



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto Técnico previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil

TEMA:

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES DE MISQUILLI, QUINCHE Y JERUSALÉN CON LA PARROQUIA SANTA ROSA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE MALLAS ORGÁNICAS.

AUTOR: Edison Gabriel Poaquiza Cuzco.

TUTOR: Ing. M. Sc. Víctor Hugo Paredes.

AMBATO – ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Proyecto Técnico realizado por el señor Edison Gabriel Poaquizza Cuzco, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, siendo un trabajo elaborado de manera personal e inédita, bajo el Tema: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES DE MISQUILLI, QUINCHE Y JERUSALÉN CON LA PARROQUIA SANTA ROSA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE MALLAS ORGÁNICAS”**

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

Ambato, Octubre del 2016

Ing. M. Sc. Víctor Hugo Paredes

TUTOR

AUTORÍA

Yo, Edison Gabriel Poaquiza Cuzco, con CI. 1805125356-6, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, declaro que el contenido del presente Proyecto Técnico bajo el tema: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES DE MISQUILLI, QUINCHE Y JERUSALÉN CON LA PARROQUIA SANTA ROSA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE MALLAS ORGÁNICAS”**, son de mi completa autoría a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Octubre del 2016

Sr. Edison Gabriel Poaquiza Cuzco

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 patrimonial de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Documento 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, 10 de octubre de 2016

Autor

Edisson Gabriel Poaquiza Cuzco

180512535-6

DEDICATORIA

Dedico el presente Proyecto Técnico a Dios Todopoderoso, quien fue guía durante toda mi vida universitaria y supo dotarme de sabiduría, paciencia y perseverancia para llegar a la culminación de este Trabajo.

A mi padre Victor, que aunque se encuentre lejos del hogar, siempre estuvo pendiente de mí durante todo este gran trayecto académico, supo ser un hombre intachable y ejemplar.

A mi madre Chelita, que siempre fue y será mi compañía, mi mejor amiga y confidente, la mejor mama del mundo, correcta y sencilla a la vez.

A mi hermanita Solange, a quien amo con todo mi corazón, espero ser un ejemplo en su vida y a la vez deseo que sus metas vayan más allá que las mías.

A mi abuelito Neptalí, quien compartió conmigo todas las anécdotas vividas durante su vida profesional y supo llenarme con su infinita sabiduría.

A mi gran amiga y novia Belén, que de principio a fin, me brindó el apoyo necesario para la culminación de este Proyecto.

Gabriel P.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento más importante a Dios, por permitir que culmine la etapa más trascendental en mi vida estudiantil, además de brindarme la dicha de que mis padres puedan presenciar el esfuerzo que han logrado día a día.

A mi padre, mil gracias por estar siempre pendiente de mis necesidades, me enseñó que las cosas buenas jamás llegan fáciles, hay que luchar para conseguirlas y ahora comprendo sus palabras.

A mi madre, que me faltaría la vida entera para agradecerle el gran labor que realizó en mí, sabiéndome educar con principios y buenas costumbres. Su carácter y determinación me moldearon para ser un hombre de bien.

A mi hermana, por ser mi alegría de todos los días y regalarme las experiencias más bonitas que puede haber entre hermanos.

A mi novia y futura colega, no tengo palabras para agradecer todo el apoyo incondicional que supo brindarme durante este largo trayecto. Mil gracias.

A toda mi familia, que de una u otra manera se hicieron presentes con palabras de aliento, en especial a mi abuelito, quien siempre estuvo pendiente de mi trayectoria en la universidad.

A mi tutor Ing. M. Sc. Víctor Hugo Paredes, por compartir su sapiencia conmigo para la culminación de este Proyecto.

A todos quienes conforman el distinguido Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Santa Rosa, por permitir el desarrollo del presente Proyecto Técnico.

A mis compañeros de clase, por las experiencias vividas y grandes anécdotas que se recordarán por siempre.

Gabriel P.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	I
CERTIFICACIÓN	II
AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
RESUMEN EJECUTIVO	XIII
SUMMARY	XIII
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	3
CAPÍTULO II	
FUNDAMENTACIÓN	4
2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS.....	4
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	5
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.3.1 CARRETERAS.....	5
2.3.2 TRÁNSITO.....	10
2.3.3 VELOCIDAD DE DISEÑO.....	13
2.3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO.....	15
2.3.5 ESTUDIOS DE SUELOS.....	42
2.3.6 PAVIMENTOS.....	49
2.3.7 DRENAJE VIAL	50
2.3.8 ESTABILIDAD DE TALUDES.....	57
CAPÍTULO III	
DISEÑO DEL PROYECTO	60
3.1 ESTUDIOS.....	60

3.1.1	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	60
3.1.2	ESTUDIOS DE TRÁFICO.....	60
3.1.3	ESTUDIO DE SUELOS.....	66
3.2	DISEÑO DEL PROYECTO.....	70
3.2.1	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	70
3.2.2	DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	78
3.2.3	DISEÑO DE DRENAJE.....	93
3.2.4	SEÑALIZACIÓN VIAL.....	105
3.2.5	DISEÑO DE TALUD.....	108
3.3	MEDIDAS AMBIENTALES.....	119
3.4	PRESUPUESTO.....	124
3.4.1	VOLÚMENES DE OBRA.....	125
3.4.2	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	130
3.5	CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.....	131
3.6	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	132
CAPITULO IV		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		136
4.1	CONCLUSIONES.....	136
4.2	RECOMENDACIONES.....	137
BIBLIOGRAFÍA.....		138
ANEXOS.....		140
ANEXO A: Memoria Fotográfica.....		141
ANEXO B: Conteo de Tráfico.....		144
ANEXO C: Estudios de Suelo.....		151
ANEXO D: Valores de Diseño según MOP 2003.....		171
ANEXO E: Análisis de Precios Unitarios.....		172
ANEXO F: Planos.....		193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.	10
Tabla N° 2. Tasas de Crecimiento Anual del Tránsito "i" (%).	13
Tabla N° 3. Velocidad de Diseño (Km/h).	14
Tabla N° 4. Velocidad de Circulación (Km/m).	14
Tabla N° 5. Radios Mínimos de Curvas en función del Peralte y Coeficiente de Fricción Lateral.	17
Tabla N° 6. Gradiente Longitudinal (i) necesaria para el Desarrollo del Peralte.	23
Tabla N° 7. Distancias de Visibilidad Mínimas para parada de un vehículo.	31
Tabla N° 8. Distancias de Visibilidad Mínimas para Rebasamiento de un vehículo.	33
Tabla N° 9. Valores de Gradientes Longitudinales Máximas.	34
Tabla N° 10. Longitud Máxima en Función de la Gradiente.	35
Tabla N° 11. Coeficiente "K" para Curvas Verticales Convexas.	38
Tabla N° 12. Coeficiente "K" para Curvas Verticales Cóncavas.	39
Tabla N° 13. Anchos de Calzada (m).	41
Tabla N° 14. Anchos de Bermas (m).	42
Tabla N° 15. Clasificación del Suelo propuesto por Kopecky.	44
Tabla N° 16. Especificaciones Proctor Modificado AASHTO T-180.	47
Tabla N° 17. Valores referenciales de CBR.	48
Tabla N° 18. Valores Máximos de Velocidades no erosivas en cunetas.	52
Tabla N° 19. Tránsito de la Hora Pico.	61
Tabla N° 20. Resumen de TPDA _{actual}	62
Tabla N° 21. Resumen de Tránsito Atraído.	63
Tabla N° 22. Resumen de Tránsito Actual.	64
Tabla N° 23. Tasas de Crecimiento Anual del Tránsito "i" (%).	64
Tabla N° 24. Resumen de Tránsito Futuro.	65
Tabla N° 25. Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.	65
Tabla N° 26. Tránsito Futuro para cada año.	66
Tabla N° 27. Resumen del Análisis Granulométrico.	67
Tabla N° 28. Resumen del Contenido de Humedad Natural.	67
Tabla N° 29. Resumen de Límites de Atterberg.	67
Tabla N° 30. Resumen de Compactación Próctor Modificado.	68
Tabla N° 31. Resumen de CBR Puntual.	68
Tabla N° 32. Valores de Resistencia de Diseño.	68
Tabla N° 33. Porcentajes de CBR.	69
Tabla N° 34. Periodos de Diseño en función del tipo de carretera.	80
Tabla N° 35. Factores de Daño según tipo de vehículo.	80
Tabla N° 36. Porcentaje de Distribución según el carril de diseño.	81
Tabla N° 37. Cálculo del número de ejes equivalentes a 8.2 toneladas.	82
Tabla N° 38. Valores de Confiabilidad "R" recomendados.	82
Tabla N° 39. Valores de Desviación Estándar Normal.	83
Tabla N° 40. Valores de Desviación Estándar Global.	83

Tabla N° 41. Espesores Mínimos en función de los Ejes Equivalentes.....	86
Tabla N° 42. Módulo Elástico de la Carpeta Asfáltica a_1	87
Tabla N° 43. Coeficiente Estructural a_2 en función del CBR.	88
Tabla N° 44. Coeficiente Estructural a_3 en función del CBR.	89
Tabla N° 45. Calidad de Drenaje en función del tiempo	90
Tabla N° 46. Coeficientes de Drenaje m_2 y m_3	90
Tabla N° 47. Resumen de valores.	90
Tabla N° 48. Resumen de valores.	91
Tabla N° 49. Coeficientes de Rugosidad de Manning	95
Tabla N° 50. Caudales y Velocidades en función de Pendientes de Cuneta.	95
Tabla N° 51. Coeficiente de Escurrimiento.	96
Tabla N° 52. Valores del Coeficiente C de la fórmula de Talbot.	101
Tabla N° 53. Dimensiones de Alcantarillas.	102
Tabla N° 54. Espacio Máximo de Delineadores en función del Radio de Curva.	107
Tabla N° 55. Valores aproximados del Ángulo de Fricción Interna y Cohesión de algunos Suelos.....	115
Tabla N° 56. Materiales y Gramajes en función de la Pendiente del Talud.	116
Tabla N° 57. Impactos Ambientales y Medidas Preventivas y Mitigatorias.	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Trazado en Planta.	7
Gráfico N° 2. Perfil Longitudinal.	7
Gráfico N° 3. Secciones Transversales.	8
Gráfico N° 4. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el Tránsito Promedio Diario Anual TPDA.	12
Gráfico N° 5. Elementos de la Curva Circular Simple.	18
Gráfico N° 6. Estabilidad del Vehículo en las Curvas.	21
Gráfico N° 7. Coeficientes de Fricción Lateral.	22
Gráfico N° 8. Diagrama de Transición de Peralte.	24
Gráfico N° 9. Sobreancho en Curvas.	26
Gráfico N° 10. Transición del Sobreancho en Curvas.	28
Gráfico N° 11. Distancia de Visibilidad de Parada.	30
Gráfico N° 12. Coeficiente de Fricción para Patinaje Longitudinal.	30
Gráfico N° 13. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.	32
Gráfico N° 14. Tangente Vertical.	34
Gráfico N° 15. Parábola de Eje Vertical, perfectamente Simétrica.	36
Gráfico N° 16. Curvas Verticales Convexas.	38
Gráfico N° 17. Curvas Verticales Cóncavas.	40
Gráfico N° 18. Sección Transversal Típica Mixta.	41
Gráfico N° 19. Clasificación SUCS.	45
Gráfico N° 20. Curva típica del Ensayo de Compactación.	46
Gráfico N° 21. Estructura de Pavimento Flexible.	49
Gráfico N° 22. Estructura de Pavimento.	50
Gráfico N° 23. Estructura del Drenaje Superficial.	51
Gráfico N° 24. Estructura del Drenaje Superficial.	51
Gráfico N° 25. Sección triangular típica de una cuneta.	53
Gráfico N° 26. Elementos de una alcantarilla.	54
Gráfico N° 27. Bombeo en sección tangente.	54
Gráfico N° 28. Bombeo en sección curva.	55
Gráfico N° 29. Estructura del Drenaje Subterráneo.	57
Gráfico N° 30. Determinación del CBR de Diseño.	69
Gráfico N° 31. Capas de la Estructura del Pavimento.	85
Gráfico N° 32. Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_1	86
Gráfico N° 33. Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_2	88
Gráfico N° 34. Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_3	89
Gráfico N° 35. Cálculo del Número Estructural con el programa AASTHO 93.	91
Gráfico N° 36. Dimensión de Cuneta propuesta.	93
Gráfico N° 37. Cabezal de Entrada y Salida tipo 1.	103
Gráfico N° 38. Cabezal de Entrada y Salida tipo 2.	104
Gráfico N° 39. Línea continua y línea de borde.	105
Gráfico N° 40. Línea Segmentada.	106

Gráfico N° 41. Señales Regulatorias (No virar izquierda o derecha).	106
Gráfico N° 42. Señales Preventivas (Curvas cerrada izquierda o derecha).	106
Gráfico N° 43. Señales de Información (Destinos).....	107
Gráfico N° 44. Ubicación Lateral de los Delineadores en Curva Horizontal.	108
Gráfico N° 45. Localización de X_o y Y_o en función del Ángulo de Talud β	111
Gráfico N° 46. Círculo Crítico de Talud.	111
Gráfico N° 47. Corrección por Sobrecarga μ_q	112
Gráfico N° 48. Corrección por Sumergencia μ_w	112
Gráfico N° 49. Corrección por Grieta de Tensión μ_t	113
Gráfico N° 50. Corrección por flujo μ'_w	114
Gráfico N° 51. Número de Estabilidad N_{cf}	115
Gráfico N° 52. Anclaje de Grapas en Taludes.	118
Gráfico N° 53. Instalación de Mallas Orgánicas.....	118

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE UNE LAS COMUNIDADES DE MISQUILLI, QUINCHE Y JERUSALÉN CON LA PARROQUIA SANTA ROSA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES POR MEDIO DE MALLAS ORGÁNICAS”.

AUTOR: Egdo. Edison Gabriel Poaquiza Cuzco.

FECHA: Octubre, 2016.

El presente proyecto busca mejorar las condiciones actuales de la vía que cuenta con un trazado no técnico y sin ninguna obra de drenaje, factores como los mencionados han contribuido para que con el pasar del tiempo y las condiciones climáticas del sector, se haya producido el total deterioro del camino.

Se inició con el reconocimiento visual del sector para socializar con los moradores el proyecto que se pretende ejecutar, consecutivamente se procedió con el trabajo topográfico para obtener una faja adecuada y poder trabajar en ella, no sin antes realizar el conteo de tráfico para determinar la clasificación de la carretera y tomar los valores de diseño correspondientes que brinda la norma de Diseño Geométrico de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Para determinar el tipo de suelo del proyecto y proceder con el diseño del pavimento, se procedió con los ensayos de laboratorio que permiten encontrar las características del suelo, siendo el más importante el ensayo California Bearing Rates (CBR), mismo que sirvió para establecer los espesores de cada capa granular que conforman la estructura del pavimento. Adicionalmente se diseñaron obras de drenaje como cunetas y alcantarillas, que garantizan la vida útil del proyecto. Se procedió también con la estabilización de taludes mediante la colocación de mallas orgánicas.

Finalmente se realizó el análisis de precios unitarios, cálculos de volumen y presupuesto referencial, además se tomaron medidas ambientales para mitigar el impacto negativo que puede producir la ejecución del proyecto.

SUMMARY

The present project seeks to improve the current conditions of the road that has a non-technical layout and without any drainage work, factors such as those mentioned have contributed to the fact that with the passage of time and the climatic conditions of the sector, the total deterioration of the road will occur.

It began with the visual recognition of the sector to socialize with the residents the project that is intended to run, consecutively proceeded with the topographic work to obtain a suitable belt and work on it, but not before performing the traffic count to determine the classification of the road and take the corresponding design values provided by the Geometric Design of Roads standard of the Ministry of Public Works (MOP).

To determine the soil type of the project and proceed with the design of the pavement, laboratory tests were carried out to find the soil characteristics, being the most important the California Bearing Rates test (CBR), which served to establish the thicknesses of each granular layer that make up the structure of the pavement. Additionally drainage works were designed such as ditches and culverts, which guarantee the useful life of the project. Slope stabilization was also carried out through the placement of organic meshes.

Finally, the analysis of unit prices, volume calculations and referential budget was carried out, in addition environmental measures were taken to mitigate the negative impact of the project.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA.

Estudio y Diseño de la Vía que une las Comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de Mallas Orgánicas.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

Siendo las carreteras la principal obra de Ingeniería para la comunicación y comercialización entre varios países, se puede decir que la infraestructura de las mismas no depende del estado económico de cada región, tal es el caso de algunas de las Naciones Latinoamericanas con economías más exitosas que en años recientes afrontan problemas notorios para mantener sus vías.

Mientras que otras naciones con recursos más limitados han conseguido mejores resultados a la hora de construir y mantener carreteras para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y aumentar la productividad de sus empresas.

Varios estudios coinciden en señalar a Chile, como el ganador regional en infraestructura de carreteras, por su red de 77.764 kilómetros que incluye 2.387 kilómetros de autopistas, y las buenas condiciones en que las mantiene. [1]

Durante los últimos años el desarrollo del país en cuanto a vías ha ido en incremento, tal es el caso del tramo II del Anillo Vial de Quevedo, que con un costo de \$180 millones de dólares, cuenta con 25,66 kilómetros de pavimento flexible y rígido, dos carriles por sentido, espaldones, parterre central y beneficiará a más de 193 mil habitantes. [2]

Dentro del precio estipulado se contemplan expropiaciones, fiscalización y construcción. Proyectos como este permitirá el descongestionamiento del tráfico de vehículos pesados que ingresan a la ciudad de Quevedo, además une la región Sierra con la Costa y forma parte de las vías de alta capacidad que actualmente se construyen en el país.

Tomando en cuenta el gran desarrollo por parte del Estado, el Gobierno Provincial de Tungurahua lideró una reunión de trabajo con técnicos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Cantonales y Parroquiales con el fin de socializar el plan vial de la provincia.

La reunión contó además con la participación de técnicos del Consorcio de Gobiernos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), quienes enfatizaron en la importancia de contar con una planificación vial local para elaborar planes, programas y proyectos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las vías y puentes en la red vial de Tungurahua. [3]

El proyecto en mención se encuentra en una zona muy afectada por el clima, las lluvias y fuertes vientos han sido los principales factores para el deterioro en la mayoría de tramos, debido a que gran parte de la vía es únicamente de tierra el agua encochada ha socavado la misma produciendo grandes baches e incomodando al usuario.

Los afectados no son únicamente los comerciantes que con tanto esfuerzo sacan sus productos al mercado en Santa Rosa y mercados ubicados en la ciudad, sino también estudiantes que se trasladan a sus diferentes instituciones, volviendo incómodo y demorada la movilidad por esta vía.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar la Vía que une las Comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de Mallas Orgánicas.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Obtener los perfiles necesarios para el diseño de la vía mediante un levantamiento topográfico.
- Dimensionar las medidas adecuadas para el mejor desempeño de la vía.
- Determinar la calidad de suelo y proponer técnicas de mejora.
- Proponer en base a un diseño los espesores de la capa de rodadura.
- Seleccionar el material de la malla orgánica mediante la inclinación del talud.
- Establecer el presupuesto requerido para la ejecución de la vía.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS.

Partiendo como base para el desarrollo de este proyecto técnica, se han tomado referencias de varios proyectos investigativos reales que se localizan en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Proyecto propuesto por el Sr. Quintana Fredy, año 2016, bajo el tema “Las condiciones de la vía Llamanga – Naranjito – El Batán del cantón San José de Chimbo provincia de Bolívar y su influencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”, expone que **“La topografía de la vía define al sector como montañoso de acuerdo con las pendientes que presenta y su situación geomorfológica”**.

Proyecto propuesto por el Sr. Núñez Jorge, año 2014, bajo el tema “Las condiciones de la vía La Suiza – Illuchi Alto cantones Patate – Baños, provincia de Tungurahua y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes del sector”, manifiesta que **“Uno de los parámetros más importantes para la determinación del tráfico es realizar el conteo vehicular los días de mayor circulación, pues a partir de los datos obtenidos se proyectará a un tiempo de diseño especificado y se obtendrán datos precisos”**.

Proyecto propuesto por el Sr. Chicaiza Ángel, año 2015, bajo el tema “Estudio de la capa de rodadura y su incidencia en la circulación vehicular de la vía las Antenas – comunidad Guayusa Loma, cantón Tena, provincia de Napo”, declara que **“Un sistema de drenaje tanto longitudinal como transversal mejorará la circulación vehicular y ayudará a mantener la vía en buenas condiciones, por ende alargará la vida útil de la estructura del pavimento en sí”**.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

Para el desarrollo de este proyecto técnico se cuenta con la siguiente fundamentación legal:

- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, del Ministerio de Obras Públicas (MOP – 2002).
- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP 2003.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
- Ley de Caminos de la República del Ecuador.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Norma American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO-93) para diseño de pavimentos.
- Manual de estabilización y revegetación de taludes – 2002.

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.3.1 CARRETERAS.

a. Definición.

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 el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

Para que la circulación resulte segura y cómoda, es necesario disponer de una superficie preparada, que reúna unas condiciones adecuadas para permitir el movimiento de los vehículos a unas velocidades que normalmente suele alcanzar, sin que la conducción se convierta en una tarea fatigosa y arriesgada. [8]

b. Función de una Red de Carreteras.

El proyecto de una carretera debe constar de dos funciones primordiales: por una parte permitir la circulación de forma rápida, cómoda, económica y segura de los vehículos

automóviles; y por otra permitir acceso de estos vehículos a cualquier punto habilitado en el área que sirve la red vial. [8]

La primera es una función de movilidad, mientras que la segunda es una función de accesibilidad. Además de garantizar que la vía sea totalmente funcional, estética y compatible con el medio ambiente. [8]

Una vía será **funcional** de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una velocidad de operación suficiente.

La vía será **cómoda** en la medida en que se disminuyan las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones, lo cual se logrará ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los tramos rectos.

La vía será **económica**, cuando cumpliendo con los demás objetivos, ofrece el menor costo posible tanto en su construcción como en su mantenimiento.

La geometría de la vía tendrá como premisa básica la de ser **segura**, a través de un diseño simple, uniforme y consistente.

La vía será **estética** al adaptarla al paisaje, permitiendo generar visuales agradables a las perspectivas cambiantes, produciendo en el conductor un recorrido fácil.

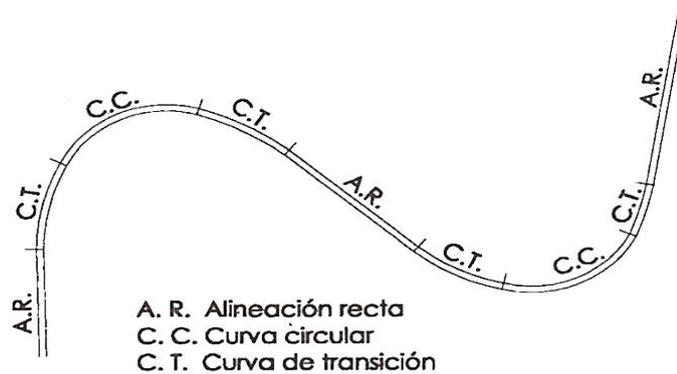
La vía deberá ser **compatible con el medio ambiente**, adaptándola en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra, y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales. [9]

c. Elementos que componen las Carreteras.

El camino constituye una franja longitudinal, que puede ser definida mediante la proyección en planta y perfil de su eje, además de una serie de secciones transversales.

Planta.- La planta del camino está constituida por una serie de alineaciones rectas enlazadas por alineaciones curvas, formadas por arcos circulares con distintos radios, y unas curvas de transición que permiten una variación gradual de la curvatura. [9]

Gráfico N° 1. Trazado en Planta.



Fuente: Ingeniería de Carreteras. C Kraemer Vol.1, 2004.

Perfil.- El perfil del camino forma una línea poligonal con vértices redondeados mediante curvas de acuerdo parabólico. Los tramos que tienen inclinación positiva en el sentido de la marcha de los vehículos se denominan rampas, mientras que si la inclinación es negativa se denominan pendientes.

Gráfico N° 2. Perfil Longitudinal.

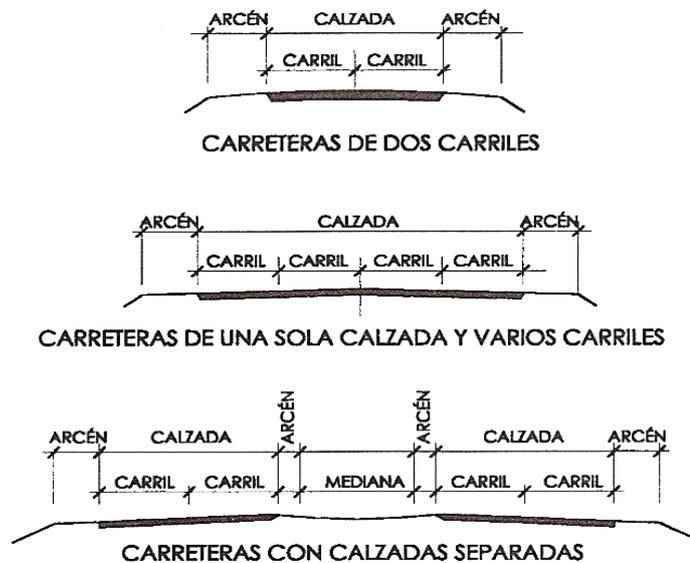


Fuente: Ingeniería de Carreteras. C Kraemer Vol.1, 2004.

Los elementos de planta y perfil del camino se proyectan de modo que los vehículos puedan recorrerlos a una velocidad adecuada, definida ésta se puede establecer la velocidad de diseño de una carretera, que es la que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado. [9]

Sección Transversal.- La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. [9]

Gráfico N° 3. Secciones Transversales.



Fuente: Ingeniería de Carreteras. C Kraemer Vol.1, 2004.

Nudos.- Las zonas donde concurren varias carreteras o calles constituyen puntos críticos de las redes viales, ya que por ellas deben pasar vehículos con distintas trayectorias, originándose puntos de conflicto en los puntos de encuentro de éstas. [8]

2.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS.

a. Según su Jerarquía en la Red Vial.

Corredores Arteriales.- Son los caminos de alta jerarquía funcional (autopistas y arteriales de clase I y II), los cuales se constituyen por aquellos que conectan en el Continente, a las Capitales de Provincia, a los principales puertos marítimos con los de Oriente, pasos de frontera que sirven para viajes de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controlados; y, estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura. [10]

Vías Colectoras.- Son los caminos de mediana jerarquía funcional (carreteras de clase I, II, III y IV), cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlos a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Son caminos que se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo de estándares geométricos adecuados para cumplir esta función. [10]

Caminos Vecinales.- Estas vías son las carreteras convencionales básicas que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores (carreteras de clase IV y V), destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios turísticos. [10]

b. Según su Competencia.

Red Vial Estatal.- Comprende a todas las vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Red Vial Provincial.- Comprende al conjunto de vías administradas por cada uno de los Gobiernos Provinciales.

Red Cantonal.- Comprende al conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los Gobiernos municipales. [13]

c. Según su tipo de Terreno.

Terreno Plano.- Combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Las pendientes transversales son menores al 5% y las pendientes longitudinales varían del 0% al 5%. [9]

Terreno Ondulado.- Combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por intervalos de tiempo prolongado. Las pendientes transversales son del 6% al 12% y las pendientes longitudinales varían del 3% al 6%. [9]

Terreno Montañoso.- Combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes. Las pendientes transversales son del 13% al 40% y las pendientes longitudinales varían del 6% al 8%. [9]

Terreno Escarpado.- Combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a

intervalos muy frecuentes. Las pendientes transversales son mayores al 40% y las pendientes longitudinales mayores al 8%. [9]

d. Según el Tráfico Proyectado.

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

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

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	de 3000 a 8000
II	de 1000 a 3000
III	de 300 a 1000
IV	de 100 a 300
V	menos de 100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

2.3.2 TRÁNSITO.

El diseño de una carretera nueva o la mejora de una existente debe basarse no solo en el tránsito actual sino en aquel que se podría generar en el futuro, es por esto que se debe contar con los datos sobre tránsito, con el objeto de compararlo con la capacidad o sea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. Las características del tráfico que deben estudiarse son: los volúmenes, la distribución direccional, la composición y la velocidad.

a. Transito Promedio Diario Anual (TPDA).

Representa el transito total que circula por la vía durante un año dividido entre 365, o sea es el volumen de transito promedio por día. [15]

Para el cálculo del TPDA se debe considerar que en vías de un solo sentido de circulación, el conteo se lo realizará en ese sentido, mientras que en vías de dos sentidos de circulación se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones.

Para determinar el TPDA, lo ideal sería disponer de los datos de una estación de contaje permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales.

Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. [7]

b. Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante 60 minutos consecutivos; representa el periodo de máxima demanda que se registra durante un día. [15]

c. Factor de Hora Pico (FHP).

El valor obtenido de un volumen horario de máxima demanda, no necesariamente es constante a lo largo de toda la hora, existen periodos dentro de la hora donde las tasas de flujo son mayores a la de la hora misma. Para hacer un análisis de las variaciones de volumen de tráfico en la hora de máxima demanda se utiliza el Factor de Hora Pico que relaciona el volumen horario de máxima demanda con el flujo máximo. [15]

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

Donde:

VHMD: volumen horario de máxima demanda.

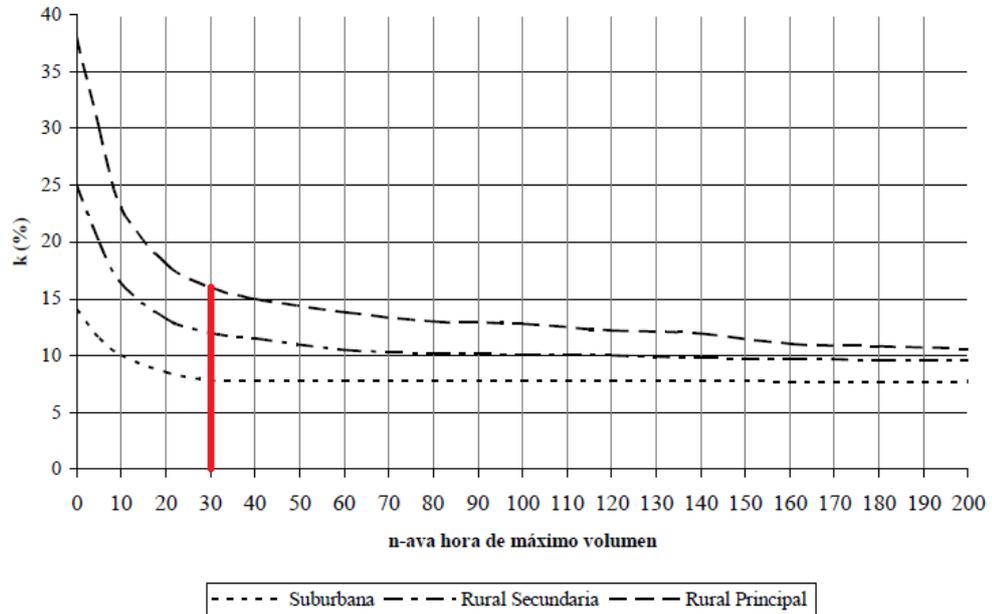
Q_{15max}: Flujo máximo durante 15 minutos en esa hora.

Teóricamente el FHP varía desde 0.25 hasta 1. Un FHP igual a 1 indica un tráfico completamente uniforme en toda la hora pico, mientras que valores menores indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. [7]

d. Volumen Horario del Proyecto (VHP).

El VHP es un volumen proyectado que sirve para determinar las características geométricas de la vía. La experiencia ha demostrado que no resulta económico diseñar una vía para un volumen horario mayor al volumen horario trigésimo anual, por lo tanto se considera al volumen horario trigésimo anual como el de diseño. [15]

Gráfico N° 4. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el Tránsito Promedio Diario Anual TPDA.



Fuente: Ingeniería de Tránsito. J. Tapia/ R. Balta.

Mediante el gráfico N° 4 se representa el factor **k** que es el valor esperado de la relación entre el volumen de la 30ava hora y el TPDA del año de Proyecto. Se recomienda usar un valor de *k* igual a 0.10 para zonas urbanas y 0.15 para zonas rurales.

$$k = \frac{VHP}{TPDA_{actual}} \rightarrow TPDA_{actual} = \frac{VHP}{k}$$

e. Tránsito Atraído (Tat).

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. Se puede estimar el tránsito atraído como un 10% del TPDA_{actual}. [7]

f. Tránsito Actual (TA).

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. [7]

$$TA = TPDA_{actual} + Tat$$

g. Tránsito Futuro (TF).

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. [7]

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible.

$$TF = TA(1 + i)^n$$

Donde:

i: Tasa de crecimiento del tráfico.

n: Número de años del proyecto.

Para los valores de la tasa de crecimiento del tráfico “i” se obtiene la siguiente tabla obtenida del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Tabla N° 2. Tasas de Crecimiento Anual del Tránsito "i" (%).

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
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: Departamento de factibilidad. MTOP.

2.3.3 VELOCIDAD DE DISEÑO.

a. Velocidad de Diseño.

La velocidad de diseño se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo determinado de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas de la vía predominan. Se define también como la velocidad guía o de referencia que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad. [9]

Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. [9]

Tabla N° 3. Velocidad de Diseño (Km/h).

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	120	110	90	110	90	80
I 3000 a 8000 TPDA	110	100	80	100	80	60
II 1000 a 3000 TPDA	100	90	70	90	80	50
III 300 a 1000 TPDA	90	80	60	80	60	40
IV 100 a 300 TPDA	80	60	50	60	35	25
V < 100 TPDA	60	50	40	50	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

b. 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. [9]

Tabla N° 4. Velocidad de Circulación (Km/m).

Velocidad de Diseño en Km/h	Velocidad de Circulación en Km/h		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito	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. MOP 2003.

2.3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO.

El diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal. [9]

2.3.4.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. [9]

a. Tangentes.

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa)

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.

Los tramos excesivamente extensos en tangente, convenientes para las vías férreas, no son deseables en las carreteras. Para los caminos el trazado deberá ser más bien una serie de curvas de radios amplios que de extensas tangentes. Esto evitara también el encandilamiento durante la noche. [7]

b. Curvas Circulares.

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

Entre los elementos característicos principales de una curva circular se tienen los siguientes:

- **Grado de Curvatura.** Es el ángulo formado por un arco de 20 m. Se presenta con la letra Gc.

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360^\circ}{2\pi R} \therefore Gc = \frac{1145.92}{R}$$

El grado máximo de curvatura que puede tener una curva, es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

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

$$R = \frac{1145.92}{Gc}$$

b.1. Radio Mínimo de 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 adoptado y el coeficiente 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. [7]

Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. El radio mínimo en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Donde

R: Radio mínimo de una curva horizontal (m).

V: Velocidad de diseño (Km/h).

f: Coeficiente de fricción lateral.

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

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- En intersecciones entre caminos entre sí.
- En vías urbanas.

Tabla N° 5. Radios Mínimos de Curvas en función del Peralte y Coeficiente de Fricción Lateral.

Velocidad de diseño Km/h	"f" máximo	Radio Mínimo Calculado				Radio Mínimo Recomendado			
		e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04	e = 0,10	e = 0,08	e = 0,06	e = 0,04
20	0.350		7.32	7.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87	20	25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70	30	30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82	55	53	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59	70	75	80	90
60	0.165	106.97	115.7	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

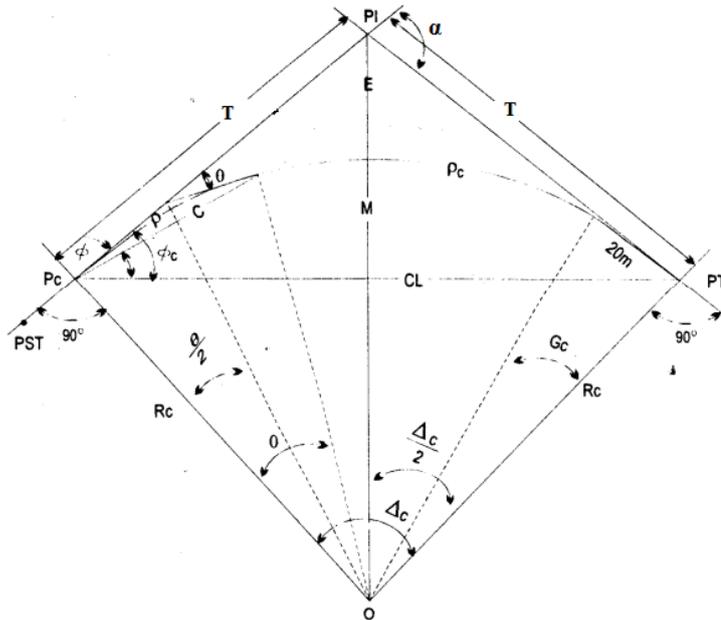
Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

c. Curva Circular Simple.

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto, las curvas reales del espacio no necesariamente son circulares. [9]

A continuación se presentan los diferentes elementos de una curva circular simple:

Gráfico N° 5. Elementos de la Curva Circular Simple.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. James Cárdenas 2013.

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.

PC: Punto en donde empieza la curva simple.

PT: Punto en donde termina la curva simple.

α: Ángulo de deflexión de las tangentes.

Δc: Ángulo central de la curva circular.

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

Gc: Grado de curvatura de la curva circular.

Rc: Radio de la curva circular.

T: Tangente de la curva circular o subtangente.

E: External.

M: Ordenada media.

C: Cuerda.

CL: Cuerda larga.

l: Longitud de un arco.

le: Longitud de la curva circular.

Ángulo Central (α): Es el ángulo formado por la curva. En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

Longitud de la Curva (L_c): Es la longitud del arco entre el PC y el PT.

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

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado. [7]

Tangente de Curva o Subtangente (T): Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes.

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

External (E): Es la distancia mínima entre el PI y la curva.

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

Ordenada media (M): Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

Deflexión en un punto cualquiera de la curva (Θ): Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado.

$$\Theta = \frac{G_c * 1}{20}$$

Cuerda (C): Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva.

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

Cuerda Larga (CL): Es la recta comprendida entre los puntos PC y PT de la curva.

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

Angulo de la Cuerda (\emptyset): Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la cuerda.

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

En función del grado de curvatura:

$$\emptyset = \frac{G_c * 1}{40}$$

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

$$\emptyset = \frac{G * L_c}{40}$$

d. Curva Circular Compuesta.

Las curvas circulares compuestas son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples.

A pesar de que no son muy comunes, se pueden emplear en terrenos montañosos, cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno o topografía natural, lo cual reduce el movimiento de tierras. También se pueden utilizar cuando existen limitaciones de libertad en el diseño, como por ejemplo, en los accesos a puentes, en los pasos a desnivel y en las intersecciones. [9]

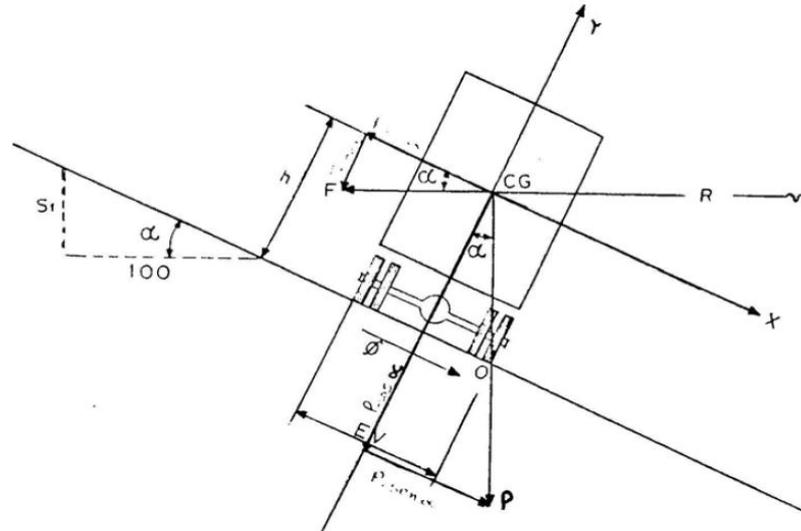
e. Peralte.

