UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación, previo la obtención del título de Ingeniero Civil

TEMA:

"EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES."

AUTOR:

Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo

TUTOR:

Ing. Mg. Vinicio Almeida

AMBATO - ECUADOR

2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que la presente tesis realizada por la Srta. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES."

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los seis capítulos que conforman la tesis dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

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

En la ciudad de Ambato, a los 3 días del mes de Diciembre del 2015.

……..

Ing. Mg. Vinicio Almeida

Tutor

AUTORÍA DE LA TESIS

Yo, Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo, declaro que el presente proyecto bajo el tema "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES", fue realizado de manera responsable y los contenidos y resultados, son absolutamente originales y de exclusiva responsabilidad del autor, a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

……..

Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo

Autor

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación con el tema: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES." realizado por la egresada SANDRA ELIZABETH TIPANTAXI NARANJO, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo 2016

Para constancia firman

…….. ……

PROFESOR CALIFICADOR PROFESOR CALIFICADOR

…….

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A todos los que ayudaron y apoyaron a la culminación de este proyecto. Familia y amigos que estuvieron cerca para darme fuerza y aliento en cada instante. A todas estas personas que de una u otra forma participaron para que hoy, alcance un logro más en la vida.

Un agradecimiento sincero a todos.

ÍNDICE GENERAL

PRELIMINARES Pág.

TÍTULO O PORTADA…….....I
APROBACIÓN DEL TUTOR…….....II
AUTORÍA DE LA TESIS…….... III
AGRADECIMIENTO……..……..IV
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS…….....V
ÍNDICE DE TABLAS..……...VIII
ÍNDICE DE FIGURAS..……...X
RESUMEN EJECUTIVO……...XII
ABSTRACT……..XIII

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1. TEMA……..……..…..1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA…….....…….....1
1.2.1.Contextualización……..…….....1
1.2.2.Análisis crítico…….…….…..…….....3
1.2.3.Prognosis……..…….....3
1.2.4.Formulación del problema…….....4
1.2.5.Preguntas directrices……..……4
1.2.6.Delimitación del objeto de investigación……..……..……...5
1.2.6.1. Delimitación del contenido……..…….....5
1.2.6.2. Delimitación espacial……..……..5
1.2.6.3. Delimitación temporal…….…….....5
1.3. JUSTIFICACIÓN…….…….....5
1.4. OBJETIVOS…….…….....7
1.4.1.Objetivo general……..…….....7
1.4.2.Objetivos específicos…….....7

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS……...8
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA …….....10
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL …….....10
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES…….....11
2.4.1. Supra Ordinación de las Variables……11
2.4.2. Definiciones……..……..……..…12
2.4.2.1. Proyecto Vial……..…….....12
2.4.2.2. Topografía……..……..…16

2.4.2.3. Mecánica de suelos…….....19
2.4.2.4. Tráfico……..……26
2.4.2.5. Velocidad…….....……....32
2.4.2.6. Diseño geométrico de carreteras…….....36
2.4.2.7. Sección transversal típica……..69
2.4.2.8. Pavimentos…….……..74
2.4.2.9. Sistemas de drenaje……...81
2.5. HIPÓTESIS……..……84
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES…….....84
2.6.1. Variable independiente……...……....84
2.6.2. Variable dependiente…….....84

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INFORMACIÓN……...….85
3.2. NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN……..……..86
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA……...……...87
3.3.1. Población……...……..…….87
3.3.2. Muestra……...…….....87
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES……88
3.4.1. Variable Dependiente……...……....88
3.4.2. Variable Independiente……...….....89
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN…….90
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN…….91
3.6.1. Procesamiento de la información……..…….....91
3.6.2. Análisis e interpretación de resultados……..……..…91

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS…….…….92
4.1.1. Análisis de resultados de las encuestas…….....92
4.1.2. Análisis de resultados del estudio topográfico…….....100
4.1.3. Análisis de resultados del estudio de tráfico…….....101
4.1.4. Análisis de resultados del estudio de suelos…….....111
4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS…….……..….115
4.2.1. Interpretación de datos de las encuestas…….....115
4.2.2. Interpretación del estudio topográfico…….……....116
4.2.3. Interpretación del estudio de tráfico…….....116
4.2.4. Interpretación del estudio de suelos…….....…117
4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS……..……....117

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES……...……...……...…….122
5.2. RECOMENDACIONES……..……..……....124

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS…….……...……125
6.1.1. Ubicación……..……..125
6.1.2. Población……..……..127
6.1.3. Condiciones climáticas……...……127
6.1.4. Análisis socioeconómicos……..…….…129
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA……130
6.3. JUSTIFICACIÓN……...……....131
6.4. OBJETIVOS……...……....131
6.4.1. General……..……..131
6.4.2. .específicos……..……131
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD……...……..….132
6.6. FUNDAMENTACIÓN……..……133
6.6.1. Diseño geométrico……..……...….133
6.6.2. Diseño de la estructura del pavimento……....134
6.6.3. Sistema de drenaje……..…….....…135
6.7. METODOLOGÍA……...……...136
6.7.1.Diseño geométrico……..……....136
6.7.1.1. Diseño horizontal……..…….....137
6.7.1.2. Diseño vertical……..…….....141
6.7.2.Diseño del pavimento……..……..…144
6.7.3.Diseño transversal……..……..……...165
6.7.4.Sistema de drenaje……..…….....166
6.7.4.1. Diseño de cunetas……..……..…166
6.7.4.2. Pasos de agua…….....176
6.7.5.Señalización……..……..177
6.7.6.Cálculo de volúmenes……..……...…185
6.7.7.Presupuesto referencial……..……189
6.7.8.Cronograma valorado……...……..190
6.8. ADMINISTRACIÓN……..……...191
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN……..…….....191

MATERIALES DE REFERENCIA……...……....193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1.- Pendientes transversales y longitudinales……..……..14
Tabla Nº 2.- Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado…….....15
Tabla Nº 3. Símbolos de grupo (SUCS)……..…….24
Tabla Nº 4. Capacidad de Soporte C.B.R. de diseño……...……26
Tabla Nº 5. Periodo de diseño para vías ……..……....30
Tabla Nº 6. Tasas de Tráfico……..……..32
Tabla Nº 7. Valores de Diseño Recomendado……..……..34
Tabla Nº 8. Velocidad de circulación……..…….35
Tabla Nº 9. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño…….....35
Tabla N° 10. Valores de diseño de las distancias de Visibilidad mínima para parada de un vehículo (metros)…….....42
Tabla Nº 11. Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo……..…45
Tabla Nº 12. Radios mínimos en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral…..49
Tabla Nº 13. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte..…....…55
Tabla Nº 14. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)..…..…....63
Tabla Nº 15. Valores mínimos de diseño del coeficiente “k” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas…….67
Tabla Nº 16. Valores mínimos de diseño del coeficiente “k” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas…….68
Tabla Nº 17. Anchos de calzada Recomendados……..……..70
Tabla Nº 18. Valores de diseño para el ancho de espaldones……..71
Tabla Nº 19. Gradiente transversal para espaldones (porcentaje)……....71
Tabla Nº 20. Valores de Diseño recomendables de taludes en terrenos planos……...73
Tabla Nº 21. Límites Granulométricos para Sub-bases……..……78
Tabla Nº 22. Límites Granulométricos para Bases…….....79
Tabla Nº 23. Especificaciones para bases y sub bases de agregados……...79
Tabla Nº 24. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales….....82
Tabla Nº 25. Conteo de tráfico en hora pico – Estación 1……..……..101
Tabla Nº 26. Conteo de tráfico en hora pico – Estación 1……..……..102
Tabla Nº 27. Conteo de tráfico en hora pico – Estación 2……..……..102
Tabla Nº 28. Tráfico Promedio diario Anual actual……..……..…106
Tabla Nº 29. Tráfico Promedio Anual del primer año ……..…107
Tabla Nº 30. Tráfico Generado TG……..……..108
Tabla Nº 31. Tráfico Atraído TAt……...……...108
Tabla Nº 32. Tráfico Desarrollado TD……..……109
Tabla Nº 33. Tráfico Promedio Anual Actual TPDAactual……..……109
Tabla Nº 34. Tránsito Actual y proyectado……..……..110
Tabla Nº 35. Tráfico futuro……..……..111
Tabla Nº 36. Contenido de humedad……...……...112
Tabla Nº 37. Clasificación del suelo……..……....112

Tabla Nº 38. Compactación Próctor Modificado……...……113
Tabla Nº 39. Soporte CBR……...……..113
Tabla Nº 40. Resistencia de diseño vs Tránsito……...……..113
Tabla Nº 41. Capacidad de Soporte C.B.R. de diseño……...114
Tabla Nº 42. Frecuencias Observadas……..……..119
Tabla Nº 43. Frecuencias Esperadas……..……...119
Tabla Nº 44. Cálculo del Chi Cuadrado……..……...119
Tabla Nº 45. Chi Cuadrado tabular……..……..120
Tabla Nº 46. Población en las Parroquias Juan Montalvo e Ignacio Flores…….....127
Tabla Nº 47. Condiciones Climáticas……...……..128
Tabla Nº 48. Especificaciones para caminos Vecinales Según MOP 2003……...137
Tabla Nº 49. Niveles de Confiabilidad……..……145
Tabla Nº 50. Desviación Estándar Normal…..……...…….....…146
Tabla Nº 51. Factor de daño según tipo de vehículo……..……....149
Tabla Nº 52. Tabla de repartición del tránsito……...……..149
Tabla Nº 53. Distribución por carril……..……....150
Tabla Nº 54. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes Simples de 8.2 Ton…….....151
Tabla Nº 55. Módulos y coeficiente estructural de la carpeta asfáltica a_1…….....154
Tabla Nº 56. Módulos y coeficiente estructural de la Base a_2……...……156
Tabla Nº 57. Módulos y coeficiente estructural de la Sub base a_3……..……...158
Tabla Nº 58. Calidad de drenaje – Saturación……..…….....158
Tabla Nº 59. Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles……...…159
Tabla Nº 60. Espesores mínimos en función del número de ejes equivalentes…….160
Tabla Nº 61. Coeficientes de rugosidad de Maning……..……168
Tabla Nº 62. Caudales y velocidades admisibles para diferentes pendientes…….....169
Tabla Nº 63. Valores de escurrimiento……...……...173
Tabla Nº 64. Caudales máximos para cunetas laterales…….....175
Tabla Nº 65. Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.....179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1. Curvas de Nivel……..……17
Figura Nº 2. Husos y bandas UTM……..…….……18
Figura Nº 3. Estados de Consistencia……..……..…….……22
Figura Nº 4. Curva granulométrica……...……..……..……23
Figura Nº 5. Curva típica de compactación…….…..……25
Figura Nº 6. Hora de Diseño (30va HD)…….... …….29
Figura N° 7. Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación…….……36
Figura N° 8. Distancia de visibilidad de parada……..…….……39
Figura N° 9. Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal……...…..……41
Figura Nº 10. Distancia de visibilidad de rebasamiento……...……..……43
Figura Nº 11. Curva horizontal simple……..…….…….……46
Figura Nº 12. Coeficiente de Fricción Lateral…….48
Figura Nº 13. Curva de inflexión o curva reversa……...…….……51
Figura Nº 14. Estabilidad de un vehículo en las curvas……...……52
Figura Nº 15. Desarrollo del peralte……..……..…..……53
Figura Nº 16. Transición del Peralte……...…….54
Figura Nº 17. Esquema para determinar el sobreancho de un carril de tránsito en una curva……..……....59
Figura Nº 18. Transición de peralte y Sobreancho……..……..…61
Figura Nº 19. Curva Vertical……..…….64
Figura Nº 20. Coeficiente angular de una curva vertical…….65
Figura Nº 21. Curva vertical convexa……...……...……66
Figura Nº 22. Curva vertical cóncava……...……...……68
Figura Nº 23. Sección transversal de una vía de dos carriles……..……69
Figura Nº 24. Bombeo en sección tangente……...……..……73
Figura Nº 25. Estructura del pavimento flexible……..……..……..76
Figura Nº 26. Lavadero y Bordillo……..…….80
Figura Nº 27. Ancho de drenaje de una cuneta……...……82
Figura Nº 28. Secciones típicas de cunetas…….....83
Figura Nº 29. Dimensiones típicas de cunetas triangulares……83
Figura Nº 30. Ubicación de las Estaciones de Conteo vehicular……...……103
Figura Nº 31. Hora pico de referencia……..…….….104
Figura Nº 32. Distribución vehicular en la Estación 1……..……..…104
Figura Nº 33. Ubicación de proyecto……...…….126
Figura Nº 34. Distribución temporal de precipitación……...……128
Figura Nº 35. Distribución temporal de temperatura……...…….129
Figura Nº 36. Cálculo del Número Estructural SN……...…….152
Figura Nº 37. Nomograma – Coeficiente estructural a_1…….…153
Figura Nº 38. Nomograma – Coeficiente estructural a_2……...……..155
Figura Nº 39. Nomograma – Coeficiente estructural a_3…….…157

Figura Nº 40. Espesores de las capas del pavimento……...…….160
Figura Nº 41. Cálculo de los espesores de las capas del pavimento……...……..161
Figura Nº 42. Cálculo del Número Estructural SN de la capa asfáltica…….……..162
Figura Nº 43. Cálculo del Número Estructural SN de la capa base…….…….163
Figura Nº 44. Sección transversal……...……..…….165
Figura Nº 45. Dimensiones de la cuneta……...…….166
Figura Nº 46. Mapa de zonificación de intensidades..…… ……..…172
Figura Nº 47. Dimensiones de los pasos de agua……...……..176
Figura Nº 48. Vista en planta de los pasos de agua……..……..177
Figura Nº 49. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta……..180
Figura Nº 50. Señalización líneas de borde ……..……..…...181
Figura Nº 51. Señales regulatorias……..……...…182
Figura Nº 52. Señales preventivas……..……....183
Figura Nº 53. Señales de información……..……..184
Figura Nº 54. Señales para trabajos en las vías……..…….....185

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES."

