo de trabajo una retroexcavadora la cual deberá ser manejada por un operador con experiencia y para la instalación de la tubería mano de obra calificada.

Medición y Pago

Se medirá la longitud total de la tubería empleada y se pagará por metros lineales (ml) de acuerdo al precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°15. Tubería para Alcantarillado Tipo PVC D= 450 mm

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de tubería tipo PVC D= 450 mm, la cual deberá quedar instalada de acuerdo a los planos establecidos en el proyecto. Durante la ejecución de este trabajo se empleará mano de obra calificada en la cual se incluirá de la retroexcavadora que se utilizará durante la ejecución de este rubro.

Medición y Pago

Para este rubro se cuantificará la longitud total de la tubería empleada y se pagará por metros lineales (ml) de acuerdo al precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°16. Tubería para alcantarillado Tipo PVC D= 500 mm

Este rubro consiste en todas las actividades relacionadas con el suministro e instalación de tubería D=500 mm para el sistema de drenaje del proyecto. Deberá instalarse la tubería según las indicaciones de los planos del proyecto respetando las abscisas y cotas en las que deberá quedar asentada la tubería. Para este trabajo se empleará mano de obra calificada y se utilizará una retroexcavadora como equipo mínimo para la instalación de la tubería.

Medición y Pago

Se medirá la longitud total de la tubería empleada y se pagará por metros lineales (ml) de acuerdo al precio unitario establecido en el presupuesto

Rubro N°17. Señalización Horizontal

Se entenderá por señalización horizontal a la aplicación de marcas sobre la capa de rodadura de hormigón asfáltico mediante pintura reflectiva; previo a la ejecución de este trabajo el pavimento deberá estar libre de cualquier elemento que pueda impedir la adherencia perfecta de la pintura en la superficie. La señalización deberá efectuarse de tal manera que presente un acabado nítido uniforme.

Asimismo estas marcas sobre el pavimento deberán tener las siguientes dimensiones dependiendo del tipo de líneas longitudinales que se vaya aplicar sobre el pavimento: las líneas tendrán un ancho mínimo de 100 mm y como máximo 150 mm, la doble línea continua tendrá una separación entre ellas de 140 mm, las líneas segmentadas tendrá una separación de 9 m con una longitud de 3 m.

Medición y Pago

Este rubro se medirá por kilómetros (km), se pagará de acuerdo a la cantidad y al precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°18. Señalización Regulatorias

Este rubro consistirá en el suministro, fabricación y colocación de la señalización regulatorias de acuerdo a los lugares establecidos en el diseño del proyecto. Estas señalizaciones deberán contener un mensaje, una forma y un color; dependiendo de la clasificación de las señales y la función que vaya a desempeñar. Las señales regulatorias para el proyecto serán de 600 mm x 600 mm y para ello se empleará mano de obra calificada.

La colocación de la señalización regulatorias se realizará a un lado de la vía donde hay sido establecido para lo cual se empleará un hormigón con una resistencia a la compresión $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$.

Medición y Pago

La señalización regulatorias se medirá en unidades (u), se pagará de acuerdo a la cantidad y el precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°19. Señalización Preventiva

Este rubro consistirá en el suministro, fabricación y colocación de la señalización preventiva. Esta señalizaciones deberán ser de 600 mm x 600 mm las cuales contendrán en una forma, color y mensaje; siendo estas fabricadas por mano de obra calificada e instaladas en los lugares establecidos por el proyecto. La instalación de este tipo de señalización preventiva se realizará a un costado de la vía empleando un hormigón con una resistencia a la compresión $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$.

Medición y Pago

La señalización preventiva se medirá en unidades (u), se pagará de acuerdo a la cantidad y el precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°20. Señalización Informativa

Este trabajo consistirá en el suministro, fabricación y localización de la señalización informativa donde haya sido requerido por el proyecto. Para la fabricación de la señalización se empleará como equipo mínimo una cortadora y soldadora eléctrica, manejadas por operadores con experiencia. Para su instalación en el proyecto se empleará hormigón con una resistencia $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

Medición y Pago

La señalización informativa se medirá en unidades (u), se pagará de acuerdo a la cantidad y el precio unitario establecido en el presupuesto.

Rubro N°21. Suministro y Colocación del Geotextil

Este trabajo consiste en el suministro y colocación del geotextil en el talud. Para la colocación del material previamente la superficie del talud deberá estar libre de cualquier escombros, vegetación u cualquier otro material que podría presentar problemas durante el tendido del geotextil. El geotextil se fijará a la cara del talud mediante la aplicación grapas, asegurándose de que el material quede instalado sin ninguna arruga o doblez.

Medición y Pago

El suministro y colocación del geotextil se medirá por metros cuadrados (m^2), su pago se realizará de acuerdo a la cantidad y el precio establecido en el presupuesto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La capa de rodadura que predomina en la vía que une las comunidades de Miñarica Bajo hacia Carmelitas es de tierra, las condiciones actuales de la vía son malas, limitando la circulación vehicular, sin embargo existe un tramo cercano a la comunidad de Carmelitas empedrado en buenas condiciones.
- Del estudio topográfico, se determinó que el proyecto presenta una topografía ondulada en su mayoría con ciertos tramos montañosos, por lo tanto para el diseño geométrico se asumirá la que predomina en el proyecto.
- El tráfico proyectado para los 20 años del periodo de diseño, se obtuvo un TPDA de 235 vehículos clasificando a la carretera como de IV orden y considerada un camino vecinal de acuerdo a la norma MOP-2003.
- Luego de realizar los estudios de suelos del proyecto se estableció que el suelo es una arena limosa SM de acuerdo a la clasificación del SUCS, por lo tanto es un suelo no plástico.
- Para el proyectado se ha determinado el CBR de diseño a través del ensayo de suelos, dando como resultado 16.5% para la subrasante categorizándola como regular a buena de acuerdo al valor obtenido en la Tabla N° 37.
- La velocidad de diseño para el proyecto vial es de 35 km/h, para lo cual se ha tomado en cuenta la clase de carretera de IV orden, los 235 vehículos como TPDA proyectado y una topografía ondulada de acuerdo a lo que especifica en la norma MOP-2003.

- Teniendo en cuenta que la vía en estudio del proyecto es de IV orden y el TPDA proyectado comprendido en el rango de 100 a 300 vehículos, se establece que el ancho de la calzada para el proyecto es de 6 m según lo estipula la norma MOP-2003.
- Para el proyecto la distancia de visibilidad mínima de parada calculada es igual a 37 m y la distancia de visibilidad de rebasamiento es de 150 m de acuerdo a lo establecido en la norma MOP-2003.
- Para el proyecto a partir de la velocidad de diseño de 35 km/h, se estableció un radio de curvatura horizontal de 30 m de acuerdo a la norma MOP-2003.
- La estructura de pavimento es de 25 cm de espesor conformado de la siguiente manera: sub-base 10 cm, base 10 cm y una carpeta asfáltica de 5 cm.
- Se concluyó que el empleo de “Tablas Janbú” para el análisis de estabilidad de un talud es un método rápido para determinar el factor de seguridad, tomando en cuenta las características del suelo y la geometría del talud, el cual puede emplearse tanto para suelos friccionantes y cohesivos.
- Se determinó que la estabilización de un talud en un proyecto se realiza con el fin de controlar o evitar una posible falla, proteger obras de infraestructura y fundamentalmente por salvaguardar la vida humana.
- Se determinó que el empleo de geotextiles en la estabilización de un talud es más económico comparado con un recubrimiento de malla y mortero, debido a que se obtiene un beneficio económico de 52.33 % con respecto al otro método.
- El uso del geotextil en la estabilización de un talud es un procedimiento rápido de ejecución que implica bajo costos a diferencia de las múltiples ventajas que ofrece el producto.

4.2 RECOMENDACIONES

- El proyecto vial deberá construirse de acuerdo a lo establecido en los planos diseñados debido a que se han elaborado de acuerdo a la norma MOP-2003.
- Para la ejecución de cada uno de los rubros del proyecto deberá emplearse equipo en óptimas condiciones, mano de obra calificada y verificar que los materiales que van a ser utilizados en obra sea de buena calidad.
- Se deberán aplicar las medidas ambientales durante el proceso de construcción de la vía para minimizar el impacto ambiental.
- Concluida la etapa de construcción de la vía se deberá realizar un mantenimiento continuo con el fin de conservar y precautelar el estado de la vía para el correcto funcionamiento.

MATERIAL DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Verdugo, «Vías terrestre,» Mayo-Junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.amivtac.org/assets/files/magazine/VT41.pdf>. [Último acceso: 9 Junio 2016].
- [2] SENPLADES, «Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017,» 2013. [En línea]. Available: <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan%20Nacional%20Buen%20Vivir%202013-2017.pdf>. [Último acceso: 7 Junio 2016].
- [3] SENPLADES, «Proyectos emblemáticos en Tungurahua,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/Proyectos-de-Inversi%C3%B3n-P%C3%ABlica-en-Tungurahua.pdf>. [Último acceso: 8 Junio 2016].
- [4] J. Cárdenas, Diseño geométrico de carreteras, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [5] Ministerio de Obras Públicas, «Norma de diseño geométrico de carreteras». Ecuador 2003.
- [6] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Norma Ecuatoriana Vial -NEVI 2012 VOLUMEN 2A,» 2013. [En línea]. Available: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf. [Último acceso: 13 Junio 2016].
- [7] «Carreteras del Ecuador,» 6 Mayo 2016. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Carreteras_de_Ecuador. [Último acceso: 8 Junio 2016].
- [8] P. Chocontá, Diseño Geométrico de Vías, Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2011.
- [9] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras ,Diseño Geométrico DG-2013,» 2013. [En línea]. Available: [http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/DISE%C3%91O%20GEOMETRICO%20DE%20CARRETERAS%20\(DG-2013\).pdf](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/DISE%C3%91O%20GEOMETRICO%20DE%20CARRETERAS%20(DG-2013).pdf). [Último acceso: 10 Junio 2016].
- [10] C. González , W. Vargas y M. Rincón, Localización de carreteras, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2011.
- [11] L. Casanova, Topografía plana, Mérida: Taller de Publicaciones de Ingeniería,ULA, 2002.
- [12] I. Fernández, «Las coordenadas geográficas y la proyección UTM.,» 2001. [En línea]. Available: <http://www.cartesia.org/data/apuntes/cartografia/cartografia-geograficas-utm-datum.pdf>. [Último acceso: 13 Junio 2016].
- [13] R. Cal, M. Reyes y J. Cárdenas, Ingeniería de Tránsito., D.F.: Alfaomega, 1994.
- [14] J. Coronado, Manual Centroamericano de Diseño de Pavimentos, 2002.

- [15] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Norma Ecuatoriana Vial -NEVI 2012 VOLUMEN 3,» 2013. [En línea]. Available: http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3.pdf. [Último acceso: 13 Junio 2016].
- [16] E. Juárez y A. Rico, *Mecánica de suelos I. TOMO 1. Fundamentos de mecánica de Suelos*, D.F.: EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V., 2012.
- [17] M.Sc.Ing. Francisco Mantilla Negrete, *Apuntes de Mecánica de Suelos I.*, 2012.
- [18] C. Kraemer, J. Pardillo, S. Rocci, M. Romana, V. Sánchez Blanco y M. Á. del Val, *Ingeniería de carreteras Volumen II.*, Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U, 2004.
- [19] E. Juárez y A. Rico, *Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*, D.F.: EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V., 2014.
- [20] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, «Norma Ecuatoriana Vial- NEVI 2012 VOLUMEN 2B,» 2013. [En línea]. Available: https://dl.dropboxusercontent.com/u/64456934/Infraestructura%20del%20Transporte/NEVI-12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2B.pdf. [Último acceso: 14 Junio 2016].
- [21] C. Crespo, *Vías de comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos.*, D.F.: EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V., 2012.
- [22] W. Muñoz, *Diseño geométrico de vías con aplicaciones básicas en Excel y Autocad*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2012.
- [23] A. Rico, *La ingeniería de los suelos en las vías terrestres 2: Carreteras,ferrocarriles y autopistas.*, D.F.: EDITORIAL LUMUSA, S.A. DE C.V., 2014.
- [24] Empresa Editora Macro EIRL, *Manual de carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"*, Lima: Empresa Editora Macro EIRL, 2014.
- [25] F. Olivera, *Estructuración de vías terrestres.*, D.F.: GRUPO EDITORIAL PATRIA S.A. DE C.V., 2007.
- [26] MOP, «ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES,» 2002. [En línea]. Available: https://issuu.com/gustavochochongalcivar/docs/mop-001-f_2002_cap_100-400. [Último acceso: 28 Junio 2016].
- [27] H. Rondón y F. Reyes, *Pavimentos: materiales, construcción y diseño.*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015.
- [28] C. Crespo, *Mecánica de suelos y cimentación.*, D.F.: EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V., 2010.
- [29] E. Juárez y A. Rico, *Mecánica de suelos, Tomo 2: Teoría y aplicaiones de mecánica de suelos*, D.F.: EDITORIAL LUMUSA, S.A. DE C.V., 2014.
- [30] W. Ortiz y E. Portilla, *Estudio de la estabilidad de los taludes de las presas del proyecto Pacalori, teniendo en cuenta la acción sísmica.*, Universidad de Cuenca, 2014.

- [31] G. Marín y L. Quintero, Manual con ejercicios para la modelación matemática y numérica de la estabilidad de taludes., Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2008.
- [32] J. Suárez, «Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.» 1998. [En línea]. Available: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0101/doc0101.pdf>. [Último acceso: 14 Julio 2016].
- [33] J. Pesantez, Análisis e implantación del método unificado de equilibrio límite en la evaluación de estabilidad de taludes., Universidad de Cuenca, 2010.
- [34] F. Lucero, E. Pachacama y W. Rodríguez, Análisis y diseño de muros de contención., Universidad Central del Ecuador, 2012.
- [35] N. Gavilanes, Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintéticos aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua- La Mana, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012.
- [36] G. PAVCO. [En línea]. Available: <https://www.pavco.com.co/?dw=623ae5e9ac97b8c516fdb4b5585f9f8q2z203>. [Último acceso: 13 Julio 2016].
- [37] B. S. SUMINISTROS MINEROS. [En línea]. Available: <http://www.branatex.com/BROCHURE-BRANATEX.pdf>. [Último acceso: 13 Julio 2016].
- [38] Geotexan, «Geotexan geosintéticos de alta calidad.» 25 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <http://geotexan.com/propiedades-de-los-geotextiles/>. [Último acceso: 13 Julio 2016].
- [39] «Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santa Rosa.» 2013. [En línea]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1865014540001_plan%20de%20desarrollo%20y%20ordenamiento%20territorial%20de%20la%20parroquia%20santa%20rosa%202015_15-10-2015_09-48-05.pdf. [Último acceso: 10 Julio 2016].
- [40] I. F. Moreira, *Apuntes de pavimentos*, Ambato, 2014.
- [41] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.*, Quito-Ecuador, 2011.
- [42] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical.*, Quito-Ecuador, 2011.

ANEXOS

ANEXO A. DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP	PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
1	9857905.42	758864.55	3077.95	AC	47	9857899.1	758782.42	3077.49	BLA
2	9857903.93	758859.07	3077.67	ARV	48	9857902.61	758782.78	3077.07	BDY
3	9857909.09	758859.84	3077.77	ARV	49	9857902.74	758782.25	3077.11	BDY
4	9857901.34	758845.23	3077.60	BOC	50	9857891.68	758775.96	3077.28	BL
5	9857915.8	758853.47	3077.03	BLA	51	9857898.15	758769.03	3075.97	ARV
6	9857896.33	758859.15	3077.77	ARV	52	9857889.79	758772.74	3076.63	BDY
7	9857892.88	758867.6	3077.78	ARV	53	9857889.67	758773.24	3076.66	BDY
8	9857911.98	758851.12	3077.05	BDY	54	9857900.58	758762.49	3075.35	ARV
9	9857912.39	758851.12	3077.19	BDY	55	9857899.79	758756.12	3074.94	BOC
10	9857911.47	758878.87	3077.47	ARV	56	9857882.92	758762.85	3076.07	BL
11	9857915.92	758842.81	3077.13	BD	57	9857898.16	758755.2	3074.53	ARV
12	9857917.15	758841.23	3076.50	BB	58	9857896.93	758766.04	3075.59	ARV
13	9857915.39	758871.63	3077.57	ARV	59	9857891.76	758755.67	3075.07	BD
14	9857918.87	758861.67	3076.65	BL	60	9857903.4	758780.14	3077.02	AC
15	9857920.57	758830.65	3077.79	BL	61	9857896.64	758758.02	3074.64	AC
16	9857905.84	758831.79	3077.13	BOC	63	9857886.49	758736.13	3072.03	BM
17	9857919.19	758830.33	3076.56	BOC	64	9857889.01	758743.37	3073.41	BS
18	9857897.92	758832.51	3078.48	BL	65	9857891.58	758747.81	3073.18	ARV
19	9857916.32	758832.52	3077.19	BOC	66	9857890.43	758748.15	3074.09	BD
20	9857915.43	758840.47	3077.16	BDY	67	9857895.24	758746.53	3073.28	ARV
21	9857915.42	758840.48	3077.17	BDY	68	9857893.37	758747.12	3073.17	AC
22	9857912.45	758840.62	3077.01	ARV	69	9857903.93	758740.77	3073.71	BL
23	9857907.93	758839.47	3076.99	ARV	70	9857904.02	758725.44	3072.62	BL
24	9857910.41	758839.71	3076.98	AC	71	9857883.7	758751.53	3074.74	BL
25	9857906.92	758821.74	3077.06	ARV	72	9857904.08	758705.21	3068.83	BL
26	9857907.01	758817.82	3077.04	BLA	73	9857878.6	758743.36	3073.88	BL
27	9857913.99	758819.81	3076.89	ARV	74	9857898.66	758689.2	3065.81	BL
28	9857905.85	758804.4	3077.23	ARV	75	9857888.54	758678.85	3064.22	BL
29	9857912.5	758805.5	3077.05	BOL	76	9857882.72	758718.26	3069.26	ARV
30	9857903.36	758796.04	3077.48	BOL	77	9857881.44	758718.94	3069.37	AC
31	9857914.63	758804.33	3077.00	ARV	78	9857879.21	758662.16	3062.58	BL
32	9857902.82	758797.81	3077.45	BOC	79	9857881.47	758722.42	3070.65	ARV
33	9857916.25	758805.81	3077.06	BDY	81	9857874.67	758645.4	3063.71	BL
34	9857916.7	758805.99	3077.15	BDY	82	9857868.71	758717.19	3069.24	BL
35	9857898.05	758795.85	3077.44	ARV	83	9857866.77	758716.25	3069.8	BL
36	9857913.68	758793.74	3075.67	BOC	84	9857867.83	758639.56	3065.9	BL
37	9857913.68	758793.77	3077.17	BOC	85	9857855.8	758715.78	3070.1	BL
38	9857917.79	758789.98	3077.21	BOC	86	9857855.79	758627.27	3068.9	BL
39	9857924.73	758783.46	3077.15	ARV	87	9857849.87	758712.01	3067.7	BL
40	9857930.47	758786.87	3077.13	ARV	88	9857846.52	758689	3064.4	BL
41	9857895.04	758787.93	3077.69	BL	89	9857791.21	758624.7	3068.5	BM
42	9857911.78	758793.32	3077.19	BOC	90	9857803.91	758639.52	3065.9	BS
43	9857902.88	758784.97	3077.19	ARV	91	9857809.21	758664.21	3064.5	BL
44	9857901.37	758784.63	3077.92	BD	92	9857821.62	758673.59	3063.9	BL
45	9857906.26	758783.51	3076.90	BDY	93	9857852.67	758685.59	3064.9	BLA
46	9857906.03	758783.04	3076.97	BDY	94	9857850.38	758682.91	3064.7	BOC