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, ayudando a que el vehículo permanezca en la vía y evitando su salida de la misma. [7]

El peralte en sí podría entenderse como un elemento más de seguridad vial.

Gráfico N° 6. Estabilidad del Vehículo en las Curvas.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003

El peralte “e” se calcula según la siguiente fórmula:

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

Donde:

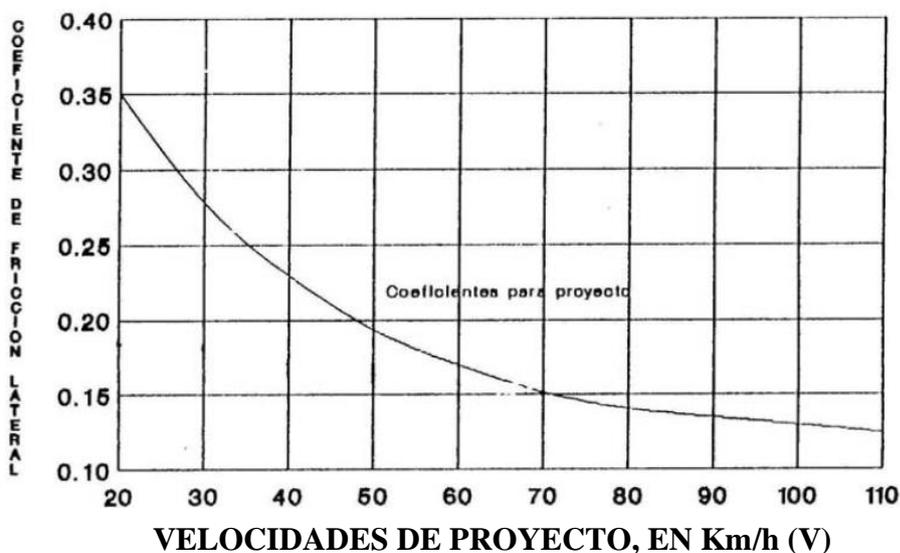
e: Peralte de la curva (m/m, metro por metro ancho de la calzada).

V: Velocidad de diseño (Km/h).

R: Radio de la curva (m).

f: Máximo coeficiente de fricción lateral.

Gráfico N° 7. Coeficientes de Fricción Lateral.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

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.

Mediante a investigaciones se determinó que el peralte contrarresta el 55% de la fuerza centrífuga y el 45% restante lo absorbe la fricción lateral.

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. [7]

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. [7]

Para la transición del peralte se puede proceder con lo siguiente:

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

- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

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. Por simplicidad se considera desde aquella sección transversal donde el carril exterior se encuentra a nivel o no tiene bombeo.

La longitud de transición se ubica 2/3 en la alineación recta y el 1/3 dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad (0.5 L) en la recta y la mitad en curva circular.

Los valores recomendados de las gradientes longitudinales “i” para el desarrollo del peralte se ubican en la siguiente tabla. [7]

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

GRADIENTE LONGITUDINAL (i) NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE		
V_D, 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. MOP 2003.

En caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes, la longitud mínima de transición se la obtiene mediante la siguiente formula:

$$L_{\min} = 0.65V$$

Donde:

L_{\min} : Longitud mínima de transición.

V: Velocidad de diseño (km/h).

Longitud Tangencial.- Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al “TE” de la curva espiralizada que se va a peraltar o, en el caso de la curva circular 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. También llamada longitud de aplanamiento y se la representa así: [7]

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

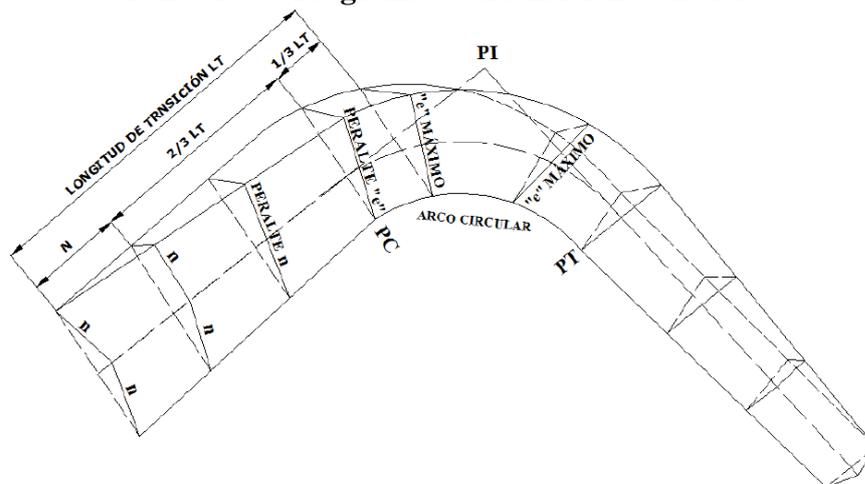
Donde:

e' : Bombeo (%).

e : Peralte de la curva circular (%).

L: Longitud de transición del peralte (m).

Gráfico N° 8. Diagrama de Transición de Peralte.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. MOP 2003.

f. **Tangente Intermedia Mínima.**

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente.

Condiciones Normales.- 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: $\frac{2}{3} L$ en tangente (antes del PC y después del PT), y $\frac{1}{3} L$ en la curva, (después del PC y antes del PT), se aplica la siguiente fórmula:

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

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) = $\frac{1}{3}(L_1+L_2)$.

Condiciones Críticas.- En el diseño geométrico que no permitan aplicar los valores de TIM obtenidos, se puede optar por una solución, que sin ser la óptima, permite adaptar mejor el proyecto a las condiciones topográficas existentes. [7]

Esta solución consiste en distribuir la longitud de transición, 50 % en tangente y 50 % en la curva circular, aplicando la siguiente formula:

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

Si $L_1 = L_2$ entonces: $T_{IM} = L_1 + 2X_2$

La longitud mínima del arco circular = $\frac{1}{2} (L_1 + L_2)$

Condiciones Extremadamente Críticas.- al igual que 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. [7]

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, se la calcula así:

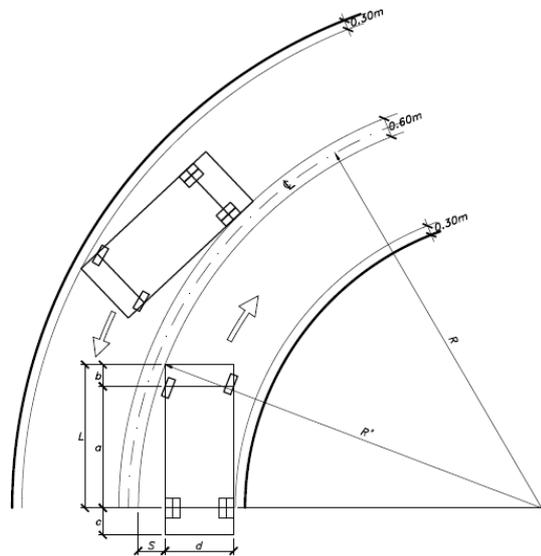
$$T_{IM} = X_1 + X_2$$

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. [7]

g. El Sobreancho de las Curvas.

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de la calzada mayor que en recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distintas a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo en el carril respectivo. [13]

Gráfico N° 9. Sobreancho en Curvas.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

Con el propósito de que las condiciones de operación de los vehículos en las curvas sean muy similares a las de en recta, la calzada en las curvas debe ensancharse, con el objeto de asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se encuentran en

calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre el vehículo y el borde de la calzada. Este aumento del ancho se denomina Sobre-ancho S de la curva. [9]

Considerando la influencia de la velocidad de tránsito y para diferentes números de carriles se utiliza la siguiente fórmula empírica:

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

Donde:

S: Valor de sobreancho (m).

R: Radio de la curva circular (m).

L: Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño (m). Se asume una distancia de 6.10 metros propuesto por la AASHTO.

V: Velocidad de diseño (Km/h).

Valores de Diseño.- Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. [7]

Distribución del Sobreancho en la Longitud de Transición y en Curva Espiral.-

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva. [7]

- En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente.
- El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.
- En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, 2/3

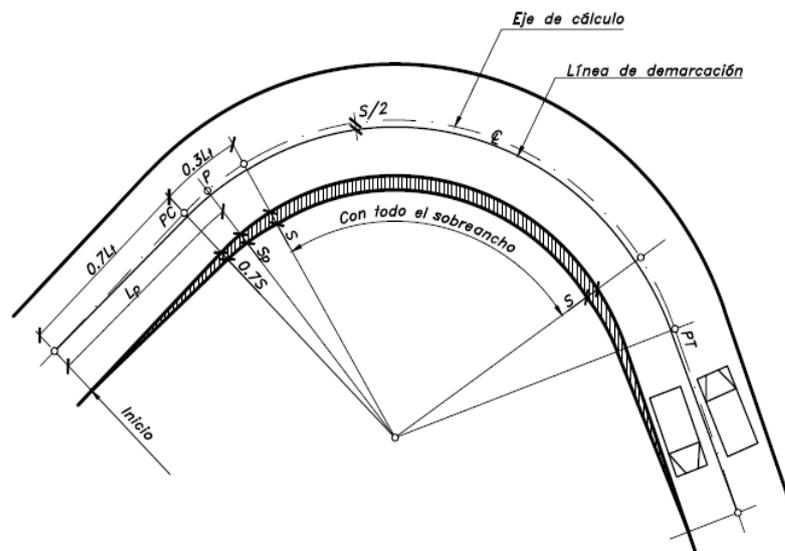
en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva. [7]

Transición del Sobreancho.

En el caso de curvas circulares simples, por razones de apariencia, el sobre-ancho debe desarrollarse linealmente a lo largo del lado interno de la calzada en la misma longitud L_t utilizada para la transición del peraltado. Así por ejemplo, si la transición al **PC** y **PT** es del 70% de la transición total, en el gráfico N° 10 se aprecia la repartición del sobre-ancho S , de tal forma que el sobre-ancho S_p en cualquier punto **P**, situado a una distancia L_p desde el inicio, se lo calcula así: [9]

$$S_p = \left(\frac{L_p}{L_t} \right)$$

Gráfico N° 10. Transición del Sobreancho en Curvas.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

2.3.4.2 DISTANCIA 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, se le llame distancia de visibilidad. [7]

a. Distancia de Visibilidad de Parada.

Es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. [7]

La mínima distancia de visibilidad (d_p) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias.

$$d_p = d_{pr} + d_f$$

Distancia 1 (d_{pr}).- Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia de frenaje del vehículo.

$$d_{pr} = 0.7 * V_c$$

El tiempo de percepción - reacción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 2,5 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. [7]

Distancia 2 (d_f).- distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos.

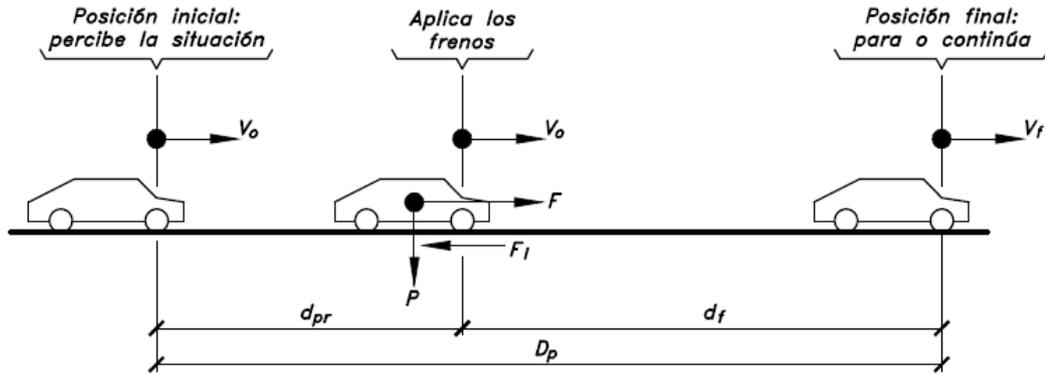
$$d_f = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

Donde

V_c : Velocidad de circulación del vehículo (Km/h).

f : Coeficiente de fricción longitudinal.

Gráfico N° 11. Distancia de Visibilidad de Parada.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción longitudinal f , no es el mismo para las diferentes velocidades, este depende de la velocidad, presión del aire de las llantas, tipo de llantas, presencia de humedad, tipo de pavimento y el sistema de frenos del vehículo.

La variación del coeficiente de fricción longitudinal se representada por la siguiente ecuación basándose en el gráfico N° 12.

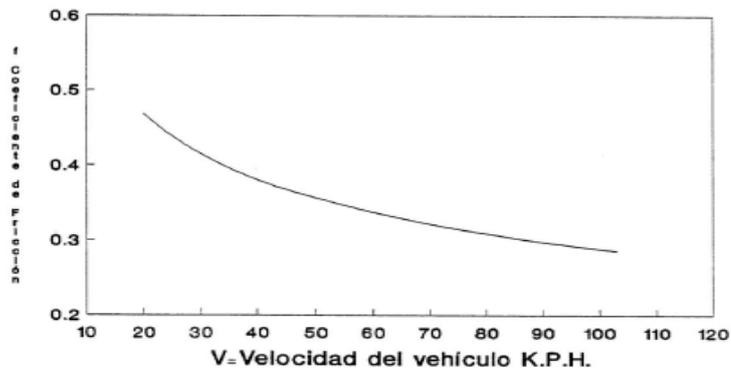
$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Donde:

f : Coeficiente de fricción longitudinal.

V_c : Velocidad de circulación (km/h).

Gráfico N° 12. Coeficiente de Fricción para Patinaje Longitudinal.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

En la siguiente tabla se consignan los diversos valores de diseño para las distancias de visibilidad para la parada del vehículo, que se recomienda sean aplicados en el país.

Tabla N° 7. Distancias de Visibilidad Mínimas para parada de un vehículo.

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3000 a 8000 TPDA	180	160	110	160	110	70
II 1000 a 3000 TPDA	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1000 TPDA	155	110	70	110	70	40
IV 100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V < 100 TPDA	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

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

b. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.

Un tramo de carretera de dos carriles y de circulación en dos sentidos, tiene distancia de visibilidad de adelantamiento (D_r), cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que, en condiciones de seguridad, el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro, que circula por el mismo carril, a una velocidad menor, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible en el momento de iniciarse la maniobra de adelantamiento. [9]

La distancia mínima de visibilidad de rebasamiento se determina como la suma de cuatro distancias, así:

$$D_r = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Donde:

D_1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción-reacción del conductor que va a efectuar la maniobra (m).

D₂: Distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo desde que invade el carril del sentido contrario hasta que regresa a su carril (m).

D₃: Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en la dirección opuesta, recorrida durante el tiempo de despeje (m). Asumir de 30 a 90 metros.

D₄: Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto, estimada en 2/3 de D₂ (m). Se calculan así:

$$D_1 = 0.14t_1(2V - 2m + at_1)$$

$$D_2 = 0.28Vt_2$$

$$D_3 = 30 \text{ a } 90 \text{ metros}$$

$$D_4 = 0.18Vt_2$$

Donde:

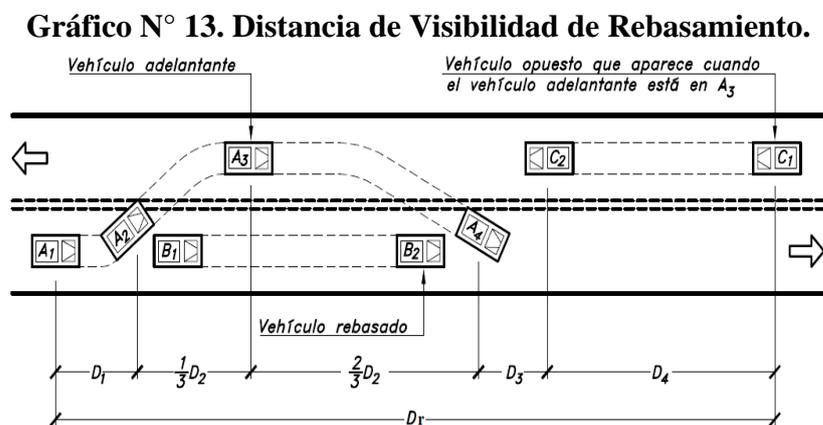
t₁: tiempo de la maniobra inicial (seg).

t₂: tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo (seg).

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

m: diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado (km/h). Se considera igual a 16 km/h promedio.

a: aceleración promedio del vehículo rebasante (km/h/seg).



La variación de distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, se la representa mediante la siguiente ecuación equivalente:

$$D_r = 9.54V - 218$$

$$(30 < V < 100)$$

Donde:

D_r : distancia de visibilidad para rebasamiento (m).

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

Para el Ecuador, se recomienda los valores de diseño que se indican en la siguiente tabla. 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 Rebasamiento de un vehículo.

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	425	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V < 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

2.3.4.3 ALINEAMIENTO VERTICAL.

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o sub-rasante. [9]

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales

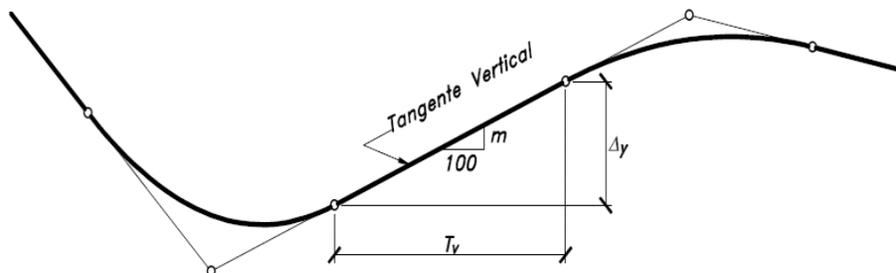
y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. [7]

Al igual que el diseño en planta, el eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales. [7]

a. Tangentes Verticales.

Las tangentes sobre un plano vertical se caracterizan por su longitud y su pendiente, y están limitadas por dos curvas sucesivas.

Gráfico N° 14. Tangente Vertical.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

a.1. Gradientes.

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

Tabla N° 9. Valores de Gradientes Longitudinales Máximas.

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

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

Gradientes Mínimas.- La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. [7]

Longitudes Críticas de Gradiente.- Se define la longitud crítica de gradiente como la máxima longitud en ascenso sobre la cual un camión cargado puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un valor prefijado. Se considera que la longitud crítica es aquella que ocasiona una reducción de 25 Km/h en la velocidad de operación de los vehículos pesados, en pendientes superiores al 3%, con respecto a su velocidad media de operación en tramos a nivel de la carretera que se diseña. [9]

Tabla N° 10. Longitud Máxima en Función de la Gradiente.

Gradientes	Longitud Máxima
8 – 10%	1000 m
10 – 12%	500 m
12 – 14%	250 m

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

b. Curvas Verticales.

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. [9]

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular.

Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia y está expresada por la siguiente fórmula:

$$y = E_v \left(\frac{x}{L_v} \right)^2$$

Siendo E_v la ordenada máxima en el punto PIV y que se calcula así:

$$E_v = \frac{A * l_v}{800}$$

Donde:

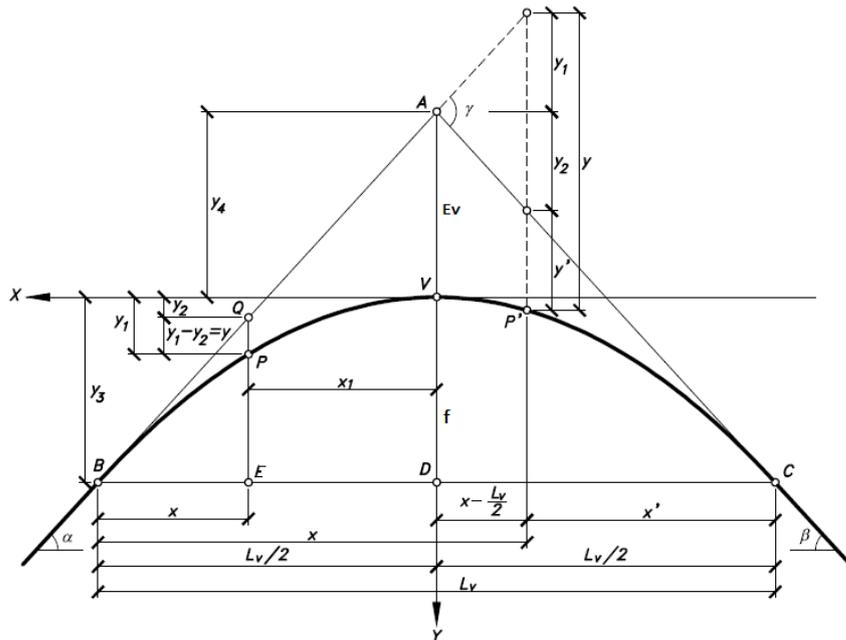
A: Diferencia algebraica de gradientes (%).

x: Distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada (m).

l_v : Longitud de la curva vertical (m).

A continuación se presentan los elementos que componen a la parábola de eje vertical simétrica.

Gráfico N° 15. Parábola de Eje Vertical, perfectamente Simétrica.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

A (PIV): Es el punto donde se interceptan las dos tangentes verticales.

B (PCV): Principio de curva vertical.

C (PTV): Principio de tangente vertical.

BC (L_v): Longitud de la curva vertical, medida en proyección horizontal.

VA (E_v): Externa vertical. Es la distancia vertical del PIV a la curva.

VD (f): Flecha vertical.

P(x_1, x_2): Punto sobre la curva de coordenadas (x_1, x_2)

Q(x_1, x_2): Punto sobre la tangente de coordenadas (x_1, x_2), situado sobre la misma vertical de P.

QP (y): Corrección de pendiente. Desviación vertical respecto a la tangente de un punto de la curva P. Valor a calcular.

BE (x): Distancia horizontal entre el PCV y el punto P de la curva.

α : Ángulo de pendiente de la tangente de entrada.

β : Ángulo de pendiente de la tangente de salida.

γ : Ángulo entre las dos tangentes. Ángulo de deflexión vertical.

m ($\tan \alpha$): Pendiente de la tangente de entrada.

n ($\tan \beta$): Pendiente de la tangente de salida.

i ($\tan \gamma$): Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y de salida.

b.1. 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. [7]

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

Donde:

L: longitud de la curva vertical convexa (m).

A: diferencia algébrica de las gradientes (%).

S: distancia de visibilidad para la parada de un vehículo (m).

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

$$L = K * A$$

A continuación se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla N° 11. Coeficiente “K” para Curvas Verticales Convexas.

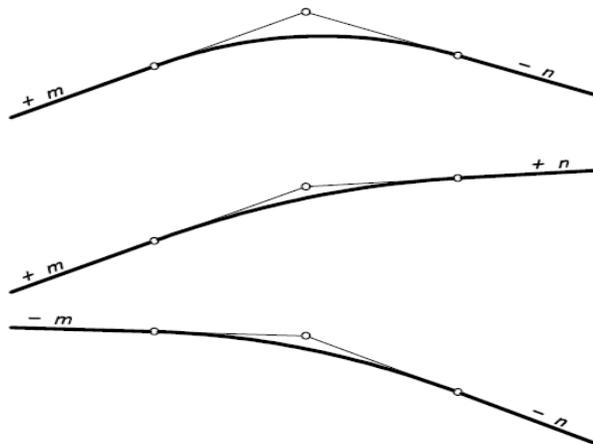
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V < 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

La longitud mínima absoluta de curvas verticales convexas se expresa con la siguiente formula. Siendo **V** la velocidad de diseño.

$$L_{\min} = 0.60 * V$$

Gráfico N° 16. Curvas Verticales Convexas.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

b.2. 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. [7]

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

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

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

$$L = K * A$$

A continuación se indican los diversos valores de **K** para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla N° 12. Coeficiente “K” para Curvas Verticales Cóncavas.

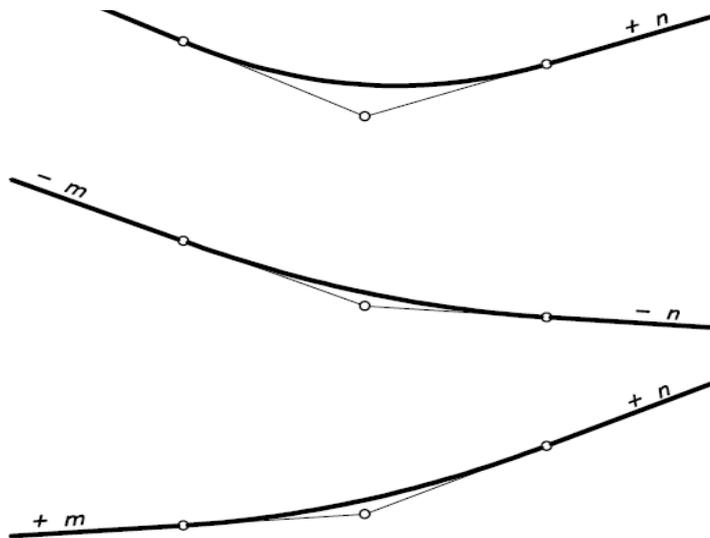
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 a 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V < 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

La longitud mínima absoluta de curvas verticales convexas se expresa con la siguiente fórmula. Siendo *V* la velocidad de diseño.

$$L_{\min} = 0.60 * V$$

Gráfico N° 17. Curvas Verticales Cóncavas.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

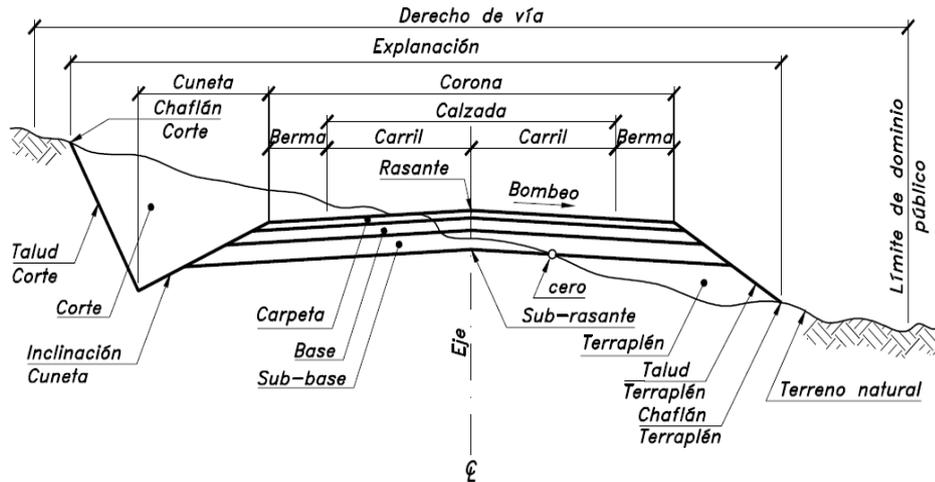
2.3.4.4 SECCIÓN TRANSVERSAL.

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical normal al eje del alineamiento horizontal, definiendo la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que conforman dicha carretera en un punto cualquiera y su relación con el terreno natural.

Los elementos que conforman la sección transversal de una vía y sus correspondientes dimensiones deben tener en cuenta aspectos como la importancia de la vía, volúmenes de tránsito y composición, la velocidad de diseño, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento y la disponibilidad de recursos económicos. [14]

A continuación se detalle los elementos de una sección transversal típica, corte y terraplén, ubicada en recta o tangente.

Gráfico N° 18. Sección Transversal Típica Mixta.



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas 2013.

Calzada.- La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y compuesta por dos o más carriles y uno o dos sentidos de circulación. Se entiende por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos. [9]

Tabla N° 13. Anchos de Calzada (m).

Clase de Carretera	Ancho de Calzada	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7.30	7.30
I 3000 a 8000 TPDA	7.30	7.30
II 1000 a 3000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	6.00	6.00
V < 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

Bermas.- Franja longitudinal pavimentada, contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos automóviles más que en circunstancias excepcionales. Franja longitudinal comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud. [15]

Tabla N° 14. Anchos de Bermas (m).

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	3	3	2.5	3	3	2
I 3000 a 8000 TPDA	2.5	2.5	2	2.5	2	1.5
II 1000 a 3000 TPDA	2.5	2.5	1.5	2.5	2	1.5
III 300 a 1000 TPDA	2	1.5	1	1.5	1	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V < 100 TPDA	No se considera espaldón					

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

Corona.- Denominado así al conjunto formado por la calzada y las bermas. 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. [9]

Cunetas.- Son zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. [9]

Taludes.- Son las superficies laterales inclinadas que limitan la explanación. Si la sección es en corte, el talud empieza enseguida de la cuneta. Si la sección es en terraplén, el talud se inicia en el borde de la berma. Las inclinaciones adoptadas para los taludes se determinan con base en los estudios geológicos y geotécnicos del lugar. En términos generales, los taludes que se emplean son: para cortes 2 verticales por 1 horizontal, y para terraplenes 2 verticales por 3 horizontales. [9]

Derecho de Vía.- Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones si la demanda de tránsito así lo exige, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico. [9]

2.3.5 ESTUDIOS DE SUELO.

Ubicado sobre la corteza terrestre, existe una pequeña capa formada por la disgregación y descomposición de este último nivel; esta pequeña pátina del planeta, es el suelo, del cual se trata en la mecánica de suelos.

“Suelo” es un término del que hacen uso diferentes profesantes. Tal es el caso de los ingenieros que usan este término para representar todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicios, hasta areniscas parcialmente cementadas, o lutitas suaves, se excluye de estas definiciones todas las rocas sanas, ígneas o metamórficas y depósitos sedimentarios altamente cementados que no se ablanden o desintegran rápidamente a causa de la intemperie. [11]

Como parte del proceso de diseño se ejecutan trabajos en campo como la realización de calicatas cada Km a lo largo de la vía y la extracción de suelo a 1.50 m de profundidad, recolectando muestra suficiente para llevar a cabo el trabajo en laboratorio. Mediante ensayos se procede con la obtención de propiedades tales como contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, resistencia al corte (CBR).

a. Contenido de Humedad.

El contenido de humedad es la relación que existe entre el peso de agua contenida en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en el horno a una temperatura entre los 105°-110° C. Se lo expresa en porcentaje.

$$\omega\% = \frac{W_{\omega}}{W_S} * 100$$

El límite superior no necesariamente tiene que ser el 100%, tal es el caso del suelo en el Oriente y la Costa que tienen un contenido de humedad de hasta 250% y 200% respectivamente. [11]

Algunos agregados pueden contener agua que está químicamente combinada con los minerales del agregado. Dicha cantidad de agua no es evaporable y no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

b. Granulometría.

En los suelos gruesos, cuya granulometría puede determinarse por mallas, la distribución por tamaños puede revelar ciertas propiedades físicas del material, los suelos gruesos bien graduados, o sea con amplia gama de tamaños, tienen comportamiento ingenieril más favorable.

En suelos finos el comportamiento ingenieril depende en tal grado de su estructuración e historia geológica, que el conocimiento de su granulometría, resulta totalmente inútil.

b.1 Clasificación de Suelos basados en criterio de Granulometría.

Los tamaños de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio rápido para una clasificación descriptiva del mismo. Originalmente el suelo se clasificaba en tres o cuatro fracciones debido a la complejidad de los procedimientos para la separación por tamaños. Posteriormente, con la utilización de la técnica del tamizado, fue posible efectuar el trazo de curvas granulométricas, contando con agrupaciones de las partículas del suelo en mayor número de tamaño diferentes.

Tabla N° 15. Clasificación del Suelo propuesto por Kopecky.

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO mm
Piedra	—	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Gruesa	0.05 a 0.1
	Fina	0.02 a 0.05
Limo	Gruesa	0.006 a 0.02
	Fina	0.002 a 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0.002
	Fina	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	—	0.00002 a 0.0002

Fuente: Mecánica de Suelos. J.Badillo/ R. Rodríguez 2014.

b2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

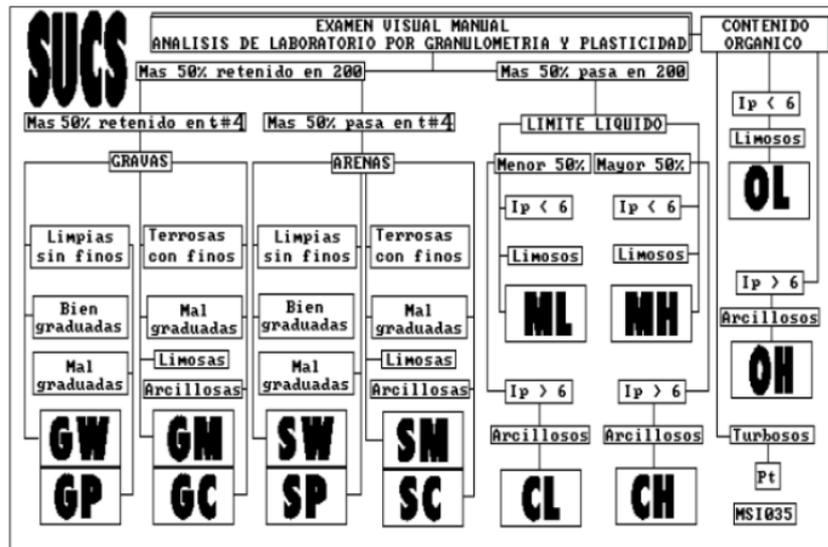
El sistema divide a los suelos en 2 grandes fracciones: la gruesa formada por partículas mayores que la malla N° 200 (0.074 mm) y menores que la malla de 3" (76.2 mm) y la fina, formada por las partículas que pasan la malla N° 200.

Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas. [11]

La fracción gruesa se subdivide en gravas y arenas, teniendo como frontera la malla N° 4 (4.76 mm). Subdivisiones subsecuentes de esta fracción toman en cuenta el contenido y naturaleza de los finos, así como características de graduación.

La fracción fina se subdivide en grupos, tomando en cuenta sus características de plasticidad. [11]

Gráfico N° 19. Clasificación SUCS.



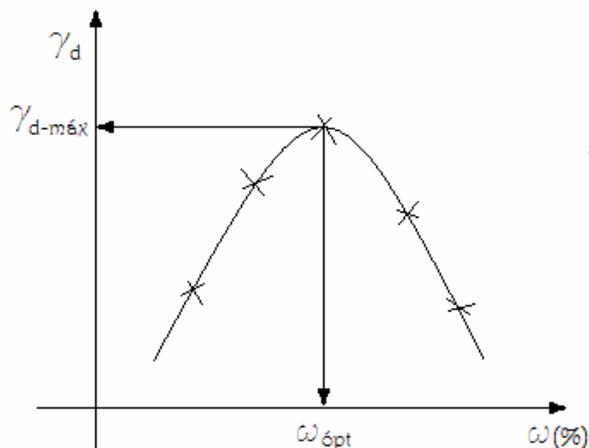
Fuente: Mecánica de Suelos II. MSc. Ing. Francisco Mantilla Negrete 2014.

c. Compactación.

Se denomina compactación de suelos al mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos, este proceso involucra disminución de volumen. La importancia de la compactación en suelos radica en el aumento de resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtienen sometiendo al suelo a procesos que aumenten su peso específico seco y disminuyan sus vacíos, haciendo que el suelo se vuelva impermeable pese a tener cierto contenido de humedad. [11]

Se establecen dos parámetros importantes en cuanto a la compactación de suelos y son: peso volumétrico máximo y contenido de humedad óptimo.

Gráfico N° 20. Curva típica del Ensayo de Compactación.



Fuente: Mecánica de Suelos II. MSc. Ing. Francisco Mantilla Negrete 2014.

c2. Pruebas de Compactación.

La eficiencia de cualquier equipo de compactación depende de varios factores y para poder analizar la influencia particular de cada uno, se requiere disponer de procedimientos estandarizados que reproduzcan en el laboratorio la compactación que se puede dar en el campo con el equipo disponible.

El primer método fue debido a Richard Proctor y consiste en compactar el suelo en cuestión de tres capas dentro de un molde de dimensiones y forma especificada, por medio de golpes de un pisón, también especificado, que se deja caer libremente desde una altura prefijada. Este ensayo es conocido hoy en día como Prueba Proctor Estándar o A.A.S.H.O. Estándar. Proctor observó que a contenidos de humedad crecientes se obtenían más altos pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero no se mantendría así indefinidamente, sino que a cierto valor de contenido de humedad, el peso específico seco decrecía dando así una mala compactación de la muestra.

Se condujo a una modificación en el ensayo debido a que no se logró representar en forma adecuada las compactaciones mayores, a este nuevo ensayo se aumentó la energía de compactación, de modo que conservando el número de golpes por capa se elevó el número de éstas, aumentando al mismo tiempo el peso del pisón y la altura de caída del mismo. Esta prueba modificada es conocida como Prueba Proctor Modificada o A.A.S.H.O. Modificada. [11]

Tabla N° 16. Especificaciones Proctor Modificado AASHTO T-180.

PISÓN: Martillo cilíndrico de 10 lb				
IMPACTO: Altura de caída 18''				
MÉTODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz # 4	Tamiz # 4	Tamiz ¾"	Tamiz ¾"
Diámetro de molde	4"	6"	4"	6"
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³
Energía de compactación	56250 lb pie/pie ³	126000 lb pie/pie ³	56250 lb pie/pie ³	126000 lb pie/pie ³

Fuente: Mecánica de Suelos II. MSc. Ing. Francisco Mantilla Negrete 2014.

d. Límites de Consistencia o Atterberg.

Atterberg menciona que la plasticidad no es una propiedad permanente de la arcilla, si no dependiente de su contenido de agua. Una arcilla puede presentar una consistencia casi solida cuando está seca y la misma se puede presentar en un estado semilíquido e inclusive suspensión líquida cuando contiene un gran contenido de agua. Entre ambos extremos existe un intervalo de contenido de agua en que la arcilla se comporta plásticamente. [12]

Para que la plasticidad sea expresada en forma conveniente, según su contenido de agua puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia:

- Estado líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
- Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
- Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente.
- Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye su volumen al estar expuesto al secado. [12]

Límite Líquido.- Llamado así por Atterberg, a la frontera convencional entre los estados semilíquidos y plásticos. Se lo obtiene colocando suelo remoldeado en una cápsula (Copa de Casagrande) formando una ranura, el suelo tiene un contenido de agua correspondiente al límite líquido cuando los bordes inferiores de la ranura se tocaban, sin mezclarse, al cabo de un cierto número de golpes. [12]

Límite Plástico.- Llamado así a la frontera entre los estados plástico y semisólido. Se lo obtiene enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro, el agrietamiento y desmoronamiento del rodillo indica el contenido de agua correspondiente al límite plástico. [12]

Índice Plástico.- Trata de la diferencia entre los valores de los límites de plasticidad.

$$I_p = LL - LP$$

e. Determinación de CBR.

Prueba de valor relativo de soporte o prueba de CBR desarrollada originalmente en el Estado de California, mide la resistencia a corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controlada.