AUTORA: Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo
FECHA: Noviembre, 2015

El objetivo, por el cual se desarrolló el presente proyecto es proporcionar una mejor calidad de vida a los pobladores de los barrios Santán Grande y Colatoa, del cantón Latacunga. De esta manera impulsar el desarrollo económico y social de estos barrios y las poblaciones que también se verán beneficiados con el proyecto.

En la actualidad la carretera que une estos barrios no se encuentra en buenas condiciones. La apertura se la ha realizado sin un diseño previo y la capa de rodadura, a excepción de ciertos tramos donde existe lastrado, es de tierra. Por este motivo es necesario realizar el diseño respectivo bajo las normas vigentes, tanto nacionales (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP) como internacionales (American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO).

Para iniciar el proyecto se realizó una inspección de campo para constatar las características y condiciones de la vía, así como la opinión de los moradores. Para esto se procedió con un inventario vial, encuestas dirigidas a la población, el levantamiento topográfico y la toma de muestras para los estudios de suelos. De los estudios se obtuvo la capacidad portante de la subrasante.

Con los datos de topografía se procedió al diseño horizontal y vertical, dando como resultado una carretera de 8,83 km de longitud, además del diseño del drenaje; y con los datos del suelo se diseñó la estructura del pavimento. Finalmente se elaboró un presupuesto referencial y el cronograma valorado de trabajos.

ABSTRACT

The goal, of which this project was developed to provide a better quality of life for residents of the neighborhoods Santan Grande and Colatoa, Latacunga city. Thus boosting economic and social development of these areas and populations will also benefit from the project.

Today the road linking these neighborhoods is not in good condition. The opening has taken place without a previous design and surface course, except for certain sections where there ballasting, it is land. It is therefore necessary under the respective design, existing national rules (MTOP) and international (AASHTO).

To start the project a field inspection was conducted to verify the nature and condition of the road, and the opinion of the residents. For this we proceeded with road inventory, quiz at the population and then surveying and sampling for soil analysis was performed. Studies the bearing capacity of the subgrade was obtained.

With survey data we proceeded to the horizontal and vertical design and drainage design; data and soil the pavement structure was designed. Finally, a reference budget and the work schedule was drawn valued.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

TEMA DE INVESTIGACIÓN

El Sistema de Comunicación Terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

El Ecuador se caracteriza por un constante crecimiento y desarrollo en varias áreas productivas y económicas. Gran parte de las provincias que constituyen el país han desarrollado una actividad productiva que impulsa el progreso de toda la nación. Por tal motivo, es necesario contar con una red vial de calidad, que permita la comunicación directa y eficiente entre distintas poblaciones. De esta forma se conseguirá un intercambio, no solo de producción y comercio, sino también un intercambio turístico y cultural y se logrará integrar a toda la población a la economía, que cada día es más activa en el Ecuador.

Las carreteras, como vías de comunicación terrestre, mueven la vida, y son de gran importancia para impulsar el crecimiento productivo y social de las personas. Sin embargo el porcentaje de vías que cuentan con un adecuado diseño y proceso constructivo es muy inferior al porcentaje de carreteras en situaciones de olvido y precario mantenimiento. Y de este porcentaje la mayor parte pertenece a caminos vecinales y los considerados caminos terciarios, cuyas características no van más allá de superficies de tierra o lastre. Sabiendo que la mayor fuerza productiva del país proviene de sectores que disponen precisamente de estas inadecuadas vías de comunicación.

Las provincias de la región Sierra se ha distinguido por mantener un crecimiento considerable con respecto a producción agrícola, oferta turística, generación de empleo y en general en el fomento del progreso de diferentes sectores económicos. Pese a esto varias de sus provincias no han mostrado un adelanto en cuestión de vialidad y existe una gran deuda con relación a este aspecto. La provincia de Cotopaxi, es una de estas provincias que todavía se encuentra en un proceso de mejorar las características de su sistema de carreteras. Siendo una provincia de gran atractivo turístico, requiere el mejoramiento y la construcción de nuevas arterias de comunicación tanto internas, entre sus comunidades, como externas hacia otras provincias. Por cuanto las existentes no abastecen las necesidades y requerimientos de la población que ha conseguido robustecer, con su esfuerzo, la fructífera economía de la provincia.

El cantón Latacunga ubicado al norte de la provincia de Cotopaxi, es un punto turístico representativo de la región Sierra, debido al patrimonio cultural intangible de la Nación que este cantón posee, como es la fiesta de La Mama Negra, así como su reconocida gastronomía y además por ser una región agrícola y ganadera por excelencia. Es un cantón que ha crecido poblacionalmente y está en continua expansión. Por estas razonas las comunidades, en especial las rurales, han sufrido cambios y crecido, generando la necesidad de vías que los comunique con las comunidades rurales aledañas y los sectores urbanos del cantón.

Los barrios Santán Grande y Colatoa, incluyendo las comunidades intermedias, basan su economía en la agricultura y la producción ganadera, y actualmente sus vías de acceso no tienen la capacidad para satisfacer las demandas de la población. Por tal motivo y sabiendo que las necesidades de comunicación se incrementan es necesaria la intervención en estas comunidades, proporcionándoles una correcta movilización, con vías que les permita transportar sus productos y así mismos de forma segura y rápida.

La implementación de un plan de diseño, construcción y mejoramiento de los caminos vecinales, bajo normas y especificaciones técnicas para estos sectores de la población, conlleva a estructurar verdaderos anillos viales que fortalecen el crecimiento del cantón, la provincia, el país y por ende al mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores de esta zona.

1.2.2. Análisis crítico

La carretera que comunica los barrios Santán Grande, Santa Marianita, Pusuchisí, San José y Colatoa, del cantón Latacunga, hasta la presente fecha presenta condiciones deplorables para la movilidad de los habitantes de estos sectores. Uno de los problemas existentes es la falta de un drenaje adecuado para el agua lluvia, lo que ocasiona la erosión de algunos sectores, cuya pendiente es bastante pronunciada; además de la falta de iluminación, produciendo inseguridad y peligro de colisión para los vehículos que circulan por la carretera. Otro de los inconvenientes que se pudo observar es que algunos tramos de la vía están siendo invadidos por plantas; y otros son utilizados como botadero de basura, obstaculizando la carretera y haciendo inseguro el traslado por la misma.

En otros tramos el ancho de la calzada es reducida por lo que no es posible una circulación eficiente en los dos sentidos. Con relación al traslado de productos y ganado, es notable que sea dificultoso, ya que la superficie de la carretera no es uniforme, por cuanto existen baches, huecos y varios obstáculos.

Asimismo, el hecho de que la vía sea de tierra perjudica también a la salud de las personas, puesto que el polvo producido conduce a afecciones respiratorias.

1.2.3. Prognosis

El proyecto en estudio es de gran importancia para los moradores de las zonas involucradas, por lo que, de no realizarse este proyecto, las personas seguirán teniendo muchas dificultades para prosperar económica y socialmente. Debido al

pésimo estado de la vía, ésta al contrario de apoyar al sector comercial, significaría un impedimento para el desarrollo productivo del sector. A más de que persistirían las condiciones de inseguridad y posibles afectaciones a la salud por el polvo de la carretera.

Asimismo los transportistas que circulan por esta vía seguirán siendo afectados, pues los daños mecánicos que afectan a sus unidades de trabajo, son producidos precisamente por los huecos y, en general por las malas condiciones de la vía.

Por lo tanto es imperativo que se tome las debidas consideraciones y correcciones por parte de las autoridades pertinentes. Esto permitirá no solo solucionar estos problemas puntuales sobre la vía en cuestión, sino además generar e impulsar el desarrollo en esta parte importante de la población.

1.2.4. Formulación del problema

¿Cómo influye en la calidad de vida de los pobladores el sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga?

1.2.5. Preguntas directrices

- ¿Cómo se encuentra actualmente la vía?
- ¿Cuál es la topografía de la zona?
- ¿Cuáles son las características del suelo de la vía?
- ¿Cuáles son las condiciones climáticas del sector?
- ¿Qué tipo de producción existe en la zona?
- ¿Cómo transportan los productos desde la zona?
- ¿Qué tipo y cuanta cantidad de tráfico utiliza esta vía?
- ¿Es necesario realizar un nuevo diseño geométrico para la vía?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

1.2.6.1. Delimitación del contenido

La presente investigación está inmersa en el campo de la Ingeniería Civil, tomando en cuenta que se desarrolla específicamente en el área de la Ingeniería Vial y la Ingeniería de Tránsito. Valiéndose además de aspectos fundamentales como la topografía, mecánica de suelos, diseño geométrico de vías y diseño de pavimentos.

1.2.6.2. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en los Barrios Santán Grande y Colatoa (incluyendo comunidades intermedias). Específicamente sobre la vía que une estos dos puntos del cantón Latacunga, con una extensión total de 9,02 km, la misma que inicia en las coordenadas E 768354.19 y N 9896138.52 y termina en el punto E 768668.76 y N 9901493.12.

Mientras que los ensayos necesarios para la investigación se los realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato y el levantamiento topográfico se efectuó gracias al apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Latacunga.

1.2.6.3. Delimitación temporal

La investigación se realizó dentro del periodo comprendido entre los meses de Mayo del 2015 a Febrero del 2016.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El barrio Santán Grande, perteneciente a la Parroquia Ignacio Flores y, el Barrio Colatoa, de la parroquia Juan Montalvo, son sectores importantes del cantón Latacunga. Las personas que habitan estos sectores necesitan vías de comunicación que les permita trasladarse hacia los centros de comercio, estudio o trabajo, de forma segura y cómoda.

El estado actual de la vía que comunica estos sectores, al estar en pésimas condiciones, retrasa el desarrollo económico y social de la población. Muchas personas con empleos en el centro de la ciudad y, en especial los estudiantes que se trasladas hacia los centros educativos se ven afectadas, ya que el tiempo de recorrido es considerable. La distancia al centro de la ciudad ya es relevante, solo por la ubicación de estos barrios pero, al sumarle el inconveniente de transitar por la carretera en estudio, este tiempo se incrementa aún más. Esto también con relación a los comerciantes que necesitan trasladar sus productos ganaderos y agrícolas hacia las plazas y mercados del cantón Latacunga, aún más, cuando es necesario que los productos lleguen a tiempo y en buenas condiciones.

La investigación que se realizó busca disminuir los problemas antes citados. Con la rehabilitación y el mejoramiento de las características de esta vía se verán satisfechas las necesidades de las personas que habitan este sector y se evidenciarán cambios radicales en la forma de vida de los pobladores. Se optimizará el tiempo de recorrido hacia el centro del cantón Latacunga y a sus puntos de comercio, el traslado de estudiantes hacia las instituciones educativas será más rápido y seguro y finalmente la afectación mecánica de los vehículos que circulan por la zona se reducirá. De esta forma se permitirá que se incremente y fortalezca la economía, no solo de las comunidades beneficiadas, sino también del cantón y la provincia. En conclusión, el desarrollo socio-económico de estos sectores será evidente y palpable.

Tomando en cuenta los argumentos expuestos anteriormente, se demuestra que es menester que el proyecto se concrete sin demora alguna. Todas las personas deben contar con un ambiente confortable y seguro para poder vivir de forma digna. Donde puedan acceder a todos los servicios tales como salud, vivienda, vialidad, educación, agua potable, alcantarillado, etc.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Analizar el Sistema de Comunicación Terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar el entorno social y económico de la población de la zona.
- Definir la topografía del sector.
- Ejecutar el estudio de suelo mediante ensayos de laboratorio.
- Precisar el tránsito vehicular de la vía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para respaldar la investigación presente, y debido a que en el sector de estudio no se han realizado investigaciones previas, se tomó investigaciones anteriores cuyos temas guardan relación con el problema en estudio.

– En la investigación "Las Condiciones de la Vía Capulispamba – Pinguilí del Cantón Mocha, Provincia de Tungurahua y su Incidencia en la calidad de vida de la población." del año 2014. El Sr. Álex Fabián Palacios Guerrero concluye que:

"Las vías se rediseñaron debido a la inconsistencia del diseño geométrico actual, siendo este el factor fundamental para que se proponga un diseño vial mejorado, el mismo que se caracteriza por tener condiciones regidas por la normativa del M.T.O.P."

"El diseño vial, traerá mejoras en la calidad de vida de la población puesto que será más fácil el acceso a servicios básicos para los mismos, entonces existirá mayor calidad de vida, salubridad y progreso dentro del sector."

– Byron Patricio Rosero Ojeda, autor de la tesis "El sistema de comunicación terrestre entre las comunidades de Palama y Sigualo de la parroquia García Moreno, cantón Pelileo, provincia Tungurahua y su incidencia en el desarrollo agrícola y ganadero del sector", publicada en el año 2015, expresa como conclusión lo siguiente:

"Un adecuado diseño geométrico y diseño del pavimento, mejorará la calidad de vida de los habitantes de la parroquia García Moreno, especialmente de las comunidades de Palama y Sigualo."

“La creación de esta vía acortar tiempos de traslado de productos agrícolas y ganaderos a las ferias del cantón Pelileo”

– En el trabajo de investigación “Las condiciones del camino vecinal entre los caseríos Olmedo - La Paz y Pelileo Grande, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua, y su incidencia en el desarrollo socio-económico de los sectores” (2015). Wilfrido Orlando Tapia Chaguamate concluye:

“El diseño de la vía es de gran importancia ya que mejorará la distribución de predios y comercialización de los productos cultivados en la zona, mejorando con ello el desarrollo socioeconómico de los sectores en estudio.”

“Es necesaria una modificación geométrica en la vía existente, que involucre el análisis de radios de curvatura, pendientes mínimas, y posibles ensanchamientos, los cuales permitirán un crecimiento organizado en la localidad, con mejora en su estructura de pavimento de una manera adecuada y económicamente técnica.”

– En la investigación realizada por Guevara Lascano Verónica Patricia “Las condiciones de la vía El Triunfo – San Pablo de Morogacho, parroquia El Triunfo, cantón Patate, provincia de Tungurahua y su influencia en la calidad de vida de los habitantes del sector” (2014). La autora concluye:

“Las condiciones actuales de la vía no son las adecuadas, como se determinó en la encuesta, ya que afecta el tiempo de recorrido, seguridad y comodidad de las personas que circulan por esta vía, concluyéndose que el presente proyecto mejorará la calidad de vida de los habitantes de la parroquia El Triunfo.”