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
95	9857792.66	758660.56	3066.07	BL
96	9857844.44	758626.74	3068.86	BL
97	9857776.56	758628.03	3069.43	BL
98	9857834.98	758619.7	3069.15	BL
99	9857869.34	758696.02	3065.96	ARV
100	9857870.53	758695.22	3065.01	BB
101	9857869.89	758695.54	3065.85	BD
102	9857863.07	758690.79	3065.36	AC
103	9857855.37	758684.7	3064.9	ARV
104	9857857.07	758682.16	3064.79	ARV
106	9857857.72	758680.94	3064.56	BDY
107	9857856.93	758681.2	3064.81	BDY
108	9857778.68	758592.52	3069.82	BL
109	9857830.51	758604.58	3070.41	BL
110	9857785.97	758585.66	3069.56	BDY
111	9857786	758585.17	3069.57	BDY
112	9857830	758657.69	3064.18	BOC
113	9857832.22	758655.52	3064.46	ARV
114	9857833.37	758654.24	3064.41	AC
115	9857834.38	758652.77	3064.37	ARV
116	9857834.71	758652.09	3064.53	BDY
117	9857835.45	758651.3	3064.48	BDY
118	9857825.61	758632.98	3066.77	BLA
119	9857829.91	758645.88	3064.66	BB
120	9857829.59	758642.28	3065.69	BD
121	9857823.2	758632.96	3066.42	BD
122	9857821.61	758634.36	3064.98	ARV
123	9857796.21	758590.58	3068.37	BOC
124	9857798.18	758589.91	3068.23	AC
125	9857799.98	758589.41	3068.19	ARV
126	9857805.9	758616.83	3066.45	ARV
127	9857807.64	758615.43	3066.27	AC
128	9857809.43	758614.81	3066.16	BOC
129	9857811.23	758613.77	3068.03	BD
130	9857807.62	758578.08	3069.34	BDY
131	9857807.81	758579.02	3069.35	BDY
132	9857826.33	758597.22	3070.48	BL
133	9857821.54	758575.19	3070.18	BL
134	9857824.42	758587.72	3070.5	BL
135	9857772.89	758571.54	3069.02	BL
136	9857829.78	758587.35	3070.96	BL
137	9857794.75	758582.14	3068.76	BM
138	9857806.94	758579.54	3069.37	BS
139	9857797.81	758571.93	3067.84	ARV
140	9857795.4	758570.02	3067.66	AC
141	9857792.96	758559.23	3066.45	ARV
142	9857798.54	758566.86	3067.96	BD
143	9857792.11	758552.73	3065.9	BOC
144	9857814.26	758561.23	3068.29	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
145	9857797.84	758555.46	3067.1	BD
147	9857795.88	758536.01	3064.3	BDY
148	9857795.77	758536.65	3064.4	BDY
149	9857815.49	758551.24	3067.7	BL
150	9857791.7	758537.52	3064.4	ARV
151	9857791.83	758538.24	3064.4	BDY
152	9857791.77	758537.71	3064.3	BDY
153	9857793.52	758537.21	3064.4	AC
154	9857818.73	758546.94	3067.7	BL
155	9857804.66	758509.01	3061.9	BM
156	9857795.53	758513.01	3061.5	BS
157	9857783.93	758515.71	3062.4	BL
158	9857782.85	758516.2	3063.7	BL
159	9857801.34	758534.55	3063.9	BDY
160	9857801.11	758534.05	3064	BDY
161	9857800.92	758533.04	3063.4	BL
162	9857801.57	758534.91	3064.5	BL
163	9857775.46	758511.23	3062.9	BL
164	9857775.63	758512.11	3063.5	BL
165	9857832.16	758525.99	3067.4	BL
166	9857811.56	758528.51	3065.1	BL
167	9857810.71	758529.41	3064.1	BDY
168	9857809.79	758528.8	3063.9	BDY
169	9857809.07	758527.97	3063.4	BL
170	9857771.16	758518.47	3064	BL
171	9857823.03	758510.17	3065.4	BL
172	9857819.35	758509.5	3065.4	BL
173	9857817.53	758503.07	3062.9	BL
174	9857789.1	758522.18	3062.7	BLA
175	9857790.63	758524.57	3063.4	BD
176	9857790.5	758484.75	3058.6	BOL
177	9857783.51	758500.23	3061.3	BOC
178	9857777.17	758504.5	3061.3	BOC
179	9857812.42	758468.77	3059.3	BL
180	9857792.44	758485.64	3058.7	ARV
181	9857782.38	758494.52	3061.4	BOC
182	9857780.4	758492.05	3061.4	BOC
183	9857788.01	758482.05	3058.6	ARV
184	9857786.94	758482.32	3059.5	BD
185	9857806.72	758455.92	3057.4	BL
186	9857768.22	758470.84	3058.1	BL
187	9857788.49	758459.35	3055.7	ARV
188	9857786.51	758459.87	3055.7	AC
189	9857783.23	758454.09	3055.2	ARV
190	9857760.25	758476.71	3057.9	BL
191	9857783.83	758461.81	3056.5	BLA
192	9857802.01	758446.29	3056	BL
193	9857780.68	758456.21	3056.3	BD
194	9857791.75	758448.26	3055.1	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
195	9857791.76	758448.25	3055.21	BL
196	9857782.1	758452.74	3054.94	BOC
197	9857786.66	758446.06	3054.69	BD
198	9857778.43	758437.17	3053.19	BOC
199	9857799.61	758423.93	3053.73	BL
200	9857783.08	758428.1	3052.2	ARV
201	9857778.3	758427.31	3052.04	ARV
202	9857774.33	758420.08	3051.47	BLA
203	9857779.87	758422.02	3051.62	AC
204	9857797.62	758410.26	3051.88	BL
205	9857774.21	758405.77	3050.06	AC
206	9857775.93	758404.92	3049.97	ARV
207	9857794.56	758399.75	3050.17	BL
208	9857808.48	758397.74	3051.92	BL
209	9857774.01	758405.36	3050.03	AC
210	9857769.42	758401.36	3049.7	ARV
211	9857765.4	758401.32	3049.87	BL
212	9857778.07	758400.22	3048.24	BOC
213	9857796.99	758385.55	3048.69	BL
214	9857774.7	758401.9	3049.92	BD
215	9857773.17	758385.39	3046.99	BL
216	9857787.19	758382.33	3046.97	BOL
217	9857771	758386.45	3047.29	BB
218	9857775.6	758367.98	3046.12	BL
219	9857779.46	758363.28	3045.62	BL
220	9857763.9	758359.6	3050.4	BL
221	9857772.19	758350.92	3048.66	BL
222	9857762.45	758363.71	3048.59	BL
223	9857767.7	758361.59	3047.12	BL
224	9857775.54	758356.42	3046.57	BL
225	9857760.11	758365.11	3048.79	BM
226	9857762.78	758343.67	3047.28	BS
227	9857765.02	758342.64	3047.06	BOC
228	9857768.04	758346.11	3047.51	BLA
229	9857761.61	758424.21	3052.01	BL
230	9857773.87	758412.41	3050.65	ARV
231	9857775.29	758409.35	3050.29	AC
232	9857757.35	758336.29	3047.19	BOC
233	9857749.44	758328.1	3047.05	BL
234	9857756.71	758401.15	3050.39	BOC
235	9857747.52	758345.7	3048.04	ARV
236	9857745.96	758346.63	3048.05	AC
237	9857743.69	758347.95	3048.26	ARV
238	9857743.19	758330.74	3047.25	BLA
239	9857734.52	758350.79	3048.5	CANCHA
240	9857753.85	758372.51	3049.22	CANCHA
241	9857718.63	758365.94	3050.02	CANCHA
242	9857750.8	758378.37	3049.7	BOC
243	9857708.06	758370.77	3052.01	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
244	9857742.08	758387.63	3049.7	BOC
245	9857715.39	758360.03	3050.3	BOC
246	9857714.13	758362.67	3050.6	BL
247	9857713.93	758362.16	3051.1	BL
248	9857737.35	758369.44	3049.4	BDY
249	9857736.5	758308.81	3045.5	BOC
250	9857733.4	758352.08	3049.1	BL
251	9857719.27	758365.95	3049.6	BL
252	9857724.93	758289.31	3045.3	BLA
253	9857716.75	758291.17	3046.3	BLA
254	9857724.38	758289.44	3045.2	BDY
255	9857723.31	758289.75	3045.4	BDY
256	9857722.23	758300.09	3046	ARV
257	9857719.54	758288.27	3045.6	AC
258	9857721.64	758287.96	3045.6	ARV
259	9857716.06	758296.33	3046.9	BL
261	9857714.94	758265.86	3044.4	BOC
262	9857706.45	758281	3046.2	BL
263	9857712.26	758276.01	3045	ARV
264	9857714.02	758266.21	3044.4	BDY
265	9857713.08	758266.97	3044.6	BDY
266	9857714	758275.19	3044.9	AC
267	9857715.88	758274.16	3044.9	ARV
268	9857702.48	758256.08	3044.6	ARV
269	9857700.57	758241.25	3044.2	ARV
270	9857700.88	758247.19	3044.3	AC
271	9857666.73	758186.48	3044.7	BM
272	9857674.86	758197.02	3044.2	BS
273	9857683.82	758217.65	3044.1	BOC
274	9857683.57	758218.3	3044.1	BLA
276	9857647.18	758224.4	3047.3	BL
277	9857683.56	758218.31	3044	BLA
278	9857655.84	758232.68	3047.1	BL
279	9857678.11	758204.33	3044.1	ARV
280	9857679.71	758203.26	3043.9	AC
281	9857681.83	758202.46	3044	ARV
282	9857631.23	758205.72	3048.4	BL
283	9857654.08	758197.48	3045.9	ARV
284	9857653.29	758196.82	3046.6	BD
285	9857655.55	758199.28	3045.9	AC
286	9857657.11	758201.18	3046	ARV
287	9857658.78	758202.21	3045.3	BB
288	9857689.28	758204.41	3043.1	BUS
289	9857688.77	758185.78	3043	BL
290	9857669.05	758190.76	3044.8	ARV
291	9857676.19	758188.19	3043.4	BB
293	9857674.78	758187.63	3044.5	BD
294	9857658.75	758165.25	3043.8	ARV
295	9857655.55	758167.88	3043.8	ARV

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
296	9857672.11	758181.64	3044.19	ARV
297	9857655.46	758169.28	3044.7	BD
298	9857671.76	758185.67	3044.39	AC
299	9857698.05	758178.06	3042.17	BL
300	9857674.2	758177.33	3043.78	ESQUINAS
301	9857678.43	758178.85	3043.35	VAL
302	9857680.09	758177.46	3043.22	VAL
303	9857677.75	758177.91	3043.32	VAL
304	9857679.4	758176.56	3043.22	VAL
305	9857705.2	758163.5	3041.11	BOC
306	9857686.99	758166.34	3042.63	BOC
307	9857712.04	758179.62	3041.59	BL
308	9857690.85	758153.34	3041.58	BL
309	9857709.66	758174.05	3041.18	BOC
310	9857702.99	758141.01	3040.43	BL
311	9857700.6	758156.27	3041.46	BLA
312	9857704.21	758161.99	3041.27	ARV
313	9857700.43	758154.7	3041.37	BUS
314	9857716.74	758153.98	3039.73	BOC
315	9857708.73	758150.92	3040.57	ARV
316	9857716.44	758152.66	3040.04	ARV
317	9857719.59	758142.28	3039.28	ARV
318	9857721.13	758144.02	3039.35	AC
319	9857722.49	758146.03	3039.4	ARV
320	9857732.29	758134.88	3038.64	BLA
321	9857731.7	758134.32	3038.59	BOC
322	9857726.52	758137.7	3038.86	BL
323	9857726.53	758137.69	3038.86	ARV
324	9857729.25	758141.45	3038.68	ARV
325	9857732.84	758136.06	3038.58	BM
326	9857723.28	758145.59	3039.23	BS
327	9857698.57	758131.62	3037.67	BL
328	9857698.57	758131.62	3039.96	BL
329	9857665.31	758186.77	3044.85	BLA
330	9857746.87	758129.44	3037.42	BOC
331	9857740.73	758128.29	3037.79	BOC
332	9857747.07	758142.1	3037.48	ARV
333	9857735.44	758103.12	3037.51	BL
334	9857746.95	758144.01	3037.43	AC
335	9857737.1	758152.69	3038.78	BL
336	9857743.83	758145.23	3037.65	ARV
337	9857761.59	758136.65	3036.76	BL
338	9857735.21	758168.58	3039.08	BL
339	9857765.3	758146.83	3036.74	BLA
340	9857735.27	758182.01	3039.84	BL
341	9857777.12	758137.66	3036.03	BL
342	9857764.25	758150.7	3036.61	AC
343	9857752.1	758188.31	3039.11	BL
344	9857779.71	758159.72	3036.05	ARV

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
345	9857763.32	758166.06	3037.8	BL
346	9857794.3	758138.25	3035.4	BL
347	9857780.57	758156.36	3036.1	ARV
348	9857780.35	758158.15	3036	AC
349	9857786.3	758163.13	3035.9	ARV
350	9857803.46	758161.65	3035.2	BLA
351	9857803.46	758161.61	3035.2	BLA
352	9857800.97	758170.75	3035.5	ARV
353	9857805.06	758166.64	3035.3	ARV
354	9857792.43	758164.37	3035.6	AC
355	9857819.88	758177.07	3034.8	ARV
356	9857820.21	758172.45	3034.8	ARV
357	9857840.53	758182.46	3034.1	BM
358	9857834.81	758182.6	3034.4	BS
359	9857820.57	758185.21	3035.4	BL
360	9857823.14	758148.68	3034.4	BL
361	9857828.59	758174.79	3034.5	ARV
362	9857830.95	758180	3034.3	ARV
363	9857839.34	758149.53	3033.9	BL
364	9857831.79	758178.22	3034.4	AC
365	9857821.52	758193.56	3036	BL
366	9857842.46	758172.05	3034.1	BOC
367	9857860.87	758182.84	3033.6	AC
368	9857836.5	758209.72	3035.6	BL
369	9857861.87	758181.05	3033.7	ARV
370	9857855.54	758173.39	3033.6	BOC
371	9857845.43	758219.83	3036.1	BL
372	9857862.02	758184.81	3033.6	ARV
373	9857864.36	758217.22	3036.5	BL
374	9857881.77	758160.59	3032.7	BL
375	9857878.81	758183.68	3033.3	ARV
376	9857869.66	758196.37	3035.1	BL
377	9857873.05	758173.53	3033.2	BUS
378	9857883.25	758181.26	3033.1	AC
379	9857882.92	758179.22	3033.1	ARV
380	9857878.78	758184.66	3034.2	BD
381	9857883.17	758170.47	3033.3	BOC
382	9857877.24	758207.97	3036.4	BL
383	9857879.45	758175.17	3033.2	BLA
384	9857892.63	758207.6	3036.9	BL
385	9857913.75	758208.96	3037.5	BL
386	9857913.78	758208.95	3037.5	BL
387	9857903.74	758167.12	3032.6	BL
388	9857889.92	758184.11	3033.4	BD
389	9857924.93	758210.38	3037.4	BL
390	9858112.75	758158.48	3027.2	BM
391	9858095.83	758162.06	3027.4	BS
392	9857922.35	758174.21	3031.9	BLA
393	9857966.84	758169.45	3030.1	BUS