Se obtiene mediante una prueba de penetración en el cual un vástago de 19.4 cm² de área penetra en un espécimen de suelo a razón de 0.127 cm/min; se mide la carga aplicada para penetraciones que varíen en 0.25 cm (0.1 pulg). Entonces se define como la relación, expresada como porcentaje, entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm y la presión para tener la misma penetración en un material patrón de piedra triturada. [12]

$$CBR(\%) = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{esfuerzo en el suelo patrón}}$$

Tabla N° 17. Valores referenciales de CBR.

CBR	Clasificación	Usos	Sistema de clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Muy pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Regular	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 – 50	Bueno	Subbase y base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1–b, A2–5, A–3, A2–6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1–a, A2–4, A–3

Fuente: Civilgeeks.com/Ingeniería y construcción.

2.3.6 PAVIMENTOS.

a. Definición.

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. Está conformado por base, subbase y capa de rodadura. [4]

b. Conformación del pavimento.

Capa de Rodadura.- Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito. [4]

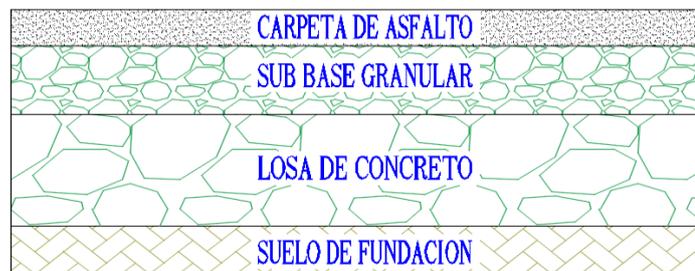
Base.- Capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como función sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o será tratado con asfalto, cal o cemento. [4]

Subbase.- Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además de utiliza como capa de drenaje y control de la capilaridad del agua. Esta capa puede ser de material granular ($CBR \geq 30\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento. [4]

c. Tipos de Pavimentos.

Pavimento Flexible.- Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. [4]

Gráfico N° 21. Estructura de Pavimento Flexible.



Fuente: Autor.

Pavimento Semirrígido.- Estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Se incluyen los pavimentos adoquinados. [4]

Pavimentos Rígidos.- Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase o base granular, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivos. [4]

Gráfico N° 22. Estructura de Pavimento.



Fuente: Autor.

2.3.7 DRENAJE VIAL.

Las estructuras de drenaje más espectaculares de una vía terrestre son los puentes y las alcantarillas, responsables principalmente del drenaje transversal; es decir, del paso de grandes masas de agua, arroyos, ríos, etcétera a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular a ella. [5]

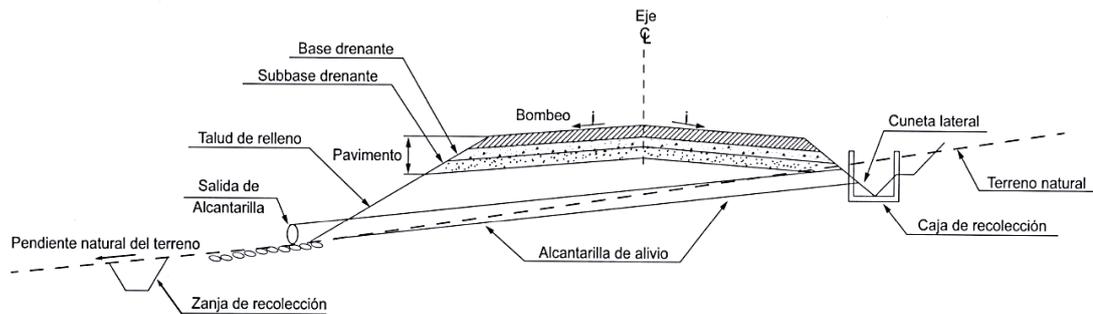
2.3.7.1 DRENAJE DE AGUAS SUPERFICIALES.

El drenaje superficial abarca todos los medios, a través de los cuales se retira el agua superficial del pavimento, del derecho de la vía. Un sistema de drenaje superficial de una vía diseñado adecuadamente debe interceptar con efectividad todo el escurrimiento directo superficial y de la cuenca, para encauzar esta agua a canales y cunetas que tengan el diseño adecuado para su descarga final en los cursos de agua naturales. La percolación del agua a través de las grietas en la superficie de rodamiento de la vía y en las áreas del acotamiento hacia las capas subyacentes del pavimento, puede conducir a un grave daño del pavimento. [6]

El sistema de drenaje superficial para las vías rurales debe incluir pendientes transversales y longitudinales, que sean adecuadas tanto en el pavimento como en el

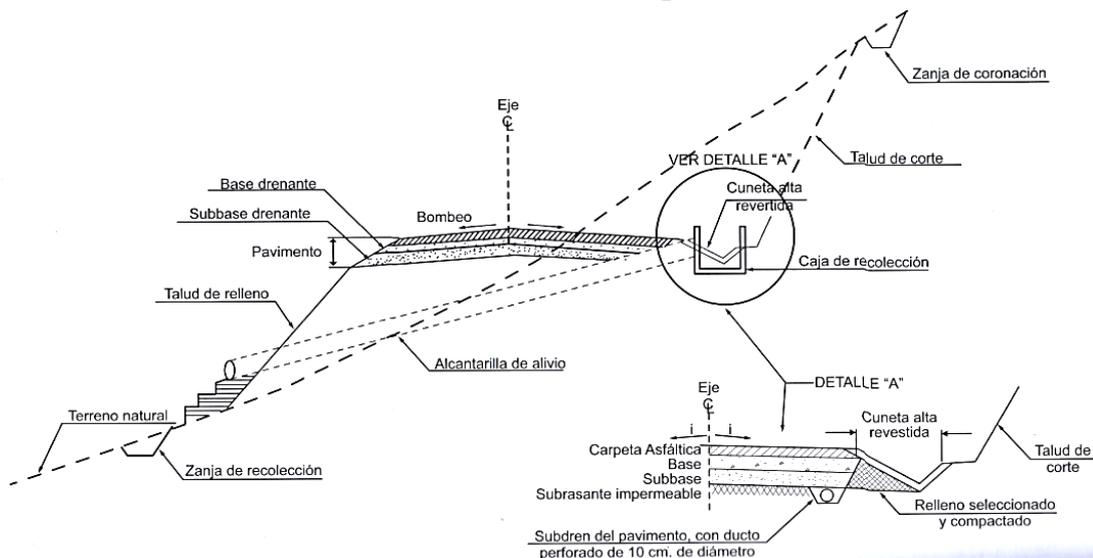
acotamiento para asegurar que el escurrimiento directo sea positivo, así como canales longitudinales (zanjas), alcantarillas y puentes para proveer la descarga del agua superficial a los cauces naturales del agua. [6]

Gráfico N° 23. Estructura del Drenaje Superficial Pavimento más alto que Cuneta.



Fuente: Ingeniería de Tránsito y Transporte. Nicholas J. Garber 2008.

Gráfico N° 24. Estructura del Drenaje Superficial Pavimento a misma altura que Cuneta.



Fuente: Ingeniería de Tránsito y Transporte. Nicholas J. Garber 2008.

a. Pendientes Transversales.

El principal objetivo de la construcción de pendientes en dirección transversal, es facilitar el retiro del agua superficial del pavimento en el menor tiempo posible. Esto se logra mediante el coronamiento de la superficie al centro del pavimento, construyendo para ello el bombeo desde la línea central o construyendo una pendiente en una dirección a través del ancho del pavimento. [5]

b. Pendientes Longitudinales.

Se requiere un gradiente mínimo en la dirección longitudinal de la vía para obtener una pendiente adecuada en los canales longitudinales, especialmente en las secciones de corte. En general la pendiente de un canal longitudinal no debe ser menor que 0.2%, para vías en terreno plano. Aunque pueden usarse pendientes del 0% en pavimentos sin bordillos con adecuado bombeo. Esto puede reducirse a 0.3% en pavimentos que tengan una corona adecuada de tipo elevado construidos sobre suelo firme. [5]

c. Cunetas.

Son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía terrestre, en el lado del corte en secciones de tal naturaleza; en cortes en balcón hay entonces cuneta en un solo lado y en cortes en cajón, en los dos. La cuneta se dispone en el extremo del acotamiento, en contacto inmediato con el corte. Su situación le permite recibir los escurrimientos de origen pluvial propios del talud y los del área comprendida entre el coronamiento del corte y la contracuneta si la hubiera o el terreno natural aguas arriba del corte, si no hay contracunetas. También puede recibir la cuneta agua que haya caído sobre la corona de la vía, cuando la pendiente transversal de ésta tenga la inclinación apropiada para ello.

La pendiente longitudinal mínima que debe existir en una cuneta es de 0.5%, mientras que la velocidad con la que el agua circule sobre ella debe quedar comprendida entre los límites de depósito y erosión, ambos indeseables. [5]

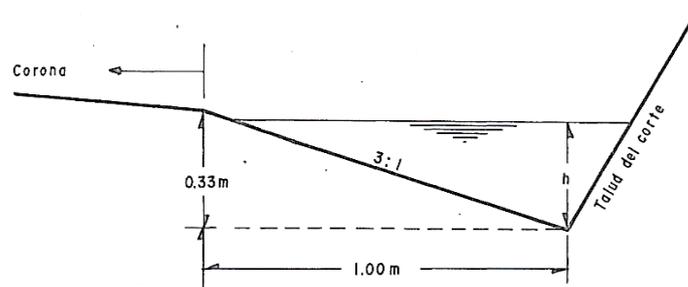
Tabla N° 18. Valores Máximos de Velocidades no erosivas en cunetas.

<i>Material</i>	<i>Velocidad (m/seg)</i>
Arenas finas y limos	0.40 - 0.60
Arcilla arenosa	0.50 - 0.75
Arcilla	0.75 - 1.00
Arcilla firme	1.00 - 1.50
Grava limosa	1.00 - 1.50
Grava fina	1.50 - 2.00
Pizarras suaves	1.50 - 2.00
Grava gruesa	2.00 - 3.50
Zampeados	3.00 - 4.50
Rocas sanas y concreto	4.50 - 7.50

Fuente: La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Rico/Del Castillo 2014.

Las cunetas se construyen generalmente de sección trapezoidal o triangular. La sección triangular es la más conveniente y fácil de construir; se conforma al terminar la capa subrasante y su conservación es también la más sencilla. El talud hacia la vía es como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y el del lado del corte sigue sensiblemente la inclinación de éste. Se prevé una lámina de agua de no más de 30cm.

Gráfico N° 25. Sección triangular típica de una cuneta



Fuente: La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Rico/Del Castillo 2014.

La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido al efecto canalizador que produce la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella. [5]

d. Alcantarillas

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.

Los principales factores que se consideran en el diseño de una alcantarilla son: la ubicación de la alcantarilla, las características hidrológicas de la cuenca que está siendo servida por la alcantarilla, la economía y el tipo de control de flujo. [6]

d.1. Ubicación de Alcantarilla.

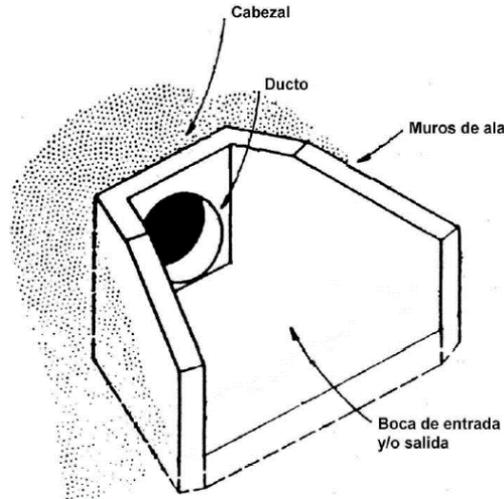
La ubicación más apropiada de una alcantarilla es en el lecho del canal existente, con la línea de eje y la pendiente de la alcantarilla que coincidan con las del canal. En esta ubicación, se alcanza el costo mínimo asociado con el movimiento de tierras y la obra del canal y se minimiza la perturbación del flujo de la corriente. El principio básico

que se emplea en la ubicación de las alcantarillas, considera que deben evitarse cambios abruptos en la corriente en la entrada y salida de la alcantarilla. [6]

d.2. Características Generales.

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 la erosión regresiva debajo de la estructura. [7]

Gráfico N° 26. Elementos de una alcantarilla.

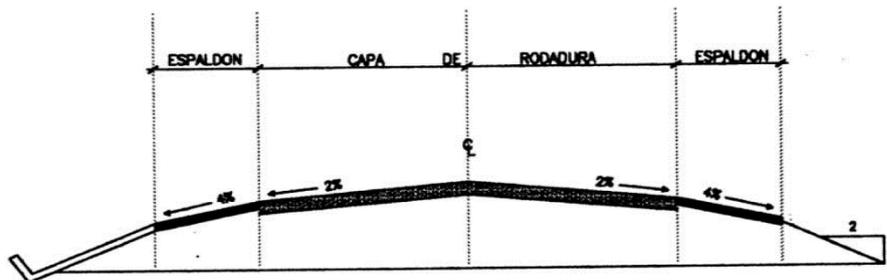


Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

e. Obras Complementarias de Drenaje

Bombeo.- Se denomina Bombeo a la pendiente transversal que se da en las carreteras para permitir que el agua que cae directamente sobre ellas escurra hacia sus dos espaldones. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo se disponga con un 2% de pendiente en la capa de rodadura y un 4% de pendiente en los espaldones. [5]

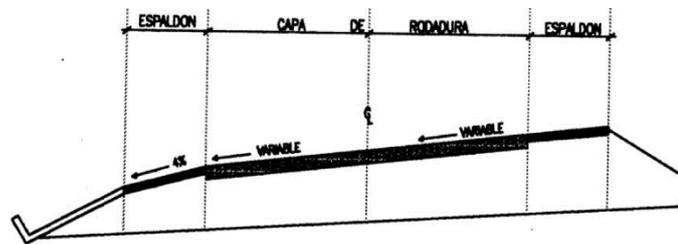
Gráfico N° 27. Bombeo en sección tangente



Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003

En las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobreelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal ocurre sin discontinuidad, desde el hombro más elevado al más bajo: en este caso y dentro de la transición de la sección en tangente a la plena curva, suele haber trecho en el que se complica un poco la conformación de una pendiente transversal adecuada, siendo ese un problema que debe resolverse en cada caso, pero al que ayuda siempre la existencia de pendiente longitudinal.

Gráfico N° 28. Bombeo en sección curva



Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003

En las carreteras de más de dos carriles de circulación pueden presentarse dos casos tipos. O se tiene un parterre central relativamente estrecho o se tiene uno muy amplio, generalmente sembrado de pasto. En el primer caso, es común que el bombeo tenga lugar del parterre hacia ambos espaldones, pero en el segundo es común que se disponga un bombeo mixto, en dos vertientes, con pendientes desde el eje de cada carril hacia el espaldón respectivo y hacia la sección central de la vía, en la cual suele existir un elemento de canalización. [5]

Bordillo.- Son estructuras que se colocan en el lado exterior del acotamiento en las secciones en tangente, en el borde opuesto al corte en las secciones en balcón o en la parte interior de las secciones de terraplén en curva. Son pequeños bordos que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos y fregaderos, evitando erosiones en los taludes y saturación de éstos por el agua que cae sobre la corona del camino.

La altura del bordillo debe ser suficiente para que no sea rebasada por el agua almacenada, pero no debe rebasar ciertos límites, arriba de los cuales crea una sensación psicológica de confinamiento que es inconveniente para el vehículo que ha de estacionarse en el acotamiento o eventualmente circular por él; los bordillos altos también pueden impedir la apertura de puertas de los vehículos estacionados. [5]

Vegetación.- Una de las más efectivas protecciones de los taludes de un corte o un terraplén o del terreno natural contra la acción erosiva del agua superficial es la plantación de especies vegetales; estas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua y contribuyendo a fomentar una conducción de equilibrio en los suelos en cuanto a contenido de agua.

La deforestación sistemática, el deshierbe o el desenraíce excesivos en la zona de derecho de vía o en la zona de influencia de una vía terrestre deben verse como una de las peores prácticas en que es dado a caer un ingeniero constructor. Más bien sus esfuerzos deberán tender a fomentar la protección vegetal en todos sus aspectos. Cuando ésta no exista, su plantación puede contribuir a proteger muy eficazmente la vía. La plantación de especies vegetales debe estar a cuidado de especialistas, que utilicen variedades apropiadas en la región, cuyo crecimiento pueda ocurrir con los mínimos cuidados iniciales. [5]

Lavaderos.- Los lavaderos son canales que se conectan con las cunetas y/o contracunetas y bajan transversalmente por los taludes, con la misión de conducir el agua de la lluvia que escurre por los acotamientos hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde ya sea inofensiva. [5]

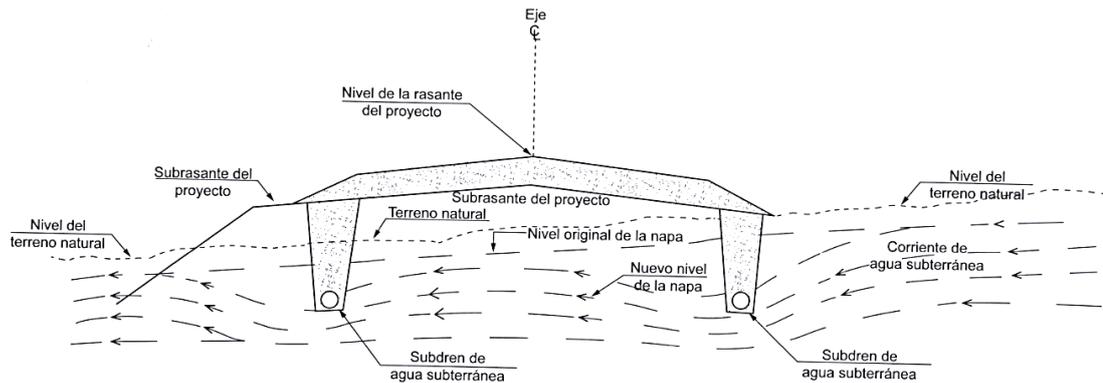
2.3.7.2 DRENAJE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Los sistemas de drenaje subterráneo se instalan dentro de la estructura del pavimento para drenar agua de una o más de las siguientes formas:

- Agua que a percolado a través de grietas y juntas en el pavimento hacia los estratos subyacentes.
- Agua que se ha desplazado hacia arriba a través de los estratos adyacentes de suelo como resultado de la acción capilar.
- Agua que existe en el suelo natural debajo del nivel freático, generalmente llamada agua subterránea.

El sistema de drenaje subterráneo debe ser una parte integral del sistema total de drenaje, ya que los drenes subterráneos deben operar en consonancia con el sistema de drenaje superficial para obtener un sistema general de drenaje eficiente.

Gráfico N° 29. Estructura del Drenaje Subterráneo Pavimento a misma altura que cuneta.



Fuente: Ingeniería de Tránsito y Transporte. Nicholas J. Garber 2008.

a. Efectos de un Subdrenaje inadecuado.

El subdrenado inadecuado en una carretera va a conducir a la acumulación de agua subterránea sin control, dentro de la estructura del pavimento y el derecho de vía o en ambos, lo que puede causar un pobre desempeño de la carretera o una falla completa de las secciones de la carretera. Los efectos de un subdrenado inadecuado se ubican en dos clases: un pobre desempeño del pavimento y la inestabilidad de taludes. [5]

2.3.8 ESTABILIDAD DE TALUDES.

Se comprende bajo el nombre genérico de taludes cualesquiera superficies inclinadas respecto a la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra, bien sea en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería.

Los Taludes se dividen en naturales o artificiales, el primer término se refiere a las laderas que aunque han permanecido estables por varios años, pueden fallar debido a los cambios en la topografía, sismicidad, circulación de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. [12]

Dentro de taludes artificiales se comprende a cortes, terraplenes y muros de contención, siendo estos ubicados en un plano de importancia ingenieril de primer orden, debido al gran impulso en la construcción de vías de comunicación tales como canales, caminos o ferrocarriles, así como presas de tierra. [12]

2.3.8.1 TIPOS DE FALLA MÁS COMUNES.

a. Falla por Deslizamiento Superficial.

Cualquier talud está sujeto a fuerzas naturales las mismas que pueden causar un deslizamiento en sus porciones de suelo, volviéndose más grave en la superficie inclinada del mismo a causa de la falta de presión normal confinante que allí existe. La inestabilidad puede producirse por un aumento en las cargas actuantes en la corona del talud, por una disminución en la resistencia del suelo al esfuerzo cortante. [12]

b. Deslizamiento en Laderas Naturales sobre Superficies de Falla Preexistentes.

Producido por un proceso de deformación bajo esfuerzos cortantes en partes más profundas, que llega muchas veces a producir una superficie de falla. Estos movimientos producidos por una estratigrafía favorable al proceso o flujos de agua en su interior son tan lentos que pueden pasar inadvertidos, hasta que el ingeniero intervenga en la zona, si los movimientos se aceleran se puede producir un deslizamiento de tierras. [12]

c. Falla por movimiento del Cuerpo de Talud.

Iniciando con el movimiento superficial lento se puede producir uno tan brusco que puede afectar a gran masa del suelo, afectando a todo el cuerpo del talud. Se lo conoce también con el nombre de deslizamiento de tierras.

Existen las fallas por rotación que define una superficie curva a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud y las fallas por traslación que ocurren a lo largo de las superficies débiles. [12]

d. Flujos.

Consiste en los movimientos más o menos rápidos de zonas localizadas en una ladera natural, de manera que el movimiento asemeja el fluir de un líquido viscoso. Estas fallas pueden suceder en materiales secos y húmedos. [12]

e. Fallas por Erosión.

Fallas de tipo superficial provocadas por arrastres de viento, agua, etc., en los taludes. Esta falla será más notorio cuanto más empinadas sean las laderas del talud. Una manifestación típica del fenómeno suele ser la aparición de irregularidades en el talud, originalmente uniforme. [12]

f. Falla por Licuación.

Ocurre cuando en la zona de deslizamiento el suelo pasa de una condición firme a la correspondiente a una suspensión, con una pérdida considerable de resistencia al esfuerzo cortante. El fenómeno se puede dar en arcillas como en arenas poco compactadas. [12]

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 ESTUDIOS.

3.1.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

El levantamiento topográfico se lo realizó aproximadamente con un ancho de 20 metros a cada lado del eje de la vía existente con ayuda de una estación total, teniendo total prioridad en tomar ciertos puntos que indican desniveles considerables, los mismo que juegan un papel importante en el movimiento de tierras y sabiendo que aquí está el éxito en realizar una obra económicamente factible.

De la misma manera se tuvo precaución en tomar puntos importantes y necesarios para la comunidad como accesos, pasos de agua, alcantarillas, construcciones, etc.

Para realizar el polígono principal se procedió tomando el primer punto desde la zona baja de la comunidad Jerusalén con coordenadas N: 9855006.02; E: 760092.69, a una altura de 3050 metros sobre el nivel del mar, se recorrió la vía existente realizando una faja lo más detallada posible para al final llegar al último punto con coordenadas N: 9853761.66; E: 758610.67 a una altura de 3207.84 metros sobre el nivel del mar, ubicado en la intersección con la vía a Misquilli.

Se apreció que la topografía del sector representa una zona catalogada como ondulada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. El equipo topográfico indicó que la vía en estudio cuenta con 3+603.61 Km.

El trabajo de escritorio se lo realizó mediante el software CIVIL 3D y se precedió con la elaboración de la superficie de trabajo, ajustándola a la realidad en campo para tener valores reales de movimientos de tierra.

3.1.2 ESTUDIOS DE TRÁFICO.

Siendo estos estudios los principales para determinar las características geométricas del proyecto, se procedió con el conteo vehicular desde las 6 am a 6pm en una única

estación de conteo durante un lapso de 5 días, arrojando al día lunes como aquel que contiene el volumen horario de máxima demanda (VHMD).

Tabla N° 19. Tránsito de la Hora Pico

CONTEO VEHICULAR									
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL
			C2P	C2G	C3	C4	C6	C6	
6:45 – 7:00	3	0	0	0	0	0	0	0	3
7:00 – 7:15	2	0	0	1	0	0	0	0	3
7:15 – 7:30	4	0	0	0	0	0	0	0	4
7:30 – 7:45	2	0	1	0	0	0	0	0	3
Totales (VHP)	11	0	1	1	0	0	0	0	13
Porcentaje	85%	0%	15%						100%

Fuente: Autor.

Teniendo como volumen horario a:

$$\text{VHMD} = 3 + 3 + 4 + 3$$

$$\text{VHMD} = 13 \text{ vehículos mixtos/hora}$$

a. Cálculo del Factor de Hora Pico (FHP)

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

Donde:

VHMD: volumen horario de máxima demanda.

Q_{15max}: Flujo máximo durante 15 minutos en esa hora.

Entonces:

$$\text{FHP} = \frac{13}{4 * 4}$$

$$\text{FHP} = 0.81$$

$$0.25 < \text{FHP} < 1.00$$

El Factor de Hora Pico determinado indica que hay concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora.

b. Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA_{actual}).

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP}{k}$$

Donde:

VHP: volumen horario de proyecto (por cada tipo de vehículo).

k: valor esperado de la relación entre el volumen de la 30ava hora y el TPDA del año de proyecto.

Debido a que el proyecto se lo realiza en la parroquia Santa Rosa se considera un valor de 0.15 para **k**.

Vehículos livianos

$$TPDA_{actual} = \frac{11}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 73 \text{ vehículos/día}$$

Pesados C-2-P

$$TPDA_{actual} = \frac{1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 7 \text{ vehículos/día}$$

Pesados C-2-G

$$TPDA_{actual} = \frac{1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 7 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 20. Resumen de TPDA_{actual}.

TIPO DE VEHÍCULOS	TPDA Actual
Livianos	73
C2P	7
C2G	7
Total	87 veh/día

Fuente: Autor

c. Cálculo del Tránsito Atraído o Desviado (Tat)

$$\mathbf{Tat = 10\%TPDA_{actual}}$$

Vehículos livianos

$$Tat = 10\% * 73$$

$$Tat = 7 \text{ vehículos/día}$$

Pesados C-2-P

$$Tat = 10\% * 7$$

$$Tat = 1 \text{ vehículo/día}$$

Pesados C-2-G

$$Tat = 10\% * 7$$

$$Tat = 1 \text{ vehículo/día}$$

Tabla N° 21. Resumen de Tránsito Atraído

TIPO DE VEHÍCULOS	Tat
Livianos	7
C2P	1
C2G	1
Total	9 veh/día

Fuente: Autor

d. Cálculo de Tránsito Actual (TA).

Como el proyecto se basa en el mejoramiento de la vía, la fórmula del Tránsito Actual se representa de la siguiente manera:

$$\mathbf{TA = TPDA_{actual} + Tat}$$

Vehículos livianos

$$TA = 73 + 7$$

$$TA = 80 \text{ vehículos/día}$$

Pesados C-2-P

$$TA = 7 + 1$$

$$TA = 8 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Pesados C-2-G

$$TA = 7 + 1$$

$$TA = 8 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla N\u00b0 22. Resumen de Tr\u00e1nsito Actual

TIPO DE VEH\u00cdCULOS	TA
Livianos	80
C2P	8
C2G	8
Total	96 veh/d\u00eda

Fuente: Autor.

e. C\u00e1lculo de Tr\u00e1nsito Futuro (TF).

$$TF = TA(1 + i)^n$$

Donde:

TA: Tr\u00e1nsito Actual

n: n\u00famero de a\u00f1os proyectado (20 a\u00f1os).

i: Tasa de crecimiento del tr\u00e1nsito.

Para proceder con el c\u00e1lculo de Tr\u00e1nsito Futuro el Ministerio de Transporte y Obras P\u00fablicas recomienda trabajar con los \u00edndices de crecimiento anual de tr\u00e1fico detallados a continuaci\u00f3n:

Tabla N\u00b0 23. Tasas de Crecimiento Anual del Tr\u00e1nsito "i" (%)

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
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: Departamento de factibilidad. MTOP.

Vehículos livianos

$$TF = 80(1 + 3.25\%)^{20}$$

$$TF = 152 \text{ vehículos/día}$$

Pesados C-2-P

$$TF = 8(1 + 1.58\%)^{20}$$

$$TF = 11 \text{ vehículos/día}$$

Pesados C-2-G

$$TF = 8(1 + 1.58\%)^{20}$$

$$TF = 11 \text{ vehículos/día}$$

Tabla N° 24. Resumen de Tránsito Futuro.

TIPO DE VEHÍCULOS	TF
Livianos	152
C2P	11
C2G	11
TPDA Total	174 veh/día

Fuente: Autor

Con un valor de TPDA igual a 174 vehículos/día para el año final de diseño, se procede con la clasificación de la carretera en base al tráfico proyectado.

Tabla N° 25. Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.

Clase de carretera	TPDA año de diseño
R-I o R-II	Más de 8000
I	de 3000 a 8000
II	de 1000 a 3000
III	de 300 a 1000
IV	de 100 a 300
V	menos de 100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico. MOP 2003.

Mediante los cálculos realizados se clasifica en función del tráfico proyectado como una carretera de clase IV.

A continuación se detalla los valores del tránsito futuro obtenidos para cada año.

Tabla N° 26. Tránsito Futuro para cada año.

AÑO	i (% DE CRECIMIENTO)			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			TPDA TOTAL
	Autos	Buses	Camiones	livianos	C-2-P	C-2-G	
2016	3.97%	1.97%	1.94%	80	8	8	96
2017	3.97%	1.97%	1.94%	83	8	8	100
2018	3.97%	1.97%	1.94%	86	8	8	104
2019	3.97%	1.97%	1.94%	90	8	8	107
2020	3.97%	1.97%	1.94%	93	9	9	111
2021	3.57%	1.78%	1.74%	95	9	9	113
2022	3.57%	1.78%	1.74%	99	9	9	117
2023	3.57%	1.78%	1.74%	102	9	9	121
2024	3.57%	1.78%	1.74%	106	9	9	124
2025	3.57%	1.78%	1.74%	110	9	9	129
2026	3.25%	1.62%	1.58%	110	9	9	130
2027	3.25%	1.62%	1.58%	114	10	10	133
2028	3.25%	1.62%	1.58%	117	10	10	137
2029	3.25%	1.62%	1.58%	121	10	10	142
2030	3.25%	1.62%	1.58%	125	10	10	146
2031	3.25%	1.62%	1.58%	129	10	10	150
2032	3.25%	1.62%	1.58%	133	10	10	155
2033	3.25%	1.62%	1.58%	138	10	10	159
2034	3.25%	1.62%	1.58%	142	11	11	164
2035	3.25%	1.62%	1.58%	147	11	11	169
2036	3.25%	1.62%	1.58%	152	11	11	174

Fuente: Autor.

3.1.3 ESTUDIO DE SUELOS.

El estudio de suelos dentro del proyecto de una carretera es uno de los ítems más importantes que permite clasificar el suelo con el que se esté trabajando y determinar las características del mismo, siendo un factor de gran importancia a la hora de diseñar el pavimento.

Se procedió con la inspección de la vía en estudio para decidir los lugares más favorables para la toma de muestra. Se realizaron calicatas que consisten en la excavación manual de pozos a cielo abierto a 1,5 metros de profundidad cada kilómetro en la vía, estas muestras fueron llevadas al laboratorio con el fin de ejecutar varios ensayos necesarios para el proyecto. Los resultados detallados se presentan en el anexo C y de una manera más resumida pero importante a continuación.

a. **Granulometría.**

Tabla N° 27. Resumen del Análisis Granulométrico.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
Abscisa	Símbolo	Descripción
Km 0+300	SM	Arena limosa
Km 1+300	SM	Arena limosa
Km 2+300	SM	Arena limosa
Km 3+300	SM	Arena limosa

Fuente: Autor.

Siguiendo el esquema que nos muestra el SUCS, se determina en la tabla N° 4 que el suelo del proyecto se encuentra en los catalogados como arena limosa.

b. **Contenido de Humedad.**

Tabla N° 28. Resumen del Contenido de Humedad Natural.

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	
Abscisa	W%
Km 0+300	11.41
Km 1+300	8.46
Km 2+300	16.29
Km 3+300	18.99

Fuente: Autor.

c. **Límites de Atterberg.**

Tabla N° 29. Resumen de Límites de Atterberg.

LÍMITES DE ATTERBERG			
Abscisa	L.L	L.P	I.P
Km 0+300	21.20%	26.20%	-5.00%
Km 1+300	20.92%	23.68%	-2.76%
Km 2+300	21.86%	27.98%	-6.12%
Km 3+300	22.20%	25.44%	-3.24%

Fuente: Autor.

Existen varias excepciones sobre el Índice de Plasticidad (IP), y una de ellas indica que cuando el Límite Plástico (LP) es mayor o igual al Límite Líquido (LL) se denomina al suelo como NO PLÁSTICO.

d. Ensayo de Compactación.

Tabla N° 30. Resumen de Compactación Próctor Modificado.

COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO		
Abscisa	Densidad Seca	Humedad Óptima
	y máxima (gr/cm³)	W óptima %
Km 0+300	1.602	14.25
Km 1+300	1.596	14
Km 2+300	1.61	14.5
Km 3+300	1.641	15

Fuente: Autor.

e. CBR Puntual.

Para el ensayo CBR que mide la capacidad portante del suelo se utilizó la Humedad Óptima obtenida en el ensayo Próctor Modificado.

En cada kilómetro de la vía en estudio los valores fueron los siguientes:

Tabla N° 31. Resumen de CBR Puntual.

CBR PUNTUAL	
Abscisa	% CBR
Km 0+300	18.4
Km 1+300	18.0
Km 2+300	16.6
Km 3+300	13.9

Fuente: Autor.

f. CBR de Diseño.

Para obtener el CBR de diseño se procedió con el cálculo del W_{18} para el carril de diseño, en base a este parámetro el instituto del asfalto recomienda usar porcentajes de 60%, 75%, 90% para hallar la resistencia de diseño.

Tabla N° 32. Valores de Resistencia de Diseño.

Número de ejes equivalentes 8.2 Ton, en el carril de diseño	Porcentaje para hallar la resistencia
$< 10^4$	60 %
$10^4 - 10^6$	75 %
$> 10^6$	90 %

Fuente: AASHTO 1993.

El número de ejes equivalente en el carril de diseño fue $1.88 \text{ E } +05$, y de acuerdo a la tabla N° 32 corresponde un percentil de 75%.

Para encontrar el CBR de diseño se ordenan de menor a mayor los valores y se procede con la obtención de los porcentajes para cada valor obtenido, en base al número de ensayos del proyecto.

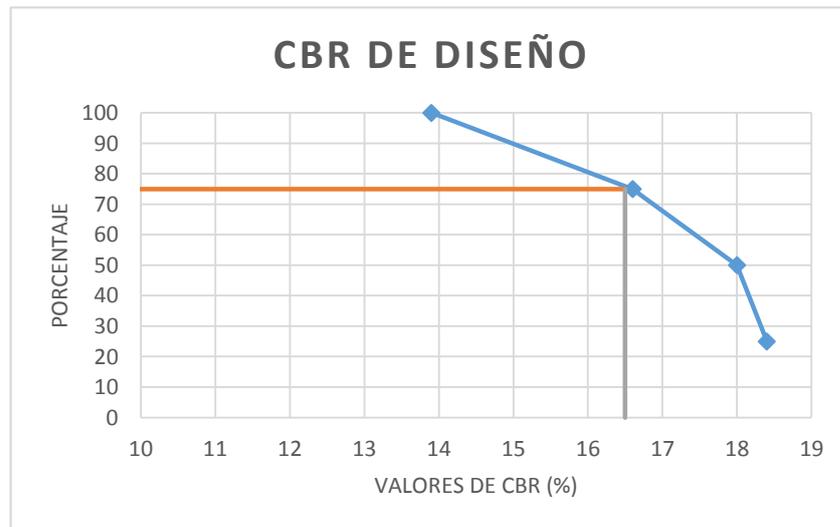
Tabla N° 33. Porcentajes de CBR.

CBR PUNTUAL		
Abscisa	CBR	Porcentaje
Km 3+300	13.9	100
Km 2+300	16.6	75
Km 1+300	18.0	50
Km 0+300	18.4	25

Fuente: Autor.

Se realiza la gráfica Porcentaje vs CBR, con el un percentil igual a 75%.

Gráfico N° 30. Determinación del CBR de Diseño.



Fuente: Autor.

De acuerdo al gráfico N° 30 se obtiene un CBR de diseño igual a 16.5%, y en base al gráfico N° 17 Valores referenciales de CBR, se indica que el suelo es considerado **regular**. Con este valor se parte para el diseño del pavimento.

3.2 DISEÑO DEL PROYECTO.

3.2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO.

3.2.1.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

Debido a la ubicación de construcciones a los lados de la vía, se tuvo total cautela en no variar el trazado con respecto al eje de la vía existente. Se respetó los valores mínimos en curvas indicados en la norma de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 del MOP.

Muchos factores a continuación dependen del tipo de vía con la que se esté trabajando, en el caso de este proyecto se tomarán valores para una carretera de clase IV, teniendo en cuenta que dichos valores a emplearse serán los absolutos, ya que la norma indica que son los indicados cuando se habla del mejoramiento de una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

a. Velocidad de Diseño (V_d).

Se determinó que la vía en estudio pertenece a la clase IV, el terreno se encuentra clasificado como ondulado y por ende se tomará el valor absoluto respectivo. (Ver tabla N° 3). Para este caso tenemos:

$$V_d = 35 \text{ Km/h}$$

b. Velocidad de Circulación (V_c).

Para un número de vehículos proyectados menor a 1000 en el año final de diseño, la AASHTO recomienda la siguiente ecuación:

$$V_c = 0.80V_d + 6.5$$

$$V_c = (0.80 * 35) + 6.5$$

$$V_c = 34.5 \text{ km/h} \approx 35 \text{ km/h.}$$

c. Distancia de Visibilidad de Parada (D_{vp}).

$$D_{vp} = d_1 + d_2$$

Donde:

d₁: distancia recorrida durante el tiempo de percepción – reacción.

d₂: distancia de frenado.

$$\text{siendo } \mathbf{d_1} = \mathbf{0.7 * Vc} \text{ y } \mathbf{d_2} = \frac{\mathbf{Vc^2}}{\mathbf{254 * f}}$$

El coeficiente de fricción longitud “**f**” se lo determina mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{f} = \frac{\mathbf{1.15}}{\mathbf{Vc^{0.3}}}$$

$$\mathbf{f} = \frac{\mathbf{1.15}}{\mathbf{35^{0.3}}}$$

$$\mathbf{f} = \mathbf{0.396} \approx \mathbf{0.40}$$

$$\mathbf{D_{vp}} = \mathbf{0.7Vc} + \frac{\mathbf{Vc^2}}{\mathbf{254 * f}}$$

$$\mathbf{D_{vp}} = \mathbf{0.7 * 35} + \frac{\mathbf{35^2}}{\mathbf{254 * 0.40}}$$

$$\mathbf{D_{vp}} = \mathbf{36.56m} \approx \mathbf{40m}$$

Se adopta una distancia de 40 metros y cumple con el valor mínimo establecido por la norma. (Ver tabla N° 7).

d. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento (D_r).

En función de la velocidad tenemos

$$\mathbf{D_r} = \mathbf{9.54V_d} - \mathbf{218} \text{ si } (\mathbf{30} < \mathbf{V_d} < \mathbf{100})$$

$$\mathbf{D_r} = (\mathbf{9.54 * 35}) - \mathbf{218}$$

$$\mathbf{D_r} = \mathbf{115.9m}$$

Cumpliendo con los valores mínimos que indica el MOP para velocidades de diseño igual a 35km/h, se adopta **150 m** como distancia de rebasamiento. (Ver tabla N° 8)

e. Peralte (e).