“Al ejecutarse este proyecto, la comercialización mejorará notablemente, debido a que la producción agrícola es alta y facilitará el transporte de sus productos hacia mercados y parroquias cercanas de forma más rápida y segura.”

“El mal estado de la vía se debe principalmente a la inexistencia de sistemas de drenaje en varios tramos.”

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La investigación presente está enmarcada en el paradigma Crítico-Propositivo ya que este criterio estudia el problema que se investiga y las posibles soluciones. Mediante el análisis crítico, podremos analizar las causas del problema en estudio, las afectaciones que produce en la población, las consecuencias en la economía de los sectores involucrados y las complicaciones que se podrían presentar en la salud, debido al mal estado de la carretera.

Identificado el problema y las consecuencias del mismo, se puede proponer soluciones que reducirán las molestias en los pobladores. A través del mejoramiento de la geometría y la estructura del pavimento, la calidad de vida de los moradores se incrementará de manera visible y mejorarán diferentes aspectos de su economía y productividad.

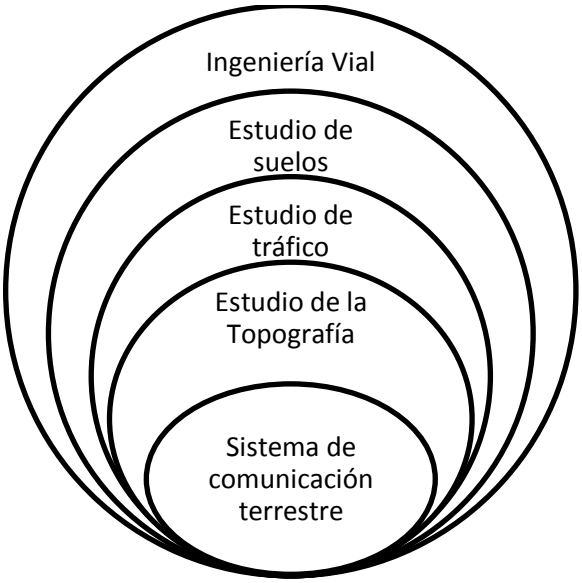
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La investigación que se realizó necesita fundamentarse en normas y reglamentos pertinentes y correspondientes al área de estudio al que se enfoca el presente trabajo. Para ello se tomaron en cuenta las siguientes normas y especificaciones técnicas:

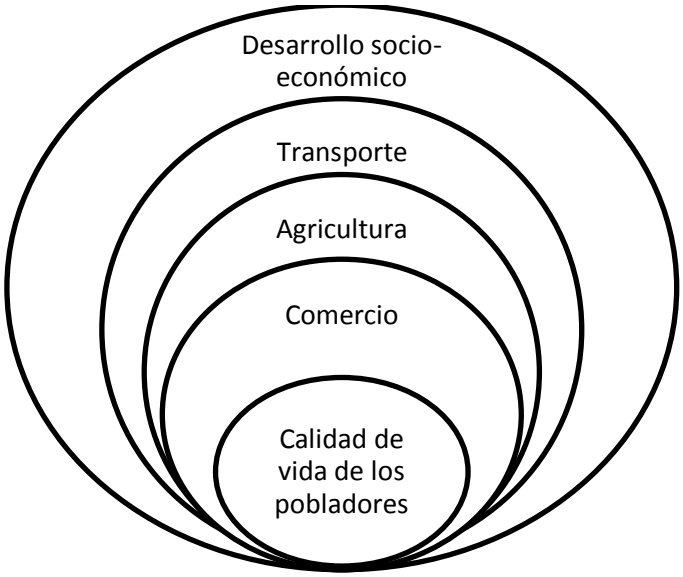
- Norma Ecuatoriana Vial 2012 (NEVI-12)
- Norma AASHTO 1993 para el diseño de la carpeta asfáltica
- Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003
- Ley de Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial Asamblea Nacional Constituyente, 24 de Julio de 2008
- El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) y el Plan Nacional del Buen Vivir.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1. Supra Ordinación de las Variables



Variable independiente



Variable dependiente

2.4.2. Definiciones

2.4.2.1. Proyecto vial

Las características topográficas, geológicas, hidráulicas, el drenaje y el uso de la tierra tienen el efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y conjuntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras. El proyectista debe contar con cartas topográficas y geológicas sobre la cuales se pueden ubicar esquemáticamente las diferentes rutas que pueden satisfacer el objeto de comunicación deseada.[1]

2.4.2.1.1. Carretera

"La carretera es una faja de terreno con un plano de rodadura especialmente dispuesto para el tránsito adecuado de vehículos y está destinada a comunicar entre sí regiones y sitios poblados. Este tipo de vía se distingue por la denominación de los puntos geográficos que vincula o va a vincular, si está en proyecto, los cuales constituyen los puntos de control primario." (Bravo, 1976, pág. 1)

2.4.2.1.2. Sistemas convencionales de trazado

Los estudios para trazado y localización de una carretera cubren 5 etapas, así:

a) **Reconocimiento o exploración,** que es un examen general del terreno para determinar la ruta o rutas posibles de unión entre los puntos primarios de control que se señalan al ingeniero de vías.
b) Trazado antepreliminar o selección de la ruta, en el cual se adopta la mejor o mejores ubicaciones de ésta con indicación de puntos secundarios de control y de pendientes longitudinales y distancias.

[1]Ministerio de Obras Públicas. (2003). Norma para Diseño Geométrico de Carreteras. Ecuador. pág 5.

c) **Trazado preliminar,** que se realiza sobre la ruta escogida con aparatos de precisión para el levantamiento topográfico de una zona de terreno en el cual va a proyectarse.
d) **Proyecto,** que comprende los diseños en planta y en perfil del eje de la vía, elaborada en la oficina con observación de las normas que regulan el diseño geométrico de carreteras.
e) **Localización,** consistente en las labores necesarias para transferir al terreno el eje de la vía determinado en el proyecto en planta. (Bravo, 1976, pág. 1)

2.4.2.1.3. Clasificación de las carreteras

a) Según el tipo de terreno

Terreno plano.- De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%.[2]

Terreno ondulado.- Se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6%: Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado o en la explanación, así como pendientes longitudinales normalmente del 3% al 6% [2].

Terreno montañoso.- Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, por lo que presenta dificultades en el trazado y el la explanación. Pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes [2].

[2]Choncotá, P. (2004). *Diseño Geométrico de Vías.* Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. pág 31,32.

Terreno escarpado.- Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existe mucha dificultad para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por lo tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8% [2].

Tabla Nº 1. Pendientes transversales y longitudinales

TOPOGRAFÍA	PENDIENTES		
	TRANSVERSAL (º)	TRANSVERSAL (%)	LONGITUDINAL
LLANO	5º	5%	< 3%
ONDULADO	6º – 12º	5 – 25%	4 – 6%
MONTAÑOSO	13º – 40º	25 – 75%	6 – 8 %
ESCARPADO	>40º	> 75%	> 8%

Fuente: Autor

b) Por su jurisdicción

Red vial estatal.- Son vías troncales y transversales administradas por el Gobierno Nacional mediante el ministerio correspondiente, en este caso el MTOP, como entidad responsable de su manejo y control. (Autor)

Red vial provincial.- Son carreteras que se encuentran bajo la administración, construcción y control del respectivo GAD Provincial. (Autor)

Red vial cantonal.- Son las carreteras que se encuentran bajo la administración de los GAD Municipales. (Autor)

c) Por el tráfico proyectado

Se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un periodo de 15 ó 20 años. (MOP, 2003, pág. 23)

Tabla Nº 2.- Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO (TPDA)
CORREDOR ARTERIAL	R – I ó R - II	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000 vehículos
VÍA COLECTORA	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
CAMINO VECINAL	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	Menos 100 vehículos

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003)

d) Por su función jerárquica

Corredores Arteriales.- Estos corredores puede ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). Dentro del grupo de autopistas, estas tendrán un control total de accesos y cuyo uso puede ser prohibido a cierta clase de usuarios y de vehículos. Dentro del segundo grupo de arterias (Clase I y II) que son la mayoría de las carreteras, éstas mantendrán una sola superficie acondicionada de la vía con dos carriles destinados a la circulación de vehículos en ambos sentidos y con adecuados espaldones a cada lado; incluirá además pero en forma eventual, zonas suplementarias en las que se asientan carriles auxiliares, zonas de giro, paraderos y sus accesos que se realizan a través de vías de servicio y rampas de ingreso/salida adecuadamente diseñadas. (MOP, 2003, pág. 23)

Vías Colectoras.- Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional. (MOP, 2003, pág. 23)

Caminos Vecinales.- Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. (MOP, 2003, pág. 24)

2.4.2.2. Topografía

"La topografía es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la Tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones" (McCormac, 2010, pág. 33)

2.4.2.2.1. Planos y Escalas

"El estudio de planos forma parte del llamado análisis de la información existente. Básicamente consiste en la elaboración de los croquis de las rutas sobre planos, cartas geográficas o fotografías aéreas, a escalas muy comunes como 1:100000, 1:50000, 1:25000". (Cárdenas, James, 2002, pág. 19)

Para el proyecto se usaran las siguientes escalas:

- Escala horizontal: 1:1000
- Escala vertical: 1:100

2.4.2.2.2. Curvas de nivel

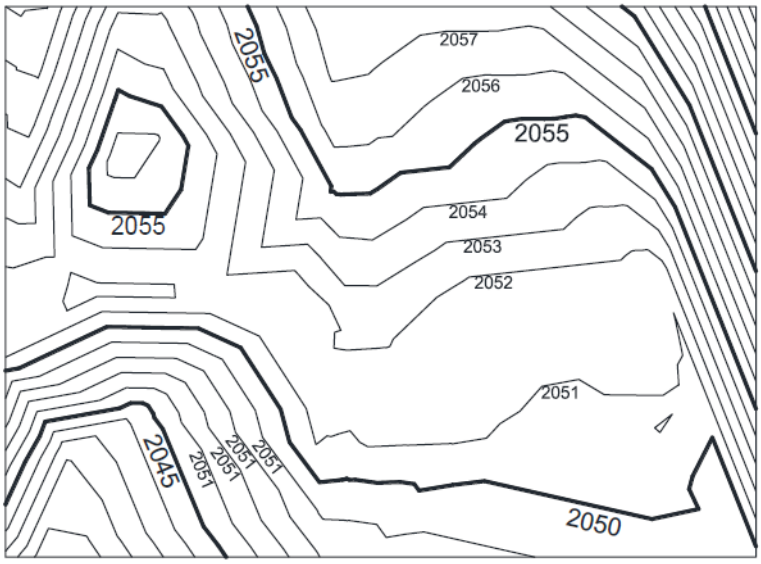
Es la representación por medio de líneas de todos los puntos que se encuentran a la misma altura sobre o bajo el nivel del mar.

Existen dos tipos de curvas de nivel: Índice y Secundarias

Curvas índice: Son aquellas que arbitrariamente se establecen cada cierta distancia, generalmente divisiones exactas (cada 5, 10, 50, 100, etc., mts) y siempre se les indica su valor. Se representan con líneas más gruesas que las secundarias para facilitar su lectura.

Curvas secundarias: Son las que se trazan cada dos curvas índice, también a la misma distancia entre ellas. (Mejía, Nadia, 2000, pág. 6)

Figura Nº 1. Curvas de Nivel



Fuente: Autor

Equidistancia: Representa la distancia o intervalo vertical entre curvas de nivel. La equidistancia se determina con base en las aplicaciones que tendrá el plano y por las características del terreno (pendiente elevada o reducida) que se ha de dibujar en el plano. (McCormac, 2010, pág. 242)

2.4.2.2.3. Sistema de coordenadas UTM

Es un sistema de coordenadas proyectadas "de tipo Cilíndrica y se basa en que la tierra es un globo que se hincha y se introduce en un Cilindro, y este globo al inflarse ocupa el volumen del cilindro, de manera que el mapa queda impreso en el interior de este."

Debido a esto la tierra queda dividida en 60 husos, cada uno de ellos con 6 grados de longitud. En las latitudes se aprecian 20 fajas o bandas, cada una con 8 grados.

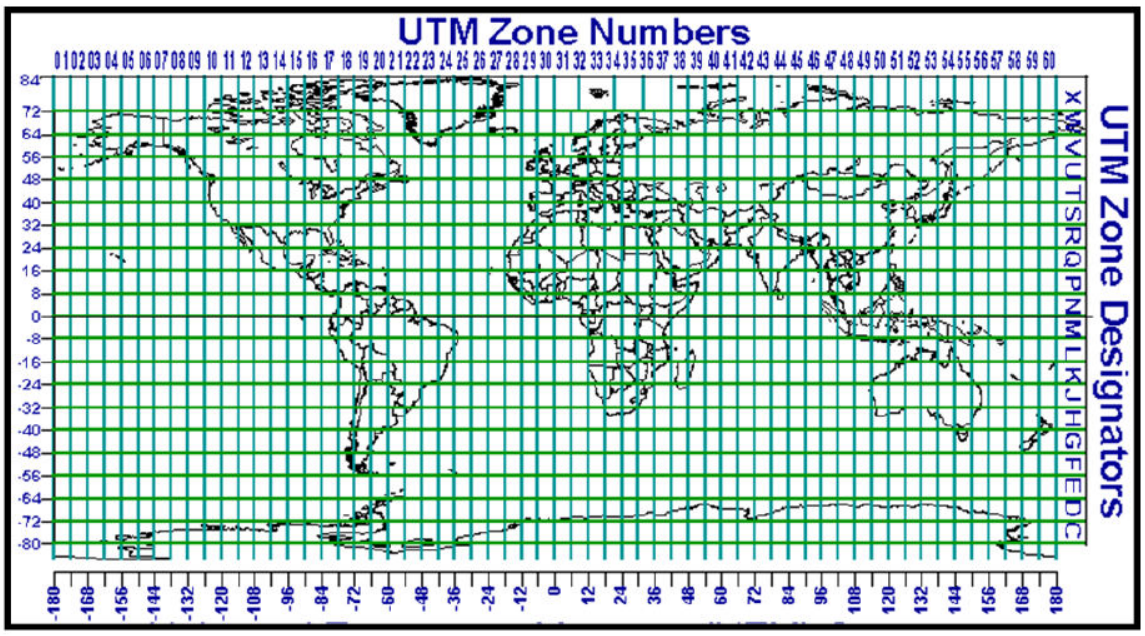
Para hacer referencia a cada punto de la cuadrícula UTM o zona, se usaron dos valores llamados coordenadas; la coordenada "X" que expresa un valor en metros o

en kilómetros en dirección Este (hacia la derecha), mientras que la coordenada "Y" hace lo propio hacia la vertical del plano en dirección Norte.[3]

Es un sistema de proyección basado en cuadrículas cuya unidad es el metro. Está basado en un modelo elipsoidal de la tierra, no obstante actualmente está siendo sustituido por el elipsoide WGS84 para hacer un sistema compatible con el Sistema de Posicionamiento Global GPS.