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
394	9857929.31	758179.92	3031.93	BOC
395	9858095.1	758102.48	3027.64	BOC
396	9857962.94	758143.35	3029.64	BL
397	9858087.5	758075.43	3028.51	BOC
398	9857961.31	758179.95	3031.03	BOC
399	9857990.91	758136.94	3030.37	BL
400	9858084.58	758080.81	3028.15	BOC
401	9857970.74	758177.53	3030.24	AC
402	9857970.8	758180.48	3030.34	ARV
403	9857971.65	758174.44	3030.2	ARV
404	9857997.96	758099.91	3028.45	BOC
405	9857998.66	758122.15	3033.82	BL
406	9857996.16	758172.72	3028.98	BLA
407	9858038.37	758092.63	3027.59	CANCHA
408	9857997.49	758097.28	3035.58	BL
409	9857995.1	758174.99	3029.17	ARV
410	9857994.53	758181.32	3028.98	ARV
411	9858066.2	758083.73	3031.69	BL
412	9858066.12	758080.2	3031.2	BL
413	9857995.21	758178.38	3029.04	AC
414	9857984.25	758143.31	3029.07	BL
415	9858025.25	758092.31	3034.67	BL
416	9858030.05	758086.44	3035.46	BL
417	9857990.28	758148.72	3028.68	EXPLANADA
418	9858000.38	758173.13	3028.67	BOC
419	9857999.91	758168.03	3028.89	BOC
420	9858000.86	758151.7	3028.73	EXPLANADA
421	9858090.35	758073.13	3034.17	BL
422	9858002.44	758167.08	3028.96	EXPLANADA
423	9858017.69	758177.11	3027.91	ARV
424	9857990.01	758172.38	3028.82	EXPLANADA
425	9858104.68	758135.99	3027.2	BL
426	9858003.47	758187.17	3030.12	BD
427	9857999.81	758184.14	3030.69	BD
428	9858017.63	758184.33	3027.63	ARV
429	9857975.26	758182.05	3031.12	BD
430	9858018.67	758181.06	3027.66	AC
431	9858109.68	758143.95	3027.56	BL
432	9857971.22	758193.39	3031.5	BB
433	9857971	758194.22	3033.76	BD
434	9858120.25	758122.75	3025.86	BL
435	9857996.22	758196.99	3033.94	BD
436	9858035.75	758179.2	3027.62	ARV
437	9858127.86	758120.04	3022.41	BL
438	9858030.75	758197.54	3027.88	ARV
439	9858029.51	758197.4	3028.99	BD
440	9858046.69	758174.09	3027.5	GRADA
441	9858046.16	758171.78	3027.34	GRADA
442	9858036.33	758195.94	3027.78	ARV

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
443	9858066.71	758170.32	3027.3	GRADA
444	9858066.29	758167.98	3027.2	GRADA
445	9858041.3	758185.2	3027.4	ARV
446	9858040.73	758182.38	3027.3	AC
447	9858038.22	758179.36	3027.6	ARV
448	9858136.91	758116.29	3019	BL
450	9858135.63	758123.62	3018.2	BDY
451	9858135.35	758123.19	3018.2	BDY
452	9858076.33	758173.55	3027.2	ARV
453	9858076.85	758175.81	3027	AC
454	9858077.15	758178.03	3027	ARV
455	9858056.76	758210.56	3032	BL
456	9858091.43	758170.94	3027.2	ARV
457	9858092.08	758173.38	3027	AC
458	9858093.36	758175.32	3027	ARV
459	9858073	758218.16	3034	BL
460	9858102.32	758165.49	3027.1	ARV
461	9858104.9	758160.26	3027.1	ARV
462	9858079.87	758205.21	3031.6	BL
463	9858098.94	758212.42	3032.7	BL
464	9858128.66	758127.93	3019.1	BDY
465	9858129.17	758127.98	3019.1	BDY
466	9858110.47	758199.64	3033.4	BL
467	9858095.75	758187.17	3030.5	BL
468	9858108.02	758187.8	3032.4	BL
469	9858089.58	758178.18	3027.3	BB
470	9858090.58	758178.55	3028.8	BD
471	9858098.81	758176.1	3027.6	BB
472	9858098.67	758176.71	3029.7	BD
473	9858122.37	758194.14	3033.6	BL
474	9858106.21	758173.5	3027.2	BB
475	9858107.19	758174.64	3030.3	BD
476	9858125.44	758180.38	3031.7	BDY
477	9858125.18	758180.55	3031.7	BDY
478	9858108.79	758169.26	3027	ARV
479	9858109.71	758152.69	3027.2	ARV
480	9858147.23	758186.47	3032.2	BL
482	9858113.51	758168.42	3027.3	BD
483	9858113.62	758168.53	3027.5	BB
484	9858155.51	758185.21	3031.9	BL
485	9858122.77	758163.93	3027	BB
486	9858123.59	758164.71	3028.8	BD
487	9858140.15	758172.65	3030.2	BL
488	9858135.08	758154.17	3026.8	BD
489	9858146.68	758152.92	3026.3	BD
490	9858143.07	758167.64	3029.3	BL
491	9858139.26	758159.83	3026.4	ARV
492	9858138.25	758155.26	3026.6	ARV
493	9858165.87	758181.38	3030.9	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
494	9858138.97	758157.59	3026.56	AC
495	9858165.92	758179.61	3030.48	BDY
496	9858165.57	758179.88	3030.47	BDY
498	9858153.45	758163.14	3028	BDY
499	9858153.13	758163.37	3027.99	BDY
500	9858144.68	758152.16	3025.87	BDY
501	9858144.95	758151.65	3025.78	BDY
502	9858149.67	758159.86	3026.51	BB
503	9858148.25	758161.31	3028.18	BD
504	9858140.33	758140.49	3022.24	BL
505	9858171.6	758167.75	3028.4	BL
507	9858186.3	758182.96	3030.7	BL
508	9858160.45	758158.06	3026.08	ARV
509	9858159.75	758152.81	3026.06	ARV
510	9858183.22	758167.23	3028.27	BL
511	9858240.3	758137.85	3024.54	BM
512	9858204.97	758170.16	3028.42	BS
513	9858153.95	758156.49	3026.17	BOL
514	9858203.8	758164.25	3027.6	BL
515	9858175.88	758156.98	3025.32	ARV
516	9858168.12	758122.65	3016.66	BL
517	9858175.81	758157.58	3025.42	BB
518	9858216.71	758163.2	3027.52	BL
519	9858195.55	758112.4	3014.06	BL
520	9858223.41	758178.19	3028.63	BL
521	9858181.92	758151.22	3025.22	ARV
522	9858182.44	758150.42	3025.2	BD
523	9858214.57	758109.4	3012.87	BL
524	9858230.38	758180.44	3028.43	AC
525	9858230.44	758180.46	3028.4	BL
526	9858230.43	758180.49	3028.4	BL
527	9858209.57	758153.9	3026.14	BD
528	9858209.4	758153.05	3024.66	BB
529	9858255.65	758098.41	3010.75	BL
530	9858239.24	758177.71	3027.68	BL
531	9858209.24	758150.92	3024.64	AC
532	9858210.58	758146.97	3024.56	BD
533	9858250.78	758175.07	3026.66	BL
534	9858256.29	758110.65	3015.35	BL
535	9858237.24	758148.08	3025.78	BD
536	9858236.69	758147.21	3024.49	BB
537	9858235.79	758144.82	3024.41	AC
538	9858258.02	758163.98	3025.62	BL
539	9858281.02	758132.54	3020.59	BL
540	9858232.91	758141.16	3024.3	BD
541	9858233.55	758143.06	3024.52	ARV
542	9858268.87	758169.75	3025.61	BL
543	9858278.45	758168.31	3024.8	BL
544	9858247.55	758135.88	3024.28	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
545	9858247.57	758135.91	3024.3	BD
546	9858295.55	758163.66	3022.8	BD
547	9858254.21	758140.49	3023.9	BDY
548	9858254.52	758140.72	3023.9	BDY
549	9858250.84	758146.17	3024	BDY
550	9858251.25	758146.23	3024	BDY
551	9858318.5	758168.72	3021.3	BL
552	9858321.68	758120.29	3015.2	BL
553	9858254.99	758144.39	3024	AC
554	9858330.2	758166.78	3020.5	BL
555	9858268.17	758140.96	3022.9	BD
556	9858267.73	758142.61	3023.1	ARV
557	9858267.37	758145.17	3023.2	AC
558	9858337.63	758165.22	3020.1	BL
559	9858267.43	758147.2	3023.1	ARV
560	9858266.5	758147.96	3023.3	BB
561	9858266.37	758148.36	3023.7	BD
562	9858327.32	758124.99	3014.9	BL
563	9858354.67	758161.52	3019	BL
564	9858302.66	758150.11	3020.8	BD
565	9858302.92	758149.45	3020.2	BB
566	9858302	758147.12	3020.3	AC
567	9858302.19	758144.85	3020.3	ARV
568	9858302.6	758142.95	3020.3	BD
569	9858319.58	758147	3019.1	BOL
570	9858354.99	758143.22	3017.4	BM
571	9858341.41	758148.91	3018	BS
572	9858334.89	758120.21	3013.1	BL
573	9858339.64	758142.36	3017.8	BD
574	9858346.36	758119.58	3011	BL
575	9858340.2	758144.14	3017.9	ARV
576	9858340.78	758145.8	3017.9	AC
577	9858341.07	758147.82	3017.9	ARV
578	9858341.36	758148.63	3017.9	BB
579	9858341.21	758149.47	3018.6	BD
580	9858356.99	758115.86	3009.4	BL
581	9858381.13	758145.65	3017	BD
582	9858380.43	758144.43	3016	BB
583	9858366.34	758114.39	3010.1	BL
584	9858378.05	758137.34	3016	BD
585	9858388.29	758149.94	3016.7	BL
586	9858382.77	758140.58	3015.7	BOL
587	9858374.76	758115.36	3011.2	BL
588	9858394.69	758142.9	3014.9	ARV
589	9858394.3	758141.09	3014.9	AC
590	9858394.45	758139.27	3014.9	ARV
591	9858393.97	758115.67	3011.4	BL
592	9858396.96	758143.67	3015.6	BD
593	9858397.13	758143.01	3014.8	BB

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
594	9858406.42	758113.43	3009.46	BL
595	9858415.41	758135.82	3013.52	BD
596	9858415.63	758137.75	3013.46	ARV
597	9858416.2	758141.66	3013.44	ARV
598	9858416.18	758139.95	3013.38	AC
599	9858412.81	758146.9	3014.8	BL
600	9858417.95	758114.37	3008.49	BL
601	9858440.58	758144.56	3012.84	BLA
602	9858436.4	758113.48	3007.08	BL
603	9858450.72	758134.76	3011.73	BD
604	9858450.08	758136.74	3011.69	ARV
605	9858449.98	758138.41	3011.67	AC
606	9858450.11	758139.91	3011.76	ARV
607	9858431.86	758147.39	3013.2	BL
608	9858454.42	758107.9	3006.04	BL
609	9858478.93	758102.43	3005.49	BL
610	9858479.4	758136.54	3010.67	BM
611	9858464.35	758135.6	3011.43	BS
612	9858464.61	758143.4	3011.7	BOC
613	9858464.42	758137.27	3011.1	BOL
614	9858493.52	758093.4	3004.39	BL
615	9858507.8	758092.91	3005.35	BL
616	9858479.12	758142.23	3010.48	BDY
617	9858524.82	758092.56	3005.7	BL
618	9858478.61	758142.29	3010.31	BDY
619	9858474.71	758156.1	3010.82	BL
620	9858483.38	758136.36	3009.72	BDY
621	9858483.59	758136.07	3009.73	BDY
622	9858480.54	758176.59	3011.65	BL
623	9858490.78	758148.22	3010.22	BLA
624	9858489.19	758189.75	3011.52	BL
625	9858511.11	758149.35	3008.96	BDY
626	9858510.91	758148.57	3009.04	BDY
627	9858495.96	758145.97	3009.65	BOL
628	9858514.21	758189.22	3009.9	BL
629	9858496.15	758144.69	3009.72	ARV
630	9858494.8	758148.54	3009.66	ARV
631	9858529.91	758200.09	3009.47	BL
632	9858524.41	758155.57	3008.54	BOC
633	9858518	758158.12	3008.77	ARV
634	9858519.31	758155.13	3008.7	ARV
635	9858538.97	758201.13	3008.76	BL
636	9858528.9	758157.73	3008.74	BOC
637	9858539.02	758165.39	3007.76	BOL
638	9858545.42	758199.47	3008.59	BL
639	9858538.94	758165.43	3007.78	BOL
640	9858662.96	758233.2	3002.83	BM
641	9858646.13	758226.96	3003.69	BS
642	9858630.35	758221.81	3004.52	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
643	9858579.13	758174.95	3006.3	BD
644	9858578.92	758175.46	3006	BB
645	9858579.06	758175.8	3005.9	ARV
646	9858578.84	758177.46	3005.9	AC
647	9858577.98	758179.31	3005.9	ARV
648	9858572.58	758206.13	3007.3	BL
649	9858528.27	758160.35	3008.1	ARV
650	9858538.44	758166.53	3007.8	BOL
651	9858526.94	758163.99	3008.3	ARV
652	9858604.76	758201.29	3005.4	BL
653	9858601.56	758181.57	3005.4	BD
654	9858647.7	758213.9	3002.8	BL
655	9858601.06	758182.34	3004.8	BB
656	9858652.25	758228.95	3003.3	BL
657	9858599.39	758162.25	3005.3	BL
658	9858638.57	758247.23	3004.4	BL
659	9858625.68	758163.16	3004.9	BL
660	9858665.18	758249.92	3002.2	BL
661	9858645.55	758170.53	3003.8	BL
662	9858679.55	758225.59	3001.3	BL
663	9858688.12	758250.3	3000.4	BL
664	9858619.42	758187.35	3003.6	BLA
665	9858631.5	758192.81	3002.7	VAL
666	9858634.21	758193.62	3002.6	VAL
667	9858634.66	758192.11	3002.7	VAL
668	9858632.04	758191.39	3002.8	VAL
669	9858619.14	758188.77	3003.4	ARV
670	9858619	758190.71	3003.3	AC
671	9858618.56	758192.65	3003.3	ARV
672	9858709.47	758235.18	2998.9	BL
673	9858667.55	758177.99	3002.9	BL
674	9858652.25	758202.57	3001.5	ARV
675	9858653.81	758198.25	3001.4	ARV
676	9858653.25	758200.52	3001.4	AC
677	9858676.5	758180.38	3002.4	BOC
678	9858674.52	758201.84	3000.6	BD
679	9858673.87	758202.68	3000	BB
680	9858689.6	758182.69	3001.9	BOC
681	9858715.96	758244.52	2998.5	BL
682	9858678.99	758208.64	2999.6	BB
683	9858679.27	758209.28	3000	BD
684	9858684.66	758208.25	2999	BOL
685	9858719.8	758254.21	2997.5	BL
686	9858690.49	758212.2	2998.5	ARV
687	9858690.99	758210.72	2998.4	AC
688	9858691.55	758208.95	2998.5	ARV
689	9858700.1	758216.3	2997.6	BB
690	9858699.7	758216.66	2998.4	BD
691	9858718.08	758194.23	2999.8	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
692	9858719.3	758262.66	2997.08	BL
693	9858712.91	758215	2996.96	BB
694	9858712.99	758214.52	2997.80	BD
695	9858741.63	758204.96	2998.31	BD
696	9858733.52	758246.72	2996.54	BL
697	9858732.66	758218.62	2995.80	BB
698	9858731.9	758217.8	2997.04	BD
699	9858730.01	758222.31	2995.61	ARV
700	9858731.2	758224.81	2995.46	BOL
701	9858730.13	758226.49	2995.55	ARV
702	9858729.35	758224.07	2995.57	AC
703	9858735.86	758265.29	2995.71	BL
704	9858735.8	758225.07	2995.22	ARV
705	9858758.97	758213.06	2996.75	BL
706	9858736.8	758223.08	2995.44	BB
707	9858738.03	758222.04	2996.20	BD
708	9858751.16	758250.16	2994.58	BL
709	9858769.96	758216.58	2996.11	BL
710	9858765.72	758239.38	2992.08	BB
711	9858745.65	758269.47	2994.68	BL
712	9858764.76	758238.38	2993.38	BD
713	9858786.61	758222.38	2995.01	BL
714	9858745.45	758269.27	2994.68	BL
715	9858762.94	758239.79	2992.25	ARV
716	9858762.11	758241.54	2992.22	AC
717	9858761.65	758243.24	2992.27	ARV
718	9858801.98	758239.49	2992.57	BL
719	9858793.86	758260.17	2990.40	ARV
720	9858794.86	758258.56	2990.38	AC
721	9858795.92	758257.21	2990.37	ARV
722	9858814.91	758247.93	2992.32	BL
723	9858768.39	758304.23	2996.58	BM
724	9858787.51	758258.39	2990.98	BS
725	9858827.74	758250.83	2992.68	BL
726	9858805.49	758257.73	2990.78	BUS
727	9858784.98	758307.99	2993.97	BL
728	9858809.33	758268.41	2989.66	ARV
729	9858812.6	758271.31	2989.59	ARV
730	9858842.02	758256.3	2992.36	BL
731	9858814.18	758278.89	2989.42	ARV
732	9858812.59	758279.22	2989.59	BB
733	9858811.56	758279.42	2990.30	BD
734	9858775.25	758324.52	2994.18	BL
735	9858817.99	758285.09	2989.47	ARV
736	9858818.82	758286.16	2989.56	HIDRANTE
737	9858762.27	758324.27	2996.57	BL
738	9858821.71	758282.13	2989.36	BLA
739	9858824.27	758278.78	2989.16	ARV
740	9858762.99	758334.58	2994.75	BL

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
741	9858833.58	758276.16	2988.79	ARV
742	9858834.43	758269.53	2989.02	ARV
744	9858836.04	758273.55	2988.54	BOL
745	9858843.01	758277.79	2988.29	ARV
746	9858750.62	758353.54	2997.34	BL
747	9858862.31	758281.71	2986.68	ARV
748	9858843.91	758274.8	2988.43	ARV
749	9858861.2	758284.8	2986.58	ARV
750	9858859.45	758275.2	2988.77	ARV
751	9858858.38	758269.96	2988.91	ARV
753	9858846.87	758270.33	2990.29	BD
754	9858854.41	758270.17	2990.30	BD
755	9858833.26	758267.46	2991.59	BOC
756	9858828.47	758266.79	2989.14	BB
757	9858829.03	758265.9	2990.27	BD
758	9858816.93	758275.9	2989.35	AC
759	9858760.8	758360.64	2997.87	BL
760	9858814.59	758284.87	2989.54	AC
761	9858843.87	758299.05	2988.31	BL
762	9858803.59	758298.45	2990.38	BB
763	9858801.79	758298.2	2991.86	BD
764	9858743.28	758380.91	3001.36	BL
765	9858835.26	758319.14	2989.82	BL
766	9858805.52	758306.83	2990.68	ARV
767	9858803.41	758305.84	2990.71	AC
768	9858801.4	758305.05	2990.73	ARV
769	9858738.89	758391.21	3002.94	BL
770	9858828.65	758332.3	2991.34	BL
771	9858796.73	758322.36	2992.19	ARV
772	9858794.6	758321.09	2992.20	AC
773	9858792.9	758320.11	2992.14	ARV
774	9858789.35	758322.43	2992.84	BL
775	9858818.53	758352.88	2994.02	BL
776	9858789.45	758332.67	2993.67	BOL
777	9858793.31	758332.7	2993.63	BLA
778	9858753.49	758393.64	3003.89	BOC
779	9858807.99	758371.24	2996.46	BL
780	9858767.81	758374.88	3000.27	BOL
781	9858765.4	758373.53	3000.19	ARV
782	9858768.21	758376.96	3000.57	ARV
783	9858800.2	758385.25	2998.73	BL
784	9858763.37	758387.54	3002.51	BLA
785	9858760.96	758385.94	3002.34	AC
786	9858785.01	758408.15	3002.27	BL
787	9858746.86	758417.43	3007.29	BOC
788	9858744	758418.79	3007.59	BOL
789	9858743.35	758423.59	3008.29	BOC
790	9858778.59	758424.69	3004.51	BL
791	9858741.8	758430.5	3008.90	BM