Determinada la carretera como clase IV, de dos carriles y con una velocidad de diseño igual a 35km/h, se determina un peralte máximo del **8%**, que es lo recomendado por la norma de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP.

f. Radio Mínimo de Curvas Horizontales (R).

Para calcular el radio mínimo en curvas horizontales se mantiene la siguiente ecuación:

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

Donde:

e: peralte de la curva (m/m).

f: coeficiente de fricción lateral.

Como se señaló anteriormente el valor del peralte “**e**” es igual al **8%** debido a que la velocidad de diseño es inferior a 50 km/h. Mientras que el valor del coeficiente “**f**” es igual **0.255** el cual es el indicado para una velocidad de diseño igual a 35km/h. (Ver tabla N° 5).

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

$$R = 28.79m \approx \mathbf{30m}$$

Se respeta el valor mínimo de radio indicado por el MOP (Ver tabla N° 5).

g. Elementos de las Curvas Circulares.

Para determinar los elementos de la curva circular simple se tomó como ejemplo un radio de **32m** perteneciente a la Curva Horizontal Derecha C-14. (Ver plano)

Grado de Curvatura

$$\frac{G_C}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$

$$G_C = \frac{7200}{2\pi R}$$

$$G_C = \frac{7200}{2\pi(32m)}$$

$$G_C = 35^\circ 48' 36''$$

Radio de Curvatura

$$R_C = \frac{360 * 20}{2\pi * G_C}$$

$$R_C = \frac{7200}{2\pi * 35^\circ 48' 36''}$$

$$R_C = 32m$$

Ángulo de Deflexión de la Tangente

Resultado de la deflexión de las tangentes

$$\Delta = 82^\circ 29' 4''$$

Longitud de la Curva

$$\frac{L_C}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360}$$

$$L_C = \frac{2\pi * 32m * 82^\circ 29' 4''}{360}$$

$$L_C = 46.07 m$$

Tangente de la Curva

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

$$T = 32\text{m} * \tan\left(\frac{82^\circ 29' 4''}{2}\right)$$

$$T = 28.06\text{m}$$

External

$$E = T * \tan\frac{\Delta}{4}$$

$$E = 28.06\text{m} * \tan\frac{82^\circ 29' 4''}{4}$$

$$E = 10.56\text{m}$$

Ordenada Media

$$M = R - R\cos\frac{\Delta}{2}$$

$$M = 32\text{m} - 32\text{m} * \cos\frac{82^\circ 29' 4''}{2}$$

$$M = 7.94\text{m}$$

Ángulo de Deflexión a un punto sobre la Curva Circular

$$\theta = \frac{G_c - 1}{20}$$

$$\theta = \frac{35^\circ 48' 36'' - 1}{20}$$

$$\theta = 1^\circ 44' 26''$$

Longitud de Cuerda

$$C = 2 * R * \text{sen}\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$C = 2 * 32\text{m} * \text{sen}\left(\frac{1^\circ 44' 26''}{2}\right)$$

$$C = 0.97m$$

Longitud de Cuerda Larga

$$C = 2 * R * \text{sen} \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$C = 2 * 32m * \text{sen} \left(\frac{82^{\circ}29'4''}{2} \right)$$

$$C = 42.19m$$

3.2.1.2 ALINEAMIENTO VERTICAL.

Al igual que en el alineamiento horizontal, el MOP presenta valores mínimos de diseño dependiendo del tipo de terreno del proyecto.

a. Gradientes.

Las normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP presentan valores mínimos y máximos de gradientes, basándose en la clase de carretera y en el tipo de terreno.

Como Gradiente Longitudinal Mínima la norma recomienda usar un valor del **0.5%**.

En el caso de la Gradiente Longitudinal Máxima para una carretera de clase IV en un terreno ondulado, la norma señala un valor del **8%**. (Ver tabla N° 9)

b. Curvas Verticales.

Existen curvas verticales convexas y cóncavas, que pueden ser determinadas mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

L_{cv} : Longitud de la curva.

K: Coeficiente para curvas cóncavas y convexas, para el presente proyecto el MOP recomienda un valor de 3 (ver tabla N° 11).

A: Diferencia algebraica de gradientes.

c. Longitud de la Curva Vertical (Lcv).

Para proceder con el cálculo se tomó como ejemplo la curva vertical del Km 1 + 200.00

$$L_{cv} = PTV - PCV$$

Donde:

PTV: Punto final de la curva vertical.

PCV: Punto de inicio de la curva vertical.

$$L_{cv} = (1 + 253.59) - (1 + 133.59)$$

$$L_{cv} = 120\text{m}$$

Las curvas verticales del proyecto son simétricas y por tal razón las longitudes de entrada (L_1) y de salida (L_2) se las calcula así:

$$L_1 = L_2 = \frac{L_{cv}}{2}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{120}{2} = 60\text{m}$$

d. Abscisa del PIV.

$$PIV = PCV + \frac{L_{cv}}{2}$$

$$PIV = (1 + 133.59) + \frac{120}{2}$$

$$PIV = 1 + 193.59$$

e. Gradiente de entrada (g_1) y de salida (g_2).

	Abscisas	Cotas
PCV	1+133.59	3156.57 m
PIV	1+193.59	3162.22 m
PTV	1+253.59	3160.19 m

$$g_1 = \frac{\text{cotas(PIV - PCV)}}{\text{abscisa(PIV - PCV)}} * 100$$

$$g_1 = \frac{3162.22 - 3156.57}{(1 + 193.59) - (1 + 133.59)} * 100$$

$$g_1 = 9.42 \%$$

$$g_2 = \frac{\text{cotas(PTV - PIV)}}{\text{abscisa(PTV - PIV)}} * 100$$

$$g_2 = \frac{3160.19 - 3162.22}{(1 + 253.59) - (1 + 193.59)} * 100$$

$$g_2 = -3.38 \%$$

f. **Diferencia Algebraicas de Gradientes (A).**

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = 9.42\% - (-3.38\%)$$

$$A = 12.80 \%$$

g. **Coefficiente para Curvas Verticales (K).**

$$K_{\text{calculado}} = L_{cv}/A$$

$$K_{\text{calculado}} = 120/12.80$$

$$K_{\text{calculado}} = 9.37$$

h. **Longitud Mínima para Curvas Verticales (L_{\min}).**

Tanto como para curvas Convexas y Cóncavas la longitud mínima se calcula así:

$$L_{\min} = 0.60 * V_d$$

Donde:

V_d : Velocidad de diseño.

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

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

Para la curva vertical tomada como ejemplo se determinó una $L_{cv} = 120 \text{ m}$

$$L_{cv} > L_{\min} \therefore \text{OK}$$

En el presente proyecto todas las longitudes de curvas verticales son mayores a 21 metros.

3.2.1.3 SECCIÓN TRANSVERSAL.

a. Ancho de Calzada.

La norma recomienda un ancho de calzada igual a **6 m**, basándose únicamente en la clase de carretera. (Ver tabla N° 13)

b. Gradiente Transversal.

Para la clase de carretera que se determinó en el proyecto la Norma recomienda un valor de **2.5%** para la gradiente transversal.

3.2.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO.

a. Método AASTHO 93 para Pavimentos Flexibles.

Los procedimientos del método AASTHO se basan en las ecuaciones originales de la American Association of State Highway Officials (AASHO) que datan de 1961, producto de las pruebas en Illinois durante 2 años, con tramos a escala natural y para todo tipo de pavimentos, y establece que para el caso de pavimentos flexibles la superficie de rodamiento se resuelve únicamente con concreto asfáltico y tratamientos superficiales, pues asume que tales estructuras soportarán niveles significativos de tránsito mayores de 50,000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton durante el período de diseño. [4]

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado.

Para determinar el número estructural SN , el método se apoya en una ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 4.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Ejes equivalentes.

Z_R : Desviación estándar normal.

S_o : Desviación estándar global.

SN : Numero estructural.

ΔPSI : Cambio en la servicialidad.

M_R : Modulo de resiliencia.

b. Tránsito de Ejes Equivalentes Acumulados para el Período de Diseño seleccionado (W_{18}).

El cálculo del espesor de pavimento mediante el método AASTHO 93, se fundamenta en la determinación del número de ejes equivalentes de 8,2 ton acumulados para el periodo de diseño.

Periodo de Análisis.

En los métodos AASHTO anteriores era frecuente diseñar los pavimentos para un periodo máximo de 20 años, hoy en día el AASHTO 93 recomienda utilizar un periodo mayor que incluya al menos una rehabilitación de la estructura recomendada.

El periodo de análisis se lo puede elegir de la siguiente tabla.

Tabla N° 34. Periodos 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: AASHTO 93.

Se considera un periodo de **20 años** para el proyecto debido a los estudios posteriores de tránsito realizados.

Factor de Daño.

Este factor nace con la suma del daño que produce cada eje de vehículo, dando como resultado al término Factor de daño que es necesario para el cálculo de número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas.

Tabla N° 35. Factores de Daño según tipo de vehículo.

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TANDEM		FACTOR DE DAÑO
	Tons	$(P/6,6)^4$	Tons	$(P/8,2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
C2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C2G	6	0.68	11	3.24					3.92
3E	6	0.68			18	2.07			2.76
4E	6	0.68					25	1.40	2.08
5E	6	0.68			18*2	4.15			4.83
> 5E	6	0.68			18	2.07	25	1.40	4.15

Fuente: AASHTO 93. Diseño de Estructura de Pavimento.

Factor de Dirección.

Este factor se lo adquiere según la dirección que adopta el tránsito en la carretera, 100% del W_{18} para un sentido y el **50%** del W_{18} para dos sentidos.

A partir de estos valores se obtiene el porcentaje del W_{18} para el carril de diseño, que varía según el número de carriles en esa dirección.

Tabla N° 36. Porcentaje de Distribución según el carril de diseño.

Número de carriles en una dirección	Porcentaje del W ₁₈ en el carril de diseño.
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: AASHTO 93.

En el proyecto se considera un carril por dirección, entonces se toma el 100% del W₁₈ por dirección, para obtener el W₁₈ para el carril de diseño.

Para calcular el número de ejes equivalentes se procede de la siguiente manera.

$$W_{18\text{acumulado}} = (\text{TPD}_{C2P} * \text{FD}_{C2P} + \text{TPD}_{C2G} * \text{FD}_{C2G}) * 365$$

Donde:

TPD: tránsito promedio diario.

FD: Factor de daño.

$$W_{18\text{acumulado}} = (8 * 1.29 + 8 * 3.92) * 365$$

$$W_{18\text{acumulado}} = 15214$$

$$W_{18\text{por dirección}} = 50\% \text{ de } W_{18\text{acumulado}}$$

$$W_{18\text{por dirección}} = 0.50 * 15214$$

$$W_{18\text{por dirección}} = 7607$$

$$W_{18\text{carril de diseño}} = 100\% \text{ de } W_{18\text{por dirección}}$$

$$W_{18\text{carril de diseño}} = 1.0 * 7607$$

$$W_{18\text{carril de diseño}} = 7607$$

Siguiendo esta metodología se obtiene el número de ejes equivalentes para el carril de diseño, y se resume en la siguiente tabla.

Tabla N° 37. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes a 8.2 toneladas.

AÑO	i (% DE CRECIMIENTO)			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO				TPDA TOTAL	W 18 ACUMULADO	W 18 POR DIRECCIÓN	W 18 CARRIL DE DISEÑO
	AUTOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	C-2P	C-2-G	PESADOS				
2016	3.97%	1.97%	1.94%	80	8	8	16	96	15214	7607	7607
2017	3.97%	1.97%	1.94%	83	8	8	16	100	30723	15362	15362
2018	3.97%	1.97%	1.94%	86	8	8	17	104	46533	23267	23267
2019	3.97%	1.97%	1.94%	90	8	8	17	107	62649	31325	31325
2020	3.97%	1.97%	1.94%	93	9	9	17	111	79078	39539	39539
2021	3.57%	1.78%	1.74%	95	9	9	17	113	95662	47831	47831
2022	3.57%	1.78%	1.74%	99	9	9	18	117	112535	56268	56268
2023	3.57%	1.78%	1.74%	102	9	9	18	121	129701	64851	64851
2024	3.57%	1.78%	1.74%	106	9	9	18	124	147166	73583	73583
2025	3.57%	1.78%	1.74%	110	9	9	19	129	164935	82468	82468
2026	3.25%	1.62%	1.58%	110	9	9	19	130	182731	91366	91366
2027	3.25%	1.62%	1.58%	114	10	10	19	133	200808	100404	100404
2028	3.25%	1.62%	1.58%	117	10	10	19	137	219170	109585	109585
2029	3.25%	1.62%	1.58%	121	10	10	20	142	237823	118912	118912
2030	3.25%	1.62%	1.58%	125	10	10	20	146	256770	128385	128385
2031	3.25%	1.62%	1.58%	129	10	10	20	150	276017	138009	138009
2032	3.25%	1.62%	1.58%	133	10	10	21	155	295568	147784	147784
2033	3.25%	1.62%	1.58%	138	10	10	21	159	315428	157714	157714
2034	3.25%	1.62%	1.58%	142	11	11	21	164	335601	167801	167801
2035	3.25%	1.62%	1.58%	147	11	11	22	169	356093	178047	178047
2036	3.25%	1.62%	1.58%	152	11	11	22	174	376909	188455	188455

Fuente: Autor

Conclusión: Para el año 2036 se obtiene un W_{18} de 188455 para el carril de diseño.

c. Confiabilidad “R”.

El criterio de confiabilidad introducido por la AASHTO al diseño de pavimentos, está relacionado con el desempeño de la estructura del pavimento ante las cargas exteriores. La confiabilidad está definida como la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. [4]

La AASHTO recomienda valores de confiabilidad desde 50 y hasta 99.9%, dependiendo de la importancia de la carretera.

Tabla N° 38. Valores de Confiabilidad “R” recomendados.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	URBANA	RURAL
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arteriales principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

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

La carretera en estudio se encuentra dentro de la clasificación Rural – Local y haciendo un promedio de dichos valores, se adopta un nivel de confiabilidad de **70%**.

d. Desviación Estándar Normal “Z_R”.

Este valor está directamente relacionado con el nivel de confiabilidad ya seleccionado, y se deberá seleccionar un valor representativo que considere posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Tabla N° 39. Valores de Desviación Estándar Normal.

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal Z _R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
98	-2.054
99	-2.327
99.99	-3.75

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

De acuerdo a la tabla N° 39 el valor de Z_R estimado según el nivel de confiabilidad R es **-0.524**.

e. Desviación Estándar Global “S_o”.

El valor de la desviación estándar global (S_o) que se seleccione debe ser representativo de las condiciones locales. La tabla N° 40 es recomendada para uso general, pero estos valores pueden ser ajustados en función de la experiencia para uso local.

Tabla N° 40. Valores de Desviación Estándar Global.

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0.25
Variación total de la predicción en el comportamiento del pavimento y estimación del tráfico.	0.35 - 0.50

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

De acuerdo a la Tabla N° 40 corresponden valores entre 0.35 y 0.50, para el pavimento flexible a diseñarse se recomienda un valor de **0.45**.

f. Módulo de Resiliencia “Mr”.

Siendo la subrasante el suelo que sirve como soporte para la estructura del pavimento, es importante realizar ensayos que representen el comportamiento del suelo bajo el pavimento frente a casos de tensión y deformación.

Nuestro país no posee equipos para llevar a cabo dicha prueba por lo que se han establecido factores de correlación entre Mr y la prueba estándar CBR.

Mr = 1500*CBR para CBR < 10% (sugerida por AASHTO)

Mr = 3000*CBR^{0.65} para 7.2% < CBR < 20% (Origen Sudáfrica)

Mr = 4362* lnCBR+ 241 para suelos granulares (sugerida AASHTO)

Con un CBR de **16.5%** y siguiendo las limitaciones de la guía AASHTO se procede con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Mr = 3000 * CBR^{0.65}}$$

$$\mathbf{Mr = 3000 * 16.5^{0.65}}$$

$$\mathbf{Mr = 18556 \text{ psi}}$$

g. Índice de Serviciabilidad “PSI”.

Se define el Índice de Serviciabilidad como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento. Y se define con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final}}$$

El nivel de servicio inicial (PSI inicial) es una estimación inmediatamente después de terminada la construcción con valores de 4.5 y **4.2** para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente. Mientras que el nivel de servicio final (PSI final) es el nivel aceptable más bajo antes de que sea necesario repavimentar el pavimento con valores de 2.5 o 3.0 para caminos principales y **2.0** para secundarios.

Seguindo la recomendación de la AASHTO el Índice de serviciabilidad quedaría así:

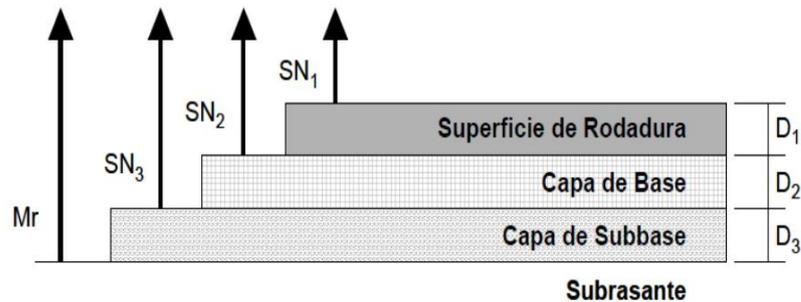
$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

h. Cálculo de los Espesores por Capa.

El siguiente procedimiento permite encontrar los valores de espesor para las distintas capas que conforman la estructura del pavimento, como son la capa de rodamiento o carpeta, capa base y subbase, para lo cual se requiere conocer el Número Estructural requerido (SN).

Gráfico N° 31. Capas de la Estructura del Pavimento.



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

La siguiente ecuación se utiliza para conocer dichos espesores, hay que notar que el método AASHTO 93 ya involucra coeficientes de drenaje para la base y subbase.

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

Donde:

a_1 a_2 a_3 : Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y sub-base.

D_1 D_2 D_3 : Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub-base.

m_1 m_2 : Coeficientes de drenaje para base y sub-base.

En la siguiente tabla se sugiere los valores mínimos para espesores de D_1 y D_2 en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulados.

Tabla N° 41. Espesores Mínimos en función de los Ejes Equivalentes.

Tráfico, W18	Concreto Asfáltico, D1 (plg)	Capa Base D2 (plg)
< 50.000	1.0 o T.S	4.0
50.001 a 150.000	2.0	4.0
150.001 a 500.000	2.5	4.0
500.001 a 2'000.000	3.0	6.0
2'000.001 a 7'000.000	3.5	6.0
> 7'000.000	4.0	6.0

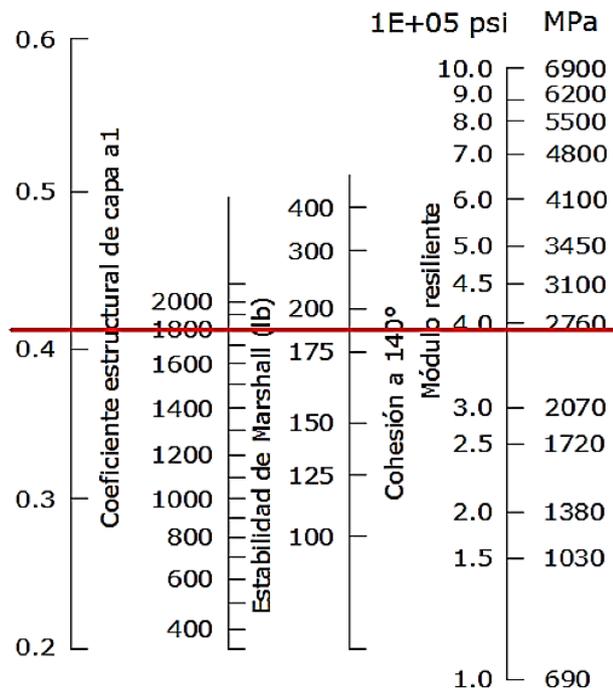
Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

La Vía en estudio alcanzó un W_{18} acumulado de 376909, por lo que entra en el rango respectivo e indica un valor de $D_1=2.5$ plg (3.65 cm) y $D_2=4.0$ plg (10.16 cm).

Coefficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica (a_1).

Para el proyecto en estudio no se dispone del Módulo de estabilidad de la mezcla asfáltica y por tal razón se usará el siguiente nomograma entrando con un valor de 1800 lb de estabilidad Marshall para tráfico pesado, que es lo recomendado por las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes.

Gráfico N° 32. Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_1 .



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

Trazando una línea por las 1800 lbs de estabilidad Marshall se puede apreciar un Módulo de Resiliencia de la carpeta asfáltica igual a 3.95×10^5 psi, y a partir de este

valor se usó la tabla N° 42 para interpolar dicho valor y obtener un valor exacto del coeficiente estructural a_1 .

Tabla N° 42. Módulo Elástico de la Carpeta Asfáltica a_1

Módulos Elásticos		Valores de a_1
Psi	Mpa	
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: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Interpolación.

Módulo elástico		a_1
375000	←————→	0.405
400000	←————→	0.420
<hr/>		
25000	←————→	0.015
5000	←————→	X
<hr/>		
	X= 0.003	→ $a_1=0.420-0.003$

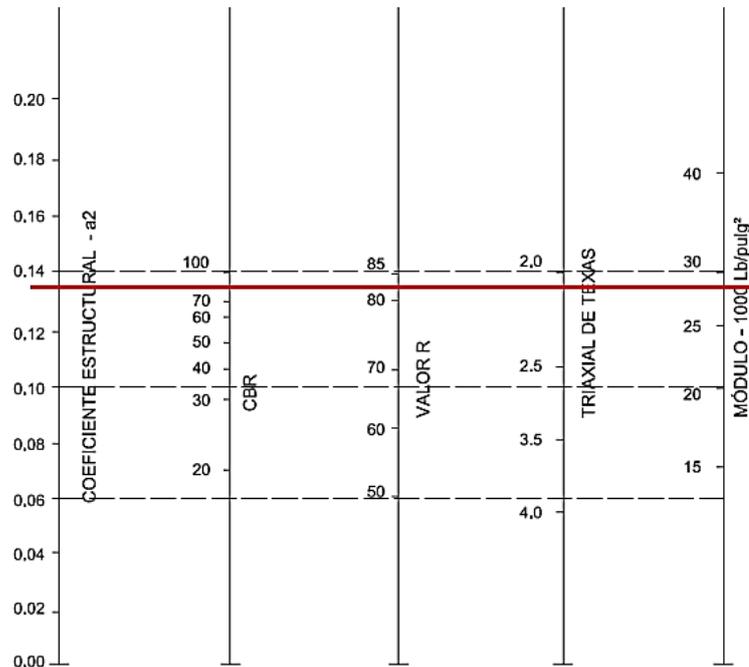
$$a_1 = 0.417$$

$$M_r = 3.95 \times 10^5 \text{ psi} = 395 \text{ Ksi}$$

Coefficiente Estructural de la Base Granular (a_2).

De igual manera que el coeficiente estructural para la carpeta asfáltica, existe monogramas para determinar el coeficiente estructural de la base granular a_2 . Las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del MTOP resaltan que el valor de soporte de CBR para bases deberá ser igual o mayor al 80%.

Gráfico N° 33. Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_2 .



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

En este nomograma se puede estimar un coeficiente estructural a_2 igual a 0.134, pero en la tabla N° 43 se puede optar por un valor directo en función del CBR de la capa base.

Tabla N° 43. Coeficiente Estructural a_2 en función del CBR.

CBR (%)	a_2	CBR (%)	a_2	CBR (%)	a_2
20	0.070	45	0.112	70	0.130
30	0.095	50	0.115	80	0.133
35	0.100	55	0.120	90	0.137
40	0.105	60	0.125	100	0.140

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

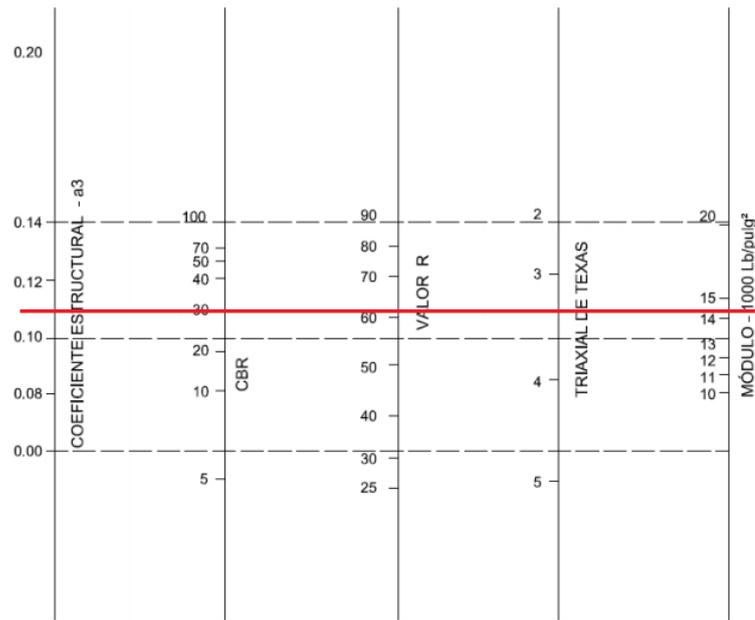
$a_2 = 0.133$

$M_r = 28500 \text{ psi} = 28.5 \text{ ksi}$

Coeficiente Estructural de la Sub-Base Granular (a_3).

De igual manera que los coeficientes estructurales citados anteriormente, existe monogramas para determinar el coeficiente estructural de la subbase granular a_3 . Las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del MTOP resaltan que el valor de soporte de CBR para subbase deberá ser igual o mayor al 30%.

Gráfico N° 34. Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_3 .



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

En este nomograma se puede estimar un coeficiente estructural a_3 igual a 0.109, pero en la tabla N° 44 se puede optar por un valor directo en función del CBR de la capa subbase.

Tabla N° 44. Coeficiente Estructural a_3 en función del CBR.

CBR (%)	a_3	CBR (%)	a_3	CBR (%)	a_3
15	0.090	35	0.115	70	0.130
20	0.093	40	0.120	80	0.135
25	0.102	50	0.125	90	0.138
30	0.108	60	0.128	100	0.140

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

$a_3 = 0.108$

$M_r = 14400 \text{ psi} = 14.4 \text{ ksi}$

Coeficientes de Drenaje (m_2, m_3).

Para determinar los coeficientes m_2 y m_3 correspondientes a las capas base y subbase respectivamente, el método AASHTO se basa en la capacidad que tiene el drenaje en remover la humedad de las capas granulares del pavimento.

Tabla N° 45. Calidad de Drenaje en función del tiempo

Calidad de Drenaje	Agua removida en:
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

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

En la tabla N° 46 se observan los valores recomendados para base m_2 y subbase m_3 , en función de las características de drenaje de las capas granulares y del tiempo durante el cual la estructura del pavimento podrá estar en condiciones de saturación.

Tabla N° 46. 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	1.2
Buena	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.8
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.6
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.4

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

El proyecto se ubica en la parroquia Santa Rosa y debido al clima del lugar, se considera un porcentaje cercano a la saturación de 5 a 25%, y por ende se procede con la selección de datos correspondientes a los coeficientes de drenaje.

$$m_2 = 1.00; m_3 = 0.80$$

i. Cálculo del Número Estructural requerido SN.

Tabla N° 47. Resumen de valores.

Datos	Valor
Tipo de pavimento	flexible
Confiabilidad R	70%
Desviación Normal Estándar Z_R	-0.524
Desviación Estándar Global S_o	0.45
Serviciabilidad inicial – final PSI	4.2 - 2
Módulo de resiliencia Subrasante (M_r)	18556 psi
Ejes equivalentes W18 de carril de diseño.	188455

Fuente: Autor.

Para proceder con el cálculo del número estructural “SN” se utilizó el software “Ecuación AASHTO 93” ingresando los valores de la tabla N° 47.

Gráfico N° 35. Cálculo del Número Estructural con el programa AASTHO 93.

Fuente: Autor.

j. Cálculo de los espesores de la Estructura del Pavimento Flexible.

Para proceder con el cálculo de los espesores de la estructura del pavimento se utilizó una hoja de Excel donde se ingresó valores adicionales a los que ya se plantearon anteriormente.

Tabla N° 48. Resumen de valores.

Datos	Valor
Módulo de Resiliencia de la Carpeta Asfáltica	395 ksi
Módulo de Resiliencia de la capa Base	28.5 ksi
Módulo de Resiliencia de la capa Sub-base	14.4 ksi
Periodo de diseño	20 años
Coeficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica a_1	0.417
Coeficiente Estructural de la Base a_2	0.133
Coeficiente Estructural de la Subbase a_3	0.108
Coeficiente de drenaje m_2	1.00
Coeficiente de drenaje m_3	0.80

Fuente: Autor.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

MÉTODO: ASSHTO 93

SECCIÓN: Km 0+000 - Km 3.200

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Julio 2016

DATOS DE ENTRADA :

1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES	DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)	395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)	14.40
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	188 455
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
Desviación Normal Estándar Z_R	-0.542
Desviación Estándar Global S_o	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (M_r , ksi)	18.56
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (p_i)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (p_f)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a_1)	0.417
Base granular (a_2)	0.133
Subbase (a_3)	0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m_2)	1.000
Subbase (m_3)	0.800

DATOS DE SALIDA :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})	1.61
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN_{CA})	1.35
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})	0.44
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})	-0.18

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

	PROPUESTA		
	TEORICO	ESPEJOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.2 cm	5.0 cm	0.82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.4 cm	10.0 cm	0.52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-5.3 cm	15.0 cm	0.51
ESPESOR TOTAL (cm)		30.0 cm	1.85

DISEÑADO POR: POAQUIZA GABRIEL

Cumple la condición:

$$SN_{\text{calculado}} \geq SN_{\text{requerido}}$$

$$1.85 \geq 1.61 \text{ OK}$$

3.2.3 DISEÑO DE DRENAJE.

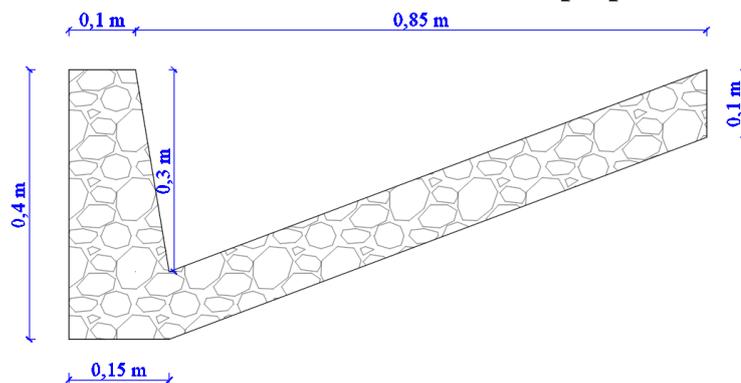
a. Diseño de Cunetas.

Esta es una de las estructuras más importantes para que no exista un deterioro temprano en la capa de rodadura y así la carretera se mantenga en condiciones óptimas de funcionalidad, pues las aguas lluvias que son evacuadas de los taludes de corte y de la calzada mediante el bombeo, son canalizadas hacia un drenaje natural o una alcantarilla que permite alejarla de la zona aledaña a la carretera.

A lo largo de la vía en estudio se notó la carencia de drenajes longitudinales, por lo que se seleccionó una forma triangular para la sección transversal de cunetas, debido a su facilidad de construcción y mantenimiento.

Se asumieron las siguientes dimensiones para las cunetas de la vía:

Gráfico N° 36. Dimensión de Cuneta propuesta.



Fuente: Autor

Se considera que la cuneta trabajará a sección llena, entonces el área mojada (A_m) es igual a:

$$A_m = \frac{b * h}{2}$$

$$A_m = \frac{0.85 * 0.30}{2}$$

$$A_m = 0.1275 \text{ m}^2$$

El Perímetro Mojado (Pm) se calculó así:

$$P_m = \sqrt{a^2 + b^2} + \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$P_m = \sqrt{0.05^2 + 0.30^2} + \sqrt{0.80^2 + 0.30^2}$$

$$P_m = 1.158 \text{ m}$$

El Radio Hidráulico (R) se calculó así:

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R = \frac{0.1275 \text{ m}^2}{1.158 \text{ m}}$$

$$R = 0.11 \text{ m}$$

A continuación se procede con la fórmula de Manning.

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

Donde:

V: Velocidad (m/seg).

N: coeficiente de rugosidad de Manning (0.014).

R: radio hidráulico (m).

J: Pendiente hidráulica de la cuneta (%).

El coeficiente de rugosidad esta dado en base al revestimiento de la cuneta y se resume en la siguiente tabla:

Tabla N° 49. Coeficientes de Rugosidad de Manning

Cunetas y Canales Revestidos	
Hormigón	0.013 - 0.017
Hormigón revestido con gunita	0.016 - 0.022
Encachado	0.020 - 0.030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0.017 - 0.020
Paredes encachadas, fondo de grava	0.023 - 0.033
Revestimiento bituminoso	0.013 - 0.016

Fuente: Hydraulics of steady flow in open channels. C. J Posey.

Entonces:

$$V = \frac{1}{0.014} * 0.11^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 16.40 * J^{1/2}$$

La ecuación de velocidad ya calculada se reemplazó en la ecuación de continuidad.

$$Q = A * V$$

Donde:

Q: caudal admisible (m³/seg).

A: Área de la sección (m²).

$$Q = 0.1275 * 16.40 * J^{1/2}$$

$$Q = 2.09 * J^{1/2}$$

Se procede con el cálculo de velocidades y caudales para cunetas en todo el proyecto.

Tabla N° 50. Caudales y Velocidades en función de Pendientes de Cuneta.

J (%)	J	V(m/s)	Q(m³/s)	J (%)	J	V(m/s)	Q(m³/s)
0.50	0.005	1.160	0.148	4.50	0.045	3.479	0.443
1.00	0.010	1.640	0.209	5.00	0.050	3.667	0.467
1.50	0.015	2.009	0.256	5.50	0.055	3.846	0.490
2.00	0.020	2.319	0.296	6.00	0.060	4.017	0.512
2.50	0.025	2.593	0.330	6.50	0.065	4.181	0.533
3.00	0.030	2.841	0.362	7.00	0.070	4.339	0.553
3.50	0.035	3.068	0.391	7.50	0.075	4.491	0.572
4.00	0.040	3.280	0.418	8.00	0.080	4.639	0.591

Fuente: Autor.

Para determinar el caudal que circula por la cuneta se procede con el método racional utilizando la siguiente ecuación:

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

Donde:

Q: Caudal máximo.

C: Coeficiente de escurrimiento.

I: Intensidad de precipitación pluvial (mm/h).

A: Área de drenaje (Ha).

Coeficiente de Escurrimiento (C).

El MOP presenta la siguiente tabla con coeficientes de escurrimiento en función de la cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente del terreno.

Tabla N° 51. Coeficiente de Escurrimiento.

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				DESPRECIABLE
		PRONU.	ALTA	MEDIA	SUAVE	
		50%	20%	5%	1%	
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: MOP 2003

Intensidad de Precipitación Pluvial (I).

El Anuario Meteorológico de Tungurahua indica que la estación de Tisaleo MT0377 siendo la más cercana al sector del proyecto, registra una precipitación máxima de 40.60 mm.

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{\max}}{t^{0.58}}$$

Donde:

T: Periodo de retorno (10 años).

t: Tiempo de precipitación de intensidad (min).

P_{max}: Precipitación máxima (40.60 mm)

Como no se conoce el tiempo de precipitación de intensidad, se puede utilizar en su lugar el tiempo de concentración **t_c** con la siguiente formula:

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} ; H = L * i$$

Donde:

t_c: tiempo de concentración (min).

L: Longitud de escurrimiento (m).

H: diferencia de nivel entre el extremo de la cuneta y el punto de descarga (m).

i: pendiente (%).

$$H = 500 * 8\%$$

$$H = 40$$

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{500^3}{40}\right)^{0.385}$$

$$t_c = 6.17 \text{ min}$$

Entonces se procedió reemplazando los valores ya calculados en la ecuación de Intensidad

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{\max}}{t_c^{0.58}}$$

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 40.60}{6.17^{0.58}}$$

$$I = 88.54 \text{ mm/hora}$$

Área de Drenaje (A).

Para calcular el área de drenaje se consideró las dimensiones de la sección transversal.

$$A = (\text{ancho}_{\text{calzada}} + \text{ancho}_{\text{cuneta}}) * L$$

$$A = \left(\frac{6}{2} + 0.85\right) * 500$$

$$A = 1925 \text{ m}^2 = 0.1925 \text{ Ha}$$

Finalmente para hallar el Caudal Máximo que circulará por la cuneta se procede con la fórmula mencionada anteriormente.

$$Q = \frac{0.50 * 88.54 * 0.1925}{360}$$

$$Q = 0.0236 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Verificando la tabla N°. 46 el valor del caudal admisible para una pendiente del 8% es **0.591 m³/seg**. Entonces:

$$Q \text{ admisible} > Q \text{ máximo}$$

$$0.591^3/\text{seg} > 0.0236 \text{ m}^3/\text{seg} \text{ OK}$$

b. Alcantarilla.

El diseño de una alcantarilla está en función de dos parámetros importantes que son el análisis hidrológico de la zona a drenar y el diseño hidráulico de la estructura.

El análisis hidrológico permite hallar valores máximos aproximados de las intensidades en la precipitación y picos de escurrimiento, mientras que el diseño hidráulico permitirá dimensionar la alcantarilla a manera que cumpla con la evacuación del cauce producido por dichas precipitaciones.

Como los sistemas de drenaje inciden en los costos de mantenimiento de las carreteras, es necesario que las alcantarillas sean proyectadas considerando que su funcionamiento deberá estar acorde con los métodos de mantenimiento.

b.1 Análisis Hidrológico.

Para el análisis hidrológico se necesitan factores como la intensidad de lluvias, periodos de retorno, coeficientes de escorrentía y área de drenaje, con el fin de determinar el caudal de diseño.

El proyecto se basó en los resultados de las investigaciones del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a través de ecuaciones pluviométricas para cada una de las “zonas de intensidades”.

Intensidad Diaria para un Periodo de Retorno dado ($I_{d_{TR}}$).

La precipitación máxima en 24 horas ($P_{m\acute{a}x}=40.60$ mm) se la obtuvo mediante los registros de la estación de Tisaleo MT0377 que es la más cercana al proyecto, con este valor se calculó la $I_{d_{TR}}$ de la siguiente manera:

$$P_{m\acute{a}x} = I_{d_{TR}} * 24 \text{ horas}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = \frac{40.60}{24}$$

$$I_{d_{TR}} = 1.69 \text{ mm/hora}$$

Tiempo de duración de la Lluvia (t).

Por la limitada información se reemplazó el tiempo de duración de la lluvia por el tiempo de concentración (t_c)

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

Donde:

L: Longitud del cauce principal (m)

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

Para $L=4964.38$ m y $H=481$ m, entonces reemplazamos dichos valores.

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{4964.38^3}{481} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 33.58 \text{ min}$$

Ecuación Pluviométrica.

Basándose en el mapa de zonificación de intensidades del INAMHI, se observó que el proyecto se encuentra en la zona 33 y por lo tanto la ecuación de intensidad es:

Ecuación 1. Para $5 \text{ min} < t_c < 120 \text{ min}$

$$I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{t^{0.4828}} * Id_{TR}$$

Ecuación 2. Para $120 \text{ min} < t_c < 1440 \text{ min}$

$$I_{TR} = 371.89 * \frac{1}{t^{0.8152}} * Id_{TR}$$

Con un valor $t_c = 33.58$ min se empleó la ecuación 1.

$$I_{TR} = 75.204 * \frac{1}{33.58^{0.4828}} * 1.69$$

$$I_{TR} = 23.30 \text{ mm/hora}$$

Conclusión: la intensidad de la lluvia es de **23.30 mm/hora**.