El WGS 84 son las siglas de World Geodesic System 84, que significa Sistema Geodésico Mundial 1984. Consiste en un patrón matemático de tres dimensiones que representa la Tierra por medio de un elipsoide, un cuerpo geométrico más regular que la Tierra, que se denomina WGS84.

Figura Nº 2. Husos y bandas UTM



Fuente: Fernández (2001)[4]

[3] Recuperado: http://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordendas-geograficas-utm
[4] Recuperado: http://www.cartesia.org/data/aapuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf

La proyección usada en Ecuador es UTM "Universal Transversal de Mercator", el Ecuador continental se encuentra en dos zonas: 17 y 18, en las fajas M (hemisferio Sur) y N (hemisferio Norte).

2.4.2.3. Mecánica de Suelos

El estudio de suelos, dentro del proyecto vial, es de mucha importancia, debido a que mediante este estudio se conocen las características del suelo sobre el cual se va a construir la carretera.

2.4.2.3.1. Recolección de muestras

La obtención de muestras es un procedimiento, que requiere de conocimiento, experiencia y criterio para seleccionar la ubicación y la profundidad de los pozos, donde habrá de extraerse la muestra.

Con relación a la muestra, esta se puede clasificar en:

Muestra alterada: Muestra obtenida por métodos de excavación generalmente abierta en pozos, apiques o taludes, han perdido sus características de sitio tales como la resistencia, la compacidad relativa, la relación de vacíos y la porosidad entre otras, sin embargo, mantiene la granulometría y el contenido natural de humedad.

Muestra inalterada: Muestra obtenida por métodos de perforación con equipos especiales, por lo tanto al ser extraída, mantiene sus propiedades índices y técnicas por lo que son útiles para caracterizar un suelo.

Muestra integral: Muestras obtenidas en roca, por lo que generalmente forman cilindros o testigos que deben representar al menos el 90% de la profundidad estudiada. (Mantilla, 2000, pág. 36)

2.4.2.3.2. Sondeo preliminar con pozos a cielo abierto

Son excavaciones que poseen una dimensión suficiente para que un técnico pueda ingresar y explorar los estratos presentes en el suelo. Este tipo de sondeos no puede realizarse a grandes profundidades, más aun cuando existen niveles freáticos altos.

Para el caso de proyectos viales, en los cuales se requiere conocer las propiedades índice y mecánicas del suelo, es recomendable hacer un pozo a cielo abierto de 1.20x0.80 visto en planta, y escalonado cada 0.50 metros hasta 1.50 metros de profundidad, pudiendo así tomar muestras en los tres niveles.

2.4.2.3.3. Ensayos de laboratorio

Con el objeto de establecer las propiedades físicas de cada suelo muestreado y estimar su comportamiento bajo diversas condiciones, es necesario efectuar varias pruebas.

1. Determinación del contenido de humedad

Es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

El conocimiento de la humedad natural de un suelo no sólo permite definir a priori el tratamiento a darle, durante la construcción, sino que también permite estimar su posible comportamiento, como subrasante, pues, si el contenido natural de agua de un suelo está próximo al límite líquido, es casi seguro que se está tratando con un suelo muy sensitivo y si, por el contrario, el contenido de agua es cercano al límite plástico, puede anticiparse que el suelo presentará un buen comportamiento (Montejo Fonseca, 2010, pág. 63).

$$\omega\% = \left(\frac{W\omega}{Ws}\right) * 100$$

Donde:

ω% = contenido de humedad del suelo, %.

Wω = peso del suelo húmedo.

Ws = peso del suelo seco.

2. Determinación de los límites de Atterberg

Son ensayos de laboratorio que permiten determinar los límites de humedad del suelo, dentro de los cuales éste se mantiene en estado plástico. Permiten posteriormente clasificar el suelo bajo la Clasificación Unificada de Suelos (SUCS).

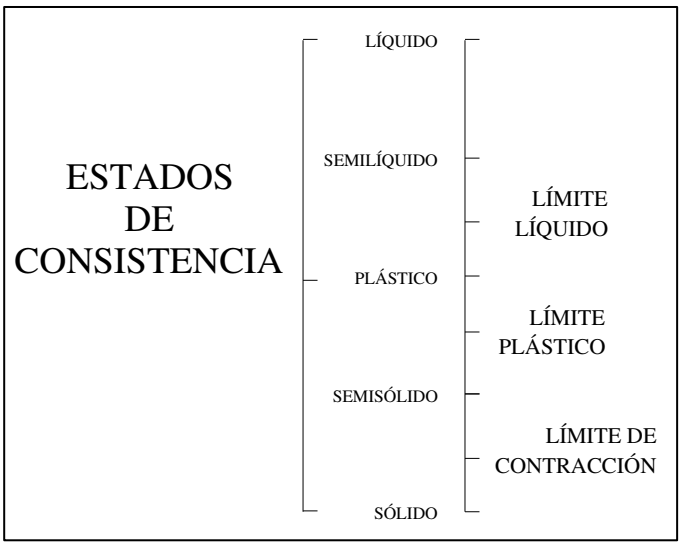
Límite plástico (LP): El límite plástico se define como la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. En este caso, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

Para contenidos de humedad mayores que el límite plástico se presenta una caída muy pronunciada en la estabilidad del suelo.

Límite líquido (LL): El límite líquido es el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.

Índice plástico (IP): Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, e indica el grado de contenido de humedad en el cual un suelo permanece en estado plástico antes de cambiar al estado líquido (Montejo Fonseca, 2010, pág. 63).

Figura Nº 3. Estados de Consistencia



Fuente: Mantilla, F (2000)

Existen algunas excepciones:

- Cuando el LL o el LP no se puedan determinar, se informa el índice plástico como no plástico (NP).
- Cuando el suelo es muy arenoso, el LP deberá determinarse antes del LL. Si el LP no puede determinarse se indicará el IP como NP.
- Cuando el LP es igual o mayor que el LL, indíquese el IP como NP.

3. Clasificación de suelos

Mediante análisis granulométrico.

Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo. En suelos friccionantes la granulometría es la propiedad fundamental.

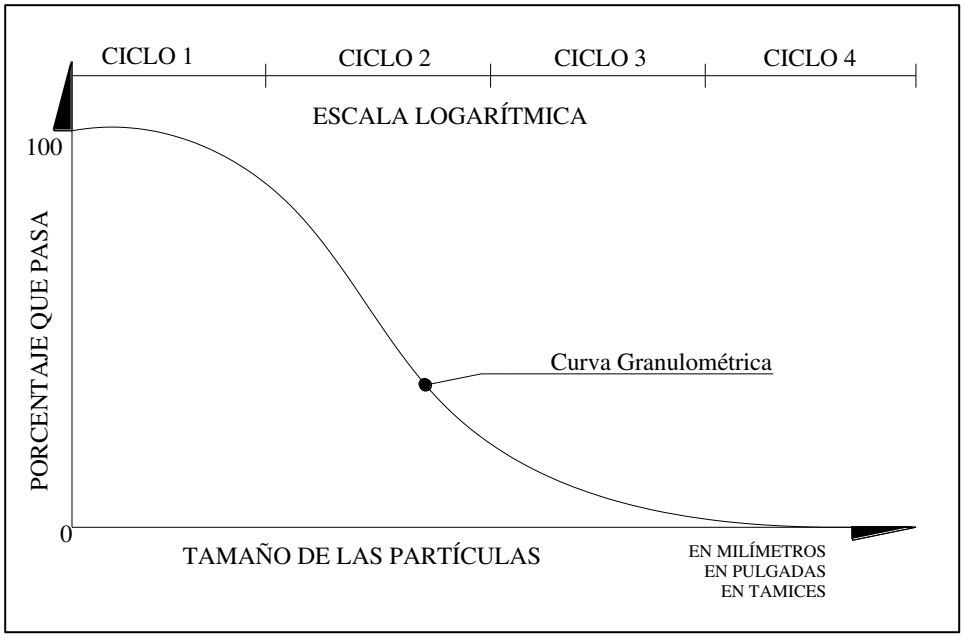
La AASHTO M-145 clasifica el suelo de la siguiente forma:

- Grava: de un tamaño menor a 76.2 mm (3”) hasta el tamiz No. 10 (2.0 mm)

- Arena gruesa: de un tamaño menor a 2 mm hasta el tamiz No. 40 (0.425 mm)
- Arena fina: de un tamaño menor a 0.425 mm hasta el tamiz No. 200 (0.075 mm)
- Limos y arcillas: tamaños menores al tamiz No. 200 (0.075 mm)

Según la AASHTO, un suelo fino contiene más del 35% del material fino que pasa el tamiz número 200. Para este tipo de suelos la propiedad característica son los Límites de Atterberg.

Figura Nº 4. Curva granulométrica



Fuente: Guía Técnica de suelos, Mantilla Francisco

Clasificación SUCS

Esta clasificación es una modificación de la Clasificación General de Casagrande, adoptada por la ASTM como parte de sus métodos normalizados.

Esta clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistentes en un prefijo que designa la composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades.

Tabla Nº 3. Símbolos de grupo (SUCS)

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobremente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Fuente: Juárez Badillo, E (2005)[5]

4. Compactación

Se entiende por compactación todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un suelo. En general, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable.

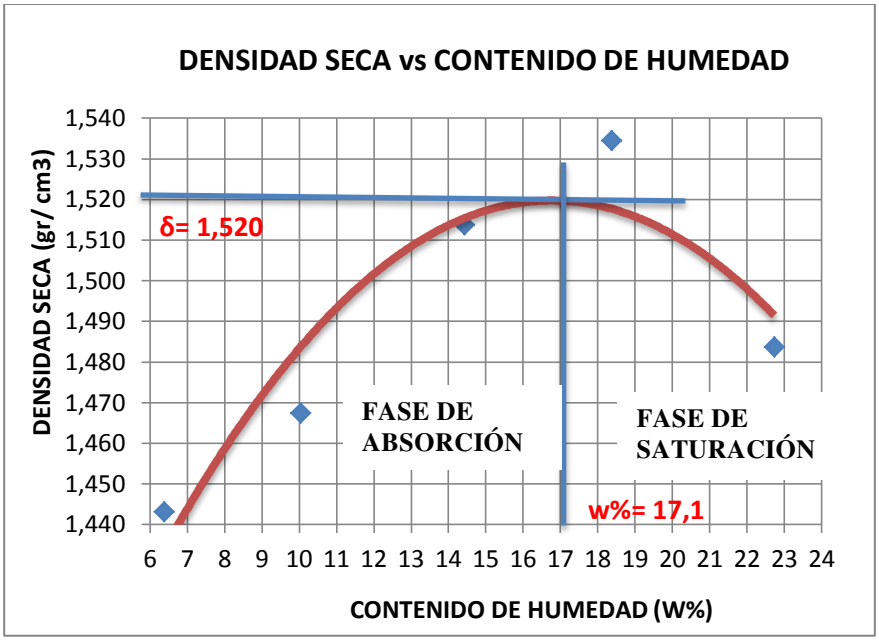
Para efectos del control de la compactación durante la construcción es necesario efectuar pruebas que permitan conocer la máxima densidad y el óptimo contenido de humedad de los diferentes tipos de suelo.

- **Máxima densidad:** Es el máximo peso seco, obtenido cuando el material se mescla con diferentes porcentajes de agua y se compacta de una manera normal preestablecida.
- **Óptimo contenido de humedad:** Es el porcentaje de agua con el cual se obtiene la máxima densidad para el esfuerzo de compactación especificado.

El ensayo que asemeja las condiciones de compactación que ejercen las maquinarias en el campo, es el ensayo Próctor Modificado AASHTO T-180 (Montejo Fonseca, 2010, pág. 64).

[5]Badillo, E. J. (2005). *Mecánica de Suelos.* México: Limusa Noriega Editores.

Figura Nº 5. Curva típica de compactación



Fuente: Autor

5. Ensayo CBR de la subrasante

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. Se usa en el diseño de pavimentos flexibles. El CBR se expresa en porcentaje como, la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón dentro del suelo, a la carga unitaria requerida para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida. (NEVI Vol.2B, 2012, pág. 88, 89)

$$CBR = \frac{esfuerzo\ que\ produce\ una\ deformación\ de\ 0.1\ o\ 0,\ en\ el\ suelo\ ensayado}{esfuerzo\ que\ produce\ una\ deformación\ de\ 0.10\ o\ 0\ en\ la\ muestra\ patrón} x100$$

La calidad de la subrasante está en función de la capacidad portante del suelo, de ahí que se la clasifique según el CBR que posea.

Tabla Nº 4. Capacidad de Soporte C.B.R. de diseño

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

Fuente: Guía Técnica de suelos, Mantilla Francisco (2000)

2.4.2.4. Tráfico

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos que circulan o circularán por ella. El tránsito indica para qué servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. La información sobre el tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado.

Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos, es decir, su composición (Choncotá, 2004, pág. 35).