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
792	9858757.48	758433.92	3007.71	BS
793	9858725.83	758443.6	3009.26	BS
794	9858740.63	758414.78	3007.48	BLA
795	9858746.67	758405.94	3006.29	BLA
796	9858735.78	758437.4	3010.64	BOC
797	9858734.66	758438.54	3010.65	BOC
798	9858736.34	758440.26	3010.66	BOC
799	9858737.4	758439.17	3010.65	BOC
800	9858725.41	758438.4	3011.39	BOC
801	9858735.79	758444.07	3010.76	BLA
802	9858753.31	758461.73	3011.07	BL
803	9858719.16	758427.68	3009.82	BL
804	9858732.45	758439.55	3010.69	ARV
805	9858730.55	758438.36	3010.82	AC
806	9858728.9	758437.41	3010.76	ARV
807	9858715.57	758420.73	3009.08	BL
808	9858721.93	758443.74	3012.08	BOC
809	9858743.99	758479.35	3013.69	BL
810	9858724.31	758423.22	3009.28	BOC
811	9858718.25	758457.64	3014.09	BOL
812	9858729.94	758499.81	3017.21	BL
813	9858734.89	758424.83	3009.15	BOC
814	9858718.69	758462.34	3014.44	BDY
815	9858718.33	758461.96	3014.30	BDY
816	9858718.32	758519.27	3020.97	BL
817	9858710.61	758457.66	3014.60	BOC
818	9858713.11	758450.52	3013.36	BOC
819	9858718.15	758502.93	3018.41	BL
820	9858713.21	758454.1	3014.35	BLA
821	9858709.06	758516.63	3021.21	BL
822	9858704.86	758480.83	3017.71	BDY
823	9858704.47	758480.44	3017.84	BDY
824	9858702.58	758474.65	3017.32	ARV
825	9858705.13	758477.36	3017.45	ARV
826	9858703.92	758476.26	3017.45	AC
827	9858701.44	758526.36	3023.13	BL
828	9858694.65	758471.7	3017.90	BL
829	9858676.83	758511.8	3024.88	BOL
830	9858689.78	758536.89	3025.60	BL
831	9858686.87	758480.53	3019.99	BL
832	9858689.71	758488.65	3020.73	BLA
833	9858678.89	758546.71	3027.87	BL
834	9858689.27	758489.76	3021.10	BOC
835	9858680.29	758512.05	3024.53	BDY
836	9858680.99	758512.49	3024.55	BDY
837	9858678.84	758502.02	3023.90	BOC
838	9858677.27	758520.43	3025.85	BUS
839	9858678.84	758546.72	3027.87	BL
840	9858672.62	758511.48	3025.15	ARV

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
841	9858674.9	758515.91	3025.55	ARV
842	9858671.77	758511.08	3025.34	BB
843	9858671.32	758510.45	3025.94	BD
844	9858670.11	758559.87	3030.32	BL
845	9858669.29	758519.11	3026.62	AC
846	9858649.42	758511.21	3028.22	BL
847	9858645.48	758542.75	3032.10	BOL
848	9858665.47	758568.72	3032.07	BL
849	9858648.24	758544	3031.74	BDY
850	9858647.72	758543.35	3031.92	BDY
851	9858645.51	758542.75	3032.11	BOL
852	9858659.77	758577.79	3034.63	BL
853	9858632.34	758530.7	3033.48	BL
854	9858628.2	758562.71	3036.07	BM
855	9858638.67	758550.9	3033.83	BS
856	9858664.53	758514.4	3026.95	BLA
857	9858642.71	758537.65	3032.69	BLA
858	9858641.79	758539.05	3032.99	BD
859	9858641.83	758539.84	3032.39	BB
860	9858640.38	758566.93	3034.11	BL
861	9858650.44	758534.27	3030.45	ARV
862	9858651.31	758536.16	3030.64	AC
863	9858652	758538.32	3030.73	ARV
864	9858628.57	758552.25	3035.09	BB
865	9858627.9	758551.85	3035.65	BD
866	9858616.32	758559.16	3037.55	BOC
867	9858619.77	758542.63	3035.92	BL
868	9858628.3	758586.03	3037.52	BL
869	9858606.42	758551.22	3037.90	BL
870	9858609.82	758566.16	3038.48	BLA
871	9858609.11	758565.71	3038.53	BLA
872	9858621.09	758600.22	3039.77	BL
873	9858602.74	758570.66	3039.19	BOC
874	9858606.44	758577.4	3039.32	ARV
875	9858605.43	758575.47	3039.29	AC
876	9858603.3	758572.92	3039.35	ARV
877	9858602.46	758572.98	3039.41	BB
878	9858601.83	758572.49	3040.31	BD
879	9858621.23	758610.86	3041.04	BL
880	9858595.21	758581.58	3040.50	BM
881	9858585.05	758592.05	3041.81	BS
882	9858584.21	758591.99	3041.51	BDY
883	9858583.9	758592.16	3041.66	BDY
884	9858588.98	758590.62	3041.43	BOL
885	9858593.1	758627.18	3044.87	BL
886	9858592.98	758595.06	3042.14	BLA
887	9858576.86	758599.85	3042.58	ARV
888	9858593.16	758591.14	3041.29	BDY
889	9858592.58	758590.55	3041.18	BDY

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
890	9858571.62	758601.24	3042.68	ARV
891	9858585.46	758603.39	3042.10	BDY
892	9858585.44	758604.17	3042.17	BDY
893	9858589.42	758642.65	3046.63	BL
894	9858571.84	758591.97	3042.92	BL
895	9858580.43	758607.65	3042.93	BOL
896	9858581.7	758606.61	3042.75	ARV
897	9858579.87	758605.46	3042.78	AC
898	9858567.32	758597.88	3043.57	BD
899	9858578.44	758604.47	3042.82	ARV
900	9858567.11	758598.2	3042.50	BB
901	9858574.09	758630.79	3045.71	BLA
902	9858560.27	758590.87	3042.85	BL
903	9858576.58	758610.26	3043.31	LLAVE
904	9858571.33	758607.72	3042.97	ARV
905	9858570.15	758609.59	3045.15	BD
906	9858570.12	758609.63	3045.15	BD
907	9858567.55	758605.06	3042.71	BB
908	9858567.49	758605.07	3042.72	BB
909	9858566.94	758607.38	3045.15	BD
910	9858563.37	758602.68	3042.39	ARV
911	9858570.94	758630.41	3045.54	ARV
912	9858567.45	758628.67	3045.56	ARV
913	9858573.46	758611.44	3043.43	ARV
914	9858557.26	758616.77	3045.38	BL
915	9858572.16	758616.48	3044.05	ARV
916	9858571.28	758616.97	3044.22	BB
917	9858570.36	758616.54	3045.56	BD
918	9858577.03	758620.59	3044.26	BDY
919	9858577.53	758621.04	3044.28	BDY
920	9858567.78	758632.51	3045.92	BOL
921	9858554.25	758631.06	3046.59	BL
922	9858567.99	758637.35	3046.41	ARV
923	9858554.6	758649.78	3048.29	BOC
924	9858569.54	758637.44	3046.41	BB
925	9858569.24	758641.32	3048.44	BD
926	9858556.63	758651.35	3048.13	ARV
927	9858586.69	758602.12	3042.19	BB
928	9858587.01	758602.23	3042.75	BD
929	9858568.55	758641.07	3048.36	BD
930	9858559.12	758653.58	3048.13	ARV
931	9858568.57	758639.13	3046.95	BDY
932	9858568.85	758639.13	3046.89	BDY
933	9858562	758653.03	3049.20	BD
934	9858561.98	758653.02	3049.24	BD
935	9858561.81	758653.01	3048.13	BB
936	9858560.92	758646.56	3047.52	AC
937	9858552.48	758655.89	3048.74	BDY
938	9858552.31	758656.23	3048.89	BDY

PTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIP
939	9858555.9	758661.79	3048.82	BDY
940	9858556.24	758661.43	3048.95	BDY
941	9858557.3	758662.19	3049.71	BD
942	9858556.54	758662.26	3048.80	BDY
943	9858556.19	758662.05	3048.81	BDY
944	9858556.59	758663.43	3049.53	BLA
945	9858544.14	758677.67	3051.50	BOL
946	9858537.35	758685.44	3052.74	ARV
947	9858540.48	758688.13	3052.63	ARV
948	9858538.75	758687.43	3052.78	AC
949	9858537.4	758698.01	3053.78	BLA
950	9858531.84	758691.89	3053.83	BOC
951	9858533.44	758703.37	3054.65	BDY
952	9858533.62	758703	3054.66	BDY
953	9858530.15	758695.37	3054.23	BDY
954	9858529.97	758695.5	3054.31	BDY
955	9858533.84	758703.96	3054.78	BDY
956	9858533.5	758703.86	3054.77	BDY
957	9858514.78	758720.3	3057.15	BOC
958	9858515.62	758728.08	3057.32	AC
959	9858505.54	758741.25	3058.61	ARV
960	9858518.07	758732.67	3057.53	BLA
961	9858512.46	758742.97	3058.44	BOC
962	9858504.43	758739.34	3058.67	BOC
963	9858505.31	758745.03	3058.96	BOL

ANEXO B. CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR

HORAS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADOS
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	TOTAL		
06:00-06:15	1	0	0	0	0	1	
06:15-06:30	1	0	0	0	0	1	
06:30-06:45	2	0	0	0	0	2	
06:45-07:00	2	0	2	0	2	4	8
07:00-07:15	1	0	0	0	0	1	8
07:15-07:30	2	0	0	0	0	2	9
07:30-07:45	1	0	1	1	2	3	10
07:45-08:00	1	0	0	0	0	1	7
08:00-08:15	2	0	0	0	0	2	8
08:15-08:30	2	0	2	0	2	4	10
08:30-08:45	2	0	0	0	0	2	9
08:45-09:00	0	0	0	0	0	0	8
09:00-09:15	2	0	0	0	0	2	8
09:15-09:30	2	0	1	0	1	3	7
09:30-09:45	3	0	0	0	0	3	8
09:45-10:00	2	0	0	0	0	2	10
10:00-10:15	2	0	0	0	0	2	10
10:15-10:30	1	0	2	0	2	3	10
10:30-10:45	2	0	0	0	0	2	9
10:45-11:00	2	0	0	0	0	2	9
11:00-11:15	3	0	0	0	0	3	10
11:15-11:30	1	0	1	0	1	2	9
11:30-11:45	2	0	0	0	0	2	9
11:45-12:00	2	0	1	0	1	3	10
12:00-12:15	3	0	0	0	0	3	10
12:15-12:30	1	0	1	0	1	2	10
12:30-12:45	1	0	0	1	1	2	10
12:45-13:00	2	0	0	0	0	2	9
13:00-13:15	1	0	0	0	0	1	7
13:15-13:30	2	0	2	0	2	4	9
13:30-13:45	1	0	0	0	0	1	8
13:45-14:00	2	0	0	0	0	2	8
14:00-14:15	2	0	0	0	0	2	9
14:15-14:30	2	0	0	0	0	2	7
14:30-14:45	2	0	0	0	0	2	8
14:45-15:00	3	0	1	0	1	4	10
15:00-15:15	3	0	0	0	0	3	11
15:15-15:30	1	0	0	0	0	1	10
15:30-15:45	1	0	0	0	0	1	9
15:45-16:00	2	0	1	0	1	3	8
16:00-16:15	3	0	0	0	0	3	8
16:15-16:30	1	0	1	0	1	2	9
16:30-16:45	2	0	0	0	0	2	10
16:45-17:00	1	0	2	0	2	3	10
17:00-17:15	2	0	0	0	0	2	9
17:15-17:30	1	0	1	0	1	2	9
17:30-17:45	2	0	1	0	1	3	10
17:45-18:00	2	0	0	0	0	2	9
TOTAL	84	0	20	2	22	106	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR



Proyecto: Vía Miñarica Bajo -Carmelitas **Estación:** Única
Parroquia: Santa Rosa **Ubicación:** Cuatro esquinas
Provincia: Tungurahua **Fecha:** Sábado, 9 de Julio del 2016
Duración del conteo: 12 horas **Realizado por:** Egda. Gabriela Valenzuela

HORAS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADOS
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	TOTAL		
06:00-06:15	0	0	0	0	0	0	
06:15-06:30	2	0	0	0	0	2	
06:30-06:45	3	0	2	0	2	5	
06:45-07:00	2	0	0	0	0	2	9
07:00-07:15	2	0	0	0	0	2	11
07:15-07:30	1	0	0	0	0	1	10
07:30-07:45	3	0	0	0	0	3	8
07:45-08:00	3	0	0	1	1	4	10
08:00-08:15	1	0	1	0	1	2	10
08:15-08:30	2	0	0	0	0	2	11
08:30-08:45	3	0	0	1	1	4	12
08:45-09:00	2	0	0	0	0	2	10
09:00-09:15	3	0	0	0	0	3	11
09:15-09:30	2	0	0	0	0	2	11
09:30-09:45	1	0	0	0	0	1	8
09:45-10:00	2	0	1	0	1	3	9
10:00-10:15	2	0	0	0	0	2	8
10:15-10:30	2	0	2	0	2	4	10
10:30-10:45	1	0	0	0	0	1	10
10:45-11:00	2	0	0	0	0	2	9
11:00-11:15	3	0	0	0	0	3	10
11:15-11:30	1	0	1	0	1	2	8
11:30-11:45	2	0	1	0	1	3	10
11:45-12:00	2	0	0	0	0	2	10
12:00-12:15	1	0	0	0	0	1	8
12:15-12:30	2	0	0	1	1	3	9
12:30-12:45	1	0	0	0	0	1	7
12:45-13:00	4	0	0	1	1	5	10
13:00-13:15	1	0	0	0	0	1	10
13:15-13:30	2	0	1	0	1	3	10
13:30-13:45	2	0	0	0	0	2	11
13:45-14:00	2	0	0	0	0	2	8
14:00-14:15	3	0	1	0	1	4	11
14:15-14:30	2	0	0	0	0	2	10
14:30-14:45	2	0	0	0	0	2	10
14:45-15:00	3	0	1	0	1	4	12
15:00-15:15	4	0	0	0	0	4	12
15:15-15:30	3	0	1	0	1	4	14
15:30-15:45	0	0	1	0	1	1	13
15:45-16:00	2	0	0	1	1	3	12
16:00-16:15	2	0	0	0	0	2	10
16:15-16:30	2	0	0	0	0	2	8
16:30-16:45	3	0	2	0	2	5	12
16:45-17:00	1	0	0	0	0	1	10
17:00-17:15	2	0	0	0	0	2	10
17:15-17:30	3	0	0	0	0	3	11
17:30-17:45	2	0	0	0	0	2	8
17:45-18:00	2	0	0	0	0	2	9
TOTAL	98	0	15	5	20	118	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR



Proyecto: Vía Miñarica Bajo -Carmelitas **Estación:** Única
Parroquia: Santa Rosa **Ubicación:** Cuatro esquinas
Provincia: Tungurahua **Fecha:** Domingo, 10 de Julio del 2016
Duración del conteo: 12 horas **Realizado por:** Egda.Gabriela Valenzuela

HORAS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADOS
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	TOTAL		
06:00-06:15	2	0	0	0	0	2	
06:15-06:30	1	0	0	0	0	1	
06:30-06:45	2	0	0	0	0	2	
06:45-07:00	2	0	0	0	0	2	7
07:00-07:15	2	0	0	0	0	2	7
07:15-07:30	2	0	0	0	0	2	8
07:30-07:45	2	0	0	0	0	2	8
07:45-08:00	3	0	0	0	0	3	9
08:00-08:15	2	0	0	0	0	2	9
08:15-08:30	1	0	0	0	0	1	8
08:30-08:45	3	0	0	0	0	3	9
08:45-09:00	2	0	1	0	1	3	9
09:00-09:15	2	0	0	0	0	2	9
09:15-09:30	2	0	0	0	0	2	10
09:30-09:45	1	0	0	0	0	1	8
09:45-10:00	2	0	0	0	0	2	7
10:00-10:15	2	0	1	0	1	3	8
10:15-10:30	1	0	0	0	0	1	7
10:30-10:45	3	0	0	0	0	3	9
10:45-11:00	1	0	2	0	2	3	10
11:00-11:15	2	0	0	0	0	2	9
11:15-11:30	2	0	0	0	0	2	10
11:30-11:45	1	0	1	0	1	2	9
11:45-12:00	2	0	1	0	1	3	9
12:00-12:15	1	0	0	1	1	2	9
12:15-12:30	3	0	0	0	0	3	10
12:30-12:45	2	0	0	0	0	2	10
12:45-13:00	1	0	0	0	0	1	8
13:00-13:15	3	0	0	0	0	3	9
13:15-13:30	2	0	0	0	0	2	8
13:30-13:45	2	0	0	0	0	2	8
13:45-14:00	2	0	0	0	0	2	9
14:00-14:15	2	0	0	1	1	3	9
14:15-14:30	3	0	0	0	0	3	10
14:30-14:45	1	0	1	0	1	2	10
14:45-15:00	3	0	0	0	0	3	11
15:00-15:15	2	0	0	0	0	2	10
15:15-15:30	2	0	0	0	0	2	9
15:30-15:45	1	0	0	0	0	1	8
15:45-16:00	3	0	1	0	1	4	9
16:00-16:15	2	0	0	0	0	2	9
16:15-16:30	2	0	0	0	0	2	9
16:30-16:45	2	0	0	0	0	2	10
16:45-17:00	2	0	0	0	0	2	8
17:00-17:15	3	0	0	0	0	3	9
17:15-17:30	1	0	0	0	0	1	8
17:30-17:45	2	0	0	0	0	2	8
17:45-18:00	3	0	0	0	0	3	9
TOTAL	95	0	8	2	10	105	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR



Proyecto: Vía Miñarica Bajo -Carmelitas **Estación:** Única
Parroquia: Santa Rosa **Ubicación:** Cuatro esquinas
Provincia: Tungurahua **Fecha:** Lunes, 11 de Julio del 2016
Duración del conteo: 12 horas **Realizado por:** Egda.Gabriela Valenzuela

HORAS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADOS
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	TOTAL		
06:00-06:15	1	0	0	0	0	1	
06:15-06:30	2	0	0	0	0	2	
06:30-06:45	2	0	0	0	0	2	
06:45-07:00	4	0	1	0	1	5	10
07:00-07:15	3	0	0	0	0	3	12
07:15-07:30	1	0	1	0	1	2	12
07:30-07:45	1	0	1	0	1	2	12
07:45-08:00	2	0	0	0	0	2	9
08:00-08:15	3	0	0	0	0	3	9
08:15-08:30	2	0	0	0	0	2	9
08:30-08:45	3	0	0	0	0	3	10
08:45-09:00	2	0	1	0	1	3	11
09:00-09:15	2	0	0	0	0	2	10
09:15-09:30	2	0	0	0	0	2	10
09:30-09:45	1	0	0	0	0	1	8
09:45-10:00	2	0	0	0	0	2	7
10:00-10:15	3	0	1	0	1	4	9
10:15-10:30	2	0	0	0	0	2	9
10:30-10:45	2	0	0	0	0	2	10
10:45-11:00	1	0	2	0	2	3	11
11:00-11:15	2	0	0	0	0	2	9
11:15-11:30	3	0	0	0	0	3	10
11:30-11:45	1	0	1	0	1	2	10
11:45-12:00	2	0	1	0	1	3	10
12:00-12:15	2	0	0	1	1	3	11
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	8
12:30-12:45	2	0	0	0	0	2	8
12:45-13:00	2	0	0	0	0	2	7
13:00-13:15	3	0	0	0	0	3	7
13:15-13:30	1	0	0	0	0	1	8
13:30-13:45	2	0	1	0	1	3	9
13:45-14:00	3	0	0	0	0	3	10
14:00-14:15	4	0	0	0	0	4	11
14:15-14:30	2	0	0	0	0	2	12
14:30-14:45	1	0	0	0	0	1	10
14:45-15:00	2	0	1	0	1	3	10
15:00-15:15	3	0	0	0	0	3	9
15:15-15:30	2	0	0	0	0	2	9
15:30-15:45	1	0	0	0	0	1	9
15:45-16:00	3	0	0	1	1	4	10
16:00-16:15	1	0	0	0	0	1	8
16:15-16:30	3	0	0	0	0	3	9
16:30-16:45	1	0	2	0	2	3	11
16:45-17:00	2	0	0	0	0	2	9
17:00-17:15	2	0	1	0	1	3	11
17:15-17:30	1	0	0	0	0	1	9
17:30-17:45	2	0	1	0	1	3	9
17:45-18:00	2	0	0	0	0	2	9
TOTAL	96	0	15	2	17	113	





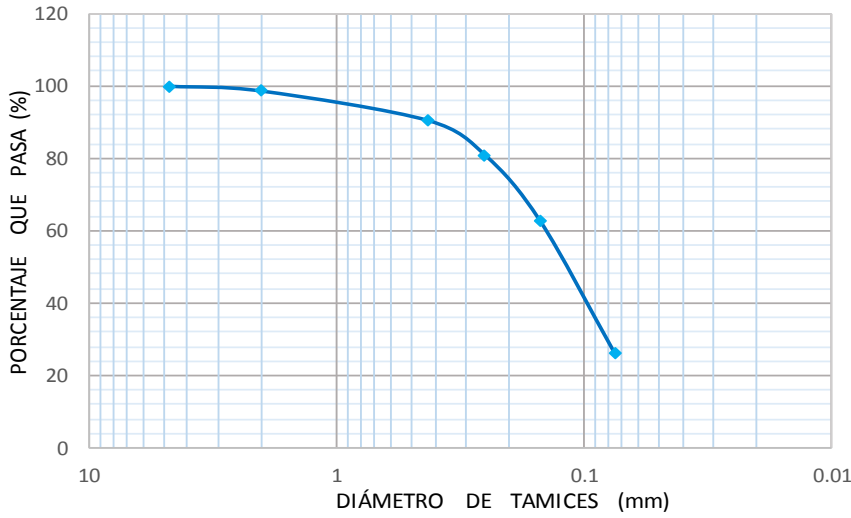
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DEL TRÁFICO VEHICULAR



Proyecto: Vía Miñarica Bajo -Carmelitas **Estación:** Única
Parroquia: Santa Rosa **Ubicación:** Cuatro esquinas
Provincia: Tungurahua **Fecha:** Martes,12 de Julio del 2016
Duración del conteo: 12 horas **Realizado por:** Egda.Gabriela Valenzuela

HORAS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADOS
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	TOTAL		
06:00-06:15	1	0	0	0	0	1	
06:15-06:30	2	0	0	0	0	2	
06:30-06:45	2	0	2	0	2	4	
06:45-07:00	1	0	0	0	0	1	8
07:00-07:15	2	0	0	0	0	2	9
07:15-07:30	2	0	1	0	1	3	10
07:30-07:45	2	0	0	0	0	2	8
07:45-08:00	2	0	0	0	0	2	9
08:00-08:15	1	0	0	0	0	1	8
08:15-08:30	4	0	0	0	0	4	9
08:30-08:45	2	0	1	0	1	3	10
08:45-09:00	1	0	0	0	0	1	9
09:00-09:15	1	0	0	0	0	1	9
09:15-09:30	3	0	2	0	2	5	10
09:30-09:45	2	0	0	0	0	2	9
09:45-10:00	2	0	0	0	0	2	10
10:00-10:15	1	0	0	0	0	1	10
10:15-10:30	1	0	0	0	0	1	6
10:30-10:45	3	0	2	0	2	5	9
10:45-11:00	2	0	0	0	0	2	9
11:00-11:15	1	0	0	0	0	1	9
11:15-11:30	2	0	0	0	0	2	10
11:30-11:45	1	0	2	0	2	3	8
11:45-12:00	2	0	0	0	0	2	8
12:00-12:15	2	0	0	0	0	2	9
12:15-12:30	3	0	0	0	0	3	10
12:30-12:45	1	0	1	0	1	2	9
12:45-13:00	1	0	0	0	0	1	8
13:00-13:15	1	0	0	0	0	1	7
13:15-13:30	2	0	0	0	0	2	6
13:30-13:45	2	0	0	0	0	2	6
13:45-14:00	3	0	0	0	0	3	8
14:00-14:15	2	0	0	0	0	2	9
14:15-14:30	3	0	0	0	0	3	10
14:30-14:45	2	0	0	1	1	3	11
14:45-15:00	2	0	0	0	0	2	10
15:00-15:15	1	0	0	0	0	1	9
15:15-15:30	2	0	1	0	1	3	9
15:30-15:45	1	0	0	0	0	1	7
15:45-16:00	3	0	0	0	0	3	8
16:00-16:15	2	0	0	0	0	2	9
16:15-16:30	1	0	2	0	2	3	9
16:30-16:45	2	0	0	0	0	2	10
16:45-17:00	2	0	0	0	0	2	9
17:00-17:15	2	0	0	0	0	2	9
17:15-17:30	2	0	1	0	1	3	9
17:30-17:45	2	0	0	0	0	2	9
17:45-18:00	1	0	0	0	0	1	8
TOTAL	88	0	15	1	16	104	

ANEXO C. ESTUDIOS DE SUELOS

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.						
Sector: Santa Rosa			Fecha: 20/06/2016			
Ubicación: Cantón Ambato			Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.			
Abscisa: Km 0+400			Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.			
DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA						
TAMIZ	TAMIZ EN (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE 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		
Que pasa N 4		800	0.00	100		
N 10	2	10.8	1.35	98.65		
N 40	0.425	75.9	9.49	90.51		
N 60	0.250	152.8	19.10	80.90		
N 100	0.150	298.1	37.26	62.74		
N 200	0.075	590.1	73.76	26.24		
Que pasa N 200		209.9	26.24			
TOTAL=		800				
PESO ANTES DEL LAVADO			800			
LAVADO			631			
TOTAL DIFERENCIA			169			
CURVA GRANULOMÉTRICA						
						
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
P.Suelo Húmedo+ P. Recipiente (gr)	P.Suelo Seco+ P. Recipiente (gr)	P.Recipiente (gr)	P.Agua (gr)	P.Suelo Seco(gr)	Contenido de humedad	
398.1	343.8	98.1	54.3	245.7	22.10	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Fecha: 20/06/2016

Ubicación: Cantón Ambato

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Abscisa: Km 1+400

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

TAMIZ	TAMIZ EN (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE 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
Que pasa N 4		800	0.00	100
N 10	2	2.3	0.29	99.71
N 40	0.425	57.7	7.21	92.79
N 60	0.250	155.8	19.48	80.53
N 100	0.150	307.9	38.49	61.51
N 200	0.075	603.1	75.39	24.61
Que pasa N 200		196.9	24.61	

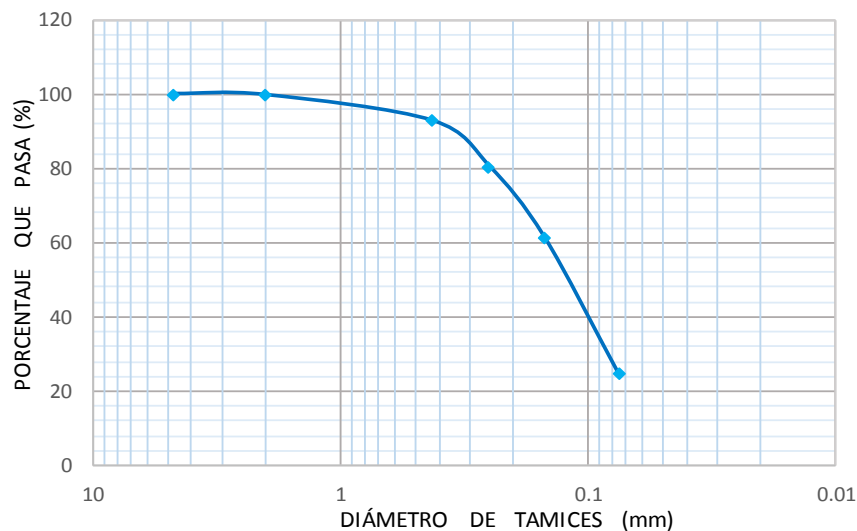
TOTAL= 800

PESO ANTES DEL LAVADO 800

LAVADO 658

TOTAL DIFERENCIA 142

CURVA GRANULOMÉTRICA



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Suelo Húmedo+ P. Recipiente (gr)	P.Suelo Seco+ P. Recipiente (gr)	P.Recipiente (gr)	P.Agua (gr)	P.Suelo Seco(gr)	Contenido de humedad
386.9	332.1	97.9	54.8	234.2	23.40



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Fecha: 20/06/2016

Ubicación: Cantón Ambato

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Abscisa: Km 2+400

Revisado por: Ing.Mg. Rodrigo Acosta.

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

TAMIZ	TAMIZ EN (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE 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
Que pasa N 4	4.76	800	0.00	100
N 10	2	3	0.38	99.63
N 40	0.425	19.8	2.48	97.53
N 60	0.250	98.6	12.33	87.68
N 100	0.150	301.6	37.70	62.30
N 200	0.075	699	87.38	12.63
Que pasa N 200		101	12.63	

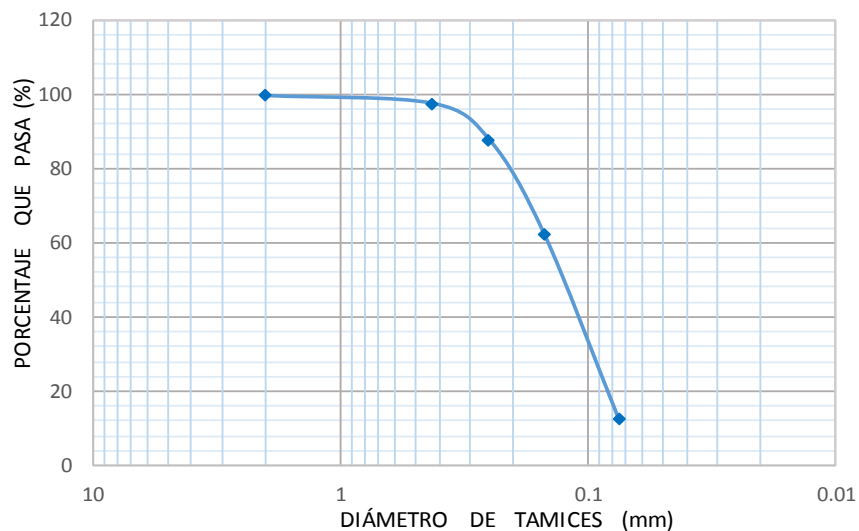
TOTAL= 800

PESO ANTES DEL LAVADO 800

LAVADO 613

TOTAL DIFERENCIA 187

CURVA GRANULOMÉTRICA



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

P.Suelo Húmedo+ P. Recipiente (gr)	P.Suelo Seco+ P. Recipiente (gr)	P.Recipiente (gr)	P.Agua (gr)	P.Suelo Seco(gr)	Contenido de humedad
376.2	329.3	98.2	46.9	231.1	20.29



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 0+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 20/06/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	25	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	4235 gr	Volumen molde cc:	933.41 cm ³

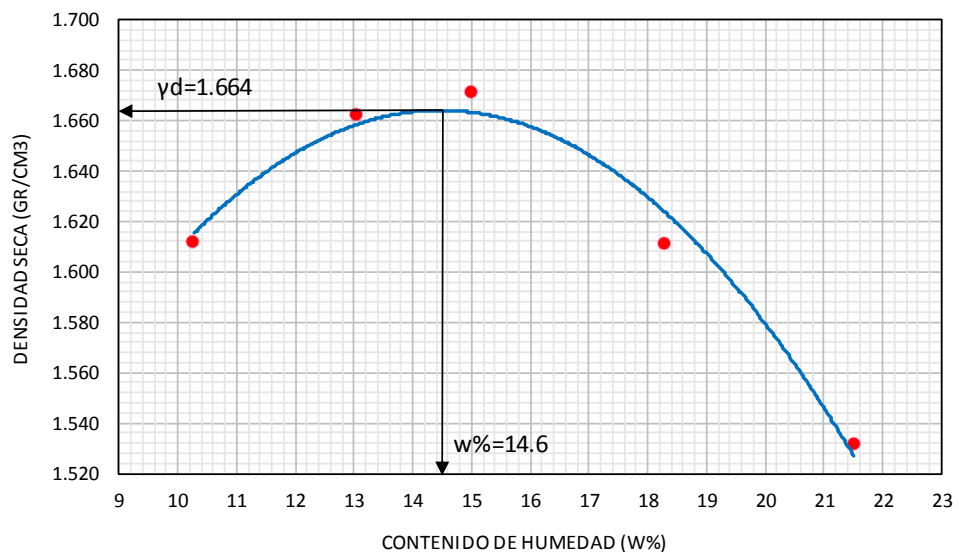
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Identificación de la Muestra	A	B	C	D	E
Peso inicial de muestra deseada	2000	2000	2000	2000	2000
Humedad inicial añadida en (%)	9	12	15	18	21
Humedad inicial añadida en (cc)	180	240	300	360	420
Peso molde + Suelo húmedo (gr)	5894	5989	6029	6014	5972
Peso suelo húmedo (gr)	1659	1754	1794	1779	1737
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.777	1.879	1.922	1.906	1.861

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Identificación del Recipiente	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	116.50	112.70	121.30	108.80	122.10	113.20	125.80	118.70	153.50	152.40
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	108.00	104.70	110.20	99.00	108.90	102.10	109.90	104.30	130.10	130.50
Peso del recipiente (Wr)	26.20	26.00	25.70	23.50	24.30	25.20	22.60	25.90	24.80	25.30
Peso del agua (Ww)	8.50	8.00	11.10	9.80	13.20	11.10	15.90	14.40	23.40	21.90
Peso suelo seco (Ws)	81.80	78.70	84.50	75.50	84.60	76.90	87.30	78.40	105.30	105.20
Contenido de humedad (W%)	10.39	10.17	13.14	12.98	15.60	14.43	18.21	18.37	22.22	20.82
Contenido de humedad promedio (W%)	10.28		13.06		15.02		18.29		21.52	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.612		1.662		1.671		1.611		1.531	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



γ_d máxima (gr/cm³)= 1.664

W % óptimo: 14.6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 1+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 21/06/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	25	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	4235 gr	Volumen molde cc:	933.41 cm ³