Coefficiente de Escorrentía (C).

Este coeficiente es igual a **0.50** (ver tabla N° 51)

Área de Drenaje (A).

El área de drenaje que aportó a cada alcantarilla se pudo determinar mediante mapas cartográficos del sector, topografía obtenida y visualización en el campo.

El área máxima de aportación es **23.14 Ha**.

Caudal Máximo de Diseño.

Mediante el Método Racional la fórmula del caudal máximo probable (Q) es:

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

$$Q = \frac{0.5 * 23.30 * 23.14}{360}$$

$$Q = 0.74 \text{ m}^3/\text{seg}$$

b.2 Diseño Hidráulico.

Para hallar las dimensiones de cada alcantarilla se utilizó la siguiente expresión de Talbot.

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

Donde:

A: área de la alcantarilla.

C_T: coeficiente de Talbot.

H: área a drenar.

El valor de C_T depende del tipo de terreno drenado y sus valores se presentan en la siguiente tabla.

Tabla N° 52. Valores del Coeficiente C de la fórmula de Talbot.

Características Topográficas de la Cuenca	Valores de C
Montañoso y Escarpado	1.00
Con mucho lomerío	0.80
Con lomerío	0.60
Muy Ondulado	0.50
Poco Ondulado	0.40
Casi plana	0.30
Plana	0.20

Fuente: Talbot.

$$A = 0.183 * 0.40 * \sqrt[4]{23.14^3}$$

$$A = 0.78 \text{ m}^2$$

Diámetro de la Alcantarilla.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0.77}{\pi}}$$

$$D = 0.99 \text{ m} \therefore D_{\text{adoptado}} = 1.00 \text{ m}$$

Área de la Alcantarilla.

$$A_{\text{real}} = \frac{\pi * D_{\text{adoptado}}^2}{4}$$

$$A_{\text{real}} = \frac{\pi * 1.00^2}{4}$$

$$A_{\text{real}} = 0.79 \text{ m}^2$$

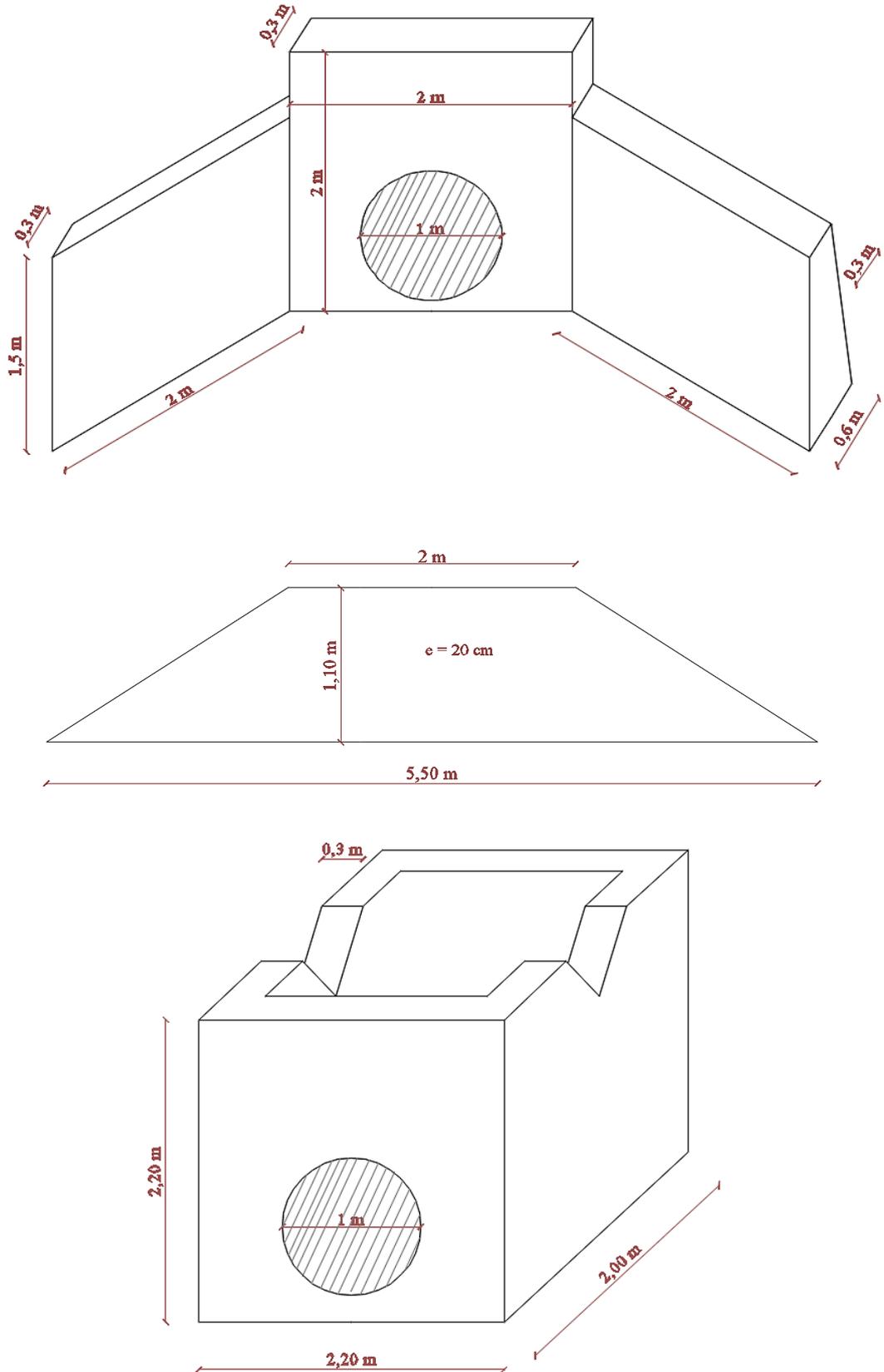
Por medio de estos procedimientos se continuó con el diseño hidráulico para cada alcantarilla en la vía.

Tabla N° 53. Dimensiones de Alcantarillas.

Ubicación	L	H	tc	I _{TR}	A drenaje	Q	A alca	Ø cal	Ø asu
1+520.00	6080.29	564	39.92	21.43	22.11	0.66	0.75	0.97	1.00
2+670.00	4964.38	481	33.58	23.3	23.14	0.74	0.78	0.99	1.00
3+180.00	5670.3	526	37.83	21.99	34.71	1.06	1.05	1.15	1.20

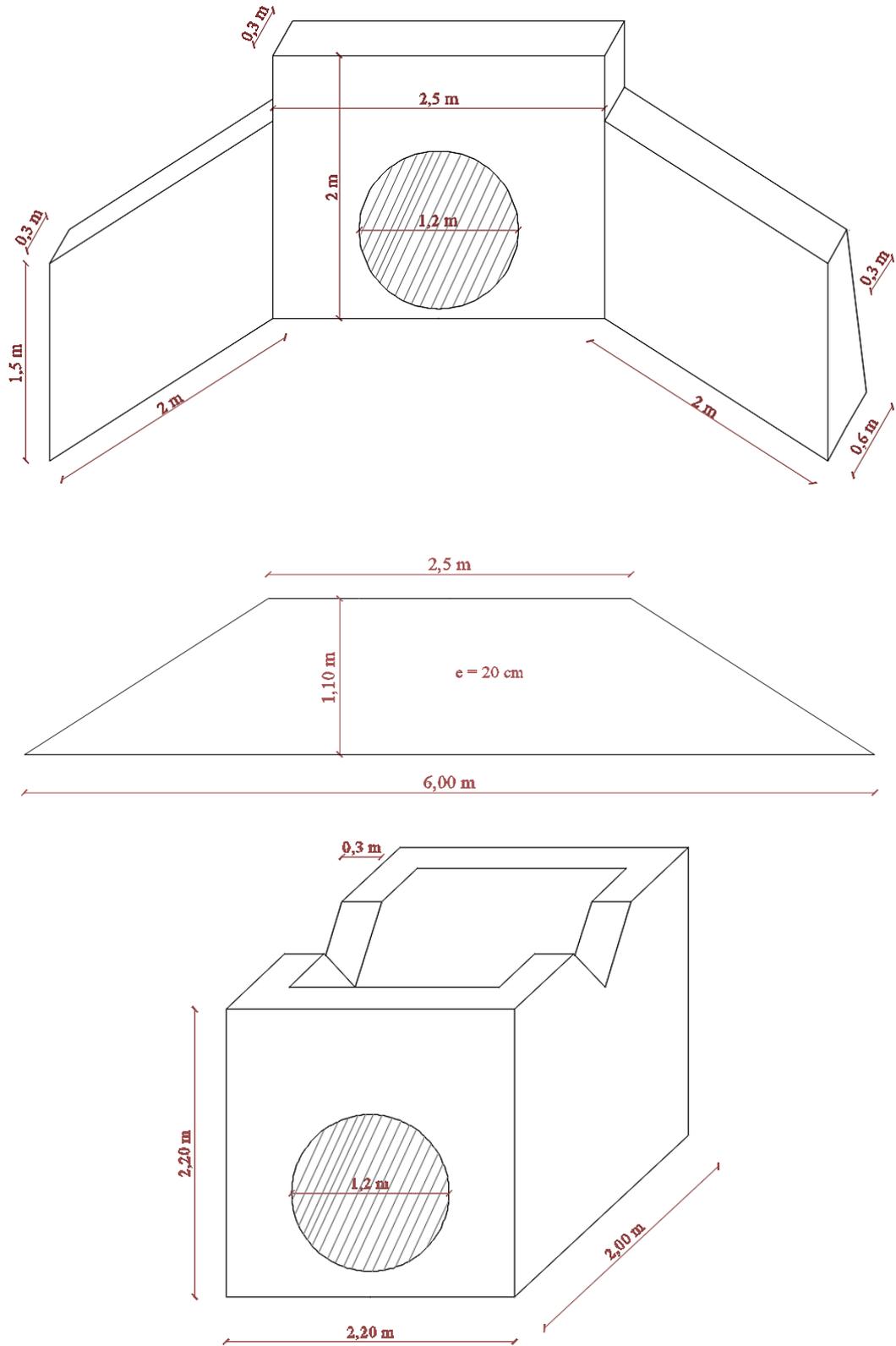
Fuente: Autor.

Gráfico N° 37. Cabezal de Entrada y Salida tipo 1.



Fuente: Autor.

Gráfico N° 38. Cabezal de Entrada y Salida tipo 2.



Fuente: Autor

3.2.4 SEÑALIZACIÓN VIAL.

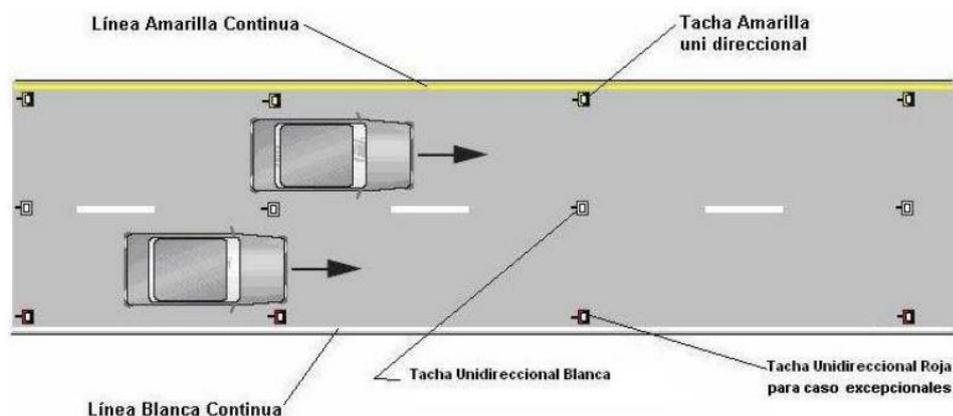
Las señales de tránsito se utilizan para ayudar el movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contiene instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen los peligros que pueden no ser muy evidentes o información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. [16]

a. Señalización Horizontal.

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, como es el caso de las líneas longitudinales que delimitan carriles y calzadas, indican zonas con o sin prohibición de adelantar y/o estacionar y advertir la aproximación a un cruce. [17]

Línea Continua.- son de color amarillo y delimitan carriles con flujo opuesto, prohíben el cruce o rebasamiento. Tiene un ancho mínimo de 100 mm y máximo de 150 mm. [17]

Gráfico N° 39. Línea continua y línea de borde.

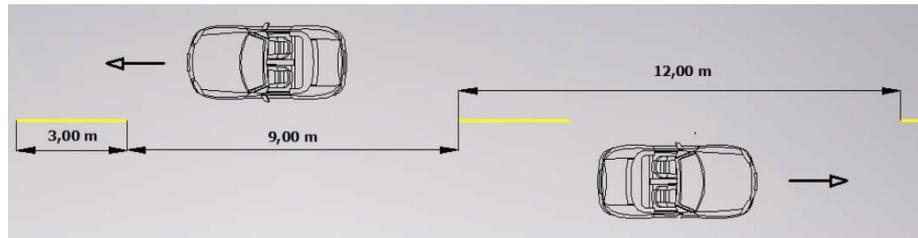


Fuente: INEN 2011

Líneas de Borde.- son de color blanco y se ubican en el borde de la calzada. En vías con poca visibilidad sirven para orientar al conductor. Tiene un ancho mínimo de 100 mm y máximo de 150 mm. [17]

Línea Discontinua o Segmentada.- son de color amarillo y permiten rebasar o adelantar un vehículo con la debida precaución. Tiene un ancho mínimo de 100 mm y máximo de 150 mm. [17]

Gráfico N° 40. Línea Segmentada.



Fuente: INEN 2011.

b. Señalización Vertical.

Señales Regulatorias (Código R).- regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta de cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. [16]

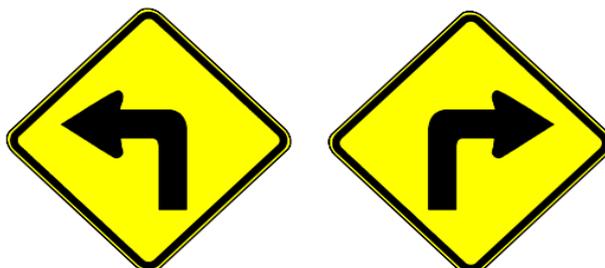
Gráfico N° 41. Señales Regulatorias (No virar izquierda o derecha).



Fuente: INEN 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. [16]

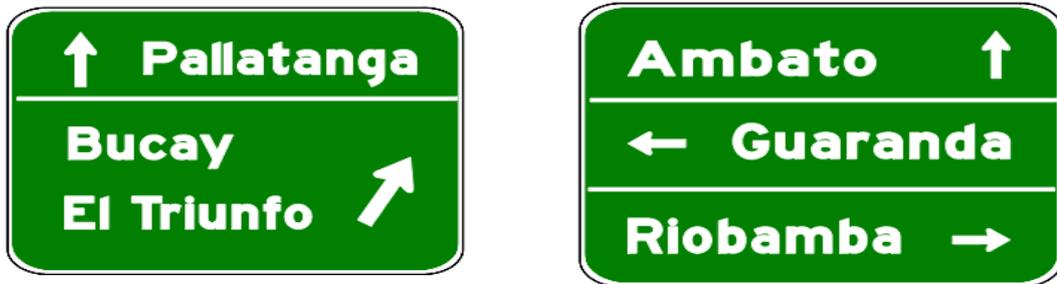
Gráfico N° 42. Señales Preventivas (Curvas cerrada izquierda o derecha).



Fuente: INEN 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. [16]

Gráfico N° 43. Señales de Información (Destinos).



Fuente: INEN 2011.

Colocación lateral y altura en Zona Rural.

El proyecto cuenta con cuneta y por tal razón la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm medida desde el borde externo de la misma. La señal debe montarse alejada de la vegetación y claramente visible con una altura mínima de 1.50 m y máxima de 2.00 m medida desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal. [16]

Delineadores de Curva Horizontal.

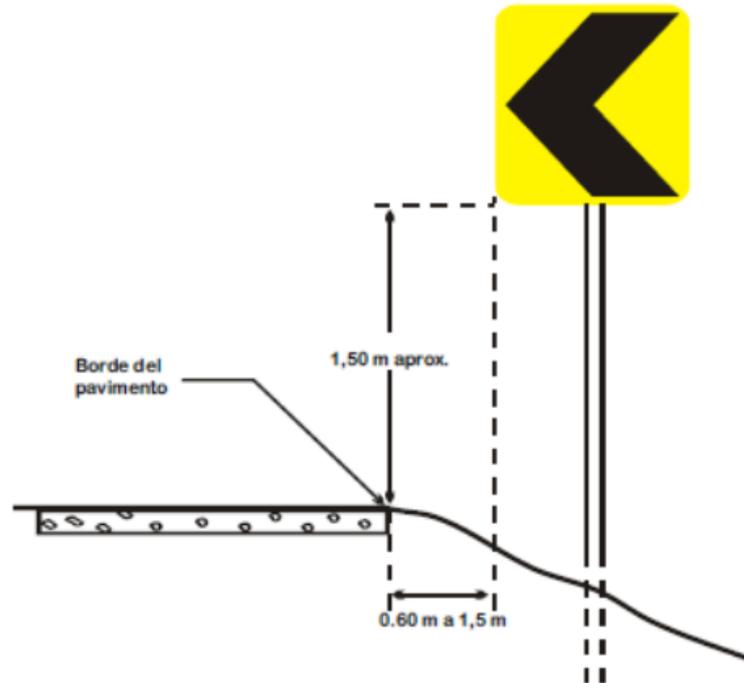
Esta señal se utiliza para indicar el cambio de rasante en el sentido de circulación que debe de seguir el conductor. Deben colocarse en postes similares a los utilizados para las señales verticales, a una altura de aproximadamente 1.50 m. [16]

Tabla N° 54. Espacio Máximo de Delineadores en función del Radio de Curva.

Radio de Curvatura (m)	Espaciamiento en Curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

Fuente: INEN 2011.

Gráfico N° 44. Ubicación Lateral de los Delineadores en Curva Horizontal.



Fuente: INEN 2011.

3.2.5 DISEÑO DE TALUD.

Es práctica común en ingeniería definir la estabilidad de un talud en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener factores que influyen en la estabilidad tales como geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc. [18]

Es posible y casi seguro que no todos los factores mencionados se los puede cuantificar y es por eso que un análisis matemático no produce resultados satisfactorios, sin embargo determinar el factor de seguridad asumiendo superficies probables de falla, permite al Ingeniero tener una herramienta muy útil para la toma de decisiones.

a. Equilibrio Límite y Factor de Seguridad.

El análisis de los movimientos de los taludes o laderas durante muchos años se ha realizado utilizando las técnicas del equilibrio límite. Este tipo de análisis requiere información sobre la resistencia del suelo, pero no se requiere sobre la relación esfuerzo-deformación. [18]

El Factor de Seguridad es empleado por los Ingenieros para conocer cuál es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.

La mayoría de los sistemas de análisis asumen un criterio de “equilibrio límite”, partiendo de las fuerzas actuantes y de las fuerzas resistentes que se requieren para producir el equilibrio. Calculada esta fuerza resistente, se compara con la disponible del suelo o roca y se obtiene una indicación del Factor de Seguridad. [18]

b. Método para determinar el Factor de Estabilidad de un Talud.

Existe una gran cantidad de metodologías para la modelación matemática la cual depende del objeto de análisis y de los resultados que se desee obtener. Los objetivos principales del análisis matemático de los taludes son los siguientes:

- Determinar las condiciones de Estabilidad del Talud.
- Investigar los mecanismos potenciales de falla.
- Determinar la susceptibilidad de los taludes.
- Comparar la efectividad de las diferentes opciones de estabilización y su efecto sobre la estabilidad de talud.
- Diseñar los taludes óptimos en términos de seguridad y economía.

Para el análisis de estabilidad de taludes se dispone de varias herramientas, como tablas o ábacos, cálculos manuales y programas de cálculo. Para el presente proyecto se optó por utilizar las tablas propuestas por Janbú. [19]

Tablas de Janbú

Permite el análisis de diferentes condiciones geotécnicas y factores de sobrecarga en la corona del talud, incluye sumergencia y grietas de tensión.

El método de tablas de Janbú presenta dos procedimientos, uno para suelos cohesivos y otro para suelos friccionantes, siendo este último el método necesario para la clase de suelo que existe en el proyecto. Los parámetros necesarios para este análisis son:

- Altura de talud $H \rightarrow m$.
- Cohesión del suelo $C_u \rightarrow KN/m^2$.
- Pendiente del talud $\beta \rightarrow$ grados.
- Peso específico del suelo $\gamma \rightarrow KN/m^3$.
- Altura de nivel freático $H_w \rightarrow m$
- Altura del agua dentro del talud $H'w \rightarrow m$
- Profundidad hasta el manto de suelo duro impenetrable $D \rightarrow m$.

Para proceder con el análisis matemático se tomó como ejemplo el talud del Km 0+120.00 con los siguientes datos:

Datos

$H = 4.00 \text{ m}$

$D = 1.00 \text{ m}$

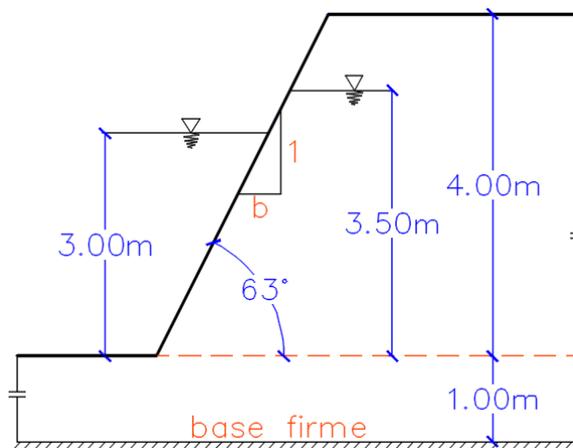
$\beta = 63^\circ$

$C = 0.2 \text{ Ton}/m^2$

$\gamma = 1.50 \text{ Ton}/m^3$

$H_w = 3.00 \text{ m}$

$H'w = 3.50 \text{ m}$



Factor de Profundidad (d).

$$d = \frac{H_w}{H}$$

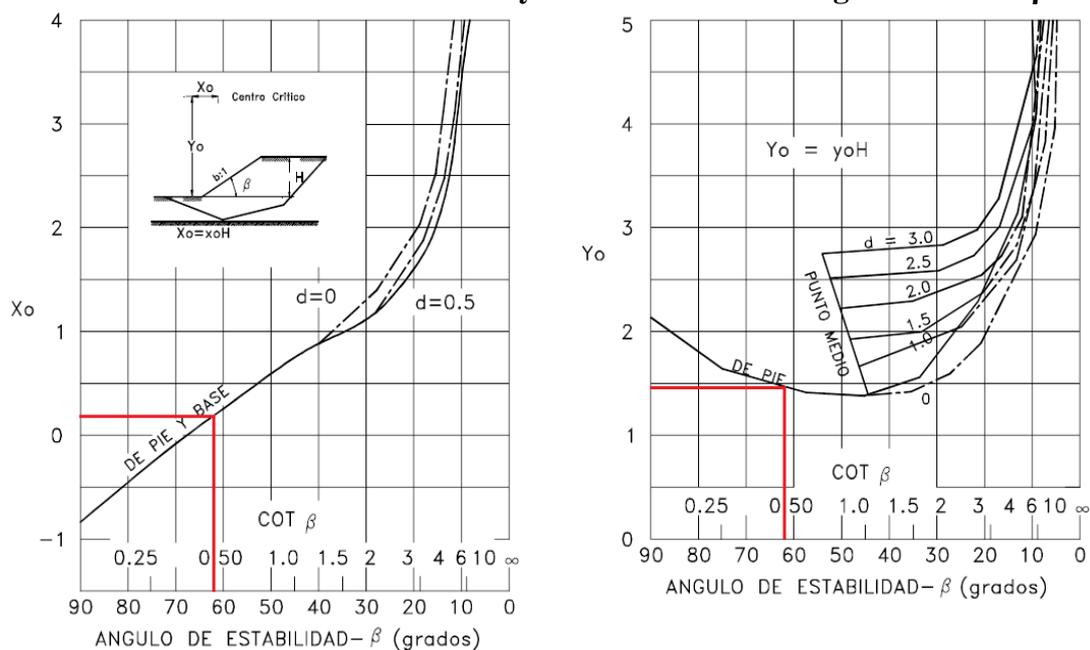
$$d = \frac{3.00 \text{ m}}{4.00 \text{ m}}$$

d = 0.75

Localización del Circulo Crítico (Xo; Yo).

Para taludes más empinados que 53° el círculo crítico pasa por el pie y para taludes más tendidos que 53° el círculo pasa tangente a la superficie o firme.

Gráfico N° 45. Localización de X_o y Y_o en función del Ángulo de Talud β .



Fuente: Deslizamiento y Estabilidad de Taludes. Jaime Suarez Díaz 2012.

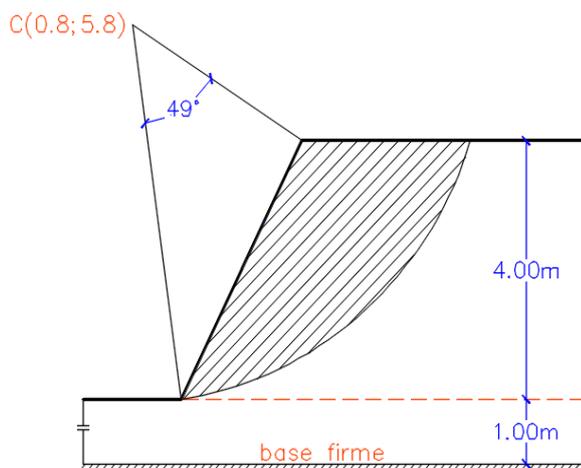
El talud a diseñar tiene un ángulo de 63° y en base a este, los valores obtenidos son:

$$X_o = 0.2 ; Y_o = 1.45$$

$$X_o * H = 0.2 * 4.00m = 0.8 m$$

$$Y_o * H = 1.45 * 4.00m = 5.8 m$$

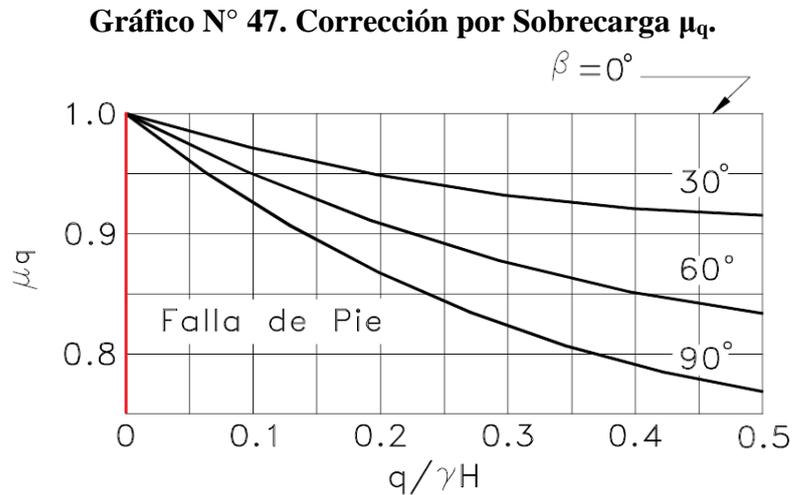
Gráfico N° 46. Círculo Crítico de Talud.



Fuente: Autor.

Factores de Reducción (μ_q , μ_w , μ_t).

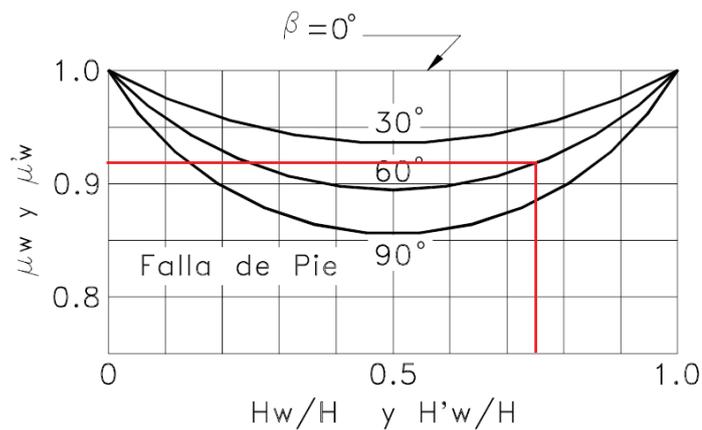
Puede encontrarse el factor de reducción por carga adicional μ_q , factor de reducción por sumergencia o infiltración μ_w y factor de reducción por grieta de tracción μ_t , con los gráficos N° 47, 48 y 49 respectivamente.



Fuente: Deslizamiento y Estabilidad de Taludes. Jaime Suarez Díaz 2012.

Se asume que no existe una sobrecarga q sobre el talud, entonces $\mu_q = 1.0$

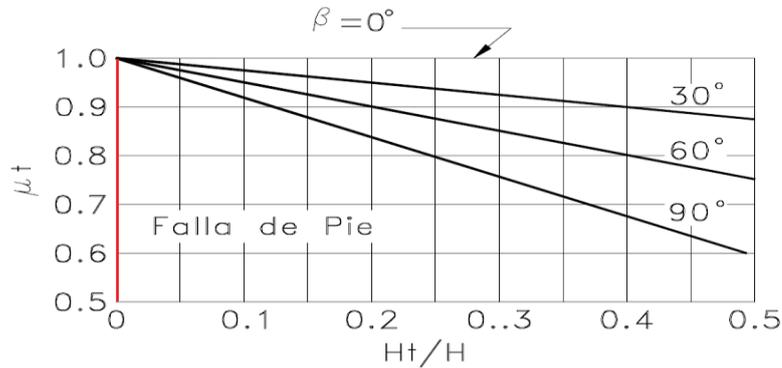
Gráfico N° 48. Corrección por Sumergencia μ_w .



Fuente: Deslizamiento y Estabilidad de Taludes. Jaime Suarez Díaz 2012.

La altura de nivel freático $H_w = 3.00$ m indica que existe un factor de reducción por sumergencia debido a que el agua hace presión sobre el talud. Mediante el gráfico N° 48 se estimó un $\mu_w = 0.92$

Gráfico N° 49. Corrección por Grieta de Tensión μ_t .



Fuente: Deslizamiento y Estabilidad de Taludes. Jaime Suarez Díaz 2012.

Se asume que no existe grietas de tracción Ht en el talud, entonces $\mu_t = 1.0$

Determinación del valor Pd.

$$Pd = \frac{\gamma * H + q - \gamma_w * H_w}{\mu_q * \mu_w * \mu_t}$$

En condiciones no consolidadas se toma valor $q = 0$, $\mu_q = 1$, es decir cuando no existe carga. Peso específico del agua 1000 kg/m^3

$$Pd = \frac{1.5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * 4.0\text{m} + 0 - 1.00 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * 3.0\text{m}}{1 * 0.92 * 1}$$

$$Pd = \frac{3.00 \text{ Ton/m}^2}{1 * 0.92 * 1}$$

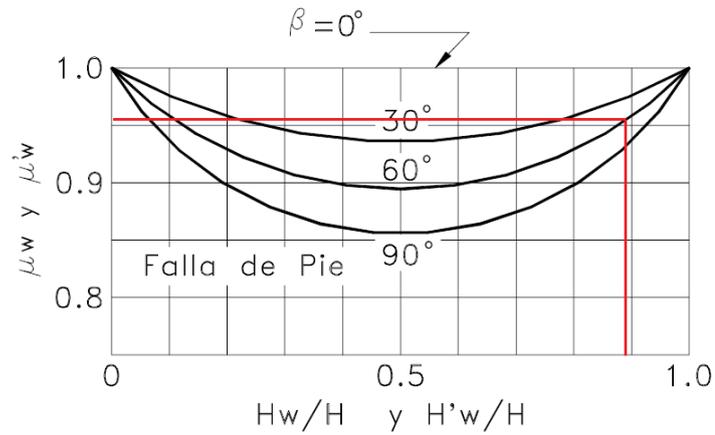
$$Pd = 3.26 \text{ Ton/m}^2$$

Determinación del valor Pe.

$$Pe = \frac{\gamma * H + q - \gamma_w * H'_w}{\mu_q * \mu'_w}$$

Para encontrar el factor de corrección por flujo μ'_w se utilizó la siguiente tabla en función de $H'_w/H = 0.88$

Gráfico N° 50. Corrección por flujo μ'_w



Fuente: Deslizamiento y Estabilidad de Taludes. Jaime Suarez Díaz 2012.

$$Pe = \frac{1.50 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * 4.0\text{m} + 0 - 1.00 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * 3.5\text{m}}{1 * 0.96}$$

$$Pe = \frac{2.50 \text{Ton}/\text{m}^2}{1 * 0.96}$$

$$Pe = 2.60 \text{Ton}/\text{m}^2$$

Parámetro Adimensional ($\lambda c\emptyset$).

$$\lambda c\emptyset = \frac{Pe * \tan\emptyset}{c}$$

Donde:

\emptyset : ángulo de fricción

c: cohesión

Los valores de ángulo de fricción y cohesión se los tomó de la tabla N° 55.

Tabla N° 55. Valores aproximados del Ángulo de Fricción Interna y Cohesión de algunos 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	25.5	0.03
limo arenoso	32.5	0.02
arena densa	35	0.00
grava arenosa	35	0.00

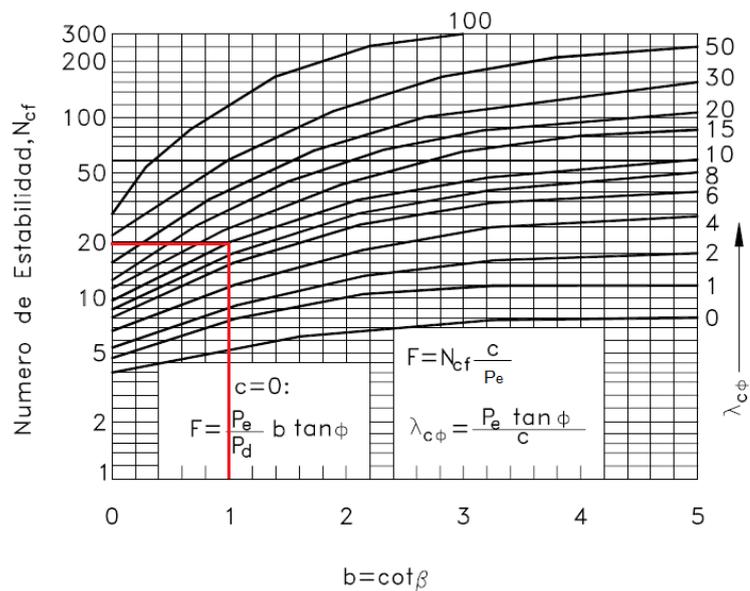
Fuente: Sergio J. Navarro Hudiel 2015.

$$\lambda c\phi = \frac{2.60 \text{ Ton/m}^2 * \tan 32.5}{0.2 \text{ Ton/m}^2}$$

$$\lambda c\phi = 8.30$$

Cálculo del número de estabilidad (Ncf).

Gráfico N° 51. Número de Estabilidad Ncf.



Fuente: Deslizamiento y Estabilidad de Taludes. Jaime Suarez Díaz 2012.

En función de $\lambda c\phi$ y b , el gráfico N° 51 determinó un valor de **Ncf = 20**

Factor de seguridad (Fs).

$$F_s = \frac{N_{cf} * c}{P_e}$$
$$F_s = \frac{20 * 0.2 \text{ Ton/m}^2}{2.60 \text{ Ton/m}^2}$$
$$F_s = 1.54$$

$$F_s \geq 1.50 \rightarrow 1.54 \geq 1.50 \therefore \text{OK}$$

3.2.5.1 ESTABILIZACIÓN CON MALLA ORGÁNICA.

A medida que la ingeniería se innova y gana fuerza la tendencia de la construcción sostenible, se viene estimulando la utilización de materia prima diferente a la tradicional que sea amigable con el medio ambiente. Uno de los materiales que sigue esta tendencia son las mallas orgánicas, poseen alta resistencia y degradación lenta.

Las mallas orgánicas se utilizan para controlar la erosión superficial y proporcionan protección inmediata a taludes vulnerables a los efectos de la erosión tales como viento, lluvia y superficies de escorrentía. Es colocada sobre taludes con tierra vegetal o sin ella, como la estera es biodegradable con el tiempo, favorece los procesos de enraizamiento y desarrollo de la capa vegetal.

Los materiales más habituales para las mallas son el yute y el coco, las de yute tienen una vida más corta y menor costo, mientras que las de coco son más resistentes y presentan diferentes gramajes y diferentes tamaños de luz.

En base a la pendiente del talud se puede estimar el material más propicio para la malla orgánica. Cabe recalcar que estas mallas orgánicas pueden ser utilizadas en taludes con mayor pendiente, pudiéndose sobrepasar los 45° y con problemas erosivos fuertes.

Tabla N° 56. Materiales y Gramajes en función de la Pendiente del Talud.

Inclinación del Talud	Material
< 3:1	Yute 500 gr/m ²
2:1	Yute 900 gr/m ² y coco 400 gr/m ²
1:1	Coco 700 gr/m ²
> 1:1	Coco 900 gr/m ²

Fuente: Caminos Naturales. Estabilización de Taludes.

Teniendo taludes en el proyecto con la inclinación 1:2, se consideró seleccionar el coco como material de la malla orgánica.

a. Datos Técnicos de la Malla Orgánica de Coco.

La biomalla está fabricada a partir de compuesto natural de coco, 100% biodegradable, su gran adaptabilidad permite que se coloque con facilidad en zonas con morfología diversa. Los datos técnicos más comunes de la malla se presentan a continuación:

- Tipo de material: red 100% de coco (biodegradable).
- Tamaño de rollos: 50 m² (2*25) m, 80 m² (2*40) m y 100 m² (2*50) m.
- Gramajes: 400, 700 y 900 gr/m².
- Durabilidad: 3 – 4 años.
- Pendiente: superior a 45°.

Con la malla orgánica de coco se consigue:

- Disminución de la energía cinética producida por la partícula erosiva de la gota de agua y viento.
- Aumento de la capacidad de campo o de retención de agua de suelo, al evitar la pérdida de agua por evaporación.
- Constituye un elemento que se incorpora al suelo y regula la temperatura del mismo al amortiguar su exposición al frío y al calor.
- Crear un soporte para la hidrosiembra, lo que permite el enraizamiento de especies vegetales y evita la erosión del terreno y las escorrentías.

b. Instrucciones para la instalación en Taludes.