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes (rectificación de trazado, ensanchamiento, pavimentación, etc.) o de construcción de carreteras alternas entre puntos ya conectados por vías de comunicación, es relativamente fácil cuantificar el tráfico actual y pronosticar la demanda futura. En cambio, cuando se trata de zonas menos desarrolladas o actualmente inexplotadas, la estimación del tráfico se hace difícil e incierta. Este caso se presenta con frecuencia en nuestro país que cuenta con extensas regiones de su territorio total o parcialmente inexplorados (MOP, 2003, pág. 11).

En el estudio del volumen de tránsito se deben tener en cuenta varios criterios:

Tránsito promedio diario (TPD): Representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea, que es el volumen del tránsito promedio por día (Choncotá, 2004, pág. 36)

Volumen de la hora pico: Es el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso (Choncotá, 2004, pág. 36).

Volumen horario de diseño: Se representa como VHD y es el volumen horario que se utiliza para diseñar, es decir, para comparar con la capacidad de la carretera (Choncotá, 2004, pág. 36).

2.4.2.4.1. Composición del tránsito

También es necesario conocer la cantidad de vehículos de cada tipo que circulan por las carreteras, los cuales se pueden dividir en grupos para hacer, menos difíciles los cálculos; por ejemplo, los vehículos de tipo A son todos los automóviles, las camionetas pick-up y los que tengan un peso menor que 3 ton, los vehículos de tipo B son todos los autobuses y los vehículos de tipo C son los camiones de carga con más de 3 ton. (Bustamante, 2007, pág. 233)

Las dos clases más generales de vehículos son:

Vehículos livianos, que incluyen automóviles y otros vehículos pequeños como camionetas y pickups, con capacidad hasta de ocho pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero.

Vehículos pesados, como camiones, buses y combinaciones de camiones (semirremolques y remolques), de más de cuatro toneladas de peso y doble llanta en las ruedas traseras (Choncotá, 2004, pág. 43).

2.4.2.4.2. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Para su cálculo debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación (MOP, 2003, pág. 12).

Convendría disponer del registro de datos de un periodo de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro. 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 (MOP, 2003, pág. 12).

Proceso de cálculo del TPDA

- **Tipos de conteo**

Manuales: Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía.

Automáticos: Permiten conocer el volumen total de tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico.

- **Periodo de observación**

Para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por eventos especiales. (MOP, 2003, pág. 13)

- **Tránsito de hora pico (Trigésima hora de diseño)**

El factor de hora pico, FHP, es el 25% de la relación entre el tránsito de la hora pico y la mayor cantidad de tránsito registrado durante 15 minutos dentro de esta hora pico. Lo anterior se resume en la siguiente ecuación:

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

Donde:

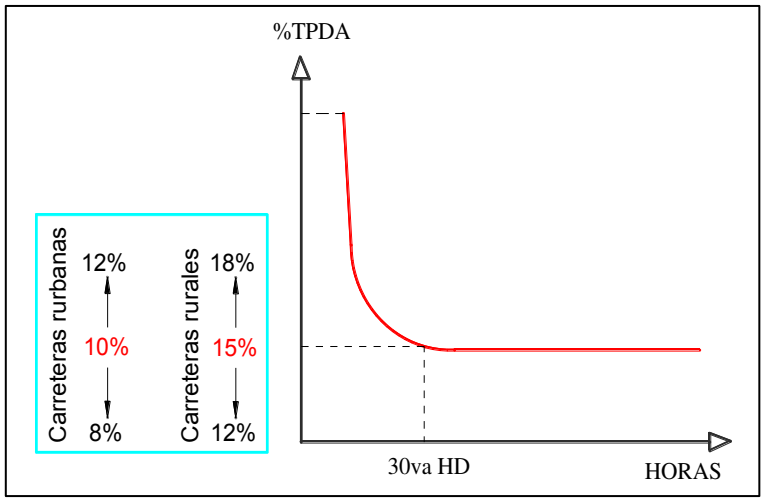
Q =volumen de tráfico durante una hora.

Q_{15max} =volumen de tráfico máximo registrado durante 15 minutos de la hora pico.

Para el cálculo del TPDAactual es necesario conocer el volumen de tránsito de la hora pico, también conocida como 30va Hora de Diseño.

Según la norma para carreteras rurales el volumen se encuentra entre el 12% y 18% del TPDA, usándose como base representativa un 15% del TPDA. Mientras que para carreteras urbanas este intervalo va de 8% a 12%, tomándose como factor representativo un 10% del TPDA.

Figura Nº 6. Hora de Diseño (30va HD)



Fuente: Autor

2.4.2.4.3. Tráfico futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. (MOP, 2003, pág. 16)

$$Tf = Ta(1 + i)^n$$

Donde:

Tf: tráfico proyectado

Ta: tráfico actual

i: tasa de crecimiento del tráfico proporcionado por el MOP

n: años proyectados como vida útil (20 años)

Tabla Nº 5. Periodo de diseño para vías

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

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

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

La predicción de tráfico sirve, además para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado (MOP, 2003, pág. 16).

La AASHTO recomienda un método para proyectar el tránsito. Los volúmenes de tránsito futuro para diseño se derivan de la corriente de tránsito actual y del crecimiento esperado de esas corrientes durante el periodo seleccionado para el diseño. De ahí que las componentes del tránsito futuro son:

1. El tránsito normal, compuesto de
    a. El tránsito actual y
    b. El tránsito atraído
2. El aumento de tránsito, conformado por
    a. El tránsito generado
    b. El tránsito de desarrollo

Tránsito normal: "es aquel que utilizará la carretera nueva o mejorada si ahora se pusiera en servicio".[6]

Tránsito actual: "es aquel que está utilizando la carretera antes de la mejora. En el caso de una carretera nueva, el tránsito actual no existe".[6]

Tránsito atraído: "es aquel que viene de otras vías al terminar de construirse la carretera o al hacerse las mejoras. Así, el volumen de tránsito que empieza a usar una carretera nueva es completamente atraído".[6]

$$TAt = 10\%\, TPDA_{actual}$$

Tránsito generado: está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren. Generalmente se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera (MOP, 2003, pág. 20).

$$TG = 20\%\, TPDA_{1año}$$

[6]Choncotá, P. (2004). *Diseño Geométrico de Vías*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. pág. 39-41

Tránsito de desarrollo: "es el debido a mejoras en las zonas adyacentes, que no se habrían presentado si la carretera no se hubiera construido o mejorado".[6]

- **Proyección en base a la tasa de crecimiento del parque automotor**

Se estima que para Ecuador, los indicadores más convenientes para determinar las tendencias a largo plazo sobre el crecimiento de tráfico, están dadas por las tasas de crecimiento observadas en el pasado, respecto al consumo de gasolina y diésel, así con respecto a la formación del parque automotor.

Tabla Nº 6. Tasas de Tráfico

PERIODO / VEHÍCULO	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
LIVIANOS	4,47%	3,97%	3,57%	3,25%
BUSES	2,22%	1,97%	1,78%	1,62%
CAMIONES	2,18%	1,94%	1,74%	1,58%

Fuente: Estudio de tráfico vehicular Zamora – Gualaquiza (MTOP, 2011)[7]

2.4.2.5. Velocidad

Para el diseño de un proyecto vial es necesario tener en claro las velocidades de diseño.

2.4.2.5.1. Velocidad de diseño

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y el tránsito son favorables. Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos

[7] Ministerio de Trasnporte y Obras Públicas, MTOP. (2011). Estudio de tráfico vehicular Zamora-Gualaquiza.

geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. (MOP, 2003, pág. 26)

Al diseñar una carretera se debe tratar de satisfacer las demandas de servicio público en la forma más segura y económica. Se debe pues, acomodar casi todas las demandas adecuadamente y, sin embargo, no presentar muchas deficiencias en las condiciones extremas. (Choncotá, 2004, pág. 49)

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. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos. (MOP, 2003, pág. 26)

Tabla Nº 7. Valores de Diseño Recomendado

República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

NORMAS		CLASE I 3 000 - 8 000 TPDA (1)						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA (1)						CLASE III 300 - 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
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 curva 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	656	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte		MÁXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)											
Coeficiente "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 longitudiinal (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 longitudiinal (4) mínima (%)		0,50%																													
Ancho de pavimento (m)		7,30			7,30			7,00			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 (8)					
Clase de pavimento		Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D. T. B. S.						D. T. B. S. Capa Granular o						Capa Granular o Empedrado					
Ancho de espaldones(5) estables (m)		3,0	2,5	º	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						2,50 (C.V. Tipo 6 y 7)						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		ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS. - MOP; HS - 25																													
	Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSIÓN DE LA CALZADA DE LA VÍA 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 = LLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																															

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

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

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

2.4.2.5.2. Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo de terminado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondiente. (MOP, 2003, pág. 30)

Tabla Nº 8. Velocidad de circulación

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	TPDA	TRÁFICO
Vc = 0.80Vd + 6.5	TPDA<1 000	Volumen bajo
Vc = 1.30Vd	1 000 < TPDA <3 000	Volumen medio

Fuente: Norma Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Donde:

Vc = velocidad de circulación

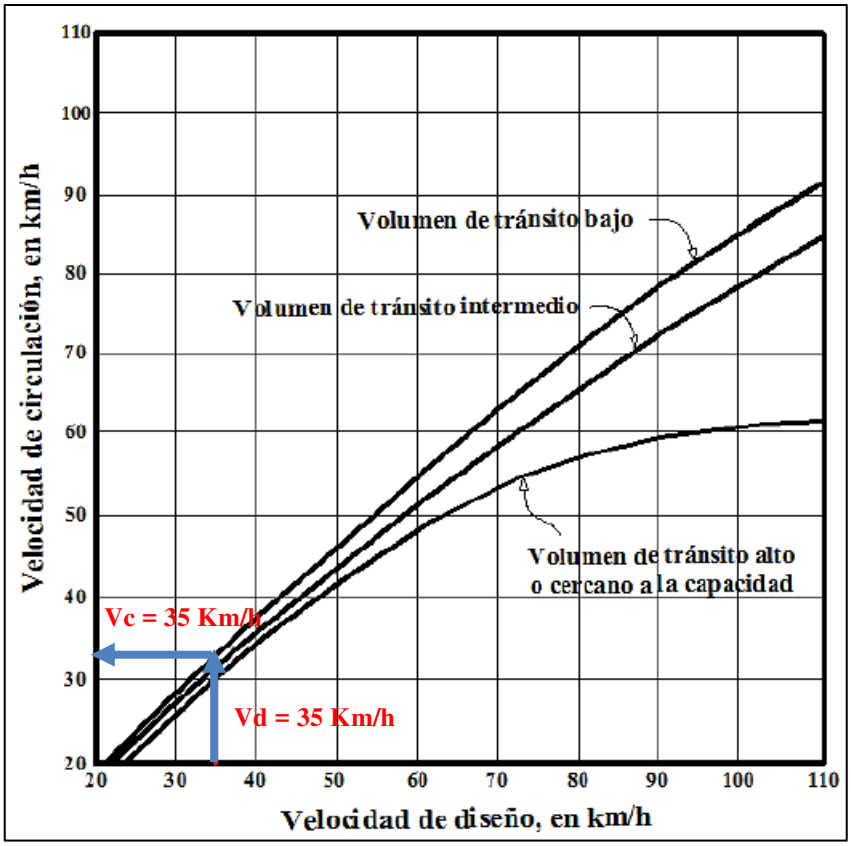
Vd = velocidad de diseño

Tabla Nº 9. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

Velocidad de diseño en Km/h	**Velocidad de circulación en Km/h**		
	Volumen de tránsito bajo	**Volumen de tránsito Medio**	**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: Norma Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Figura N° 7. Relaciones entre las velocidades de diseño y de circulación



Fuente: Norma Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Los valores de la velocidad de circulación correspondientes a volúmenes de tráfico bajos se usan como base para el cálculo de las distancias de visibilidad para parada de un vehículo y los correspondientes a volúmenes de tráfico intermedios se usan para el cálculo de la distancia de visibilidad para rebasamiento de vehículos. (MOP, 2003, pág. 33)

2.4.2.6. Diseño geométrico de carreteras

El proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno es lo que se conoce como diseño geométrico de la vía. […]. En el diseño geométrico de una vía, especialmente si se trata de una carretera, es necesario establecer las relaciones posibles entre la vía

en potencia, el vehículo y el conductor, que son los tres elementos que intervienen en la operación de transportar. (Choncotá, 2004, pág. 19)

Es muy importante el poner la máxima atención en la obtención de los datos en el campo, ya que de la calidad y del grado de precisión de los mismos, dependerá el desarrollo cualitativo del diseño geométrico y de obras de arte a realizarse en la oficina. (MOP, 2003, pág. 5)

El proceso de diseño geométrico es la etapa en donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial. Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de los usuarios, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año de horizonte. (MOP, 2003, pág. 28)

3.4.2.6.1. 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. (Cárdenas, 2002, pág. 34)

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. (MOP, 2003, pág. 35)

3.4.2.6.1.1. Distancias de visibilidad

"Por distancia de visibilidad se entiende el tramo de máxima longitud de carretera perceptible hacia adelante por el conductor que transita por ella. Para que la marcha

sea segura es preciso que, en ningún caso, esta distancia sea menor de la requerida para efectuar las maniobras necesarias a la circulación del vehículo sin peligro." (Bravo, 1976, pág. 196)

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

- La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en línea vertical.
- La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo. (MOP, 2003, pág. 80)

A continuación se explica cada una de ellas.