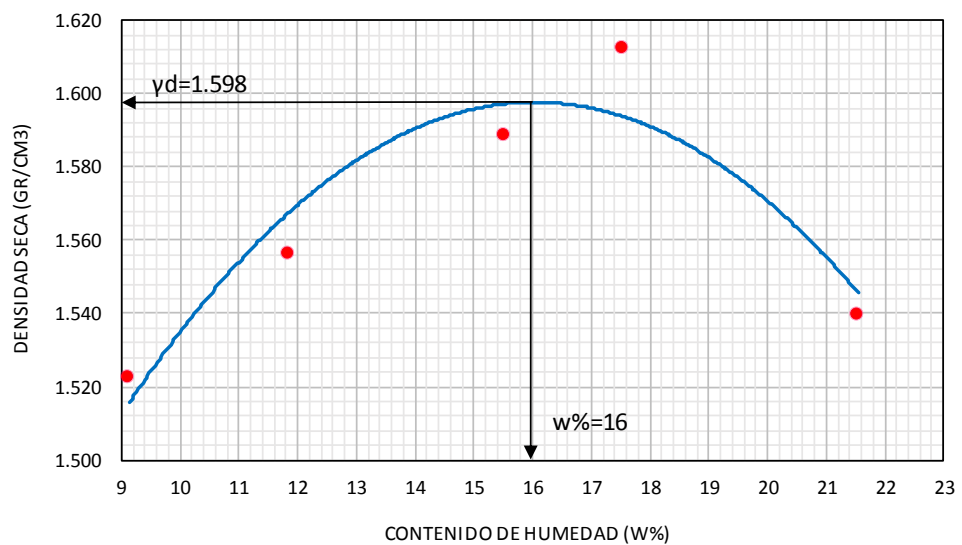
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Identificación de la Muestra	A	B	C	D	E
Peso inicial de muestra deseada	2000	2000	2000	2000	2000
Humedad inicial añadida en (%)	9	12	15	18	21
Humedad inicial añadida en (cc)	180	240	300	360	420
Peso molde + Suelo húmedo (gr)	5786	5860	5948	6004	5982
Peso suelo húmedo (gr)	1551	1625	1713	1769	1747
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.662	1.741	1.835	1.895	1.872

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Identificación del Recipiente	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	120.10	110.80	121.70	115.80	123.40	124.20	133.30	128.40	147.90	150.70
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	112.40	103.50	111.20	106.30	111.00	111.70	116.80	113.10	126.50	128.10
Peso del recipiente (Wr)	24.70	26.50	22.70	26.20	30.90	31.40	22.60	25.90	24.30	26.10
Peso del agua (Ww)	7.70	7.30	10.50	9.50	12.40	12.50	16.50	15.30	21.40	22.60
Peso suelo seco (Ws)	87.70	77.00	88.50	80.10	80.10	80.30	94.20	87.20	102.20	102.00
Contenido de humedad (W%)	8.78	9.48	11.86	11.86	15.48	15.57	17.52	17.55	20.94	22.16
Contenido de humedad promedio (W%)	9.13		11.86		15.52		17.53		21.55	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.523		1.556		1.589		1.613		1.540	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



γ_d máxima (gr/cm³) = 1.598 W % óptimo: 16



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 2+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 22/06/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	25	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	4235 gr	Volumen molde cc:	933.41 cm ³

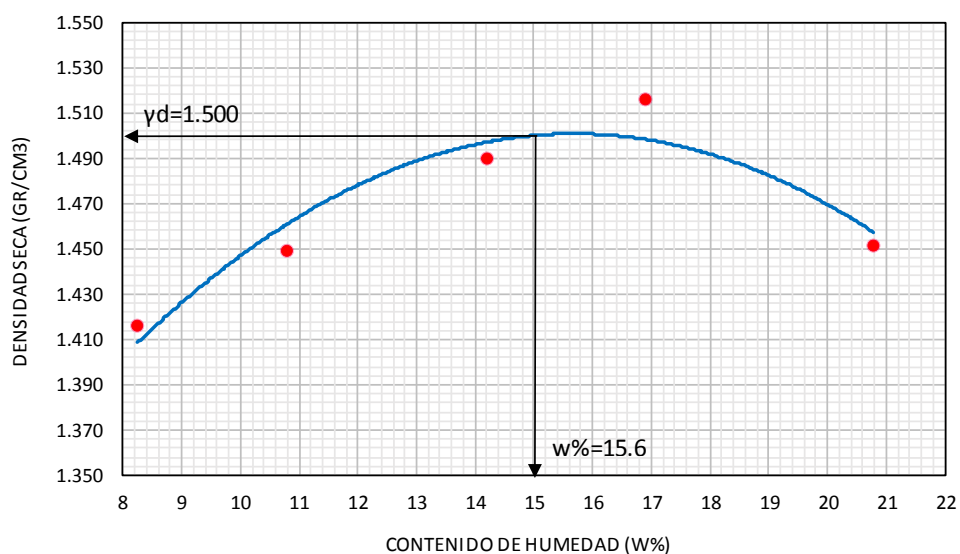
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Identificación de la Muestra	A	B	C	D	E
Peso inicial de muestra deseada	2000	2000	2000	2000	2000
Humedad inicial añadida en (%)	9	12	15	18	21
Humedad inicial añadida en (cc)	180	240	300	360	420
Peso molde + Suelo húmedo (gr)	5666	5734	5823	5889	5871
Peso suelo húmedo (gr)	1431	1499	1588	1654	1636
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.533	1.606	1.701	1.772	1.753

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Identificación del Recipiente	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	120.90	128.00	128.80	130.00	136.40	136.80	116.20	139.40	144.70	140.90
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	113.80	119.60	118.50	120.10	124.20	121.40	102.80	123.10	122.30	122.80
Peso del recipiente (Wr)	22.10	23.70	26.70	24.70	24.60	26.10	23.40	26.90	24.40	25.90
Peso del agua (Ww)	7.10	8.40	10.30	9.90	12.20	15.40	13.40	16.30	22.40	18.10
Peso suelo seco (Ws)	91.70	95.90	91.80	95.40	99.60	95.30	79.40	96.20	97.90	96.90
Contenido de humedad (W%)	7.74	8.76	11.22	10.38	12.25	16.16	16.88	16.94	22.88	18.68
Contenido de humedad promedio (W%)	8.25		10.80		14.20		16.91		20.78	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.416		1.449		1.490		1.516		1.451	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



y_d máxima (gr/cm³)= 1.500

W % óptimo: 15.6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 0+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 18/07/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ENSAYO CBR

IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	1.1		1.2		1.3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
P.muestra húmeda+Molde (gr)	14181	14246	11829	11980	13707	13948
P.molde (gr)	9498	9498	7576	7576	9541	9541
P. muestra húmeda (gr)	4683	4748	4253	4404	4166	4407
Volumen de la muestra (cm ³)	2328.15	2328.15	2301.44	2301.44	2324.46	2324.46
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.011	2.039	1.848	1.914	1.792	1.896
Densidad seca (gr/cm ³)	1.756	1.730	1.614	1.611	1.565	1.551
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.743		1.612		1.558	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Identificación del Recipiente	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6
Peso muestra húmeda + P.recipiente (gr)	138.4	133.3	129.7	142.9	139.1	139.6
Peso muestra seca + P. recipiente (gr)	124.1	117.1	116.5	124.1	124.8	118.6
Peso del recipiente (gr)	25.9	26.5	25.6	24.0	26.2	24.3
Peso del agua (gr)	14.3	16.2	13.2	18.8	14.3	21.0
Peso muestra seca+ (gr)	98.2	90.6	90.9	100.1	98.6	94.3
Contenido de humedad (W%)	14.56	17.88	14.52	18.78	14.50	22.27
Agua absorbida (%)	3.32		4.26		7.77	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 1+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 18/07/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ENSAYO CBR

IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	2.1		2.2		2.3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
P.muestra húmeda+Molde (gr)	11082	11186	13699	13849	10283	10534
P.molde (gr)	6868	6868	9541	9541	6342	6342
P. muestra húmeda (gr)	4214	4318	4158	4308	3941	4192
Volumen de la muestra (cm ³)	2320.24	2320.24	2322.62	2322.62	2332.38	2332.38
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.816	1.861	1.790	1.855	1.690	1.797
Densidad seca (gr/cm ³)	1.585	1.505	1.564	1.493	1.474	1.440
Densidad seca promedio (gr/cm ³)	1.545		1.528		1.457	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Identificación del Recipiente	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.1.5	2.1.6
Peso muestra húmeda + P.recipiente (gr)	127.6	124.0	133.4	181.7	128.9	124.6
Peso muestra seca + P. recipiente (gr)	114.6	105.3	119.9	152.6	115.8	105.0
Peso del recipiente (gr)	25.4	26.2	26.8	32.5	26.2	26.1
Peso del agua (gr)	13.0	18.7	13.5	29.1	13.1	19.6
Peso muestra seca+ (gr)	89.2	79.1	93.1	120.1	89.6	78.9
Contenido de humedad (W%)	14.57	23.64	14.50	24.23	14.62	24.84
Agua absorbida (%)	9.07		9.73		10.22	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 2+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 18/07/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ENSAYO CBR

IDENTIFICACIÓN DEL MOLDE	3.1		3.2		3.3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
P. muestra húmeda+ Molde (gr)	10834	11106	11441	11769	10190	10523
P. molde (gr)	6868	6868	7528	7528	6395	6395
P. muestra húmeda (gr)	3966	4238	3913	4241	3795	4128
Volumen de la muestra (cm3)	2318.40	2318.40	2321.53	2321.53	2330.54	2330.54
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.711	1.828	1.686	1.827	1.628	1.771
Densidad seca (gr/cm3)	1.481	1.454	1.458	1.442	1.415	1.394
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.468		1.450		1.404	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Identificación del Recipiente	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5	3.1.6
Peso muestra húmeda + P. recipiente (gr)	120.3	185.2	129.6	182.1	132.9	161.4
Peso muestra seca + P. recipiente (gr)	107.7	153.5	115.5	150.1	118.9	134.0
Peso del recipiente (gr)	26.4	30.3	25.1	30.3	26.1	32.9
Peso del agua (gr)	12.6	31.7	14.1	32.0	14.0	27.4
Peso muestra seca+ (gr)	81.3	123.2	90.4	119.8	92.8	101.1
Contenido de humedad (W%)	15.50	25.73	15.60	26.71	15.09	27.10
Agua absorbida (%)	10.23		11.11		12.02	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 0+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 21/07/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

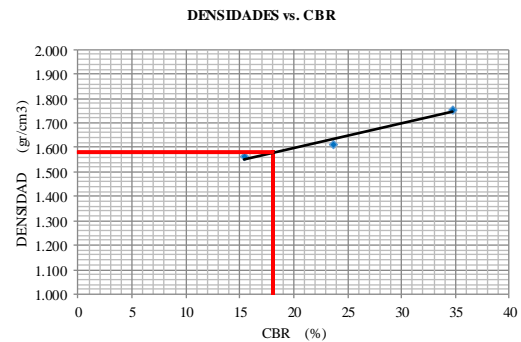
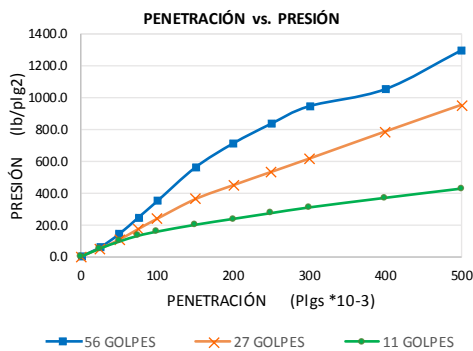
Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NÚMERO			1.1				1.2				1.3						
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial (plgs)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.		Plgs. *10-2	%		
18-jul-16	15:00	0	20.46	4.97	0.00	0	0.00	4.96	0.00	0	0.00	4.96	0.00	0	0.00	0	
19-jul-16	15:10	1	20.48		2.00	0.40	0.02		2.00	0.40	0.02		2.00	0.40			
20-jul-16	14:55	2	20.48		2.00	0.40	0.02		2.00	0.40	0.02		2.00	0.40			
21-jul-16	15:08	3	20.48		2.00	0.40	0.03		3.00	0.60	0.03		3.00	0.60			

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg2				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
MOLDE NÚMERO			1.1				1.2				1.3			
TIEMPO		Penet.	Q (Carga)	PRESIONES		CBR	Q (Carga)	PRESIONES		CBR	Q (Carga)	PRESIONES		CBR
Min.	Seg.			"10-3	Leída			Corregida	Leída			Corregida	Leída	
			lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	30	25	174	58.0			0	0.0			0	0.0		
1	0	50	423	141.0			150	50.0			149	49.7		
1	30	75	732	244.0			315	105.0			278	92.7		
2	0	100	1042	347.3	347.3	34.7	515	171.7			386	128.7		
3	0	150	1675	558.3			710	236.7	236.7	23.7	463	154.3	154.3	15.4
4	0	200	2130	710.0	710.0	47.3	1077	359.0			590	196.7		
5	0	250	2500	833.3			1340	446.7	446.7	29.8	700	233.3	233.3	15.6
6	0	300	2830	943.3			1590	530.0			808	269.3		
8	0	400	3150	1050.0			1840	613.3			914	304.7		
10	0	500	3880	1293.3			2350	783.3			1093	364.3		
CBR Corregido						34.7				23.7				15.4



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.756 gr/cm3	34.7 %
1.614 gr/cm3	23.7 %
1.565 gr/cm3	15.4 %

DENSIDAD MAX	1.664	gr/cm3
95% DE DM	1.581	gr/cm3
CBR PUNTUAL	18.00	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 1+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 21/07/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

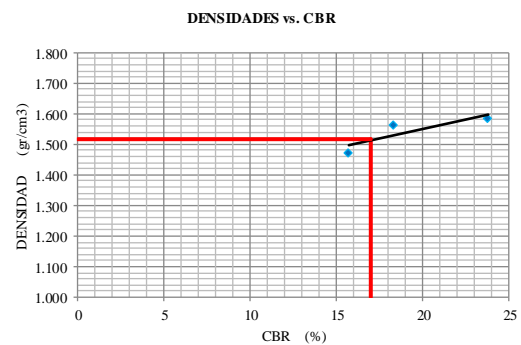
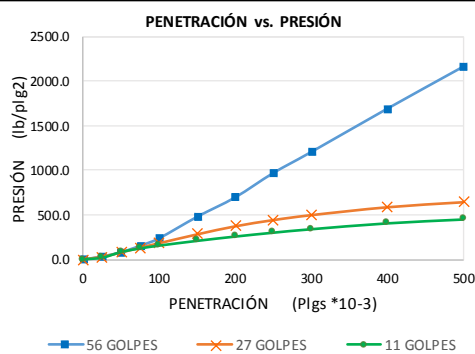
Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NÚMERO			2.1				2.2				2.3						
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial (plgs)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.		Plgs. *10-2	%		
18-jul-16	15:00	0	20.46	4.97	0.00	0	0.10	4.96	0.00	0	0.00	4.97	0.00	0	0.00	0	
19-jul-16	15:10	1	20.48		2.00	0.40	0.13		3.00	0.60	0.02		2.00	0.4			
20-jul-16	14:55	2	20.48		2.00	0.40	0.13		3.00	0.60	0.02		2.00	0.4			
21-jul-16	15:08	3	20.48		2.00	0.40	0.13		3.00	0.60	0.03		3.00	0.6			

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg2				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
MOLDE NÚMERO			2.1				2.2				2.3			
TIEMPO		Penet. "10-3	Q (Carga) lb	PRESIONES		CBR	Q (Carga) lb	PRESIONES		CBR	Q (Carga) lb	PRESIONES		CBR
Min.	Seg.			Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
				lb/pulg2		%		lb/pulg2		%		lb/pulg2		%
0	30	25	98	32.7			89	29.7			60	20.0		
1	0	50	243	81.0			236	78.7			253	84.3		
1	30	75	458	152.7			399	133.0			374	124.7		
2	0	100	712	237.3	237.3	23.7	549	183.0	183.0	18.3	470	156.7	156.7	15.7
3	0	150	1430	476.7			850	283.3			632	210.7		
4	0	200	2081	693.7	693.7	46.2	1122	374.0	374.0	24.9	778	259.3	259.3	17.3
5	0	250	2895	965.0			1333	444.3			910	303.3		
6	0	300	3600	1200.0			1501	500.3			1028	342.7		
8	0	400	5050	1683.3			1769	589.7			1228	409.3		
10	0	500	6460	2153.3			1940	646.7			1360	453.3		
CBR Corregido						23.7				18.3				15.7



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.585 gr/cm3	23.7 %
1.564 gr/cm3	18.3 %
1.474 gr/cm3	15.7 %

DENSIDAD MAX	1.598	gr/cm3
95% DE DM	1.518	gr/cm3
CBR PUNTUAL	17.00	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Diseño geométrico de la vía que une las comunidades Miñarica Bajo y Carmelitas.

Sector: Santa Rosa

Abscisa: Km 2+400

Ubicación: Cantón Ambato

Fecha: 28/07/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egda. Gabriela Valenzuela.

Método: PROCTOR MODIFICADO

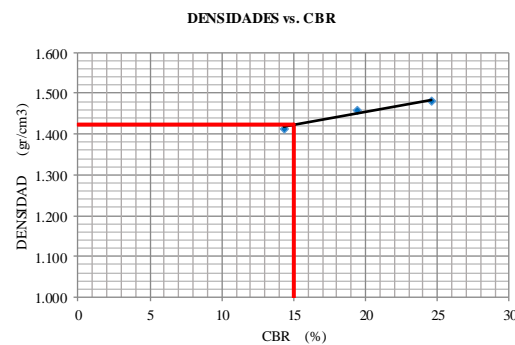
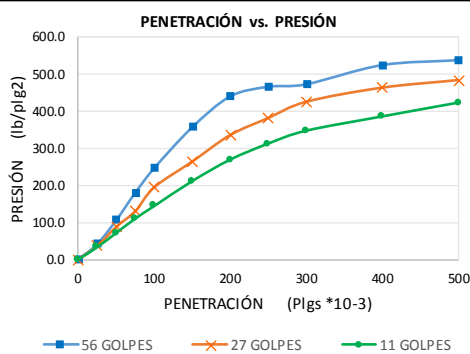
Revisado por: Ing. Mg. Rodrigo Acosta.