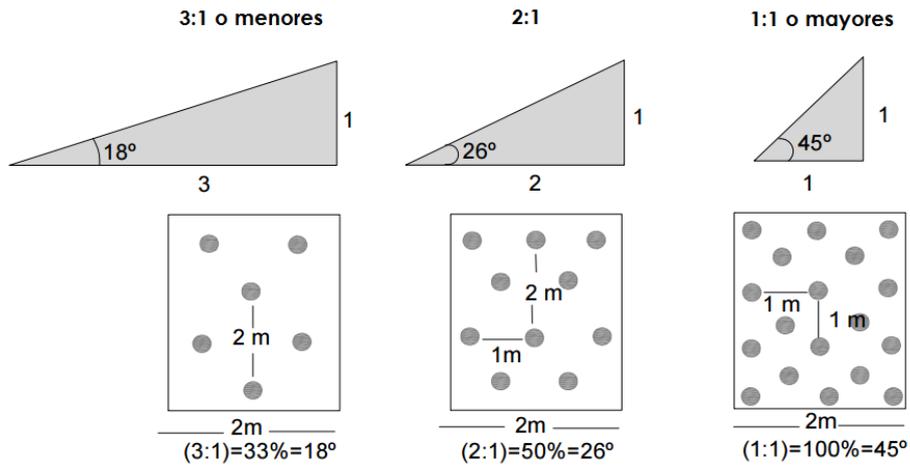
La instalación de la malla orgánica comprende los siguientes procesos:

b.1. Anclar la malla: en la cabecera del talud mediante una zanja de 20x20 o 30x30 cm, y se fija con una hilera de grapas separadas 50 cm, al fondo de la misma.

b.2. Desenrollar la malla: de forma longitudinal a lo largo del talud, sin tensar y procurando que esté en pleno contacto con el suelo, facilitando su adherencia y el crecimiento de las plantas a través de ella.

b.3. Fijar al suelo: con grapas adecuadas a la dureza o penetrabilidad del terreno según la distribución del gráfico que se presenta a continuación:

Gráfico N° 52. Anclaje de Grapas en Taludes.

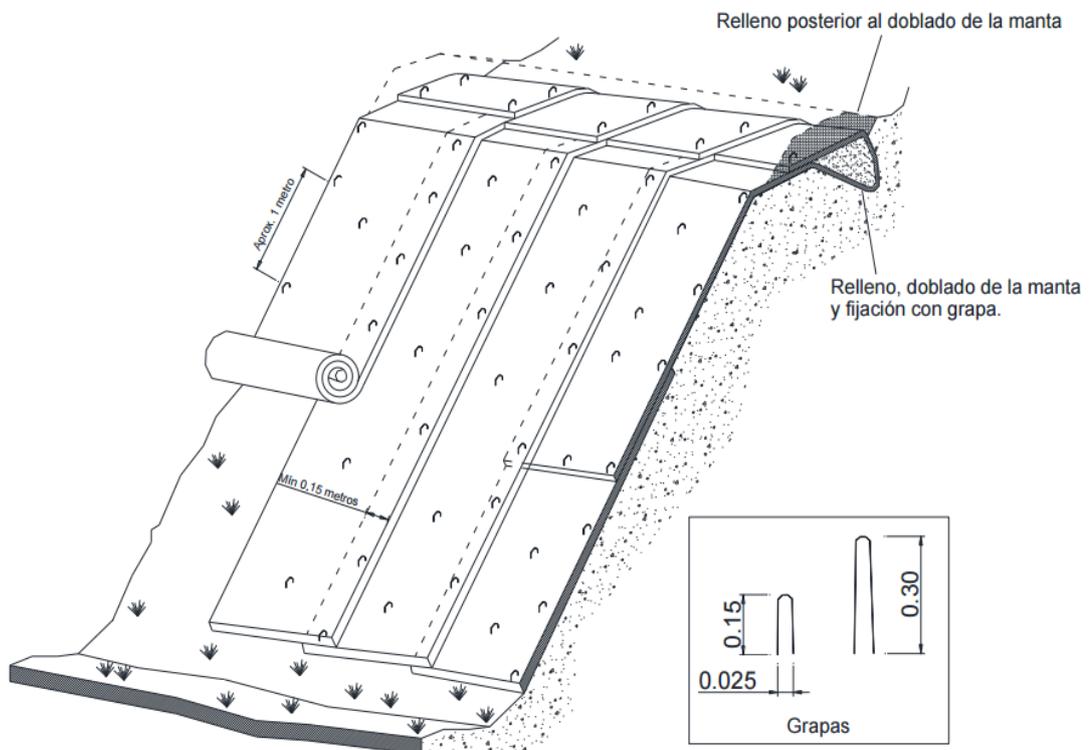


Fuente: Bon Terra Ibérica 2010.

b.4. Solapar las tiras de la malla: con un mínimo de 15 cm, tanto lateralmente como a principio y final de la malla, debiendo en este caso montar la malla remontante sobre la descendente y anclarlas mediante una hilera de grapas distantes a no más de 50 cm.

b.5. Anclar las tiras de malla adyacente: extremo sobre extremo a una distancia máxima de 2 metros y mínima de 1 metro.

Gráfico N° 53. Instalación de Mallas Orgánicas.



Fuente: Manual de Estabilización Biotécnica en Taludes. Universidad de Córdoba 2014.

3.3 MEDIDAS AMBIENTALES.

El presente proyecto además de ser concebido desde un punto de vista técnico, requerirá ser sustentable, es decir, que los objetivos planteados en el inicio del proyecto y su interrelación con el medio ambiente tenga un resultado beneficioso para el bienestar de la población, preservando el entorno natural para las futuras generaciones.

Las medidas ambientales son actividades, obras o diseños que tienen como principal objetivo, dar solución a varios impactos ambientales negativos significativos. Estas medidas van desde un trazado más conservador hasta la construcción de infraestructura que mejore la conectividad entre ambos lados del camino.

Las medidas ambientales son clasificadas en tres grupos: aquellas que se aplican antes de la construcción de la obra, durante la construcción y finalmente las que se utilizan en la fase de mantenimiento. Concluido la fase de estudio y respetando las primeras, es posible disminuir tanto la cantidad como la importancia de los efectos negativos.

A continuación se presenta una descripción detallada de los diferentes tipos de medidas que son aplicables a un proyecto vial.

Tabla N° 57. Impactos Ambientales y Medidas Preventivas y Mitigatorias.

IMPACTOS	MEDIDAS
1.- DISEÑO	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de cursos de agua producto de diseños que eliminan red de drenaje natural. • Alteración de la estabilidad de taludes producto de la elección del trazado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferir el trazado de caminos en superficie llana, y evitando el cruce de cursos de aguas superficiales. • Evitar producir efectos dique con la plataforma del camino.
Medio Biótico	
<ul style="list-style-type: none"> • Corte de flora innecesaria durante el proceso de topografía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los profesionales respecto al reconocimiento de especies nativas de flora, con el fin de evitar su corte.
Medio socioeconómico	
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del riesgo de accidentes producto del mejoramiento del camino. • Disminución del valor paisajístico de zonas producto de trazados que no se ajustan a la geomorfología del entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar aceras en sectores poblados para evitar el tráfico de peatones sobre la calzada. • Diseñar zonas de descanso y miradores que permitan resaltar el valor paisajístico del entorno.
2.- INSTALACIÓN DE FRENTES DE OBRA	
Medio socioeconómico	
<ul style="list-style-type: none"> • Redefinición del uso de ciertos espacios comunitarios y privados. • Aumento del flujo de camiones y maquinaria pesada. • Pérdida de la continuidad espacial y territorial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de reutilización de los espacios privados y públicos, consensuado con la comunidad. • Creación de alternativas viales seguras y eficaces. • Permitir a la comunidad acceso a servicios y equipamientos básicos.

IMPACTOS	MEDIDAS
3.- OPERACIÓN DE PLANTA DE MATERIALES	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la calidad de aire • Aumento del ruido ambiente por uso de maquinaria pesada y tránsito de camiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar filtros a chimeneas de plantas de asfalto. • Construir barreras acústicas provisionales.
4.- PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la calidad del aire. • Alteración del régimen de escurrimiento de aguas superficiales y/o subterráneas. • Pérdida de la calidad de las aguas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir las alturas de descarga de tierras y áridos. • Humectar tierras y áridos antes de carga y descarga. • Respetar el drenaje, siempre que sea posible.
Medio Biótico	
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la estructura de la vegetación presente en el área intervenida. • Disminución de superficie vegetada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar el área de intervención a lo estrictamente necesario. • Reforestación con especies nativas o con las retiradas.
Medios Socioeconómicos	
<ul style="list-style-type: none"> • Generación de ruido, pérdida de tranquilidad, peligro de accidentes. • Aumento de los tiempos de desplazamiento. • Demolición de estructuras y desaparición de usos existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Información y coordinación con la población local. • Generación de pasos peatonales y vehículos para la población local. • Control de limpieza y retiro de escombros de cualquier tipo.

IMPACTOS	MEDIDAS
5.- MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRANSPORTE DE MATERIAL	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la calidad de aire • Inestabilidad de taludes de cortes. • Cambios en la morfología natural del terreno. • Aumento de las vibraciones por el uso de maquinaria pesada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Humectar los áridos. • Evitar transitar por sectores que no hayan sido habilitados para tal efecto. • Establecer límites de velocidad máxima. • Evitar el funcionamiento de motores diésel en ciclos largos de espera o como precalentamiento.
Medio Biótico	
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la estructura de la vegetación presente en el área intervenida. • Disminución de la densidad por especie debido a pérdida de hábitad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar el área a intervenir en la faja y obras anexas. • Evitar la incorporación a cursos de agua de material particulado.
Medio Socioeconómico	
<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de accesos vehiculares a las viviendas. • Generación de ruido, pérdida de tranquilidad. • Aumento del riesgo de accidentes. • Saturación de vías de acceso a la obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Generar accesos de vehículos para la población afectada. • Información y coordinación con la población local. • Información sobre los riesgos y planes de contingencia. • Evitar transporte en horas pico.
6.- INTERRUPCIÓN TEMPORAL DE SERVICIOS BÁSICOS	
Medio Socioeconómico	
<ul style="list-style-type: none"> • Efectos sobre población por corte de servicios básicos. • Detención de producción y normal desarrollo de actividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de contingencia vial. • Permitir a la comunidad acceso a servicios y equipamientos básicos.

IMPACTOS	MEDIDAS
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de Ruido ambiente por uso de maquinaria pesada. • Aumento de las vibraciones por el uso de maquinaria pesada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir la circulación de vehículos y maquinarias solamente a aquellos caminos de desvíos implementados por la obra.
7.- DESVIÓ DE TRÁNSITO	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la calidad del aire. • Aumento de ruido ambiente por la circulación de vehículos. • Aumento de vibraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir recorridos y aplicar riego control de polvo. • Alejar los desvíos al menos a 1000 m. con respecto a puntos receptores.
Medio Biótico	
<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la vegetación debido a la intervención de superficie de suelo. • Disminución de superficie para la fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitar las áreas de desvió al ancho necesario de la vía. • Evitar el corte innecesario de árboles y arbustos.
Medios Socioeconómicos	
<ul style="list-style-type: none"> • Detención de producción y normal desarrollo de actividades. • Aumento de los costos de movilidad de la población afectada por la obra vial. • Aumento de los accidentes viales, potenciales daños materiales y a las personas. • Aumento del flujo de vehículos y camiones por zonas pobladas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informar sobre desvíos. • Creación de vías alternas seguras y eficaces. • Control de limpieza y retiro de escombros de cualquier tipo. • Información sobre los riesgos y planes de contingencia. • Información y coordinación con la población local.

IMPACTOS	MEDIDAS
8.- OBRAS DE DRENAJE.	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la capacidad de uso del suelo por construcción de terraplenes. • Alteración negativa de los escurrimientos subterráneos por efecto de embalse provocado por la construcción de terraplenes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un Plan de Gestión de las obras de drenaje. • Diseñar terraplenes que permitan pasar aguas subterráneas, proyectando para ellos serias de alcantarillas o terraplenes permeables.
Medio Socioeconómico	
<ul style="list-style-type: none"> • Modificación o intrusión de elementos diferentes a los componentes de la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar diseños paisajísticos según entorno dominante considerando vegetación y colores.
9.- COLOCACIÓN DE CAPAS GRANULARES	
Medio Físico	
<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la calidad de aire. • Generación de residuos de construcción. • Aumento de los niveles de ruido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar malla raschel corta viento. • Transporte de residuos. • En lugares donde exista población trabajar en horarios que no perturben.
10.- USO DE LA VÍA	
Medio Socioeconómico	
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la inseguridad de la comunidad: mayor grado de accidentes. • Interferencia sobre el flujo peatonal. • Aumento de contactos externos de la población con otras poblaciones. • Potencial aumento de turismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinación con autoridades locales para implementación de Plan de Desarrollo Integral, abarcando factores culturales y socioeconómicos. • Coordinación con los Ministerios pertinentes para dotación de servicios básicos y equipamientos.

Fuente: Manual de Guía y Criterios para Estudios Ambientales. MTOP 2013.

3.4 PRESUPUESTO.

3.4.1 VOLÚMENES DE OBRA.

A continuación se procedió con el cálculo de volumen de cada rubro necesario para determinar el presupuesto referencial del proyecto.

a. Desbroce, desbosque y limpieza. Unidad de medida **Ha**

La longitud de la vía es de 3603.61 m y se consideró un ancho de faja igual a 20 m.

Área (desbroce, desbosque y limpieza) = longitud de la vía * ancho de faja.

Área (desbroce, desbosque y limpieza) = 3603.61 m * 20 m

Área (desbroce, desbosque y limpieza) = 72072.2 m² = **7.21 Ha**

b. Replanteo y nivelación. Unidad de medida **Km**

La longitud de la vía es de 3603.61 m

Longitud (replanteo y nivelación) = longitud de la vía

Longitud (replanteo y nivelación) = 3603.61 m = **3.60 Km**

c. Excavación sin clasificar. Unidad de medida m³.

El software Civil 3D 2016 indicó un valor de corte en el diseño igual a **14540.51 m³**

d. Excavación para cunetas y encauzamientos. Unidad de medida m³

La sección transversal de la cuneta es igual a 0.26 m².

Volumen (excavación) = sección transversal cuneta * longitud de la vía * # de lados

Volumen (excavación) = 0.26 m² * 3603.61 m * 2

Volumen (excavación) = **1873.88 m³**

e. Excavación y relleno para estructura menor. Unidad de medida m³

La longitud total de tubería para alcantarillas es de 39 m y para su colocación se asume una profundidad y altura de 2 m, longitud de encauzamiento igual a 15 m en cada lado.

Volumen₁ (excavación y encauzamiento de alcantarillas) = [Long. de tubería + (long. encauzamiento * # lados * # alcantarillas)] * base * profundidad

Volumen₁ (excavación y encauzamiento de alcantarillas) = [39 m + (15 m * 2 * 3)] * 2 m * 2m

Volumen₁ (excavación y encauzamiento de alcantarillas) = **516 m³**

Para cabezales y muros de ala se estima un volumen de excavación igual a 12 m³ por alcantarilla.

Volumen₂ (excavación cabezales y muros) = Vol. cabezales y muros * # alcantarillas

Volumen₂ (excavación cabezales y muros) = 12 m³ * 3

Volumen₂ (excavación cabezales y muros) = **36 m³**

Volumen_{TOTAL} = 516 m³ + 36 m³

Volumen_{TOTAL} = **552 m³**

f. Relleno compactado. Unidad de medida **m³**

El software Civil 3D 2016 indicó un valor de relleno en el diseño igual a **13253.91 m³**

g. Colocación de malla orgánica. Unidad de medida **m²**

Para este rubro se consideró el corte en sección cada 20 metros en todo el proyecto, y las áreas más críticas que requieren la colocación de malla son:

Área (talud) = 313.78 m²

Área (terraplén) = 1689.28 m²

Área Total = **2003.06 m²**

h. Acabado de la obra existente. Unidad de medida **m²**

La longitud de la vía y ancho de calzada es 3603.61 m y 6 m respectivamente.

Volumen (acabado de obra) = Longitud de la vía * ancho de calzada

Volumen (acabado de obra) = 3603.61 m * 6 m

Volumen (acabado de obra) = **21621.66 m²**

i. Limpieza de derrumbes. Unidad de medida m³

Para este rubro se consideró un 10% del volumen de excavación sin clasificar.

Volumen (limpieza de derrumbes) = 10% (excavación sin clasificar)

Volumen (limpieza de derrumbes) = 10% (14540.51 m³)

Volumen (limpieza de derrumbes) = **1454.05 m³**

j. Suministro y colocación de sub-base clase 3. Unidad de medida m³

El espesor de la capa sub-base requerido es 15 cm

Volumen (sub-base clase 3) = longitud de la vía * ancho de vía * espesor sub-base

Volumen (sub-base clase 3) = 3603.61 m * 6.00 m * 0.15 m

Volumen (sub-base clase 3) = **3243.25 m³**

k. Suministro y colocación de base clase 3. Unidad de medida m³

El espesor de la capa base requerido es 10 cm

Volumen (base clase 3) = longitud de la vía * ancho de calzada * espesor sub-base

Volumen (base clase 3) = 3603.61 m * 6.00 m * 0.10 m

Volumen (base clase 3) = **2162.17 m³**

l. Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación. Unidad de medida lt

Este rubro se trabajó con un factor de sobreancho igual a 1.10 y un rendimiento de imprimación de 1.5 lts/m²

Área (imprimación) = Longitud de la vía * ancho de calzada

Área (imprimación) = 3603.61 m * 6.00 m

Área (imprimación) = 21621.66 m²

Volumen (asfalto RC-250) = área imprimación * factor de sobreancho * rendimiento de imprimación

Volumen (asfalto RC-250) = 21621.66 m² * 1.10 * 1.4 lts/m²

Volumen (asfalto RC-250) = **33297.36 lts**

m. Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta, e=5 cm Unidad de medida **m²**

Este rubro se trabajó con un factor de sobreancho igual a 1.10

Área (rodadura asfáltica) = longitud de la vía * ancho de calzada * factor sobreancho

Área (rodadura asfáltica) = 3603.61 m * 6.00 m * 1.10

Área (rodadura asfáltica) = **23783.83 m²**

n. Muro de H.S para cabezales (f'c=180 kg/cm²). Unidad de medida **m³**

El diseño de alcantarillas requiere de dos tipos de cabezales

Cabezal tipo 1 (D=1.00 m)

Volumen (cabezal de entrada) = 5.42 m³

Volumen (cabezal de salida) = 4.49 m³

Volumen total = 9.91 m³ * 2 (# alcantarillas) = 19.82 m³

Cabezal tipo 2 (D=1.20 m)

Volumen (cabezal de entrada) = 5.31 m³

Volumen (cabezal de salida) = 4.80 m³

Volumen total = 10.11 m³ * 1 (# alcantarillas) = 10.11 m³

Volumen (cabezales) = **29.93 m³**

o. Hormigón para cunetas (f'c=180 kg/cm²). Unidad de medida **m³**

La sección de cuneta es 0.1325 m² y adicional a la longitud del proyecto se consideró un valor para descargas de 100 m

Volumen (cunetas) = sección de cuneta * (longitud de vía + descargas) * # de lados

Volumen (cunetas) = 0.1325 m² * (3603.61 + 100) m * 2

Volumen (cunetas) = **981.46 m³**

p. Tubería empernable MP-100 D=1.00 m, e=2.5 mm. Unidad de medida **ml**

Para este rubro se determinó que la longitud de tubería en cada alcantarilla es 13 m.

Longitud (tubería D=1.00 m) = longitud tubería * # de alcantarillas.

Longitud (tubería D=1.00 m) = 13 m * 2

Longitud (tubería D=1.00 m) = **26 m**

q. Tubería empernable MP-100 D=1.20 m, e=2.5mm. Unidad de medida ml

Para este rubro se determinó que la longitud de tubería en cada alcantarilla es 13 m.

Longitud (tubería D=1.00 m) = longitud tubería * # de alcantarillas.

Longitud (tubería D=1.00 m) = 13 m * 1

Longitud (tubería D=1.00 m) = **13 m**

r. Señalización horizontal. Unidad de medida ml

El proyecto contará con tres líneas pintadas sobre el pavimento, una línea blanca continua en el extremo de cada carril y una línea amarilla segmentada que separa los carriles con direcciones opuestas.

Longitud (señalización horizontal) = longitud de la vía * # de líneas

Longitud (señalización horizontal) = 3603.61 m * 3

Longitud (señalización horizontal) = **10810.83 m**

s. Señales informativas y ecológicas. Unidad de medida u

El diseño determinó la colocación de **3** señales informativas (2.40*1.20)

El diseño determinó la colocación de **2** señales ecológicas (2.40*1.20)

t. Señales preventivas y reglamentarias. Unidad de medida u

El diseño determinó la colocación de **25** señales preventivas (2.40*1.20)

El diseño determinó la colocación de **5** señales reglamentarias (2.40*1.20)

3.4.2 PRESUPUESTO REFERENCIAL.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalen

PRESUPUESTO REFERENCIAL

N°	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global
1	Desbroce, desbosque y limpieza.	Ha	7.21	208.86	1505.88
2	Replanteo y nivelación.	Km	3.60	635.30	2287.08
3	Excavación sin clasificar.	m³	14540.51	1.73	25155.08
4	Excavación para cunetas y encauzamiento.	m³	1873.88	2.81	5265.60
5	Excavación y relleno para estructura menor.	m³	552.00	6.10	3367.20
6	Relleno compactado.	m³	12253.91	2.86	35046.18
7	Colocación de malla orgánica (incluido transporte).	m²	2003.06	3.21	6429.82
8	Acabado de la obra existente.	m²	21621.66	1.45	31351.41
9	Limpieza de derrumbes.	m³	1454.05	1.46	2122.91
10	Suministro y colocación de sub-base clase 3.	m³	3243.25	16.03	51989.30
11	Suministro y colocación de base clase 3.	m³	2162.17	18.30	39567.71
12	Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación.	lts	33297.36	1.14	37958.99
13	Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta, e=5 cm.	m²	23783.83	12.05	286595.15
14	Muro de H.S para cabezales ($f'c=180\text{kg/cm}^2$).	m³	29.93	203.11	6079.08
15	Hormigón para cunetas ($f'c=180\text{kg/cm}^2$).	m³	981.46	143.11	140456.74
16	Tubería empernable MP-100 D=1.00 m, e=2.5 mm.	ml	26.00	238.84	6209.84
17	Tubería empernable MP-100 D=1.20 m, e=2.5 mm.	ml	13.00	276.84	3598.92
18	Señalización horizontal.	ml	10810.83	0.41	4432.44
19	Señalizaciones informativas y ambientales.	u	5.00	257.87	1289.35
20	Señalizaciones preventivas y reglamentarias.	u	30.00	126.95	3808.50
				PRESUPUESTO	694517.19

3.5 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.

CRONOGRAMA VALORADO																																								
RUBRO	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	P.TOTAL	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5																		
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4															
1	Desbroce, desbosque y limpieza.	Ha	7.21	208.86	1505.88	1505.88																																		
2	Replanteo y nivelación.	Km	3.60	635.30	2287.08	7.21																																		
3	Excavación sin clasificar.	m³	14540.51	1.73	25155.08	3.60	18866.31				6288.77																													
4	Excavación para cunetas y encauzamiento.	m³	1873.88	2.81	5265.60	10905.38	5265.60				3635.13																													
5	Excavación y relleno para estructura menor.	m³	552.00	6.10	3 367.20	1873.88	1873.88																																	
6	Relleno compactado.	m³	12253.91	2.86	35046.18	3 367.20	552.00																																	
7	Colocación de malla orgánica (incluido transporte).	m²	2003.06	3.21	6429.82	15019.79	20026.39				7002.23																													
8	Acabado de la obra existente.	m²	21621.66	1.45	31351.41	5251.68	6429.82				2003.06																													
9	Limpieza de derrumbes.	m³	1454.05	1.46	2122.91		31351.41				21621.66																													
10	Suministro y colocación de sub-base clase 3.	m³	3243.25	16.03	51989.30		2122.91				1454.05																													
11	Suministro y colocación de base clase 3.	m³	2162.17	18.30	39567.71																																			
12	Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación.	lts	33297.36	1.14	37958.99																																			
13	Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta, e=5 cm.	m²	23783.83	12.05	286 595.15																																			
14	Muro de H.S para cabezales (f'c=180kg/cm2).	m³	29.93	203.11	6079.08						6079.08																													
15	Hormigón para cunetas (f'c=180kg/cm2).	m³	981.46	143.11	140456.74						29.93																													
16	Tubería empernable MP-100 D=1.00 m, e=2.5 mm.	ml	26.00	238.84	6209.84						43217.46																													
17	Tubería empernable MP-100 D=1.20 m, e=2.5 mm.	ml	13.00	276.84	3598.92						301.99																													
18	Señalización horizontal.	ml	10810.83	0.41	4432.44																																			
19	Señalizaciones informativas y ambientales.	u	5.00	257.87	1289.35																																			
20	Señalizaciones preventivas y reglamentarias.	u	30.00	126.95	3808.50																																			
TOTAL					694517.19																																			
INVERSIÓN MENSUAL						\$ 56 120.63	\$ 115 515.84	\$ 213 675.62	\$ 206 986.12	\$ 102 218.98																														
AVANCE PARCIAL %						8.08%	16.63%	30.77%	29.80%	14.72%																														
INVERSION ACUMULADA						\$ 56 120.63	\$ 171 636.47	\$ 385 312.09	\$ 592 298.21	\$ 694 517.19																														
AVANCE ACUMULADO %						8.08%	24.71%	55.48%	85.28%	100.00%																														

3.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Desbroce, desbosque y limpieza.- Este trabajo radica en limpiar el terreno donde se llevará a cabo la obra contratada, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, matorrales y cualquier otra vegetación. También se incluyen la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador.

Este rubro se efectuará por medios manuales y mecánicos, por lo general dentro de los límites de construcción y hasta 10 m. por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes.

En zonas de excavación o terraplenes menores a 2 m. se deberá remover y descartar toda la vegetación en general. En zonas que se cubrirán por terraplenes mayores a 2 m. la tala de árboles se puede hacer a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural, los arbustos y maleza se eliminarán por completo. [21]

Excavación sin clasificar.- Es la excavación y desalojo que se realiza de cualquier material que se encuentra durante el trabajo, en cualquier condición y tipo de terreno, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca. [21]

Excavación para cunetas y encauzamiento.- Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas que pueden estar en la zona del camino o adyacente al mismo, también para recoger y evacuar aguas no subterráneas.

El sistema de cunetas y encauzamientos comprenderá zanjas de coronación, tomas y salidas de agua, además de todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho sea menor de 3 m.

Para la construcción se procederá de forma manual, utilización de maquinaria pesada o la combinación de las mismas. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya. [21]

Excavación y relleno para estructura menor.- Este trabajo consistirá en la excavación en cualquier tipo de terreno necesario para la construcción de zanjas donde será la instalación de alcantarillas, tuberías y otras obras de arte. [21]

Antes de proceder con la excavación para estructuras, deberán realizarse, en el área fijada, los trabajos necesarios de limpieza de acuerdo al trabajo de desbroce, desbosque y limpieza. [21]

Relleno compactado.- Este trabajo consistirá en la operación mecánica controlada para comprimir los suelos y materiales por reducción de espacios vacíos, mediante el empleo de equipo apropiado para la compactación del terreno natural original, terraplenes y rellenos. [21]

Acabado de la obra básica.- Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma de la vía a nivel de subrasante, de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo se realizará cuando el acabado se ejecute sobre una plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento. Para proceder con este rubro ya deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras. [21]

Limpieza de derrumbes.- Este trabajo consiste en remover y desalojar hasta el sitio que ordene el fiscalizador los materiales acumulados en la plataforma del camino, provenientes de derrumbes ocurridos después de que el Contratista haya terminado la obra básica correspondiente.

El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma de la vía y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante.

Suministro y colocación de sub-base.- Este trabajo consistirá en la construcción de la capa de sub-base compuesta por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado. La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos. [21]

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 mayor del 30%. [21]

Suministro y colocación de base.- Este trabajo consistirá en la construcción de la capa base compuesta por agregados triturados de forma parcial o total, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada.

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%. [21]

Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación.- Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificado sobre la superficie de una base o subbase, que deberá contar con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos.

El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Antes de la colocación del asfalto deberá estar limpia de cualquier material extraño. [21]

Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura asfáltica constituido por agregados en la granulometría especificada, 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. [21]

Muro de hormigón para cabezales.- Los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla deberán construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del fiscalizador. Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras de muro, salvo que de otra manera lo ordene por escrito el fiscalizador. [21]

Tubería empernable para alcantarilla.- Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas y otros conductos, de las clases, tamaños y dimensiones estipulados en los documentos contractuales. Serán instalados en los lugares señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. [21]

Señalización horizontal.- Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Las superficies en las cuales las marcas serán pintadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos. Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. [21]

Señales ambientales.- Trata sobre la implementación de una adecuada señalización con temas alusivos a la prevención y control de las actividades humanas a fin de evitar deterioros ambientales en las zonas de trabajo de la obra vial. [21]

Señales preventivas.- Considera una serie de actividades tendientes a delimitar y señalar las áreas de trabajo de tal forma de generar todas las condiciones de seguridad a los usuarios de la vía y a los obreros de la misma en sus etapas de construcción y mantenimiento vial. [21]

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- Se concluyó como prioritario proceder con la construcción de la Vía Misquillí – Quinche –Jerusalén, debido al pésimo estado actual de la carretera los habitantes encuentran difícil la movilidad de sus productos a los distintos puntos de comercialización.
- Durante el recorrido con las autoridades del GAD Parroquial de Santa Rosa, se presenció el abundante sembrío de fresa y mora, además de infraestructura cercana a la carretera.
- En la obtención de la topografía del área del proyecto, se catalogó el terreno como ondulado a pesar de contar con pequeños tramos con pendientes considerables.
- La visualización y conteo de tráfico vehicular indica que la vía en estudio pertenece a la clase IV catalogada así por el MTOP, y siendo notoria la constante circulación de vehículos tipo camionetas y camiones pequeños.
- Los estudios de Suelo llevados a cabo en el laboratorio, de calicatas excavadas cada 1000 metros a lo largo del proyecto, señalan al suelo arena - limoso como dominante.
- La metodología CBR indicó un valor de diseño de 16.5%, clasificando al suelo como regular a nivel de la subrasante.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Realizar una socialización con los moradores de la comunidad, indicando las posibles molestias que puede producir el proceso de construcción.
- Respetar las medidas mínimas ambientales para contrarrestar los efectos negativos en la zona, producto de la obra de ingeniería que se pretende construir.
- Debido a la considerable presencia de cultivos e infraestructura aledaña a la obra, seguir minuciosamente el trazado propuesto para ocasionar la menor molestia a la comunidad.
- Respetar las especificaciones propuestas en este Proyecto Técnico.
- Seguir el procedimiento establecido por la ficha técnica en la colocación de la malla orgánica, a razón de evitar que la erosión acabe arrancando la malla del terreno.
- Supervisar las obras de drenaje en la carretera, debido a la presencia de constantes lluvias en el sector y teniendo sistemas de drenaje deficientes, la vida útil de la vía se reducirá notablemente.
- Se recomienda advertir todos los procesos constructivos que se estén llevando a cabo, con el fin de resguardar la seguridad de los peatones que se vean obligados en transitar por la vía.
- Señalar todas las rutas alternas con el fin de evitar pérdida de tiempo de los moradores a la hora de su movilización.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Fajardo L. “*Los Países con las mejores carreteras en América Latina.*” Internet: www.bbc.com/mundo/noticias, Junio 10, 2015 [Enero 4, 2016]
- [2] “Anillo Vial en Quevedo.” *El Universo* (Enero 4, 2016), noticias, pp. 12.
- [3] “Gobierno Provincial de Tungurahua socializó plan vial provincial con GADS cantonales y parroquiales”. Internet: <http://www.tungurahua.gob.ec>, Marzo 23, 2016 [Abril. 22, 2016].
- [4] Editorial Macro. *Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos*. Lima, Perú: Macro EIRL, 2014.
- [5] Rico del Castillo. *La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres*. México: Limusa, 2014.
- [6] Nicholas J. Garber/Lester A. Hoel. *Ingeniería de Tránsito y Carreteras*. México, D.F: Thomson Editores, 2008.
- [7] MOP. “*Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*”. Ecuador 2003.
- [8] C. Kraemer/ J. Pardillo/ S. Rocci/ M. Romana/ V. Blanco/ M.A. del Val. *Ingeniería de Carreteras Volumen I*. Madrid, España: Concepción Fernández Madrid, 2004.
- [9] James Cárdenas Grisales. *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones, 2013.
- [10] MTOP. “*Norma para estudios y diseños viales*”. Quito, Ecuador, 2013.
- [11] Juárez Badillo/ Rico Rodríguez. *Mecánica de Suelos Tomo I. Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México: Limusa, 2014.
- [12] Juárez Badillo/ Rico Rodríguez. *Mecánica de Suelos Tomo II. Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos*. México: Limusa, 2014.
- [13] Vinicio Almeida. *Apuntes de la Cátedra “Diseño Geométrico de Vías”*. Ambato, Ecuador, 2014.
- [14] Jhon Agudelo. “*Diseño Geométrico de Vías*”. Universidad Nacional de Colombia, Medellín - Colombia, 2002.
- [15] Wilman M. Prieto. *Diseño Geométrico de Vías con Aplicaciones Básicas en Excel y Autocad*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones, 2012.
- [16] Instituto Ecuatoriano de Normalización. “*Señalización Vial Parte 1.*” Quito-Ecuador. RTE INEN 004-1, 2011.

- [17] Instituto Ecuatoriano de Normalización. “*Señalización Vial Parte 2.*” Quito-Ecuador. RTE INEN 004-2, 2011.
- [18] Jaime Suarez. *Deslizamiento y Estabilidad de Taludes*. Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de Suelos Ltda. 2012.
- [19] Darío Llamuca. *Apuntes de la Cátedra “Geotécnica”*. Ambato. Ecuador, 2016.
- [20] MTOP. “*Manual de Guía y Criterios para Estudios Ambientales en Obra de Infraestructura del Transporte Terrestre*”. Quito, Ecuador, 2013.
- [21] MOP, “*Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes*”. Quito, Ecuador, 2002.

ANEXOS

- A. Memoria Fotográfica.**
- B. Conteo de Tráfico.**
- C. Estudios de Suelo.**
- D. Valores de Diseño según MOP 2003.**
- E. Análisis de Precios Unitarios.**
- F. Planos**

ANEXO A: Memoria Fotográfica.

1. Estado Actual de la Vía.



Abcisa Km 2 + 020.



Abcisa Km 2 + 660.



Abcisa Km 3 + 160.

2. Topografía.



Cambio de estación.

3. Obtención de muestras.



Abscisa Km 0+300.



Abscisa Km 2+300.



Calicata

4. Ensayos de Suelo.



Granulometría de Suelo.



Ensayo de Compactación.



Copa de Casagrande.



Esponjamiento.



Ensayo CBR.