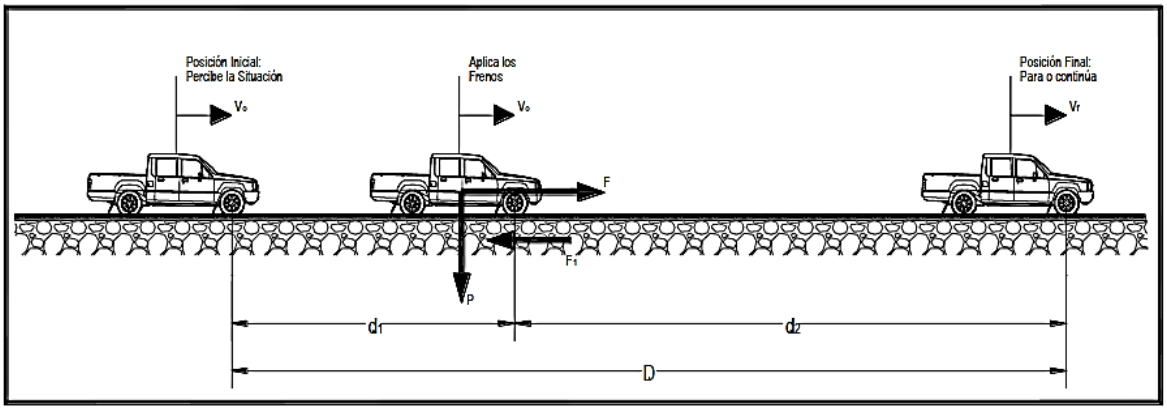
1. **Distancia de visibilidad de parada:**

Esta es la distancia requerida para un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido. Esta distancia se calcula para que un conductor y su vehículo por debajo del promedio, alcance a detenerse ante el peligro u obstáculo. Es la distancia mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo. (NEVI, Vol 2A, 2012, pág. 125)

La mínima distancia de visibilidad (*d*) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d_2) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. (MOP, 2003, pág. 180)

$$Dp = d_1 + d_2$$

Figura N° 8. Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI, Vol 2 A (2012)

✓ El tiempo requerido para cubrir la primera de esas distancias puede descomponerse en dos lapsos: el de ***percepción***, que transcurre desde el momento en que el conductor ve el obstáculo hasta el momento en que toma una decisión sobre lo que debe hacer, y el de ***reacción*** que es el requerido por el conductor para accionar los frenos del vehículo una vez que decide hacerlo. (Bravo, 1976, pág. 196)

El lapso de percepción-reacción lo denominan otros autores con la sigla o abreviatura PIEV, unión de iniciales de los nombres de actos o sensaciones del conductor antes de tomar la decisión de obrar: Percepción, Intelección, (acción de entender), Emoción y Volición (acto de voluntad) (Bravo, 1976, pág. 197)

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 1.50 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. Por razones de seguridad, se debe adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores y equivale a 1.00 segundos. De aquí que el tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, se lo considera igual a 2.50 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad (para el 90% de los conductores según la AASHTO) (MOP, 2003, pág. 181)

$$d_1 = \frac{V_c t}{3{,}6} => V_c * \frac{2{,}5\ seg}{3{,}6 seg} = 0{,}6944 * V_c$$

Por lo tanto

$$d_1 = 0.70\ V_c$$

Donde:

d_1= distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros

Vc = velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h

t = tiempo de percepción más reacción en seg.

- ✓ La distancia de frenado se calcula utilizando la fórmula de la "carga dinámica" y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada. (MOP, 2003, pág. 181)

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

Donde:

d_2 = distancia de franje sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

f= coeficiente de fricción longitudinal

Vc = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en Km/h

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción longitudinal (f) no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, tales como la presión del aire de las llantas, tipo de llantas, presencia de humedad y tipo de pavimento, siendo de mayor significación, especialmente para altas velocidades, el sistema de frenos del vehículo. (MOP, 2003, pág. 182)

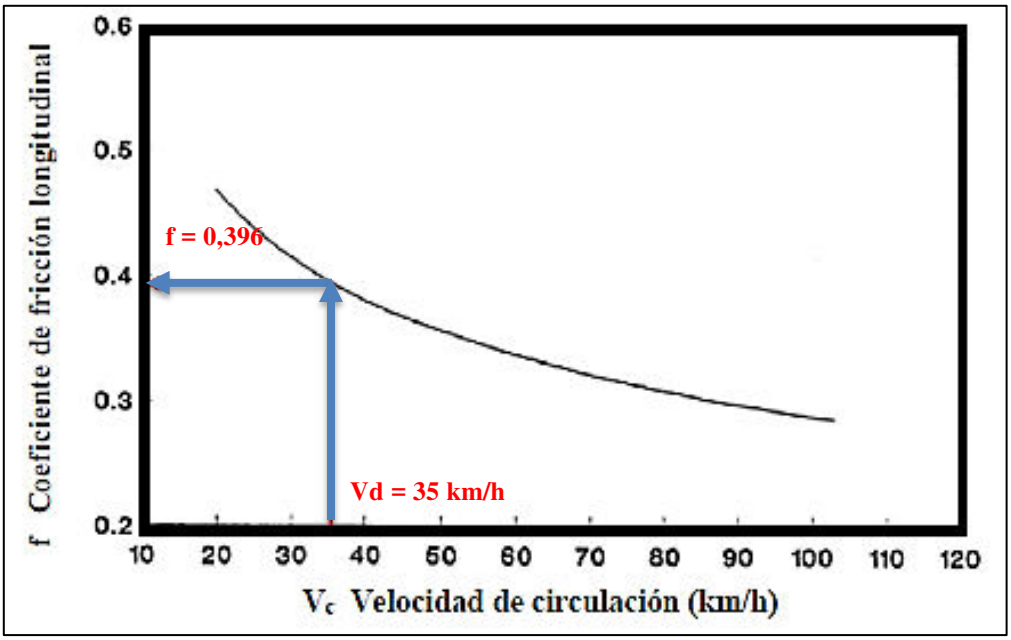
$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.30}}$$

Donde:

f= coeficiente de fricción longitudinal

Vc = velocidad de circulación, expresada en Km/h

Figura N° 9. Coeficiente de fricción para patinaje longitudinal



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Al sumar las dos distancias (d_1 y d_2) se obtiene la distancia de visibilidad de parada de un vehículo:

$$D_p = d_1 + d_2$$

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

Tabla N° 10. Valores de diseño de las distancias de Visibilidad mínima para parada de un vehículo (metros)

Criterio de Diseño: Pavimentos Mojados						
Clase de Carretera	**Valor Recomendado**			**Valor Absoluto**		
	LL	**O**	**M**	**LL**	**O**	**M**
R-I o R-II>8 000 TPDA	220	180	135	180	135	110
II 3 000 a 8 000	180	160	110	160	110	70
II 1 000 a 3 000	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1 000	135	110	70	110	70	40
IV 100 a 300	110	70	55	70	35	25
V Menos de 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

2. Distancias de visibilidad de rebasamiento

Es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que marcha por su misma vía de circulación a menor velocidad, sin peligro de colisión con un tercero que puede venir en dirección contraria por el carril que eventualmente utiliza para la maniobra de adelantar. El problema de este tipo de visibilidad tiene su importancia en las vías de dos carriles con tráfico en ambos sentidos, que constituyen la mayor extensión en los sistemas de carreteras. (Bravo, 1976, pág. 203)

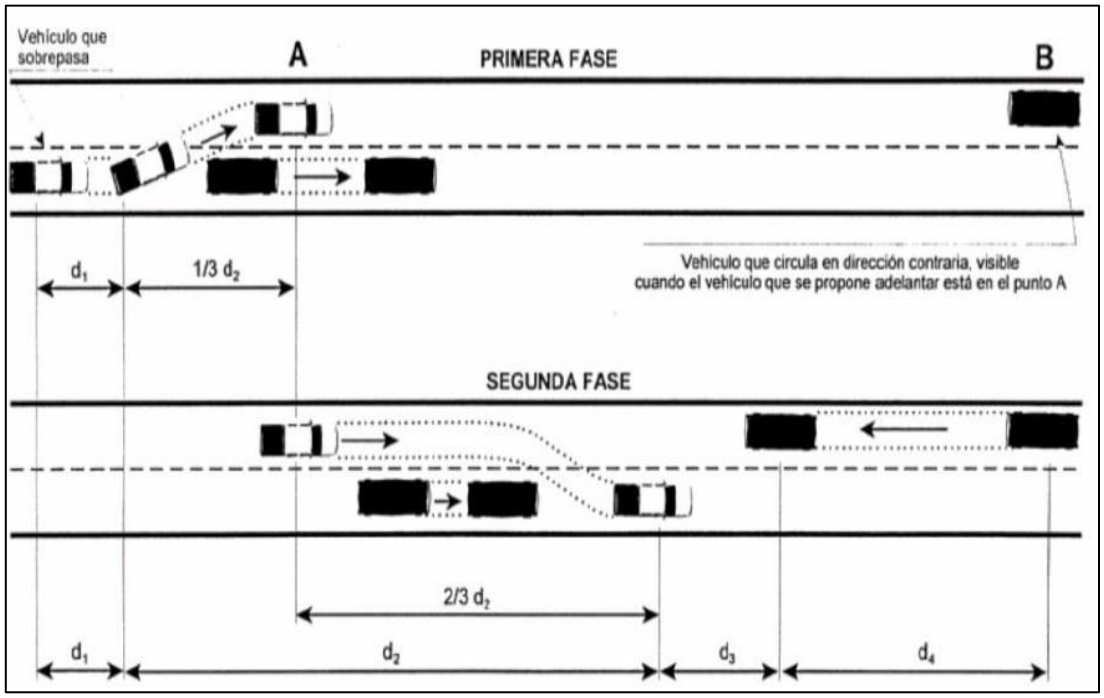
La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Aunque puede darse el caso de múltiples rebasamientos simultáneos, no resulta práctico asumir esta condición; por lo general, se considera el caso de un vehículo que rebasa a otro únicamente. Usualmente, los valores de diseño para el rebasamiento son suficientes para facilitar ocasionalmente rebasamientos múltiples. (MOP, 2003, pág. 192)

Para el caso de la distancia de rebasamiento en carreteras de dos carriles, se asume lo siguiente:

* El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.

* Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra.
* El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 kilómetros por hora, mayor a la del vehículo rebasado.
* Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril. (MOP, 2003, pág. 193)

Figura Nº 10. Distancia de visibilidad de rebasamiento



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI (2012)

Según la AASHTO la distancia de visibilidad de adelanto (o de paso) para una carretera de dos carriles es la suma de las siguientes distancias:

d_1, que es la distancia recorrida por el vehículo que va a adelantar (A) durante el periodo preliminar, que comprende el tiempo de percepción y reacción y el de la aceleración inicial hacia el punto por donde va a entrar al carril izquierdo;

d_2, que es la distancia recorrida por el vehículo A mientras ocupa el carril izquierdo;

d_3, que es una distancia que debe existir entre el vehículo A al final de su maniobra y el vehículo que viene por el carril izquierdo (B) en sentido opuesto, y

d_4, que es la distancia recorrida por el vehículo B desde el momento en que lo ve el conductor del A y que se considera como 2/3 del tiempo durante el cual ocupa el carril izquierdo del vehículo A, o sea que se considera como 2/3 d_2. (Choncotá, 2004, pág. 111)

Por lo tanto la distancia de rebasamiento es:

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

Las distancias parciales según el MOP 2003 se describen así:

$$d_1 = 0.14\, t_1(2V - 2m + a\, t_1)$$
$$d_2 = 0.28V\, t_2$$
$$d_3 = 30\ m\ a\ 90\ m$$
$$d_4 = 0.18\, t_2$$

Donde:

d1, d2, d3 y d4 = distancias, expresadas en metros

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

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

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

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

m = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en kilómetros por hora.

Esta diferencia se la considera igual a 16 Km/h promedio.

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

La variación de la distancia de rebasamiento en función de la velocidad, se representa por la siguiente ecuación:

$$d_r = 9.54V + 218 \quad para\ 30 < V < 100$$

Donde:

dr = distancia de visibilidad para rebasamiento, expresada en metros

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

Para el Ecuador, se recomienda los valores de diseño que se indican en el siguiente cuadro. Debe notarse que para gradientes cuesta arriba es necesario proveer distancias de visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas calculadas. (MOP, 2003, pág. 198)

Tabla Nº 11. Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R – I o R – II >8 000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3 000 a 8 000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1 000 a 3 000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1 000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

3.4.2.6.1.2. 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 lama PI y al ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “α” (alfa).

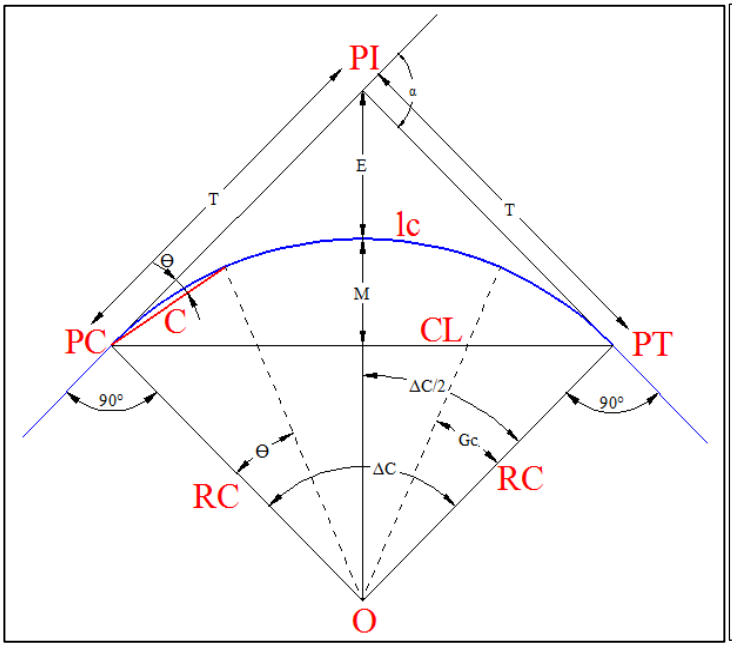
Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho o porque favorece al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. (MOP, 2003, pág. 35)

3.4.2.6.1.3. Curvas circulares

Una curva circular simple es un arco de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía y se define por su radio (R), que es asignado por el diseñador como mejor convenga a la comodidad de los usuarios de la vía, a la economía en la construcción y el funcionamiento. (Choncotá, 2004, pág. 75)

Figura Nº 11. Curva horizontal simple



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 simple.
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 cura circular o sub tangente.
E: External.
M: Ordenada media
C: Cuerda.
CL: Cuerda larga.
lc: Longitud de arco.