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NÚMERO			3.1				3.2				3.3						
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
	Día y Mes	Hora		Días	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.		Plgs. *10-2	%		
18-jul-16	15:00	0	0.00	4.96	0.00	0	0.00	5.00	0.00	0	0.10	4.96	0.00	0	0.00	0	
19-jul-16	15:10	1	0.01		1.00	0.20	0.01		1.00	0.20	0.13		3.00	0.6			
20-jul-16	14:55	2	0.01		1.00	0.20	0.01		1.00	0.20	0.13		3.00	0.6			
21-jul-16	15:08	3	0.01		1.00	0.20	0.01		1.00	0.20	0.13		3.00	0.6			

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg2				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
MOLDE NÚMERO			3.1				3.2				3.3			
TIEMPO		Penet.	Q (Carga) lb	PRESIONES		CBR	Q (Carga) lb	PRESIONES		CBR	Q (Carga) lb	PRESIONES		CBR
Min.	Seg.			"10-3	Leída			Corregida	%			Leída	Corregida	
				lb/pulg2			lb/pulg2			lb/pulg2				
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	125	41.7			108	36.0			99	33.0		
1	0	50	318	106.0			263	87.7			214	71.3		
1	30	75	539	179.7			389	129.7			329	109.7		
2	0	100	738	246.0	24.6		582	194.0	19.4		430	143.3	14.3	
3	0	150	1068	356.0			789	263.0			631	210.3		
4	0	200	1317	439.0	439.0	29.3	1003	334.3	334.3	22.3	804	268.0	268.0	17.9
5	0	250	1395	465.0			1140	380.0			933	311.0		
6	0	300	1415	471.7			1271	423.7			1037	345.7		
8	0	400	1570	523.3			1385	461.7			1152	384.0		
10	0	500	1610	536.7			1446	482.0			1263	421.0		
CBR Corregido						24.6				19.4			14.3	



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.481 gr/cm3	24.6 %
1.458 gr/cm3	19.4 %
1.415 gr/cm3	14.3 %

DENSIDAD MAX	1.500	gr/cm3
95% DE DM	1.425	gr/cm3
CBR PUNTUAL	15.00	%

ANEXO D. FOTOGRAFÍAS



Condiciones actuales de la vía de la Comunidad Miñarica Bajo



Condiciones actuales de la vía de la Comunidad Miñarica Bajo



Condiciones actuales de la vía hacia la Comunidad Carmelitas



Levantamiento topográfico



Toma de muestras para ensayos



Ensayo de Granulometría



Límites de Consistencia



Ensayo de Compactación



Ensayo de CBR

ANEXO E. GLOSARIO TÉCNICO

Topografía.- La topografía es un factor principal de la localización física de una vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales.

Tráfico.- Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos, es decir, su composición.

TPDA.- Representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es volumen de tránsito promedio por día.

Velocidad de diseño.- Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Velocidad de circulación.- La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo.

Diseño Geométrico.- El proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno es lo que se conoce como diseño geométrico de la vía.

Pavimento.- El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

Cuneta.- Las cunetas son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino (o de todo el

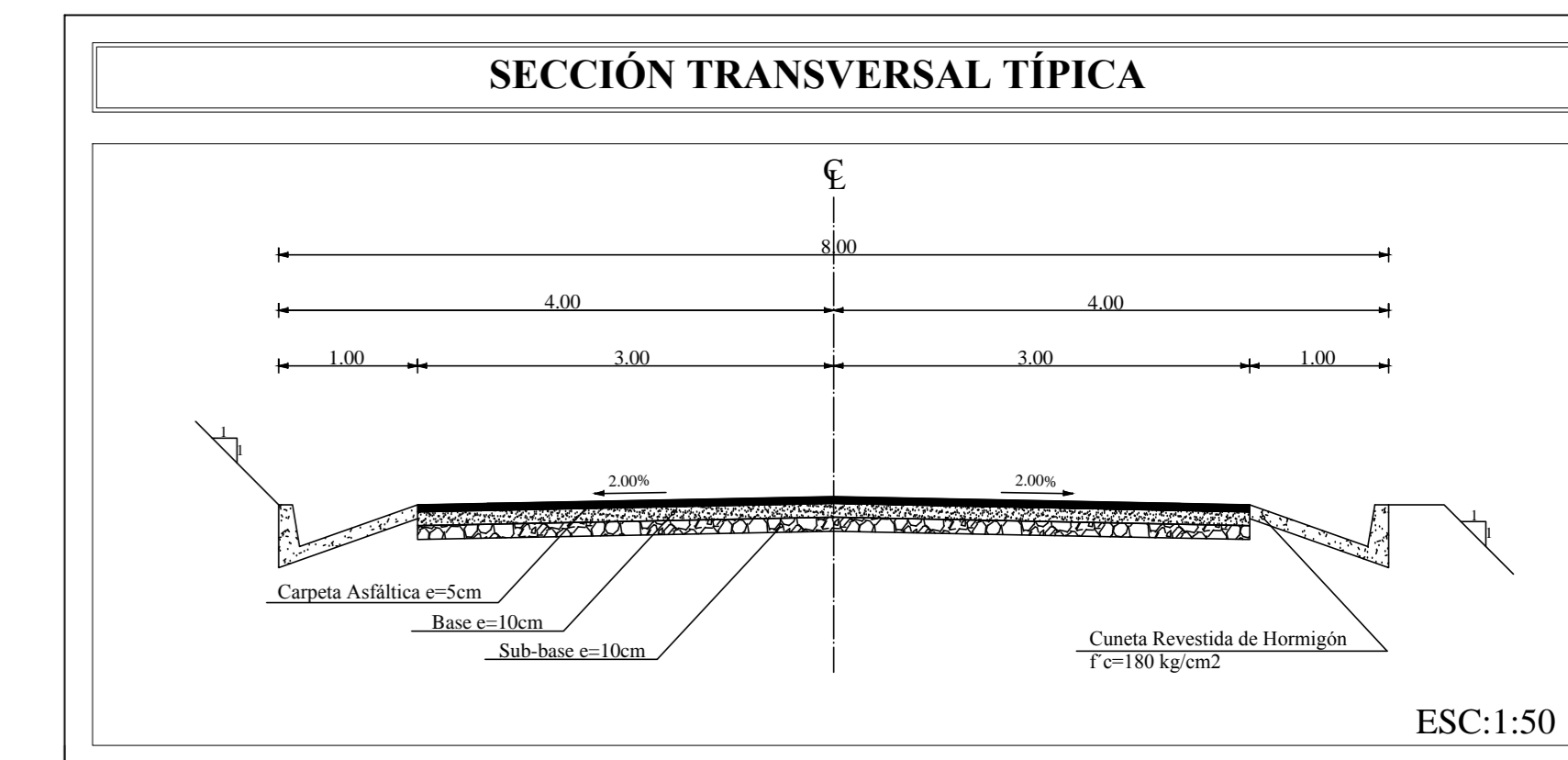
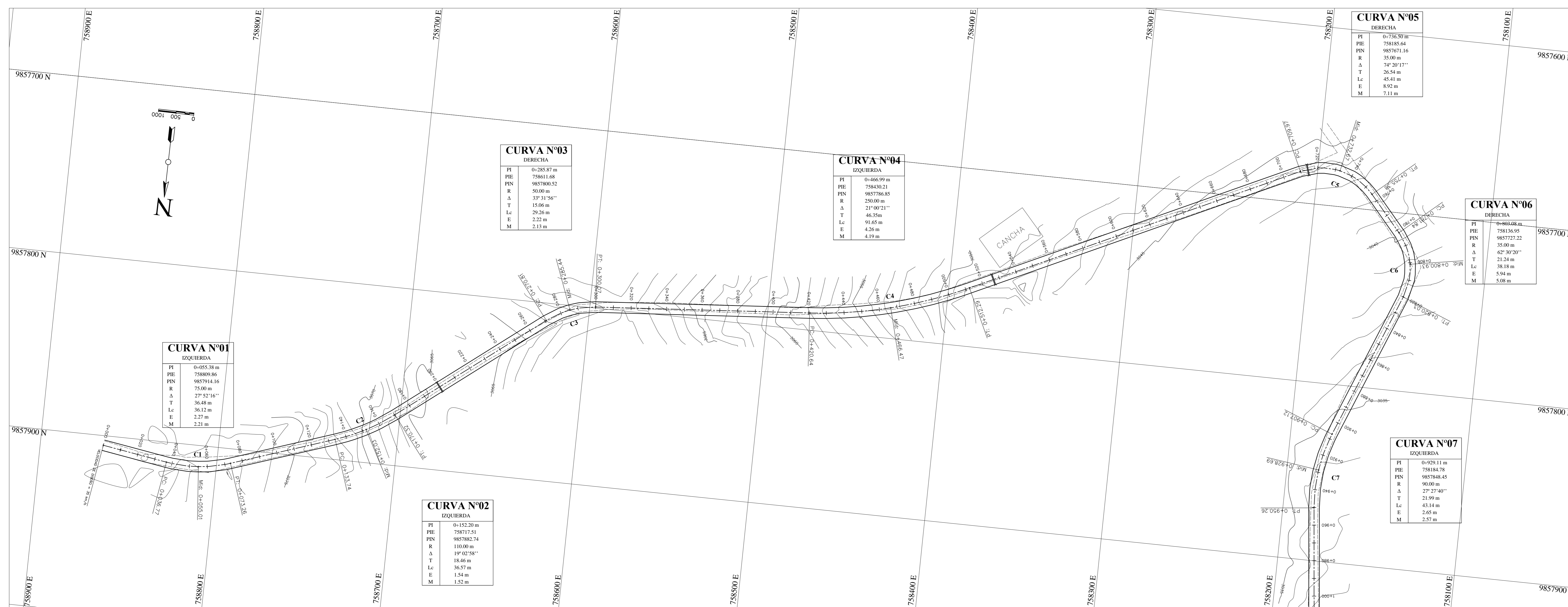
camino en las curvas), el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes.

Talud.- Se conoce con el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las masas de tierra. Cuando un talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera.

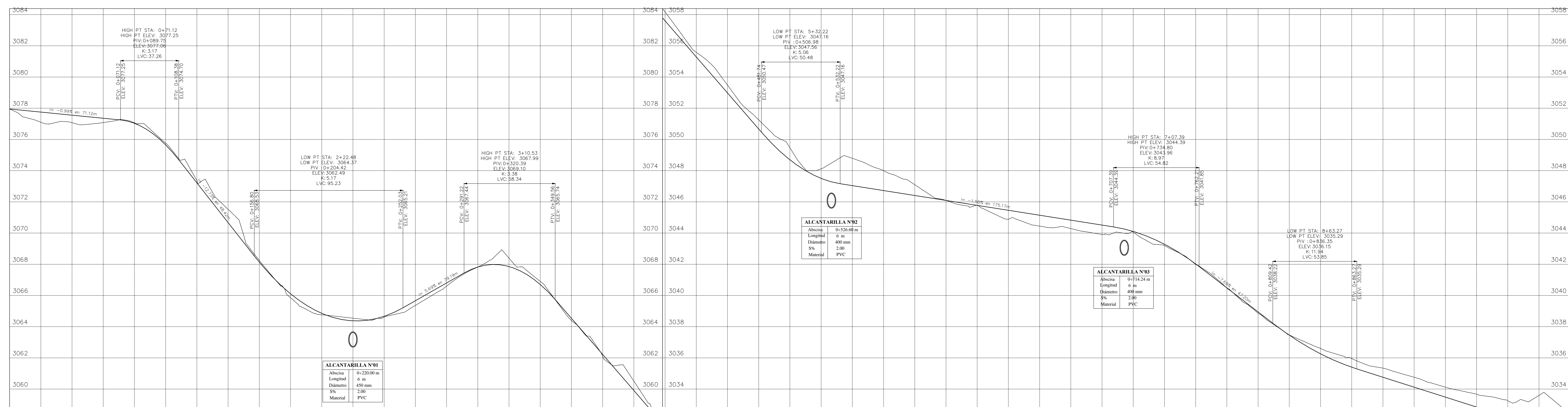
Estabilización.- La estabilización de un suelo es el proceso que tiene por objeto aumentar su resistencia a la deformación, disminuir su sensibilidad al agua, controlar la erosión y los cambios de volumen.

Geotextil.- Los geotextiles son los más usados tradicionalmente, están compuestos por fibras sintéticas naturales, la gran mayoría de estos se fabrican con poliéster o con polipropileno.

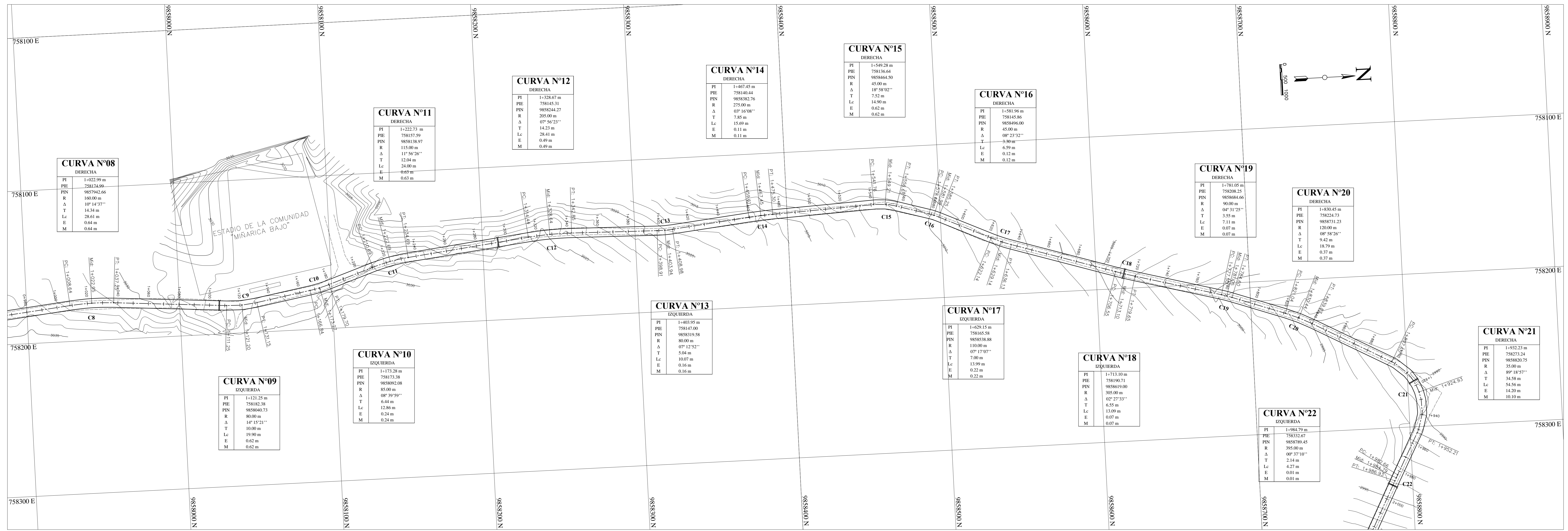
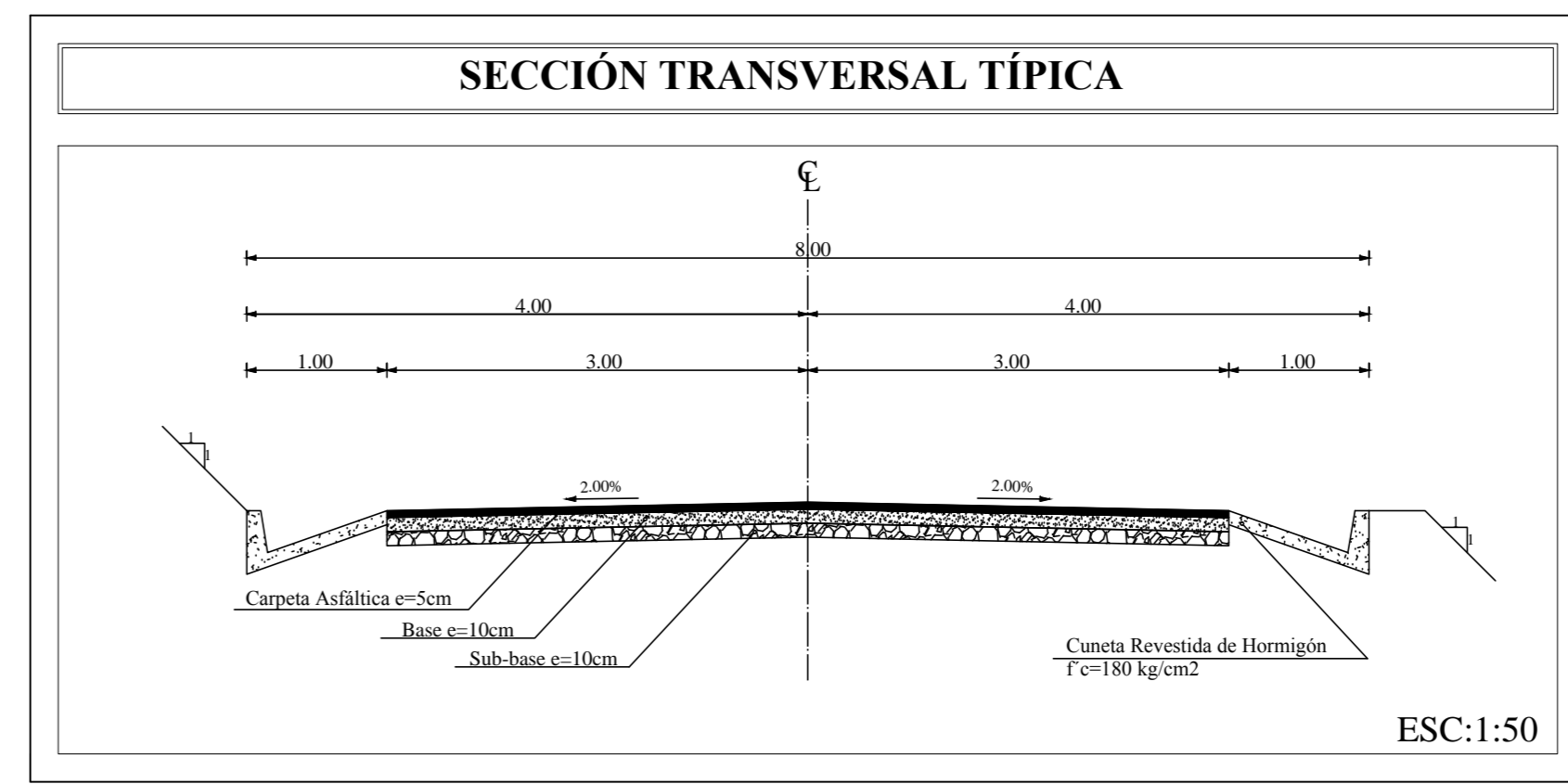
ANEXO F. PLANOS