ANEXO B: Conteo de Tráfico.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR 							
PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.			DURACIÓN: 12 horas				
REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza			ESTACIÓN: Única				
FECHA: Lunes 23 de mayo de 2016							
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	3	0	0	0	0	3	8
7:00 - 7:15	2	0	0	1	0	3	9
7:15 - 7:30	4	0	0	0	0	4	12
7:30 - 7:45	2	0	1	0	0	3	13
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	2	12
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	10
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	6
8:30 - 8:45	1	0	1	0	0	2	5
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	4
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	2	5
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	6
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	4
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	1	0	0	1	0	2	3
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	2	4
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	5
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	5
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	3
12:30 - 12:45	3	0	0	0	0	3	4
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	4
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	1	0	0	2	8
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	6
13:45 - 14:00	2	0	1	0	0	3	8
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	7
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	5
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	5
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	2
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	2	4
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	4
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	5
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	4
16:15 - 16:30	2	0	0	0	0	2	4
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	1	4
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	4
17:00 - 17:15	2	0	1	0	0	3	7
17:15 - 17:30	0	0	1	0	0	1	6
17:30 - 17:45	1	0	1	0	0	2	7
17:45 - 18:00	3	0	0	0	0	3	9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

DURACIÓN: 12 horas

FECHA: Martes 24 de mayo de 2016

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	0	0	1	0	3	6
7:00 - 7:15	3	0	0	0	0	3	7
7:15 - 7:30	3	0	0	0	0	3	10
7:30 - 7:45	1	0	0	1	0	2	11
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	9
8:00 - 8:15	1	0	1	0	0	2	8
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	6
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	4
9:00 - 9:15	4	0	0	0	0	4	6
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	5
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	4
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	4
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	1
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	2
10:30 - 10:45	0	0	1	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	3
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	1	3
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	2	3
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	2	4
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	5
12:30 - 12:45	4	0	0	0	0	4	9
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	7
13:00 - 13:15	4	0	0	0	0	4	9
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	9
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	5
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	5
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	2
14:30 - 14:45	0	0	1	0	0	1	3
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	2
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	3
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	3
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	3
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	2	4
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	4
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	1	0	2	0	0	3	6
17:45 - 18:00	3	0	0	0	0	3	7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

DURACIÓN: 12 horas

FECHA: Miércoles 25 de mayo de 2016

ESTACION: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	1	0	1	0	0	2	
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	4
7:00 - 7:15	2	0	1	0	0	3	5
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	5
7:30 - 7:45	0	0	0	1	0	1	6
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	2	8
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	0	0	0	1	0	1	4
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	0	0	1	0	0	1	2
9:45 - 10:00	0	0	1	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	1	2
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	2	3
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	1	4
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	2	6
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	1	6
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	5
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	4
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	2
12:30 - 12:45	2	0	1	0	0	3	4
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	4
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	7
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	5
13:45 - 14:00	0	0	0	1	0	1	5
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	1	3
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	1	2
16:45 - 17:00	1	0	1	0	0	2	3
17:00 - 17:15	2	0	1	0	0	3	6
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	2	8
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	2	9
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	1	8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

DURACIÓN: 12 horas

FECHA: Jueves 26 de mayo de 2016

ESTACION: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	2	6
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	4
7:15 - 7:30	1	0	1	0	0	2	5
7:30 - 7:45	1	0	1	1	0	3	7
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	6
8:00 - 8:15	1	0	1	0	0	2	8
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	2	8
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	1	6
8:45 - 9:00	3	0	0	0	0	3	8
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	6
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	4
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	2	0	0	0	0	2	2
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	1	0	0	1	4
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	4
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	2	4
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	2	5
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	5
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	5
11:45 - 12:00	1	0	1	1	0	3	6
12:00 - 12:15	4	0	0	0	0	4	8
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	2	9
12:30 - 12:45	2	0	0	1	0	3	12
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	10
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	2	8
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	2	8
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	5
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	4
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	3
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	2	0	0	0	0	2	4
15:00 - 15:15	2	0	0	1	0	3	6
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	5
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	2	7
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	5
16:00 - 16:15	0	0	1	0	0	1	3
16:15 - 16:30	2	0	0	0	0	2	5
16:30 - 16:45	1	0	1	0	0	2	5
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	6
17:00 - 17:15	3	0	0	0	0	3	8
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	2	8
17:30 - 17:45	4	0	0	0	0	4	10
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	1	10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

DURACIÓN: 12 horas

FECHA: Viernes 27 de mayo de 2016

ESTACION: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	3	0	1	0	0	4	
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	2	0	1	0	0	3	
6:45 - 7:00	2	0	0	1	0	3	12
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	2	10
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	9
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	2	8
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	6
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	5
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	1	4
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	1	0	1	0	0	2	4
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	2	5
9:30 - 9:45	1	0	1	0	0	2	6
9:45 - 10:00	2	0	0	0	0	2	8
10:00 - 10:15	2	0	0	0	0	2	8
10:15 - 10:30	1	0	1	0	0	2	8
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	1	7
10:45 - 11:00	1	0	1	0	0	2	7
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	2	7
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	2	7
11:30 - 11:45	2	0	0	1	0	3	9
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	1	8
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	7
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	5
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	2	4
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	2	5
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	1	5
13:15 - 13:30	3	0	1	0	0	4	9
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	9
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	1	8
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	7
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	2	5
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	2	5
14:45 - 15:00	0	0	0	1	0	1	5
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	6
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	1	5
15:30 - 15:45	1	0	1	0	0	2	5
15:45 - 16:00	2	0	0	0	0	2	6
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	6
16:15 - 16:30	2	0	0	0	0	2	7
16:30 - 16:45	2	0	0	0	0	2	7
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	2	7
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	2	8
17:15 - 17:30	3	0	1	0	0	4	10
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	2	10
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	2	10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

DURACIÓN: 12 horas

FECHA: Sabado 28 de mayo de 2016

ESTACION: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	0	1	0	0	3	5
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	5
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	6
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	1	6
7:45 - 8:00	0	0	0	0	0	0	3
8:00 - 8:15	2	0	1	0	0	3	5
8:15 - 8:30	3	0	0	0	0	3	7
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	6
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	7
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	4
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	1	3
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	2	3
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	1	4
11:15 - 11:30	3	0	0	0	0	3	6
11:30 - 11:45	1	0	1	0	0	2	8
11:45 - 12:00	1	0	1	0	0	2	8
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	2	9
12:15 - 12:30	1	0	1	0	0	2	8
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	1	7
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	5
13:00 - 13:15	2	0	0	1	0	3	6
13:15 - 13:30	3	0	0	0	0	3	7
13:30 - 13:45	2	0	0	0	0	2	8
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	8
14:00 - 14:15	1	0	1	0	0	2	7
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	5
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	4
14:45 - 15:00	2	0	0	0	0	2	6
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	5
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	4
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	2	5
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	2	5
16:15 - 16:30	0	0	1	0	0	1	6
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	1	5
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	5
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	4
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	4
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	2	5
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	1	5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Estudio y Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

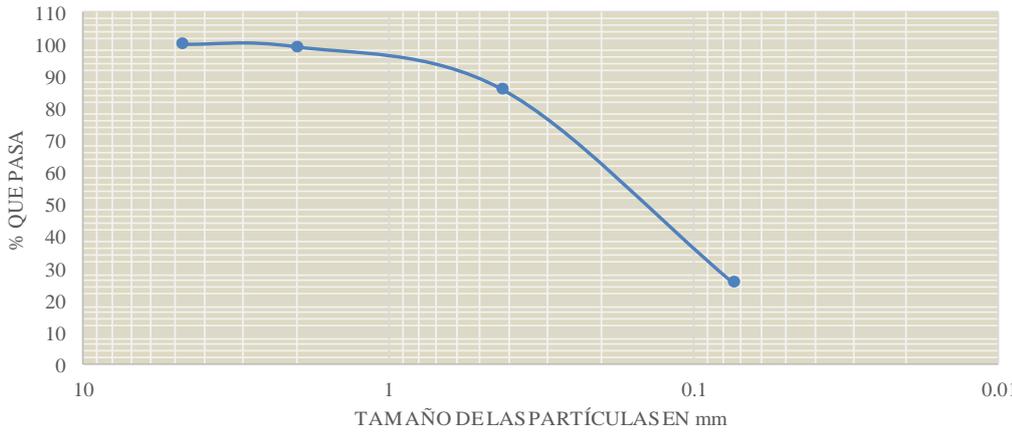
DURACIÓN: 12 horas

FECHA: Domingo 29 de mayo de 2016

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TOTAL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	0	2	
6:15 - 6:30	1	0	1	0	0	2	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	5
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	2	5
7:15 - 7:30	1	0	1	0	0	2	5
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	1	6
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	6
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	5
8:15 - 8:30	0	0	1	0	0	1	4
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	1	4
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	1	2
9:45 - 10:00	2	0	0	0	0	2	4
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	5
10:15 - 10:30	1	0	1	0	0	2	6
10:30 - 10:45	1	0	1	0	0	2	7
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	6
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	5
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	4
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	2	4
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	3
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	4
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	2	5
12:30 - 12:45	2	0	0	0	0	2	5
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	1	6
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	2	7
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	1	6
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	5
13:45 - 14:00	0	0	1	0	0	1	5
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	1	4
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	2	5
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	5
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	1	5
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	2	6
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	2	6
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	2	7
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	7
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	6
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	4
16:30 - 16:45	2	0	0	0	0	2	4
16:45 - 17:00	2	0	0	0	0	2	5
17:00 - 17:15	1	0	1	0	0	2	6
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	2	8
17:30 - 17:45	3	0	0	0	0	3	9
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	1	8

ANEXO C: Estudios de Suelo.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA GRANULOMETRÍA																													
PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.																															
REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza			ABSCISA: Km 0+300																												
NORMA: AASHTO T88-70 ASTM D 422-63			FECHA: Martes 21/06/2016																												
DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO																															
TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA																											
3"	76.3	0	0	100																											
1 1/2"	38.1	0	0	100																											
1"	25.4	0	0	100																											
3/4"	19.1	0	0	100																											
1/2"	12.7	0	0	100																											
3/8"	9.52	0	0	100																											
N 4"	4.76	0	0	100																											
PASA N 4		0	0	100																											
N 10	2	7.2	0.80	99.20																											
N 40	0.425	125.5	13.97	86.03																											
N 50	0.3																														
N 100	0.149																														
N 200	0.074	669.7	74.57	25.43																											
PASA EL N 200		228.4	25.43																												
TOTAL		898.1																													
Peso antes del lavado		898.1 gr																													
Peso despues del lavado		669.7 gr																													
Total diferencia		228.4 gr																													
GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA																															
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p>  <table border="1"> <caption>Datos del Gráfico de Distribución Granulométrica</caption> <thead> <tr> <th>Tamaño de Partícula (mm)</th> <th>% que Pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>76.3</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>38.1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>25.4</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>19.1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>12.7</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>9.52</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>4.76</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>99.20</td> </tr> <tr> <td>0.425</td> <td>86.03</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.149</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.074</td> <td>25.43</td> </tr> </tbody> </table>						Tamaño de Partícula (mm)	% que Pasa	76.3	100	38.1	100	25.4	100	19.1	100	12.7	100	9.52	100	4.76	100	2	99.20	0.425	86.03	0.3		0.149		0.074	25.43
Tamaño de Partícula (mm)	% que Pasa																														
76.3	100																														
38.1	100																														
25.4	100																														
19.1	100																														
12.7	100																														
9.52	100																														
4.76	100																														
2	99.20																														
0.425	86.03																														
0.3																															
0.149																															
0.074	25.43																														
CONTENIDO DE HUMEDAD																															
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	Peso del agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)																											
118.05	108.48	24.6	9.57	83.88																											
W%= 11.41																															



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LÍMITES DE ATTERBERG



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

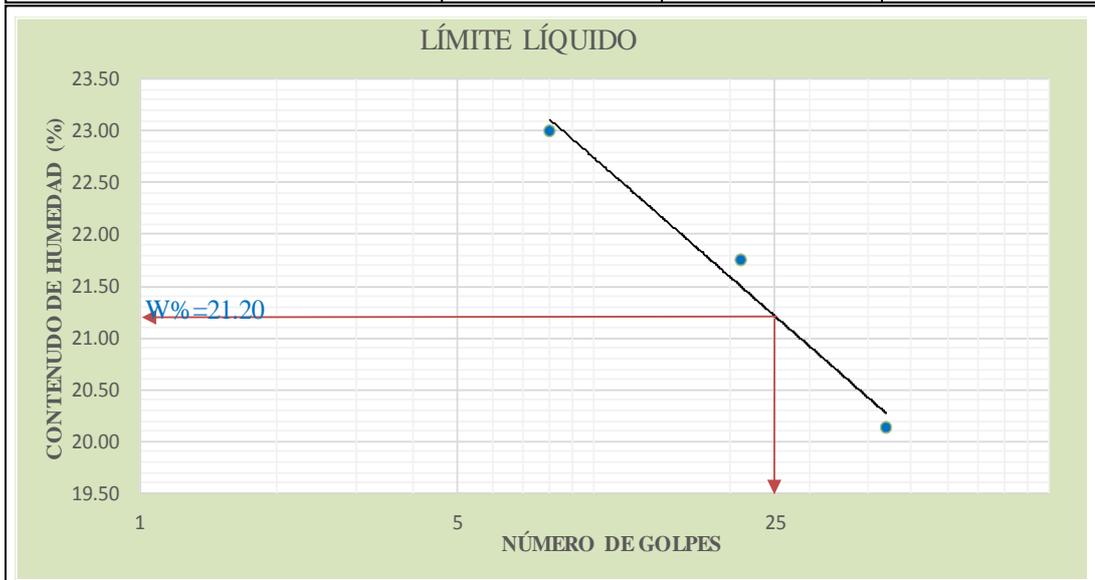
ABSCISA: Km 0+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Martes 21/06/2016

1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	44		21		8	
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	32.4	31	27.6	30.4	28.7	31.6
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	29.4	27.3	24.5	27.1	24.8	28.6
Peso del recipiente (Wr)	11.1	11.8	11.1	10.9	11	11.7
Peso del agua (Ww)	3	3.7	3.1	3.3	3.9	3
Peso suelo seco (Ws)	18.3	15.5	13.4	16.2	13.8	16.9
Contenido de humedad (W%)	16.39	23.87	23.13	20.37	28.26	17.75
Contenido de humedad prom (W%)	20.13		21.75		23.01	



1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO.

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7.2	7.1	7	7.2	6.9	7.3
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6.9	6.8	6.8	7	6.8	7.2
Peso del recipiente (Wr)	6.2	6.1	6	6.1	6.1	6.2
Peso del agua (Ww)	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
Peso suelo seco (Ws)	0.7	0.7	0.8	0.9	0.7	1
Contenido de humedad (W%)	42.86	42.86	25.00	22.22	14.29	10.00
Contenido de humedad prom (W%)	42.86		23.61		12.14	

Límite líquido = 21.20 %

Límite plástico = 26.20 %

Índice plástico = -5.00 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 0+300

NORMA: AASHTO T-180

FECHA: Miércoles 22/06/2016

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lb
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	16273 gr	Volumen molde cc:	2319.68

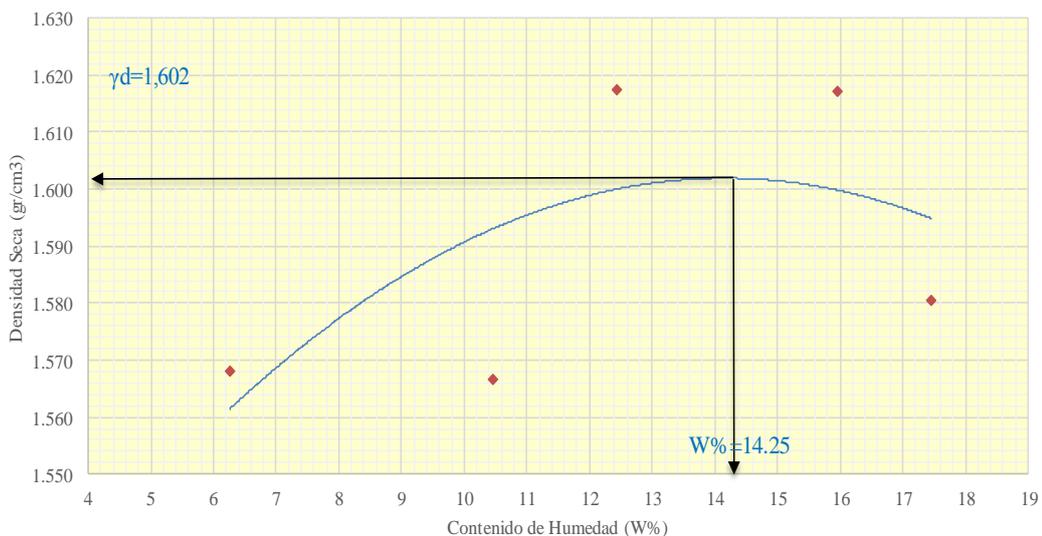
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	6	9	12	15	18
Humedad inicial añadida (cc)	360	540	720	900	1080
P molde + Suelo húmedo	20138	20287	20491	20623	20579
Peso suelo húmedo	3865	4014	4218	4350	4306
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.666	1.730	1.818	1.875	1.856

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	122.5	128.6	123.4	117.9	114.8	116.1	122.6	128.5	124.6	127.7
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	117.3	121.9	114.8	108.4	104.9	105.8	109.7	113.5	109.8	111.8
Peso del recipiente (Wr)	26	23.7	26.7	23.4	24	24.3	23	25.5	23.1	22.7
Peso del agua (Ww)	5.2	6.7	8.6	9.5	9.9	10.3	12.9	15	14.8	15.9
Peso suelo seco (Ws)	91.3	98.2	88.1	85	80.9	81.5	86.7	88	86.7	89.1
Contenido de humedad (W%)	5.70	6.82	9.76	11.18	12.24	12.64	14.88	17.05	17.07	17.85
Contenido de humedad prom (W%)	6.26		10.47		12.44		15.96		17.46	
Densidad seca en gr/cm ³	1.568		1.566		1.617		1.617		1.580	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máxima= 1.602

W óptimo %= 14.25



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

ABSCISA: Km 0+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Lunes 27/06/2016

NORMA: AASTHO T-180

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	12534	12591	11597	11612	11945	12039
Peso Molde	8157	8157	7389	7389	7934	7934
P. Húmedo	4377	4434	4208	4223	4011	4105
Volumen Muestra	2316.01	2316.01	2291.20	2291.20	2305.65	2305.65
Densidad Húmeda	1.890	1.915	1.837	1.843	1.740	1.780
Densidad Seca	1.592	1.605	1.560	1.543	1.485	1.431

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K4-1	K2-1	K2-2	K4-2	K3-1	K3-2	K5-1
P. Hum. + Recipiente	125.2	116.2	104.6	120.8	121	116.8	141.8	149.7	126.4
P. Seco + Recipiente	110.4	103.5	92.3	107.6	107.2	102.8	125.8	132.5	107.6
Peso Recipiente	34.7	32.3	28.45	30.3	31.8	30.85	33	31.6	30.7
Peso Agua	14.85	12.7	12.3	13.2	13.8	14	16	17.2	18.8
Peso Seco	75.65	71.15	63.85	77.25	75.4	71.95	92.8	100.9	76.9
Contenido Humedad %	19.63	17.85	19.26	17.09	18.30	19.46	17.24	17.05	24.45
Con. Hum. Prom. %	18.74		19.26	17.69		19.46	17.14		24.45



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE C.B.R.



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

ABSCISA: Km 0+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

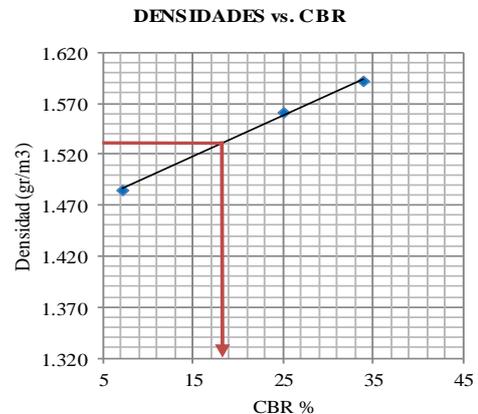
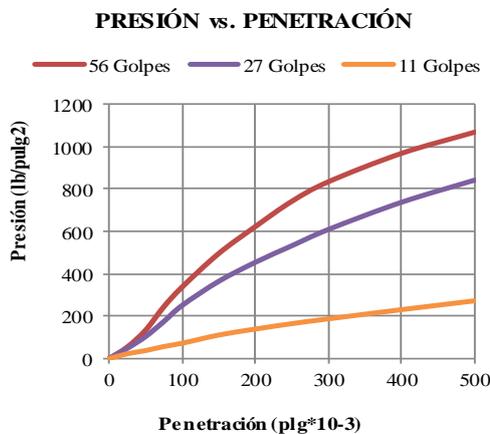
FECHA: Lunes 27/06/2016

1. ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C				
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h			Lect. Dial (plg)	h			Lect. Dial (plg)	h			
	Día y Mes	Hora		Días	plg.	plg *10-2		%	plg.	plg *10-2		%	plg.	plg *10-2	%
28-jun-16	12:38	0	0.000	0.00	0.00	0	0.020	0.00	0.00	0	0.000	0.00	0.00	0	
29-jun-16	12:42	1	0.000		0.00	0	0.030		1.00	0.2	0.000		0.00	0.00	0
30-jun-16	12:52	2	0.000		0.00	0	0.030		1.00	0.2	0.000		0.00	0.00	0

2. ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg ²				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	164.7	54.9			145.6	48.5			68.4	22.8		
1	0	50	402.5	134.2			312.7	104.2			112.5	37.5		
1	30	75	736.5	245.5			525.9	175.3			169.4	56.5		
2	0	100	1017	339.0	339.0	33.9	753.8	251.3	251.3	25.1	215.4	71.8	71.8	7.2
3	0	150	1493.5	497.8			1095.7	365.2			329.6	109.9		
4	0	200	1875.9	625.3			1365.2	455.1			412.8	137.6		
5	0	250	2235.7	745.2			1600.4	533.5			488.7	162.9		
6	0	300	2513.7	837.9			1831.7	610.6			555.6	185.2		
8	0	400	2917.6	972.5			2217.2	739.1			684.3	228.1		
10	0	500	3218.9	1073.0			2531.3	843.8			807.5	269.2		
CBR Corregido						33.9				25.1				7.2



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.592 gr/cm ³	33.9 %
1.560 gr/cm ³	25.1 %
1.485 gr/cm ³	7.2 %

DENSIDAD MAX	1.602	gr/cm ³
95% DED. MAX	1.522	gr/cm ³
CBR PUNTUAL	18.40	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 1+300

NORMA: AASHTO T88-70

FECHA: Martes 21/06/2016

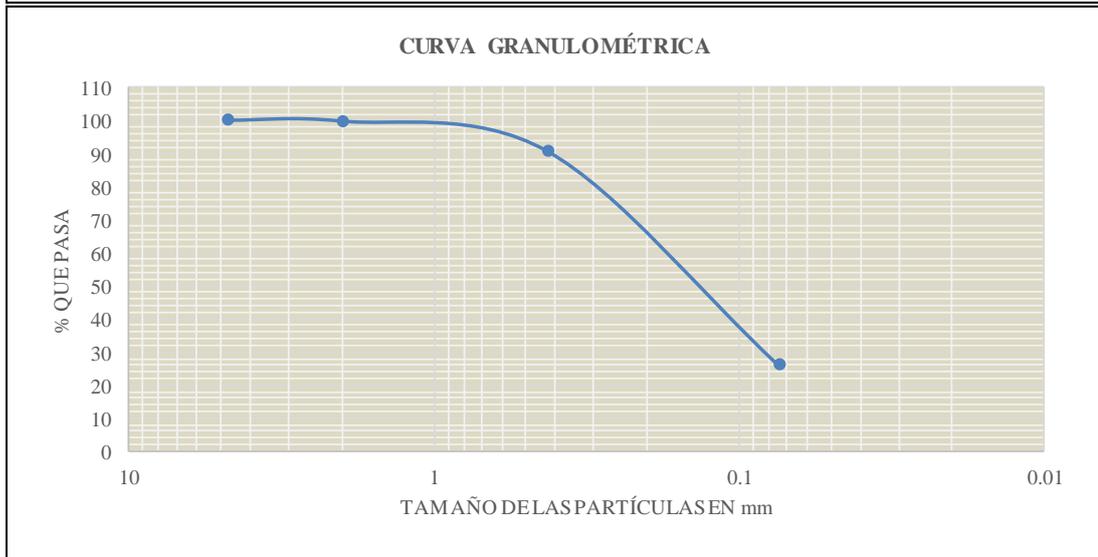
ASTM D 422-63

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2	2.5	0.28	99.72
N 40	0.425	83.1	9.28	90.72
N 50	0.3			
N 100	0.149			
N 200	0.074	661.9	73.89	26.11
PASA EL N 200		233.9	26.11	
TOTAL		895.8		

Peso antes del lavado	895.8 gr
Peso despues del lavado	661.9 gr
Total diferencia	233.9 gr

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	Peso del agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
125.2	117.38	24.9	7.82	92.48

W%= 8.46



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LÍMITES DE ATTERBERG



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

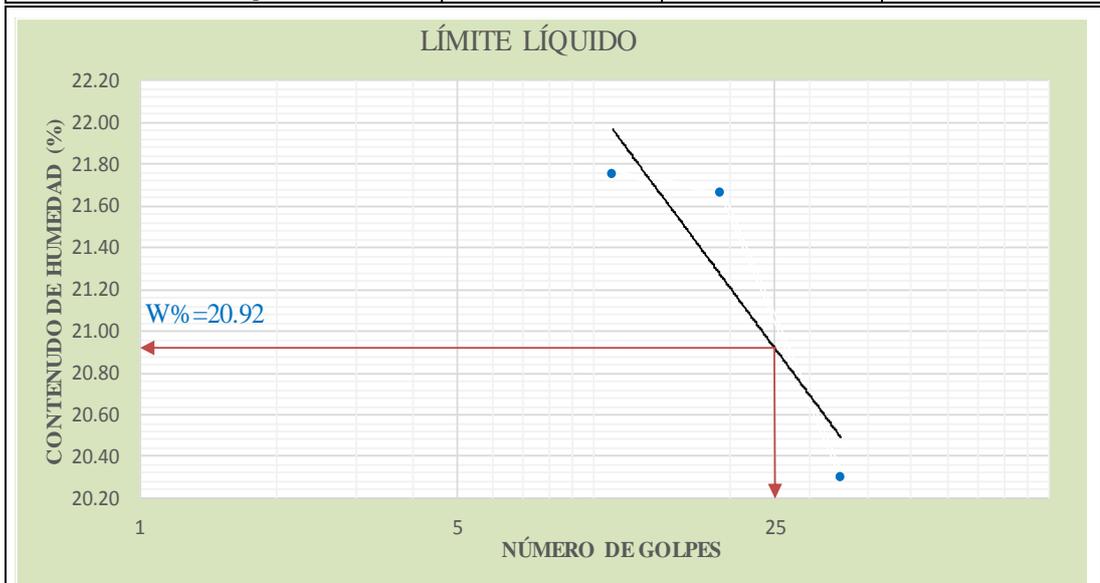
ABSCISA: Km 1+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Martes 21/06/2016

1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	35		19		11	
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	27.5	31	28.1	28.3	30.5	32.1
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	24.8	27.6	25.1	25.3	27	28.4
Peso del recipiente (Wr)	11.3	11.1	11.5	11.2	11	11.3
Peso del agua (Ww)	2.7	3.4	3	3	3.5	3.7
Peso suelo seco (Ws)	13.5	16.5	13.6	14.1	16	17.1
Contenido de humedad (W%)	20.00	20.61	22.06	21.28	21.88	21.64
Contenido de humedad prom (W%)	20.30		21.67		21.76	



1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO.

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7.4	7.2	6.9	7.4	7	7.2
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	7.1	7	6.7	7.2	6.9	7
Peso del recipiente (Wr)	6.1	6.1	6.1	6.2	6.2	6.1
Peso del agua (Ww)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Peso suelo seco (Ws)	1	0.9	0.6	1	0.7	0.9
Contenido de humedad (W%)	30.00	22.22	33.33	20.00	14.29	22.22
Contenido de humedad prom (W%)	26.11		26.67		18.25	

Límite líquido = 20.92 %

Límite plástico = 23.68 %

Índice plástico = -2.76 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 1+300

NORMA: AASHTO T-180

FECHA: Miércoles 22/06/2016

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

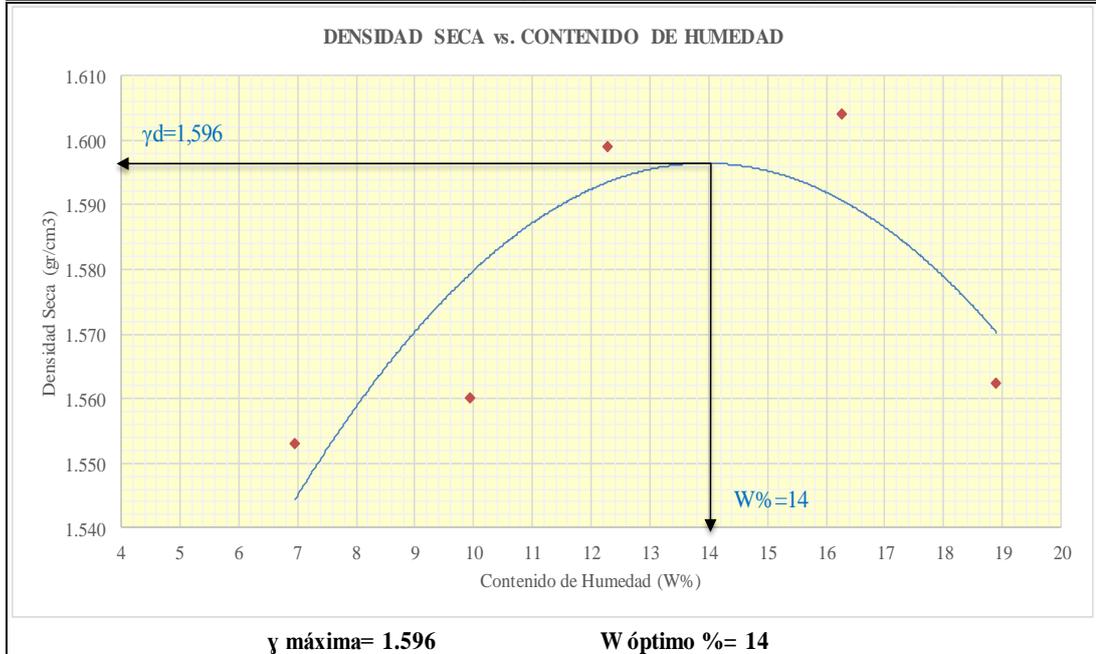
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lb
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	16273 gr	Volumen molde cc:	2319.68

1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	6	9	12	15	18
Humedad inicial añadida (cc)	360	540	720	900	1080
P molde + Suelo húmedo	20126	20252	20437	20599	20582
Peso suelo húmedo	3853	3979	4164	4326	4309
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.661	1.715	1.795	1.865	1.858

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	127.8	118.5	126.7	127.8	112.5	112.4	120.9	128.2	129.2	128.6
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	121.1	112.4	117.8	118.2	102.9	102.7	107.9	113.1	112	112.1
Peso del recipiente (Wr)	26	23.7	26.7	23.4	24	24.3	23	25.5	23.1	22.7
Peso del agua (Ww)	6.7	6.1	8.9	9.6	9.6	9.7	13	15.1	17.2	16.5
Peso suelo seco (Ws)	95.1	88.7	91.1	94.8	78.9	78.4	84.9	87.6	88.9	89.4
Contenido de humedad (W%)	7.05	6.88	9.77	10.13	12.17	12.37	15.31	17.24	19.35	18.46
Contenido de humedad prom (W%)	6.96		9.95		12.27		16.27		18.90	
Densidad seca en gr/cm ³	1.553		1.560		1.599		1.604		1.562	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

ABSCISA: Km 1+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Lunes 04/07/2016

NORMA: AASTHO T-180

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	13497	13676	12163	12443	10923	11362
Peso Molde	9186	9186	8402	8402	6918	6918
P. Húmedo	4311	4490	3761	4041	4005	4444
Volumen Muestra	2292.43	2292.43	2088.63	2088.63	2336.06	2336.06
Densidad Húmeda	1.881	1.959	1.801	1.935	1.714	1.902
Densidad Seca	1.639	1.664	1.572	1.636	1.488	1.563

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K4-1	K2-1	K2-2	K4-2	K3-1	K3-2	K5-1
P. Hum. + Recipiente	104.8	99.5	114.7	104.1	99.2	106.2	105.2	111.5	126.9
P. Seco + Recipiente	94.5	90.4	101.8	94.1	89.5	93.6	95	99.7	108.5
Peso Recipiente	24.6	28.8	28.8	24.6	23.7	24.7	25.5	24.7	23.7
Peso Agua	10.3	9.1	12.9	10	9.7	12.6	10.2	11.8	18.4
Peso Seco	69.9	61.6	73	69.5	65.8	68.9	69.5	75	84.8
Contenido Humedad %	14.74	14.77	17.67	14.39	14.74	18.29	14.68	15.73	21.70
Con. Hum. Prom. %	14.75		17.67	14.57		18.29	15.20		21.70



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE C.B.R.



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

ABSCISA: Km 1+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquizá

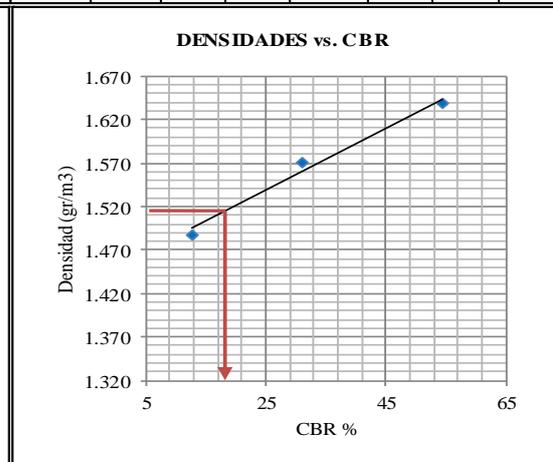
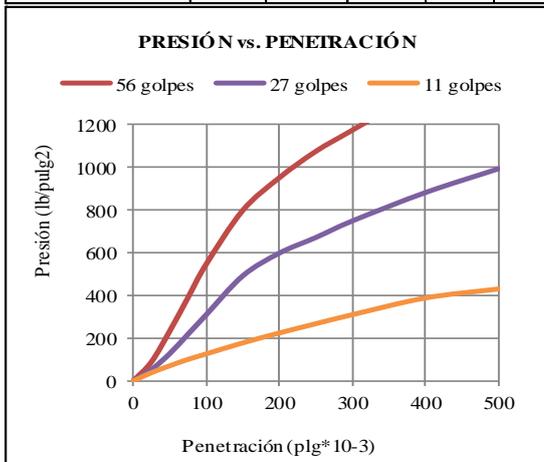
FECHA: Lunes 04/07/2016

1. ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C			
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj			
Día y Mes	Hora	Días		plg.	plg *10-2	%	plg.		plg *10-2	%	plg.	plg *10-2	%	
05-jul-16	12:45	0	0.030	4.98	0.00	0	0.000	4.52	0.00	0	0.010	0.00	0	
06-jul-16	12:52	1	0.030		0.00	0	0.020		2.00	0.44	0.010	5.06	0.00	0
07-jul-16	12:58	2	0.030		0.00	0	0.020		2.00	0.44	0.010		0.00	0

2. ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg ²				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	264.3	88.1			159.3	53.1			116.3	38.8		
1	0	50	693.6	231.2			382.5	127.5			212.7	70.9		
1	30	75	1164.2	388.1			654.7	218.2			302.1	100.7		
2	0	100	1633.7	544.6	54.6	54.5	929.3	309.8	309.8	31.0	379.2	126.4	126.4	
3	0	150	2387.9	796.0			1476.2	492.1			533.6	177.9		
4	0	200	2845.6	948.5			1796.1	598.7			672	224.0		
5	0	250	3215.7	1071.9			2015.6	671.9			801.4	267.1		
6	0	300	3512.8	1170.9			2248.6	749.5			927.7	309.2		
8	0	400	4103.7	1367.9			2647.4	882.5			1161.4	387.1		
10	0	500	4678.9	1559.6			2981.5	993.8			1287.4	429.1		
CBR Corregido						54.5				31.0			12.6	



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	
1.639 gr/cm ³	54.5 %	1.596	gr/cm ³
1.572 gr/cm ³	31.0 %	1.516	gr/cm ³
1.488 gr/cm ³	12.6 %	CBR PUNTUAL	18.00 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 2+300

NORMA: AASHTO T88-70

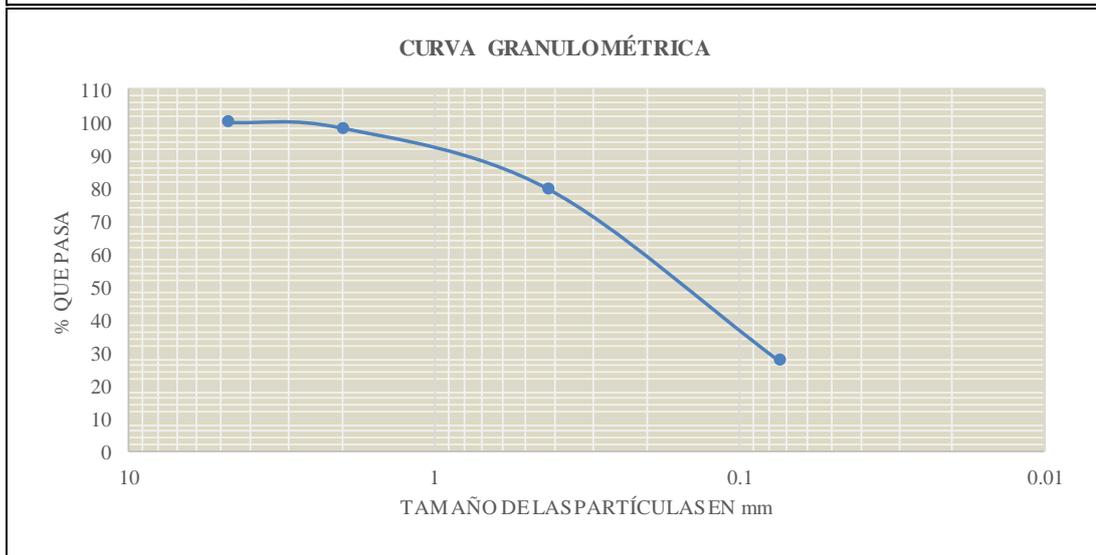
FECHA: Martes 21/06/2016

ASTM D 422-63

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2	15.7	1.75	98.25
N 40	0.425	180.3	20.08	79.92
N 50	0.3			
N 100	0.149			
N 200	0.074	649.9	72.40	27.60
PASA EL N 200		247.8	27.60	
TOTAL		897.7		
Peso antes del lavado	897.7 gr			
Peso despues del lavado	649.9 gr			
Total diferencia	247.8 gr			

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	Peso del agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
114.48	101.92	24.8	12.56	77.12
W%= 16.29				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LÍMITES DE ATTERBERG



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

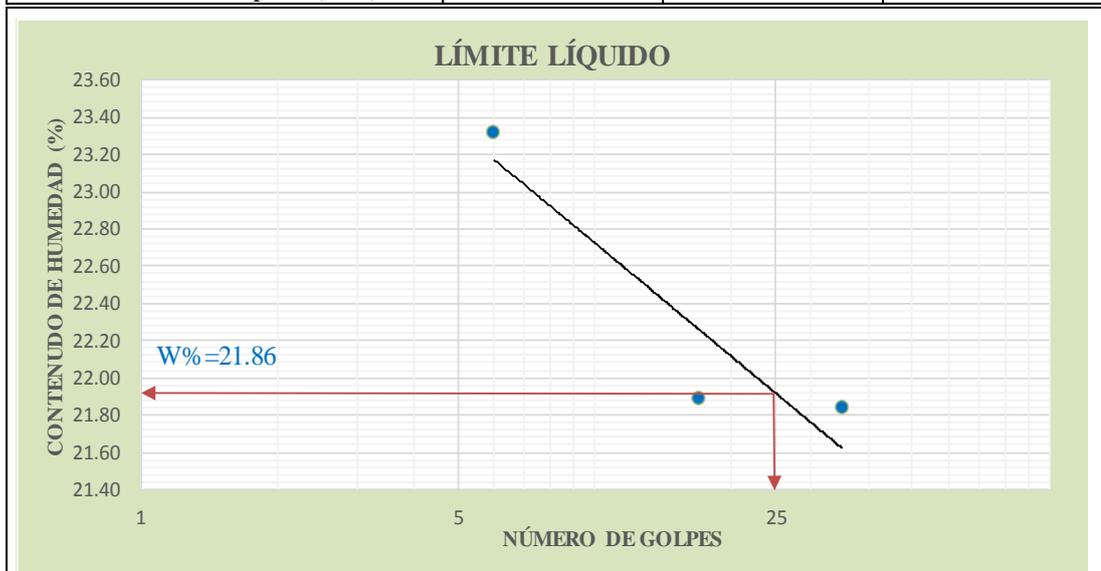
ABSCISA: Km 2+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Martes 21/06/2016

1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	35		17		6	
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	32.4	30.2	29.8	29.1	31.3	29.9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	28.9	26.8	26.6	25.8	27.5	26.4
Peso del recipiente (Wr)	12.8	11.3	11.6	11.1	11.2	11.4
Peso del agua (Ww)	3.5	3.4	3.2	3.3	3.8	3.5
Peso suelo seco (Ws)	16.1	15.5	15	14.7	16.3	15
Contenido de humedad (W%)	21.74	21.94	21.33	22.45	23.31	23.33
Contenido de humedad prom (W%)	21.84		21.89		23.32	



1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO.

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	6.8	6.9	7	6.2	7.2	6.7
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6.7	6.8	6.9	6	6.8	6.6
Peso del recipiente (Wr)	6.1	6.2	6.2	5.3	6.2	6.2
Peso del agua (Ww)	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.1
Peso suelo seco (Ws)	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.4
Contenido de humedad (W%)	16.67	16.67	14.29	28.57	66.67	25.00
Contenido de humedad prom (W%)	16.67		21.43		45.83	

Límite líquido = 21.86 %

Límite plástico = 27.98 %

Índice plástico = -6.12 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 2+300

NORMA: AASHTO T-180

FECHA: Miércoles 22/06/2016

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lb
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	16273 gr	Volumen molde cc:	2319.68

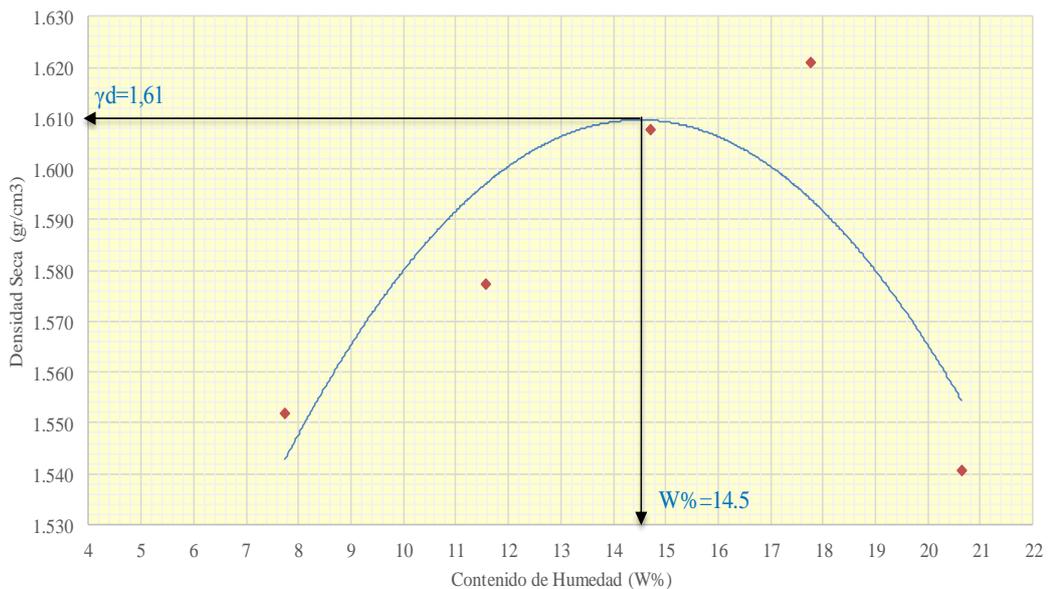
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	6	9	12	15	18
Humedad inicial añadida (cc)	360	540	720	900	1080
P molde + Suelo húmedo	20151	20355	20550	20701	20584
Peso suelo húmedo	3878	4082	4277	4428	4311
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.672	1.760	1.844	1.909	1.858

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	111.6	95.8	115.2	100.6	109.7	110.3	118.2	119.7	124.4	119.9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	106.2	90	105.9	92.7	98.7	99.3	103.9	105.8	107.1	103.7
Peso del recipiente (Wr)	26	23.7	26.7	23.4	24	24.3	25	26	24.8	23.7
Peso del agua (Ww)	5.4	5.8	9.3	7.9	11	11	14.3	13.9	17.3	16.2
Peso suelo seco (Ws)	80.2	66.3	79.2	69.3	74.7	75	78.9	79.8	82.3	80
Contenido de humedad (W%)	6.73	8.75	11.74	11.40	14.73	14.67	18.12	17.42	21.02	20.25
Contenido de humedad prom (W%)	7.74		11.57		14.70		17.77		20.64	
Densidad seca en gr/cm ³	1.552		1.577		1.608		1.621		1.541	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



γ máxima= 1.61

W óptimo %= 14.5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

ABSCISA: Km 2+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Lunes 04/07/2016

NORMA: AASTHO T-180

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	11081	11116	10807	10951	11153	11230
Peso Molde	6807	6807	6600	6600	7137	7137
P. Húmedo	4274	4309	4207	4351	4016	4093
Volumen Muestra	2272.56	2272.56	2291.82	2291.82	2292.40	2292.40
Densidad Húmeda	1.881	1.896	1.836	1.898	1.752	1.785
Densidad Seca	1.600	1.562	1.563	1.579	1.498	1.434

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K4-1	K2-1	K2-2	K4-2	K3-1	K3-2	K5-1
P. Hum. + Recipiente	102.6	100.6	89.2	107	107.3	113.8	144.3	154.8	125.7
P. Seco + Recipiente	90.6	89.7	78	95.2	94.6	99.8	128	136.8	107
Peso Recipiente	23.1	26.7	25.6	26.4	23.1	30.7	31.8	30.2	30.7
Peso Agua	12	10.9	11.2	11.8	12.7	14	16.3	18	18.7
Peso Seco	67.5	63	52.4	68.8	71.5	69.1	96.2	106.6	76.3
Contenido Humedad %	17.78	17.30	21.37	17.15	17.76	20.26	16.94	16.89	24.51
Con. Hum. Prom. %	17.54		21.37	17.46		20.26	16.91		24.51



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE C.B.R.