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

A continuación se describen los principales elementos de una curva circular simple:

Grado de curvatura (Gc): Es el ángulo sustentado en el centro de un circulo de radio R por un arco de 100 pies o de 20 metros, según el sistema de medidas utilizado. Para nuestro país, que se rige por el sistema métrico[8]. Se utiliza la siguiente expresión para el cálculo:

$$Gc = \frac{360}{2\pi R} => \frac{1145{,}92}{R}$$

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

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

Radio mínimo de curvatura: Es el valor límite de éste para una determinada velocidad de diseño, calculado según el máximo coeficiente de fricción y el mayor peralte adoptado para cada velocidad.

El radio de curvatura está, así, íntimamente ligado a la velocidad de diseño de una carretera, y la relación entre una y otro se establece a través del elemento peralte. (Bravo, 1976, pág. 145)

El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasan los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significante en el diseño del alineamiento. (MOP, 2003, pág. 36)

El radio mínimo de curvatura queda expresado en la siguiente fórmula:

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

[8] Norma Ecuatoriana Vial NEVI 2012, Vol. 2 A, pág. 133

Donde:

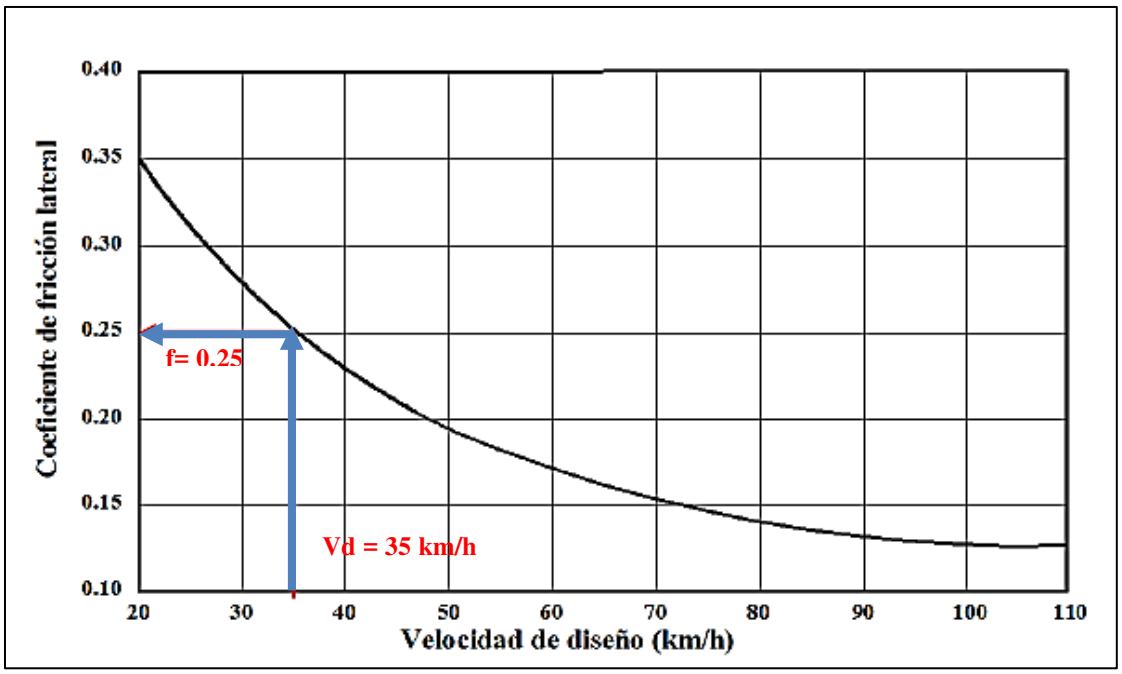
R = Radio mínimo de curvatura horizontal.

Vd = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

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

Figura Nº 12. Coeficiente de Fricción Lateral



Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Tabla Nº 12. Radios mínimos en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral

Vd Km/h	$f_{lateral}$	Radios mínimos calculados				Radios mínimos recomendados			
		e = 0.10	0.08	0.06	0.04	e = 0.10	0.08	0.06	0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08	15.0	18.0	20.0	20.0
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15.0	20.0	25.0	25.0
30	0.284		19.47	20.60	21.87	20.0	25.0	30.0	30.0
35	0.255		28.79	30.62	32,70	30.0	30.0	35.0	35.0
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40.0	42.0	45.0	50.0
45	0.206		55.75	59.44	64.82	55.0	58.0	60.0	66.0
50	0.190		72.91	78.74	85.59	70.0	75.0	80.0	90.0
60	0.165	106.97	115.70	125.8	138.28	110.0	120.0	130.0	140.0
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160.0	170.0	185.0	205.0
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210.0	230.0	255.0	280.0
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275.0	300.0	330.0	370.0
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350.0	375.0	415.0	465.0
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430.0	470.0	520.0	585.0
120	0.120	515.39	566.39	692.92	708.66	570.0	570.0	630.0	710.0

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Ángulo central (Δc): Es el ángulo formado por la curva circular y se simboliza como "Δ" (alfa). En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

Longitud de la curva (lc): Es la longitud del arco comprendido entre los puntos PC y PT. Su fórmula es la siguiente:

$$\frac{lc}{2\pi R} = \frac{\propto}{360} => lc = \frac{\pi R \propto}{180}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexiones es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores, tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado. (MOP, 2003, pág. 39)

Tangente de curva o sub tangente (T): Es la distancia medida desde el PC hasta el PI que es igual a la medida desde el PI al PT. Se fórmula queda expresada así:

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

External (E): Es la mínima distancia entre el PI y la curva y se expresa en la fórmula:

$$E = R * \left[sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right]$$

Flecha (ordenada media): Es la distancia entre la cuerda principal y la curva, se la representa como (M) y su cálculo se lo realiza con la fórmula:

$$M = R - R * \left(cos\frac{\Delta}{2}\right)$$

Longitud de cuerda (cuerda larga): Es la distancia que une los puntos PC y PT, se la representa con "CL", y su fórmula es la siguiente:

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

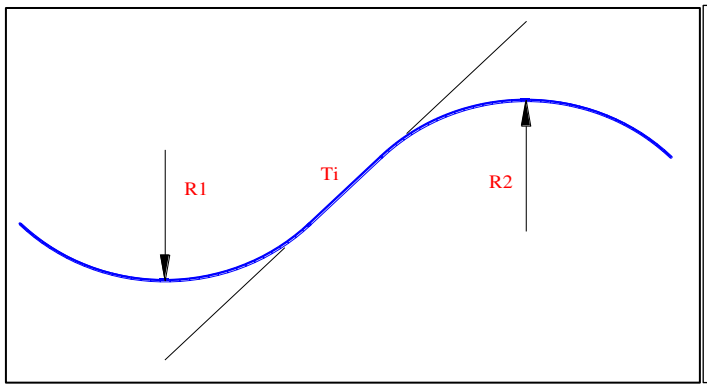
Cuerda: Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva, se la representa con la letra "C" y su fórmula es:

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

3.4.2.6.1.4. Curvas de transición

Se llaman así porque proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de la vía, desde un tramo recto hasta una curva de grado determinado, o viceversa. Son ventajosas principalmente en ferrocarriles y en carreteras de alta velocidad porque mejoran la operación de los vehículos y la comodidad de los pasajeros, por cuanto hacen que varíe en forma gradual y suave, creciente o decreciente, la fuerza centrífuga entre la recta y la curva circular. (Choncotá, 2004, pág. 88)

Figura Nº 13. Curva de inflexión o curva reversa



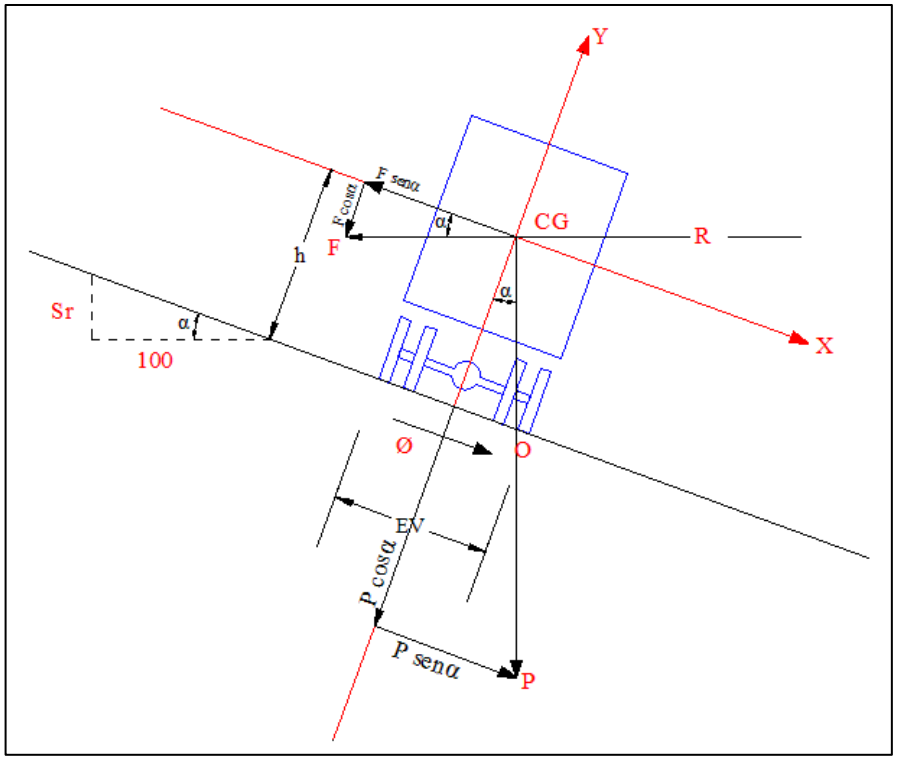
Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

3.4.2.6.1.5. Peralte

Cuando un vehículo avanza a lo largo de una curva se ve sometido a varias fuerzas: la fuerza motriz, en sentido longitudinal; su propio peso, verticalmente hacia abajo, y la fuerza centrífuga, por causa de la curvatura, radialmente hacia afuera. Pero el rozamiento entre la llanta y el pavimento desarrolla una fuerza de sentido contrario al de la fuerza centrífuga, es decir, hacia el centro de la curva, que impide que el vehículo se deslice hacia el exterior, mientras la fuerza centrífuga se mantenga dentro de ciertos límites bajos.

Si se levanta el borde exterior de la calzada para darle una pendiente transversal, el peso del vehículo se descompone en dos fuerzas: una componente paralela a la superficie de la vía (Ph), que ayuda a contrarrestar, hasta cierto punto, la fuerza centrífuga; y otra componente normal a la superficie que también ayuda en el mismo sentido. Esta operación se hace levantando el borde exterior, bajando el borde interior, o ambas cosas al mismo tiempo, hasta que la superficie de la vía forme transversalmente un ángulo α con la horizontal; está pendiente trasversal es lo que se llama peralte. (Choncotá, 2004, pág. 122)

Figura Nº 14. Estabilidad de un vehículo en las curvas



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Según la Norma del MOP el peralte se determina mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

e = peralte de la curva, m/m (metro por metro de ancho de la calzada)

Vd = velocidad de diseño, km/h

R = radio de la curva, m

f = máximo coeficiente de fricción lateral

- ✓ **Desarrollo del peralte**

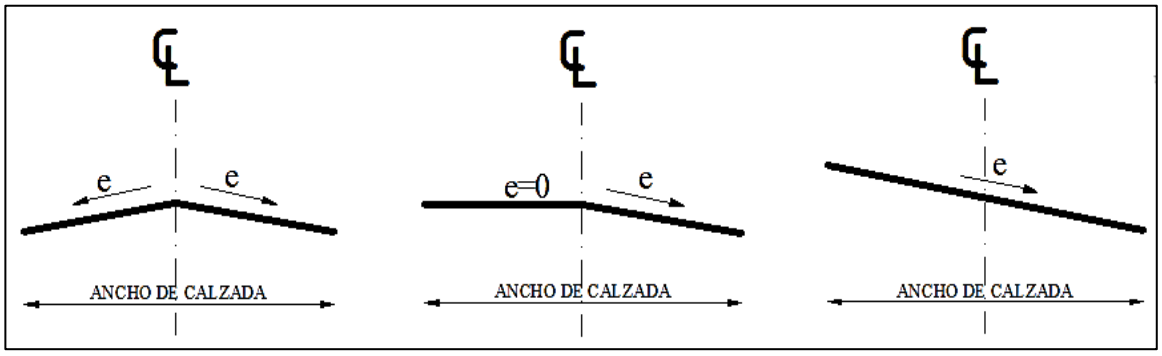
Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de

sección completamente peraltada o viceversa en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

Se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que tiene en la alineación recta, al valor "F" que tiene una curva de radio "R". El desarrollo o transición de peralte puede efectuarse con una curva de enlace, que regule la trayectoria del vehículo durante su recorrido en la transición, o sin curva de enlace, dependiendo de dos factores que son: El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte; existen tres métodos:

a) Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
b) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
c) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior. (MOP, 2003, pág. 57)

Figura Nº 15. Desarrollo del peralte



Fuente: Autor

- ✓ **Magnitud del peralte**

En base a investigaciones realizadas, se ha adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga; el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