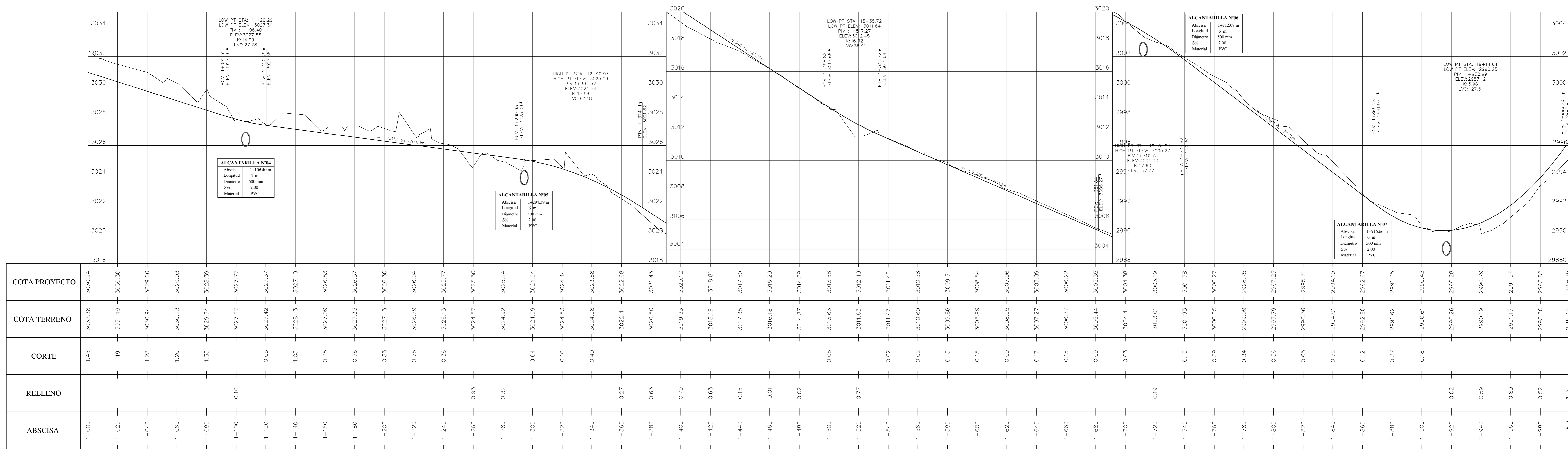
DISEÑO VERTICAL Tramo: km 0+000.00 a km 1+000.00

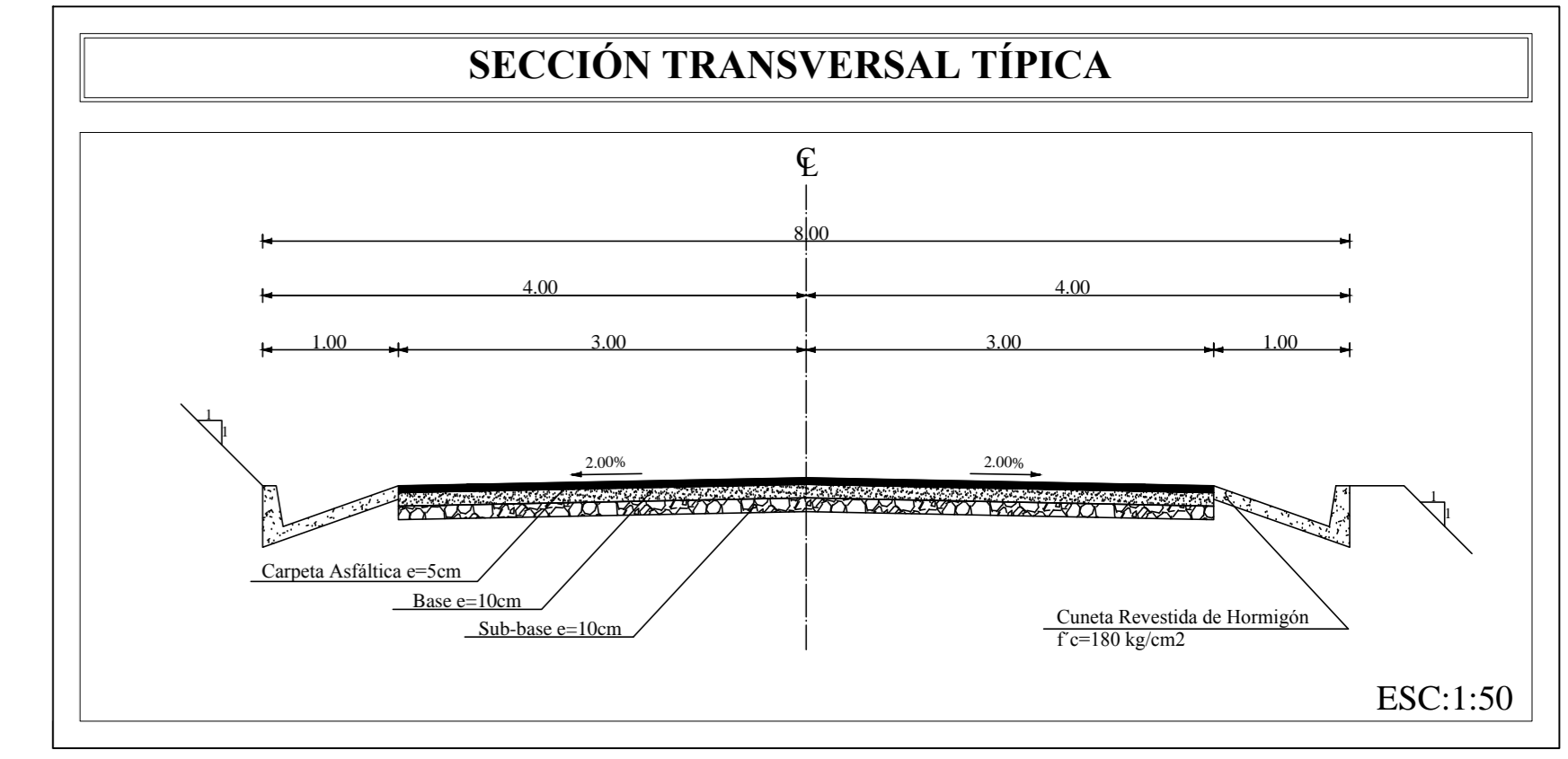
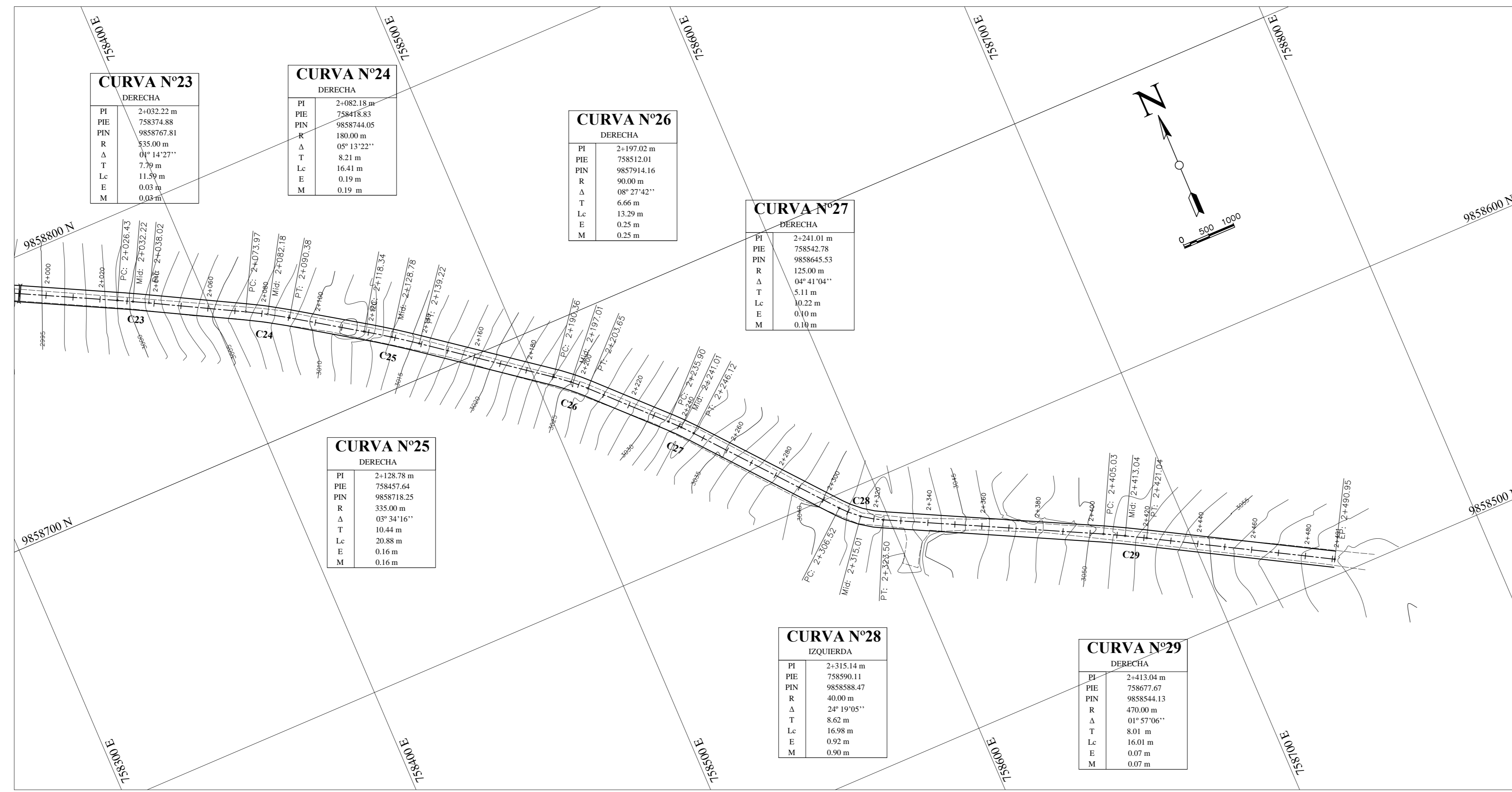


ABSCISA	COTA PROYECTO	COTA TERRENO	CORTE	RELLENO
0+000	3077.95	3077.95	0.00	0.00
0+020	3077.75	3077.10	0.65	0.65
0+040	3077.55	3077.07	0.48	0.48
0+060	3077.36	3077.08	0.27	0.27
0+080	3077.03	3077.06	0.03	0.03
0+100	3075.65	3075.77	0.11	0.11
0+120	3073.22	3073.36	0.14	0.14
0+140	3070.67	3071.52	0.85	0.85
0+160	3068.13	3068.25	0.11	0.11
0+180	3066.11	3065.86	0.25	0.25
0+200	3064.85	3064.76	0.09	0.09
0+220	3064.37	3064.54	0.17	0.17
0+240	3064.66	3064.61	0.05	0.05
0+260	3065.66	3065.36	0.30	0.30
0+280	3066.80	3066.60	0.20	0.20
0+300	3067.82	3067.82	0.00	0.00
0+320	3067.86	3066.39	0.54	0.54
0+340	3066.71	3066.90	0.19	0.19
0+360	3064.53	3064.39	0.14	0.14
0+380	3062.22	3062.10	0.12	0.12
0+400	3059.91	3060.51	0.60	0.60
0+420	3057.60	3058.17	0.57	0.57
0+440	3055.29	3055.58	0.29	0.29
0+460	3052.98	3053.48	0.50	0.50
0+480	3050.67	3051.25	0.58	0.58
0+500	3048.69	3049.47	0.78	0.78
0+520	3047.50	3048.12	0.62	0.62
0+540	3047.04	3046.79	1.75	1.75
0+560	3046.72	3046.00	1.28	1.28
0+580	3046.41	3047.10	0.69	0.69
0+600	3046.09	3046.09	0.00	0.00
0+620	3045.77	3045.77	0.01	0.01
0+640	3045.46	3044.88	0.58	0.58
0+660	3045.14	3044.44	0.70	0.70
0+680	3044.83	3044.29	0.54	0.54
0+700	3044.51	3043.91	0.60	0.60
0+720	3044.11	3044.05	0.05	0.05
0+740	3043.29	3043.20	0.09	0.09
0+760	3042.02	3041.99	0.03	0.03
0+780	3040.48	3040.47	0.01	0.01
0+800	3038.95	3038.87	0.08	0.08
0+820	3037.45	3037.46	0.01	0.01
0+840	3036.26	3036.60	0.34	0.34
0+860	3035.40	3035.96	0.56	0.56
0+880	3034.76	3035.34	0.58	0.58
0+900	3034.12	3034.76	0.63	0.63
0+920	3033.49	3034.12	0.64	0.64
0+940	3032.85	3033.67	0.83	0.83
0+960	3032.21	3033.25	1.04	1.04
0+980	3031.57	3033.60	2.02	2.02
1+000	3030.94	3032.38	1.45	1.45

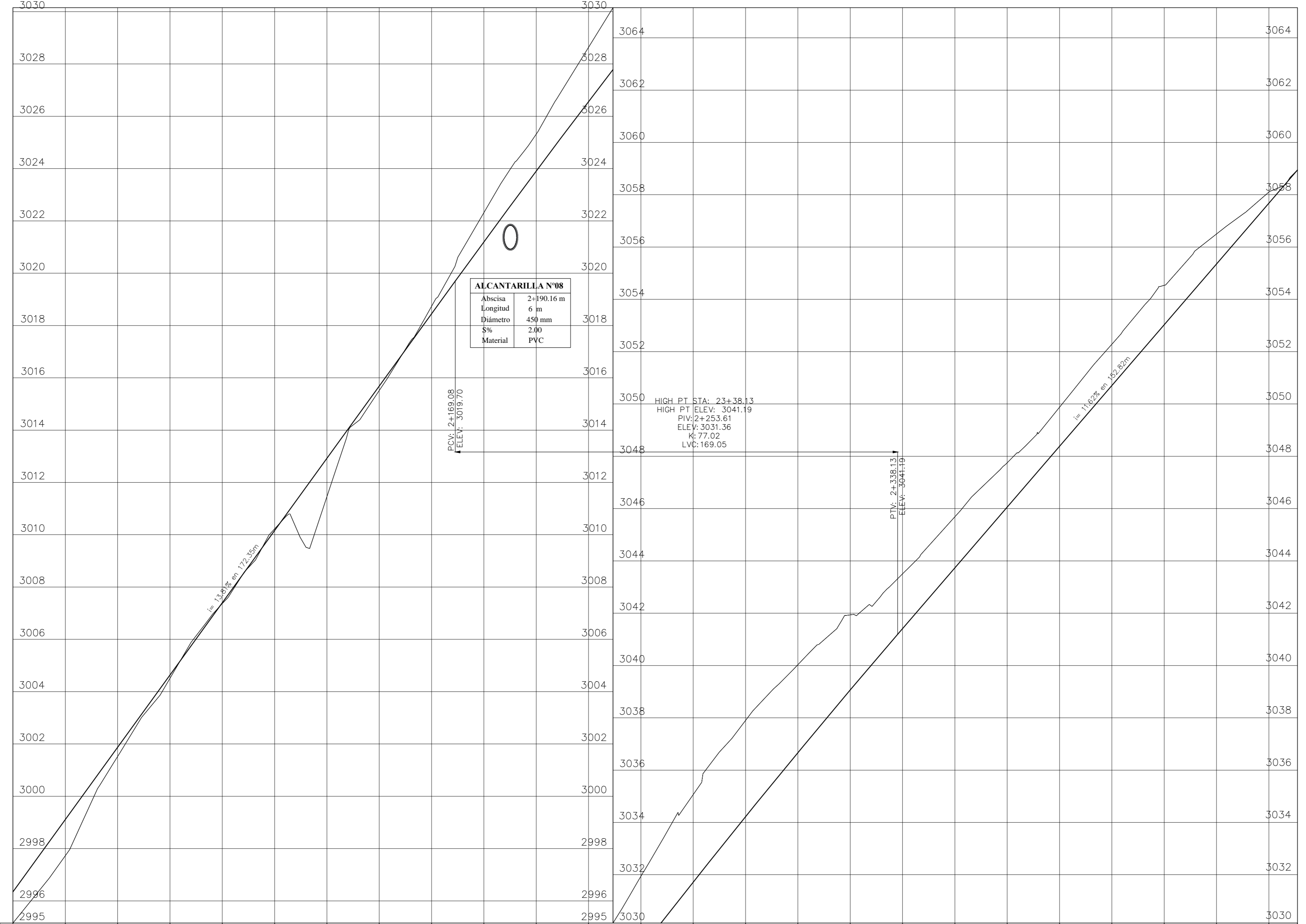


DISEÑO VERTICAL Tramo: Km 1+000.00 a Km 2+000.00





DISEÑO VERTICAL Tramo: km 2+000.00 a km 2+490.95



ABSCISA	COTA PROYECTO	COTA TERRENO	CORTE	RELLENO
2+000	2996.35	2995.15		1.20
2+020	2999.11	2997.72		1.39
2+040	3001.87	3001.52		0.35
2+060	3004.63	3004.51		0.13
2+080	3007.40	3007.37		0.03
2+100	3010.16	3010.22	0.06	
2+120	3012.92	3011.46		1.46
2+140	3015.68	3015.51		0.17
2+160	3018.45	3018.74	0.29	
2+180	3021.20	3022.32	1.12	
2+200	3023.91	3025.32	1.41	
2+220	3026.66	3028.64	2.07	
2+240	3029.17	3031.94	2.77	
2+260	3031.72	3035.06	3.34	
2+280	3034.22	3037.90	3.68	
2+300	3036.67	3040.03	3.36	
2+320	3039.06	3041.94	2.87	
2+340	3041.41	3043.50	2.09	
2+360	3043.73	3045.69	1.96	
2+380	3046.06	3047.75	1.70	
2+400	3048.38	3049.88	1.50	
2+420	3050.70	3052.28	1.58	
2+440	3053.03	3054.54	1.51	
2+460	3055.35	3056.50	1.15	
2+480	3057.67	3058.10	0.43	
2+490.95	3058.95	3058.95	0.00	0.00