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

ABSCISA: Km 2+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

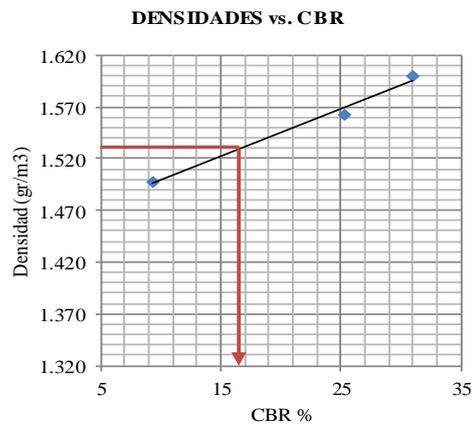
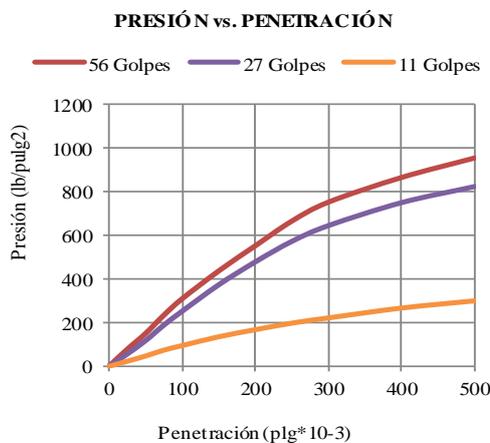
FECHA: Lunes 04/07/2016

1. ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C			
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		plg.	plg *10-2	%		plg.	plg *10-2	%		plg.	plg *10-2	%
05-jul-16	16:38	0	0.040	4.98	0.00	0	0.000	4.99	0.00	0	0.000	4.96	0.00	0
06-jul-16	16:45	1	0.100		6.00	1.2	0.020		2.00	0.4	0.020		2.00	0.4
07-jul-16	16:52	2	0.100		6.00	1.2	0.030		3.00	0.6	0.020		2.00	0.4

2. ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg ²				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet.	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.			"10-3	Leída			Corg	Leída			Corg	Leída	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	234.5	78.2			169.3	56.4			68.7	22.9		
1	0	50	450.9	150.3			352.4	117.5			138.7	46.2		
1	30	75	702.7	234.2			565.8	188.6			218.3	72.8		
2	0	100	929.2	309.7	309.7	31.0	756.4	252.1	252.1	25.2	279.8	93.3	93.3	9.3
3	0	150	1311.9	437.3			1119.7	373.2			398.4	132.8		
4	0	200	1658.2	552.7			1434.3	478.1			493.7	164.6		
5	0	250	1997.8	665.9			1716.1	572.0			582.4	194.1		
6	0	300	2258.7	752.9			1932.7	644.2			653.1	217.7		
8	0	400	2598.4	866.1			2248.6	749.5			786.2	262.1		
10	0	500	2866.8	955.6			2469.7	823.2			883.6	294.5		
CBR Corregido						31.0				25.2				9.3



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.600 gr/cm ³	31.0 %
1.563 gr/cm ³	25.2 %
1.498 gr/cm ³	9.3 %

DENSIDAD MAX	1.61	gr/cm ³
95% DED. MAX	1.53	gr/cm ³
CBR PUNTUAL	16.60	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
GRANULOMETRÍA



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 3+300

NORMA: AASHTO T88-70

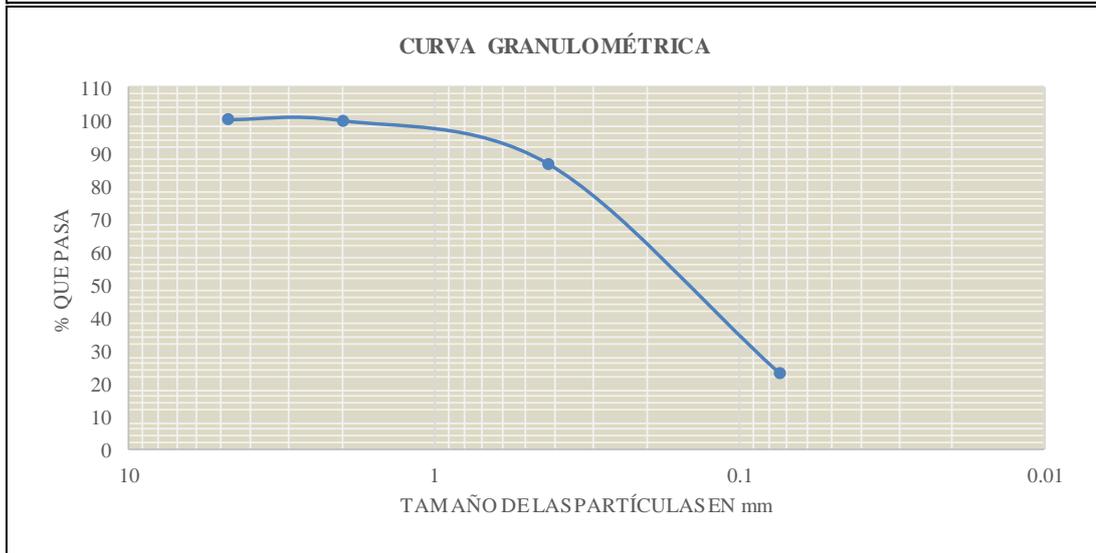
FECHA: Martes 21/06/2016

ASTM D 422-63

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2	2.8	0.31	99.69
N 40	0.425	118.8	13.24	86.76
N 50	0.3			
N 100	0.149			
N 200	0.074	689.2	76.78	23.22
PASA EL N 200		208.4	23.22	
TOTAL		897.6		
Peso antes del lavado	897.6 gr			
Peso despues del lavado	689.2 gr			
Total diferencia	208.4 gr			

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	Peso del recipiente (Wr)	Peso del agua (Ww)	Peso del suelo seco (Ws)
121.32	105.97	25.15	15.35	80.82
W%= 18.99				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LÍMITES DE ATTERBERG



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Jerusalén

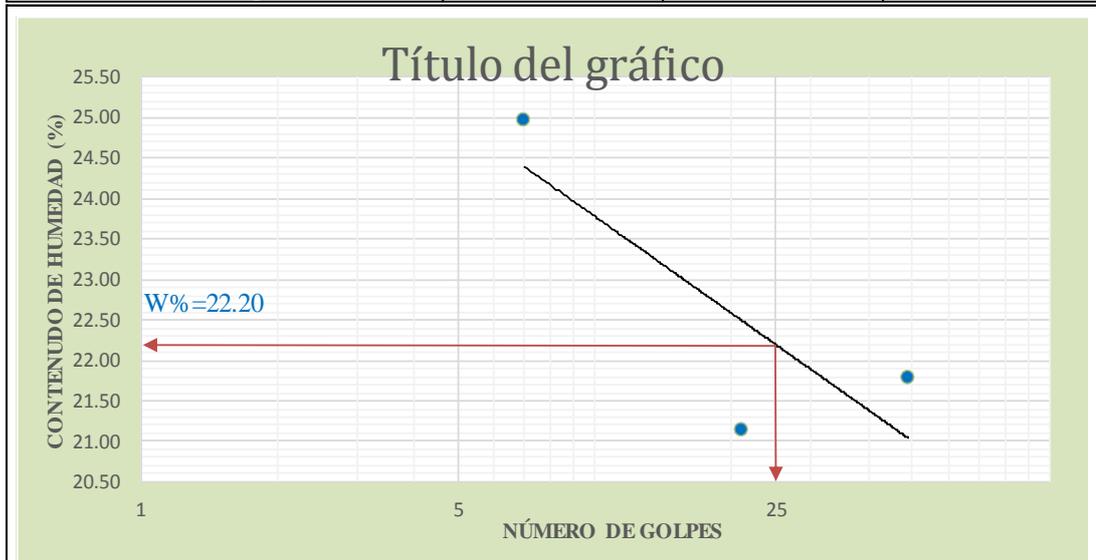
ABSCISA: Km 3+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Martes 21/06/2016

1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

	49		21		7	
Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	27.5	27.2	33.7	32.2	25.3	22.5
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	24.5	24.4	29.7	28.5	22.5	20.2
Peso del recipiente (Wr)	10.9	11.4	11	10.8	11.4	10.9
Peso del agua (Ww)	3	2.8	4	3.7	2.8	2.3
Peso suelo seco (Ws)	13.6	13	18.7	17.7	11.1	9.3
Contenido de humedad (W%)	22.06	21.54	21.39	20.90	25.23	24.73
Contenido de humedad prom (W%)	21.80		21.15		24.98	



1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO.

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	6.9	7.1	6.6	7.3	6.6	6.9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6.7	7	6.5	7.1	6.5	6.7
Peso del recipiente (Wr)	6.1	6.3	6	6.1	6.1	6.2
Peso del agua (Ww)	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
Peso suelo seco (Ws)	0.6	0.7	0.5	1	0.4	0.5
Contenido de humedad (W%)	33.33	14.29	20.00	20.00	25.00	40.00
Contenido de humedad prom (W%)	23.81		20.00		32.50	

Límite líquido = 22.20 %

Límite plástico = 25.44 %

Índice plástico = -3.24 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

ABSCISA: Km 3+300

NORMA: AASHTO T-180

FECHA: Miércoles 22/06/2016

MÉTODO: PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

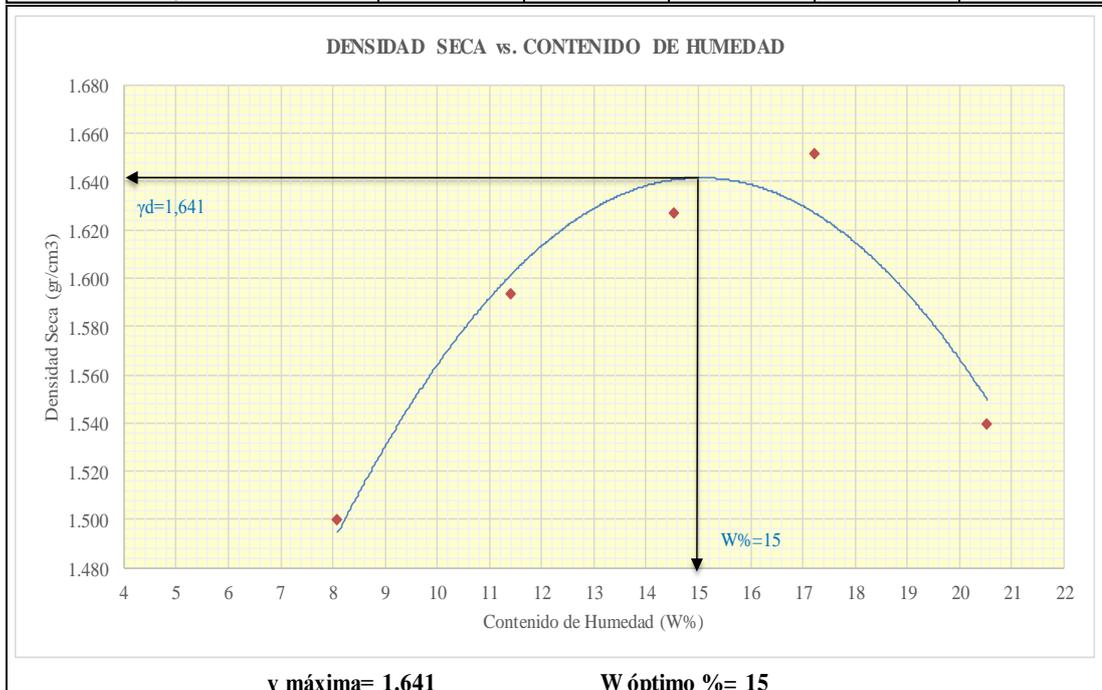
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lb
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	16273 gr	Volumen molde cc:	2319.68

1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida (%)	6	9	12	15	18
Humedad inicial añadida (cc)	360	540	720	900	1080
P molde + Suelo húmedo	20034	20393	20596	20766	20579
Peso suelo húmedo	3761	4120	4323	4493	4306
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.621	1.776	1.864	1.937	1.856

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	125.9	130.9	120.3	105.8	115	126.1	122.7	107.1	118	137.5
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	118.3	122.9	110.1	97.5	103.4	113.2	108.2	95.3	102.2	118.2
Peso del recipiente (Wr)	24.8	23.7	23.1	22.8	22.8	25.4	25	26	24.8	24.8
Peso del agua (Ww)	7.6	8	10.2	8.3	11.6	12.9	14.5	11.8	15.8	19.3
Peso suelo seco (Ws)	93.5	99.2	87	74.7	80.6	87.8	83.2	69.3	77.4	93.4
Contenido de humedad (W%)	8.13	8.06	11.72	11.11	14.39	14.69	17.43	17.03	20.41	20.66
Contenido de humedad prom (W%)	8.10		11.42		14.54		17.23		20.54	
Densidad seca en gr/cm ³	1.500		1.594		1.627		1.652		1.540	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes con mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector El Quinche

ABSCISA: Km 3+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

FECHA: Lunes 18/07/2016

NORMA: AASTHO T-180

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	12858	12896	11195	11316	13445	13525
Peso Molde	8311	8311	6839	6839	9371	9371
P. Húmedo	4547	4585	4356	4477	4074	4154
Volumen Muestra	2313.61	2313.61	2293.59	2293.59	2309.37	2309.37
Densidad Húmeda	1.965	1.982	1.899	1.952	1.764	1.799
Densidad Seca	1.668	1.682	1.629	1.644	1.505	1.449

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K4-1	K2-1	K2-2	K4-2	K3-1	K3-2	K5-1
P. Hum. + Recipiente	147.8	131.7	120	134.5	134.6	119.8	139.3	144.6	127
P. Seco + Recipiente	130.1	117.2	106.6	119.9	119.7	105.8	123.5	128.2	108.2
Peso Recipiente	34.7	32.3	31.3	30.3	31.8	31	33	31.6	30.4
Peso Agua	17.7	14.5	13.4	14.6	14.9	14	15.8	16.4	18.8
Peso Seco	95.4	84.9	75.3	89.6	87.9	74.8	90.5	96.6	77.8
Contenido Humedad %	18.55	17.08	17.80	16.29	16.95	18.72	17.46	16.98	24.16
Con. Hum. Prom. %	17.82		17.80	16.62		18.72	17.22		24.16



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ENSAYO DE C.B.R.



PROYECTO: Estudio y diseño de la vía que une las comunidades de Misquilli, Quinche y Jerusalén con la parroquia Santa Rosa, provincia de Tungurahua y la estabilización de taludes por medio de mallas orgánicas.

UBICACIÓN: Parroquia Santa Rosa - sector Quinche.

ABSCISA: Km 3+300

REALIZÓ: Egdo. Gabriel Poaquiza

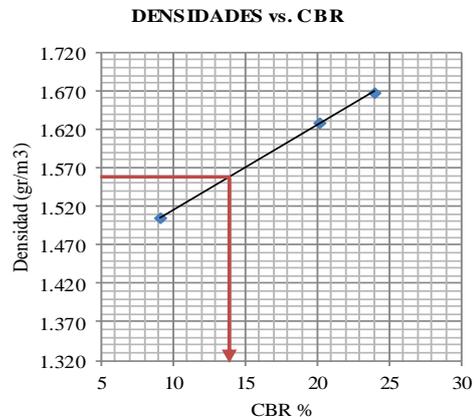
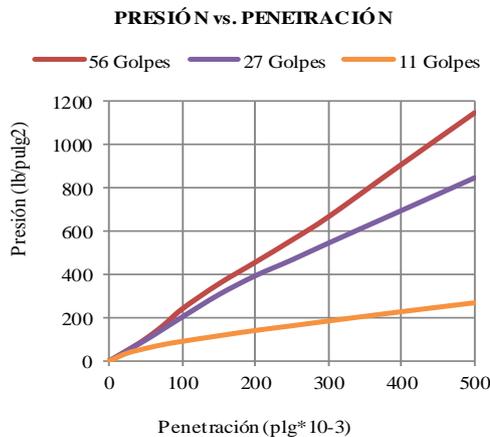
FECHA: Lunes 18/07/2016

1. ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C							
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2		%				
19-jul-16	12:38	0	0.000					0.020					0.000				0.00	0
20-jul-16	12:42	1	0.000	4.98	0.00	0	0.030	4.96	1.00	0.2	0.000	4.98	0.00	0				
21-jul-16	12:52	2	0.000		0.00	0	0.030		1.00	0.2	0.000		0.00	0				

2. ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg ²				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	147.9	49.3			145.6	48.5			109.9	36.6		
1	0	50	307.3	102.4			289.8	96.6			175.1	58.4		
1	30	75	499.3	166.4			448.2	149.4			230.3	76.8		
2	0	100	721.9	240.6	240.6	24.1	607.4	202.5	202.5	20.2	273.1	91.0	91.0	9.1
3	0	150	1069.4	356.5			916.3	305.4			350.3	116.8		
4	0	200	1369.5	456.5			1177.6	392.5			424.2	141.4		
5	0	250	1676.3	558.8			1396.3	465.4			488.7	162.9		
6	0	300	1999.2	666.4			1628.7	542.9			555.6	185.2		
8	0	400	2726.8	908.9			2078.9	693.0			684.3	228.1		
10	0	500	3442.6	1147.5			2531.3	843.8			807.5	269.2		
CBR Corregido						24.1				20.2				9.1



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.668 gr/cm ³	24.1 %
1.629 gr/cm ³	20.2 %
1.505 gr/cm ³	9.1 %

DENSIDAD MAX	1.641	gr/cm ³
95% DED. MAX	1.559	gr/cm ³
CBR PUNTUAL	13.90	%

ANEXO D: Valores de Diseño según MOP 2003.



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

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

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

ANEXO E: Análisis de Precios Unitarios.

- Los precios de los materiales son actualizados en base al Boletín Técnico Agosto – Octubre/2016 de la Cámara de la Construcción de Ambato.
- Los salarios mínimos son actualizados según lo dispuesto por la Contraloría General del Estado.
- Los rendimientos se basarán del Manual de Costos en la Construcción de la Cámara de la Construcción de Quito.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén

HOJA: 1 de 20

RUBRO: 1

FECHA: sep-16

DETALLE: Desbroce, desbosque y limpieza.

UNIDAD: Ha

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					1.80
Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00	2.667	120.02
Motosierra 7HP	1.00	3.00	3.00	2.667	8.00
				Subtotal M	129.81

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador excavadora	C1	1.00	3.66	3.66	2.667	9.76
Ayudante de maquinaria	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		35.95

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal O	0.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	165.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	43.10
COSTO TOTAL DEL RUBRO	208.86
VALOR UNITARIO	208.86



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 2
DETALLE: Replanteo y nivelación.

HOJA: 2 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: Km

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O Equipo Topográfico	1.00	25.00	25.00	10.667	10.71 266.68
				Subtotal M	277.38

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Topógrafo 2. exp 5 años.	C1	1.00	3.66	3.66	10.667	39.04
Cadenero	D2	3.00	3.30	9.90	10.667	105.60
Peón	E2	2.00	3.26	6.52	10.667	69.55
				Subtotal N		214.19

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Estacas de madera	u	100.00	0.11	11.00	
Pintura de esmalte	lt	0.50	3.25	1.63	
				Subtotal O	12.63

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	504.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	131.09
COSTO TOTAL DEL RUBRO	635.30
VALOR UNITARIO	635.30



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén

HOJA: 3 de 20

RUBRO: 3

FECHA: sep-16

DETALLE: Excavación sin clasificar.

UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.01
Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00	0.016	0.72
Volqueta 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
Subtotal M					1.13

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador	C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
Chofer	C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Peón	E2	2.00	3.26	6.52	0.016	0.10
Subtotal N					0.24	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal O				0.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal P				0.00

Estos precios no incluyen IVA

Septiembre, 2016

ELABORADO POR

Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.37
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.36
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.73
VALOR UNITARIO	1.73



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 4
DETALLE: Excavación para cunetas y encauzamiento.

HOJA: 4 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O Excavadora de oruga.	1.00	45.00	45.00	0.040	0.02 1.80
				Subtotal M	1.82

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		B	C=AxB	R	D=CxR
Operador 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
				Subtotal N	0.41

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
				Subtotal O
				0.00

D. TRANSPORTE.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
				Subtotal P
				0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2.23
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.58
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.81
VALOR UNITARIO	2.81



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 5
DETALLE: Excavación y relleno para estructura menor.

HOJA: 5 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.05
Excavadora de oruga.	1.00	45.00	45.00	0.040	1.80
Compactador manual	1.00	6.25	6.25	0.040	0.25
Subtotal M					2.10

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		B	C=AxB	R	D=CxR
Operador 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	4.00	3.26	13.04	0.040	0.52
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.040	0.15
Subtotal N					0.95

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Material de relleno	m ³	1.20	1.5	1.80
Subtotal O				1.80

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal P				0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquizza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	4.84
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	1.26
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.10
VALOR UNITARIO	6.10



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 6
DETALLE: Relleno compactado.

HOJA: 6 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.03
Rodillo compactador	1.00	20.00	20.00	0.032	0.64
Tanquero 200hp	1.00	32.00	32.00	0.032	1.02
Subtotal M					1.69

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador rodillo	C2	1.00	3.48	3.48	0.032	0.11
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
Chofer	C1	1.00	4.79	4.79	0.032	0.15
Subtotal N					0.58	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Subtotal O					0.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Subtotal P					0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2.27
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.59
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.86
VALOR UNITARIO	2.86



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 7
DETALLE: Colocación de malla orgánica (incluido transporte).

HOJA: 7 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m2

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.03
				Subtotal M	0.03

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		B	C=AxB	R	D=CxR
Peón E2	2.00	3.26	6.52	0.080	0.52
				Subtotal N	0.52

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Malla orgánica de coco (450gr/m2)	m2	1.10	1.68	1.85	
grapasp para anclaje	u	1.00	0.15	0.15	
				Subtotal O	2.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2.55
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.66
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.21
VALOR UNITARIO	3.21



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 8
DETALLE: Acabado de la obra existente.

HOJA: 8 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m²

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.01
Rodillo compactador	1.00	20.00	20.00	0.010	0.20
Tanquero 200hp	1.00	32.00	32.00	0.010	0.32
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.010	0.44
Subtotal M					0.97

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador rodillo	C2	1.00	3.48	3.48	0.010	0.03
Operador motoniveladora	C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
Ayudante de maquinaria	D2	1.00	3.30	3.30	0.010	0.03
Peón	E2	1.00	3.26	3.26	0.010	0.03
Chofer	C1	1.00	4.79	4.79	0.010	0.05
Subtotal N					0.18	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Subtotal O					0.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Subtotal P					0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.15
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.30
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.45
VALOR UNITARIO	1.45



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 9
DETALLE: Limpieza de derrumbes.

HOJA: 9 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.01
Cargadora frontal	1.00	35.20	35.20	0.016	0.56
Volqueta 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
Subtotal M					0.97

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		B	C=AxB	R	D=CxR
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
Chofer C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Subtotal N					0.19

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Subtotal O					0.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Subtotal P					0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.16
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.30
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.46
VALOR UNITARIO	1.46



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 10
DETALLE: Suministro y colocación de sub-base clase 3.

HOJA: 10 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.02
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.016	0.70
Rodillo Vibrador	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
Tanquero 200hp	1.00	32.00	32.00	0.016	0.51
Volqueta 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
Subtotal M					2.12

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		B	C=AxB	R	D=CxR	
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	C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Ayudante de 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					0.41	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Material subbase clase III	m ³	1.20	8.50	10.20
Subtotal O				10.20

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal P				0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquizza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	12.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	3.31
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.03
VALOR UNITARIO	16.03



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 11
DETALLE: Suministro y colocación de base clase 3.

HOJA: 11 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.02
Motoniveladora	1.00	44.00	44.00	0.016	0.70
Rodillo Vibrador	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
Tanquero 200hp	1.00	32.00	32.00	0.016	0.51
Volqueta 8m ³	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
Subtotal M					2.12

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
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	C1	1.00	4.79	4.79	0.016	0.08
Ayudante de 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					0.41	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Material subbase clase III	m ³	1.20	10.00	12.00
Subtotal O				12.00

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal P				0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	14.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	3.78
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18.30
VALOR UNITARIO	18.30



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén **HOJA:** 12 de 20
RUBRO: 12 **FECHA:** sep-16
DETALLE: Suministro y colocación de asfalto RC-250 para imprimación. **UNIDAD:** lts

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.00
Distribuidor de asfalto	1.00	45.00	45.00	0.006	0.27
Barredora autopropulsada	1.00	20.00	20.00	0.006	0.12
Subtotal M					0.39

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
					D=CxR	
A	B	C=AxB	R	D=CxR		
Operador distribuidor asfalto	C2	1.00	3.48	3.48	0.006	0.02
Operador barredora	C2	1.00	3.48	3.48	0.006	0.02
Peón	E2	2.00	3.26	6.52	0.006	0.04
Subtotal N					0.08	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Asfalto RC-250 incluido transporte	lt	0.85	0.40	0.34
Diesel	gln	0.07	1.25	0.09
Subtotal O				0.43

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal P				0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	0.90
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.24
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.14
VALOR UNITARIO	1.14



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 13
DETALLE: Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta, e=5 cm.

HOJA: 13 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m²

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.05
Planta asfáltica	1.00	88.00	88.00	0.016	1.41
Rodillo Vibrador	1.00	30.00	30.00	0.016	0.48
Rodillo neumático	1.00	32.00	32.00	0.016	0.51
Distribuidor de asfalto	1.00	45.00	45.00	0.016	0.72
Cargadora frontal	1.00	35.20	35.20	0.016	0.56
Terminadora de asfalto	1.00	52.80	52.80	0.016	0.84
Subtotal M					4.58

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
		B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador planta asfáltica	C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Operador rodillo vibrador	C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Operador rodillo neumático	C2	1.00	3.48	3.48	0.016	0.06
Operador terminadora 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					1.06	

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Agregado para asfalto	m ³	0.05	10.00	0.50
Asfalto AP3	kg	8.25	0.35	2.89
Arena	m ³	0.04	11.25	0.45
Diesel	gln	0.07	1.25	0.09
Subtotal O				3.93

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB
Subtotal P				0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	9.57
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	2.49
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.05
VALOR UNITARIO	12.05



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 14
DETALLE: Muro de H.S para cabezales (f'c=180kg/cm²).

HOJA: 14 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					1.70
Concretera	1.00	5.00	5.00	1.140	5.70
Vibrador	1.00	4.50	4.50	1.140	5.13
				Subtotal M	12.53

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro de Obra	C1	1.00	3.66	3.66	1.140	4.17
Albañil	D2	2.00	3.30	6.60	1.140	7.52
Peón	E2	6.00	3.26	19.56	1.140	22.30
				Subtotal N		33.99

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Cemento Portland	saco	6.00	7.10	42.60	
Arena	m ³	0.44	11.25	4.95	
Agua	lt	0.16	5.00	0.80	
Ripio	m ³	0.88	11.25	9.90	
Aditivo impermeabilizante	kg	0.30	1.27	0.38	
Tabla de encofrado 0.30x2.40cm	u	8.00	2.58	20.64	
Alfajías 7x7x250cm	u	4.60	1.50	6.90	
Clavos	kg	1.00	3.80	3.80	
Pingos	m	20.00	1.23	24.60	
Alambre de amarre	kg	0.05	2.07	0.10	
				Subtotal O	114.67

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	161.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	41.91
COSTO TOTAL DEL RUBRO	203.11
VALOR UNITARIO	203.11



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 15
DETALLE: Hormigón para cunetas ($f'c=180\text{kg/cm}^2$).

HOJA: 15 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: m³

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O Concretera	1.00	5.00	5.00	0.900	1.93 4.50
				Subtotal M	6.43

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro de Obra	C1	1.00	3.66	3.66	0.900	3.29
Albañil	D2	3.00	3.30	9.90	0.900	8.91
Peón	E2	9.00	3.26	29.34	0.900	26.41
				Subtotal N		38.61

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Cemento Portland	saco	6.00	7.10	42.60	
Arena	m ³	0.44	11.25	4.95	
Agua	m ³	0.16	5.00	0.80	
Ripio	m ³	0.88	11.25	9.90	
Aditivo impermeabilizante	kg	0.30	1.27	0.38	
Tabla de encofrado 20cm	u	0.80	2.58	2.06	
Alfajias 7x7x250cm	u	3.00	1.50	4.50	
Clavos	kg	0.80	3.80	3.04	
Pingos	m	0.25	1.23	0.31	
				Subtotal O	68.54

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	113.58
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	29.53
COSTO TOTAL DEL RUBRO	143.11
VALOR UNITARIO	143.11



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 16
DETALLE: Tubería empernable MP-100 D=1.00 m, e=2.5 mm.

HOJA: 16 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: ml

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O Excavadora de orugas	1.00	45.00	45.00	0.400	0.54 18.00
				Subtotal M	18.54

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		B	C=AxB	R	D=CxR
Operador excavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.400	1.46
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.400	1.32
Peón E2	5.00	3.26	16.30	0.400	6.52
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.400	1.46
				Subtotal N	10.77

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Tubería MP- 100 D=1.00m	m	1.00	160.25	160.25	
				Subtotal O	160.25

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	189.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	49.28
COSTO TOTAL DEL RUBRO	238.84
VALOR UNITARIO	238.84



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 17
DETALLE: Tubería empernable MP-100 D=1.20 m, e=2.5 mm.

HOJA: 17 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: ml

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00	0.400	0.54 18.00
				Subtotal M	18.54

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		B	C=AxB	R	D=CxR
Operador excavadora C1	1.00	3.66	3.66	0.400	1.46
Ayudante de maquinaria D2	1.00	3.30	3.30	0.400	1.32
Peón E2	5.00	3.26	16.30	0.400	6.52
Maestro de obra C1	1.00	3.66	3.66	0.400	1.46
				Subtotal N	10.77

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Tubería MP- 100 D=1.00m	m	1.00	190.41	190.41	
				Subtotal O	190.41

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	219.72
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	57.13
COSTO TOTAL DEL RUBRO	276.84
VALOR UNITARIO	276.84



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 18
DETALLE: Señalización horizontal.

HOJA: 18 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: ml

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					0.00
Camioneta	1.00	7.00	7.00	0.002	0.01
Mecanismo rociador	1.00	4.00	4.00	0.002	0.01
				Subtotal M	0.02

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Chofer vehículo liviano	C3	1.00	4.63	4.63	0.002	0.01
Peón	E2	2.00	3.26	6.52	0.002	0.01
				Subtotal N		0.02

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Pintura de señalización	gl	0.01	28.05	0.28	
				Subtotal O	0.28

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	0.33
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	0.08
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.41
VALOR UNITARIO	0.41



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 19
DETALLE: Señalizaciones informativas y ambientales.

HOJA: 19 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: u

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O Soldadora eléctrica 300a	1.00	7.00	2.00	2.667	2.24 5.33

Subtotal M 7.57

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro de obra	C1	1.00	3.66	3.66	2.667	9.76
Peón	E2	2.00	3.26	6.52	2.667	17.39
Albañil	D2	1.00	3.30	3.30	2.667	8.80
Pintor	D2	1.00	3.30	3.30	2.667	8.80

Subtotal N 44.75

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C=AxB
Tool Galvanizada (1.22x2.44)/(1/16)	u	1.00	43.50	43.50
Tubo cuadrado Galv.50x50x2mm	m	6.00	4.56	27.36
Perno largo	u	4	0.37	1.48
Tubo cuadrado negro. 25x25x1.5mm	m	8.95	2.54	22.73
Hormigon f'c=180 kg/cm2	m3	0.15	150.00	22.50
Pintura anticorrosiva	gl	0.20	17.15	3.43
Pintura reflectiva	gl	1.00	20.53	20.53
electrodos	kg	3.00	3.60	10.80

Subtotal O 152.33

D. TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO
		A	B	C=AxB

Subtotal P 0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	204.66
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	53.21
COSTO TOTAL DEL RUBRO	257.87
VALOR UNITARIO	257.87



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.



PROYECTO: Diseño de la Vía Misquilli - Quinche - Jerusalén
RUBRO: 20
DETALLE: Señalizaciones preventivas y reglamentarias.

HOJA: 20 de 20
FECHA: sep-16
UNIDAD: u

A. EQUIPO Y MAQUINARIA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
H. Menores. 5% de M.O					2.24
Soldadora eléctrica 300a	1.00	7.00	2.00	2.667	5.33
				Subtotal M	7.57

B. MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
		A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro de obra	C1	1.00	3.66	3.66	2.667	9.76
Peón	E2	2.00	3.26	6.52	2.667	17.39
Albañil	D2	1.00	3.30	3.30	2.667	8.80
Pintor	D2	1.00	3.30	3.30	2.667	8.80
				Subtotal N		44.75

C. MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C=AxB	
Tool Galvanizada 75x75	m2	0.56	14.64	8.20	
Tubo cuadrado Galv.50x50x2mm	m	3.00	4.56	13.68	
Perno largo	u	2	0.37	0.74	
ángulo 30x3mm	m	3.20	1.50	4.80	
Hormigon f'c=180 kg/cm2	m3	0.06	150.00	9.00	
Pintura anticorrosiva	gl	0.06	17.15	1.03	
Pintura reflectiva	gl	0.50	20.53	10.27	
electrodos	kg	0.20	3.60	0.72	
				Subtotal O	48.43

D. TRANSPORTE

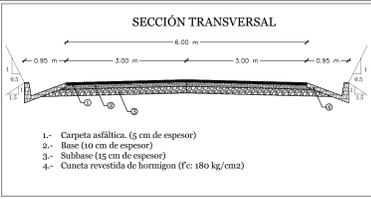
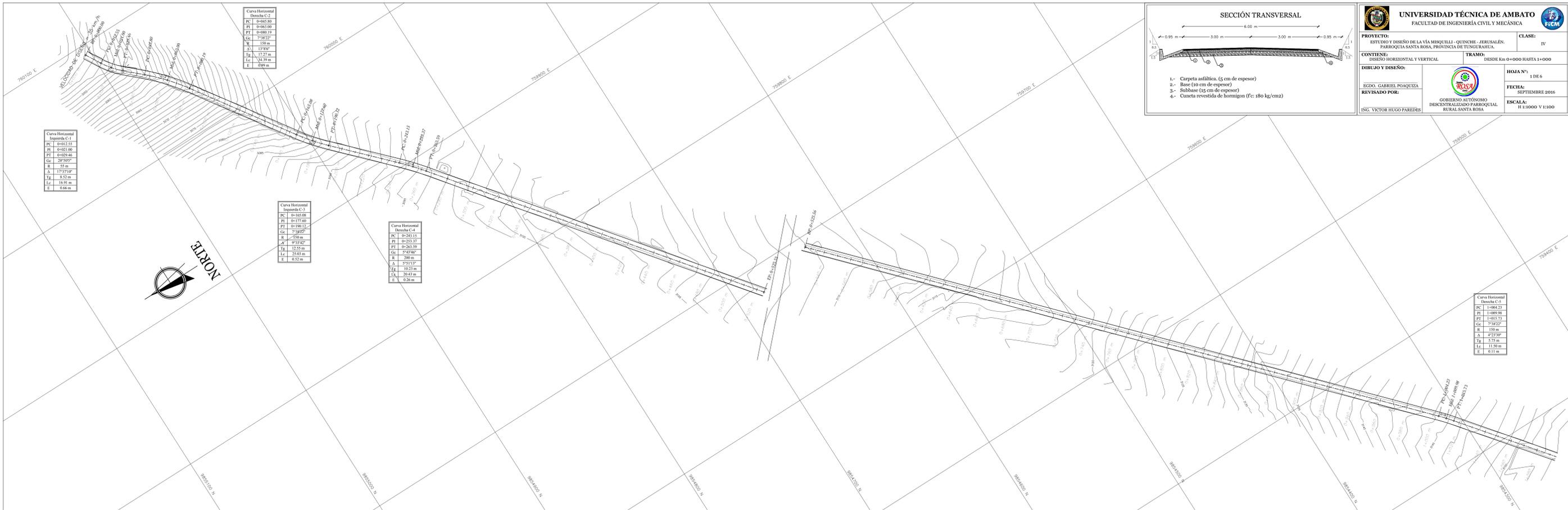
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. TRANS.	COSTO	
		A	B	C=AxB	
				Subtotal P	0.00

Estos precios no incluyen IVA
 Septiembre, 2016

ELABORADO POR
 Gabriel Poaquiza

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	100.76
INDIRECTOS Y UTILIDADES (26%)	26.20
COSTO TOTAL DEL RUBRO	126.95
VALOR UNITARIO	126.95

ANEXO F: PLANOS.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA MISQUILLI - QUINCHÉ - JERUSALÉN - PARIQUILLA SANTA ROSA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

CLASE: IV

CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

RAMO: DESDE Km 0+000 HASTA 1+000

DIBUJO Y DISEÑO: EGO. GABRIEL POAQUIZA

REVISADO POR: ING. VICTOR HUGO PAREDES

HOJA N°: 1 DE 6

FECHA: SEPTIEMBRE 2016

ESCALA: H 1:1000 V 1:100