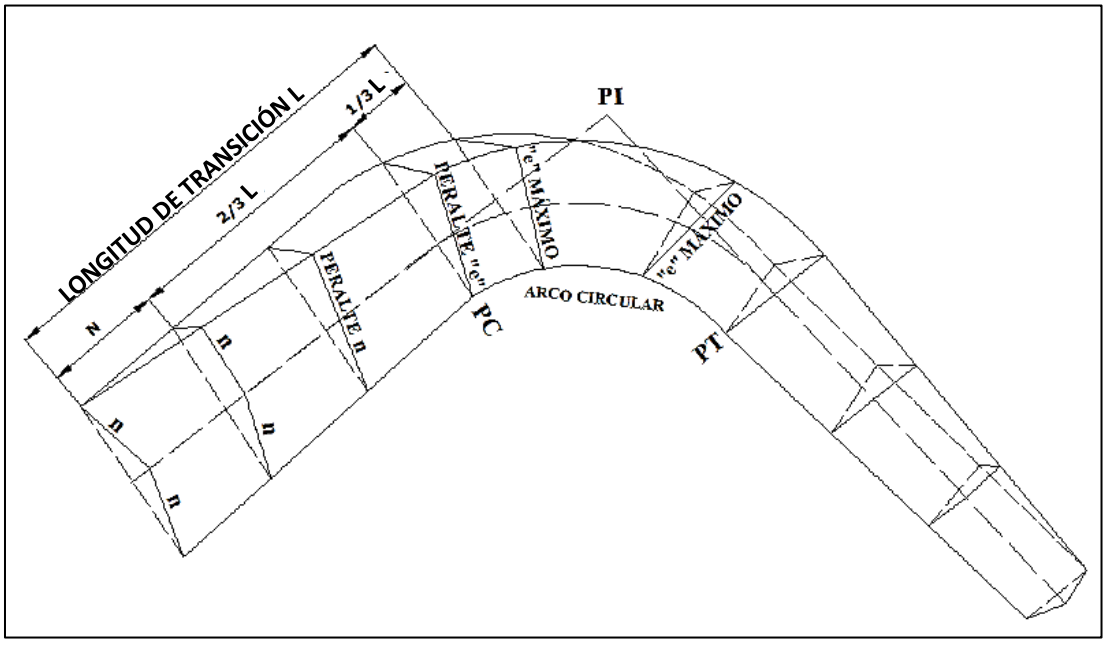
Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h. (MOP, 2003, pág. 56)

3.4.2.6.1.6. Longitud de transición

Es la distancia que hay entre el punto donde empieza a levantarse el borde exterior hasta el punto donde queda conformado completamente el peralte. La transición del peralte debe realizarse de tal forma que la calzada y las bermas formen un solo plano en las secciones peraltadas. (Choncotá, 2004, pág. 127)

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin curva de enlace, la longitud de transición se ubica 2/3 en la alineación recta y el 1/3 dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse a la mitad (0.5L) en la recta y la mitad en la curva circular. (MOP, 2003, pág. 59)

Figura Nº 16. Transición del Peralte



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Esta longitud se desarrolla en función de la gradiente de borde "i", cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño:

$$L = \frac{e * b}{2 * i}$$

Donde:

L= longitud de transición, m.

e= peralte, %.

i= gradiente de borde, %.

b= ancho de calzada, m.

Tabla Nº 13. Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte

Vd (Km/h)	**Valor de i (%)**	**Máxima Pendiente equivalente**
20	0.800	1:125
25	0.755	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: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Un valor considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes, se lo calcula así:

$$Lmin = 0.56V \qquad (km/h)$$

3.4.2.6.1.7. Longitud de aplanamiento

Es la longitud en la cual el borde exterior de la calzada pierde su bombeo y se aplana. Esta longitud, también conocida como longitud tangencial se obtiene de la siguiente forma:

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

Donde:
e'= pendiente lateral de bombeo, %
e= peralte en la curva circular, %
L = longitud de transición del peralte, m

3.4.2.6.1.8. Tangente intermedia mínima

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

En el caso de dos curvas circulares consecutivas: es la distancia entre el PT de la curva inicial y el PC de la curva siguiente.

Las longitudes de transición se dividen en: 2/3L en tangente (antes del PC y después del PT), y 1/3 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) =1/3 (L1+L2)

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

Esta solución consiste en distribuir la longitud de transición, 50 % en tangente y 50 % en la curva circular. (MOP, 2003, pág. 61)

En este caso se aplicará la siguiente fórmula:

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

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

La longitud mínima del arco circular = ½ ($L_1 + L_2$)

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

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

Si $L_1 = L_2$ $\qquad T_{Im} = 2X_1$

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

En este caso la tangente intermedia mínima se calcula con la fórmula $T_{IM} = X_1 + X_2$. En condiciones críticas o cuando el trazado es curvilíneo y continuo, el valor de la tangente intermedia puede ser 0 (cero), o sea que la progresiva (abscisa) de ET1 = ET2.

En el caso de utilizar curva consecutiva, circulares y espirales o viceversa: la tangente intermedia es la longitud entre el PT y TE; o entre ET y PC. (MOP, 2003, pág. 62)

La tangente intermedia mínima se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde:

T_{IM} = tangente intermedia mínima.

L = longitud de transición.

X_L= longitud tangencial en función de la longitud de transición.

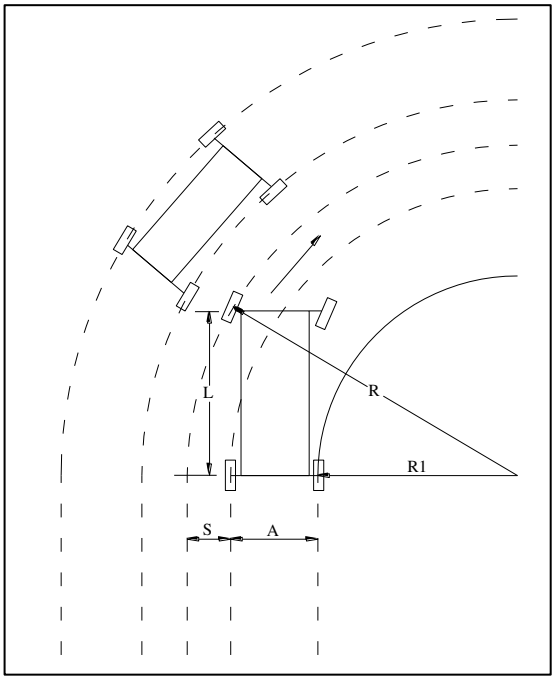
X_e = longitud tangencial en función de la curva de transición (espiral).

3.4.2.6.1.9. Sobreancho

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal ocupa un ancho de calzada mayor que en un tramo recto. Esto debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo en el eje central del carril de circulación correspondiente. (Cárdenas, 2002, pág. 227)

Se llama sobreancho al aumento en la dimensión transversal de una cazada en las curvas; tiene como finalidad mantener el espacio lateral de los vehículos en movimiento, puesto que al seguir la trayectoria curva se aumenta la anchura del espacio que ocupan, con la consiguiente disminución de los espacios laterales. (Choncotá, 2004, pág. 119)

Figura Nº 17. Esquema para determinar el sobreancho de un carril de tránsito en una curva



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

Este sobreancho se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$R1 + A = \sqrt{R^2 + L^2}$$

$$R1 + A = R - S$$

$$R - S = \sqrt{R^2 - L^2}$$

$$R - S = \sqrt{R^2 - L^2}$$

Barnnet introduce un término de seguridad en el que interviene la velocidad.

$$S1 = \frac{0.105V}{\sqrt{R}}$$

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.

n = número de carriles de la calzada.

R = radio de la curva circular, metros.

L = longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, metros.

V = velocidad de diseño, Km/h (MOP, 2003, pág. 69)

Valores de diseño

Según el MOP (2003) y por razones de costo:

$$Smin = 30\ cm \quad para\ V \leq 50\frac{Km}{h}$$

$$Smin = 40\ cm \quad para\ V > 50\ Km/h$$

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 y salen de la curva. A continuación se indican los puntos fundamentales que conciernen al diseño en este aspecto y son aplicables a ambos extremos de las curvas horizontales:

1. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente. En las curvas diseñadas con espirales, el ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento.
2. El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.
3. 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.

4. Para el caso del alineamiento con curvas espirales, el ensanchamiento se los distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total de dicho ensanchamiento en el punto espiral-circular (EC). (MOP, 2003, pág. 72)

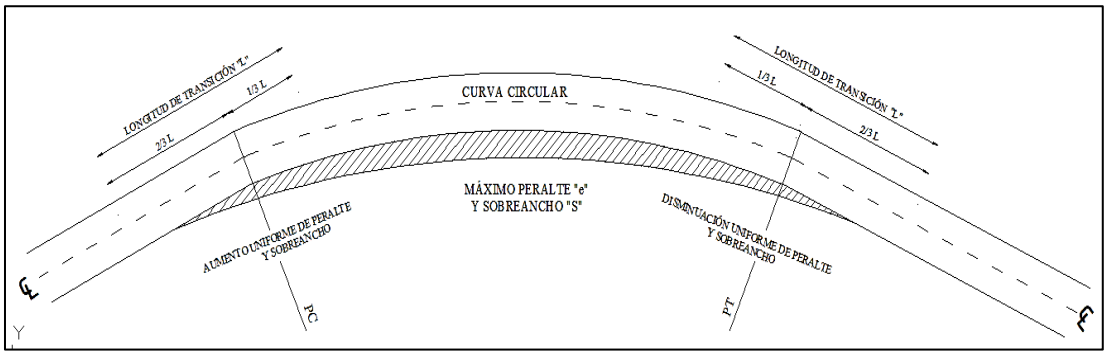
El sobreancho en la transición se distribuye proporcionalmente a la longitud de la espiral, o sea:

$$S' = \frac{S}{l_e} l$$

Donde:

S'= sobreancho en una sección que está a "l" metros de "TE", m.
l_e = longitud de la espiral, m.
S = sobreancho total en la curva, m.
l = distancia considerada desde "TE" para establecer S', m.

Figura Nº 18. Transición de peralte y Sobreancho



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

3.4.2.6.2. Alineamiento vertical

El perfil 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. (MOP, 2003, pág. 204)

En el diseño del perfil o alineamiento vertical la influencia de las pendientes es notable en regulación de las velocidades que puedan desarrollas los vehículos, particularmente los de mayor peso. De ahí la importancia de establecer las relaciones entre unas y otras para hacer concordantes las normas de diseño en planta y en perfil, y determinar las pendientes máximas y la longitud máxima aceptable para tales pendientes. (Bravo, 1976, pág. 219)

El alineamiento vertical, es decir, el eje de la vía visto de perfil, también está formado por una sucesión de tramos rectos y curvas que los empalman. Los tramos rectos, como tales, son líneas de pendiente constante, y las curvas verticales permiten el cambio suave de la pendiente para pasar de una a otra. (Choncotá, 2004, pág. 135)

3.4.2.6.2.1. Gradientes

También llamadas pendientes, pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos. Si la pendiente es cero, es decir, si el tramo es horizontal, no afecta la velocidad; si es negativa, es decir, que baja en el sentido del abscisado, los conductores tienen que reducir la velocidad por razones de seguridad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía se opone a la fuerza de tracción, lo cual hace que especialmente los vehículos pesados reduzcan su velocidad, y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de las carretera. (Choncotá, 2004, pág. 135)

En general, las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos. (MOP, 2003, pág. 204)

- ✓ **Gradiente máxima:** es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Su valor queda determinado por el volumen de tránsito futuro y su composición, por la

configuración o tipo de terreno por donde pasará la vía y por la velocidad de diseño.[9] En el siguiente cuadro se muestran las gradientes medias máximas que pueden adoptarse.

Tabla Nº 14. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas (%)

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R – I o R – II >8 000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3 000 a 8 000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1 000 a 3 000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1 000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

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

Para gradientes del: 8 – 10 %, La longitud máxima será de: 1 000 m.

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

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

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

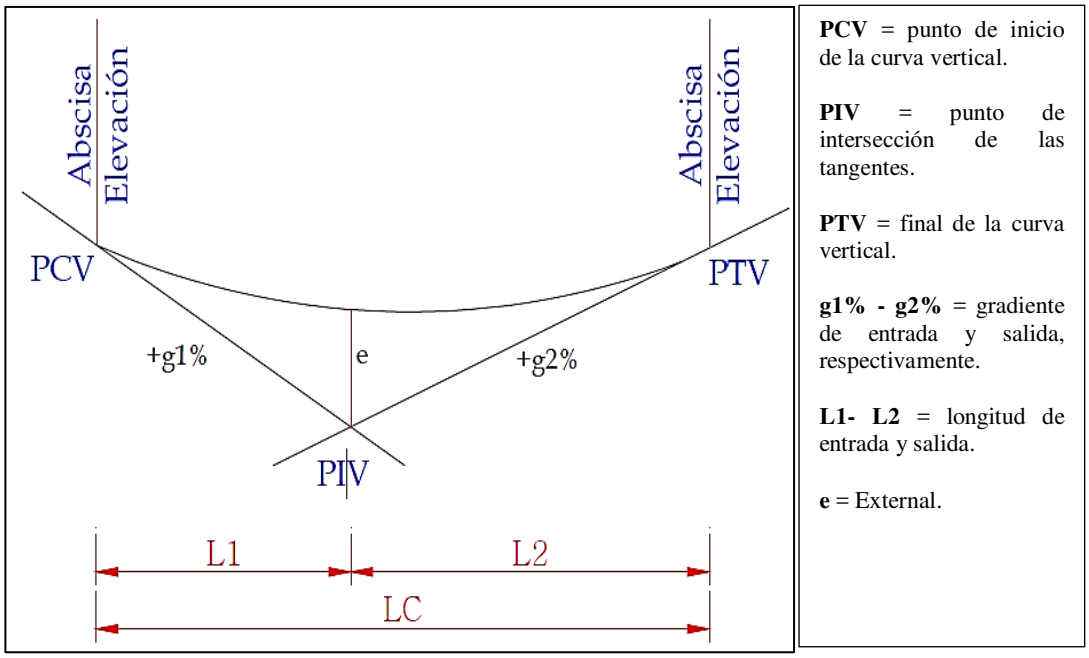
✓ **Gradiente mínima:** la gradiente longitudinal mínima usual es de 0.50 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas lluvias. (MOP, 2003, pág. 204 y 205)

[9] Cárdenas, J. (2002). *Diseño Geomñetrico de Carreteras.* Bogotá: Eco Ediciones. Pág 266

3.4.2.6.2.2. Curvas verticales

Las curvas verticales se utilizan para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos, ayudan también a la seguridad, a la comodidad y a la mejor apariencia de la vía[10]. La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular. Por otro lado, debido a que la medida de las longitudes en una carretera se hacen sobre un plano horizontal y las gradientes son relativamente planas, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simpe con su eje vertical centrado en el PIV. (MOP, 2003, pág. 207)

Figura Nº 19. Curva Vertical



Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

[10]Choncotá, P. (2004). *Diseño Geométrico de Vías.* Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 140.

✓ **Coeficiente angular de una curva vertical (K)**

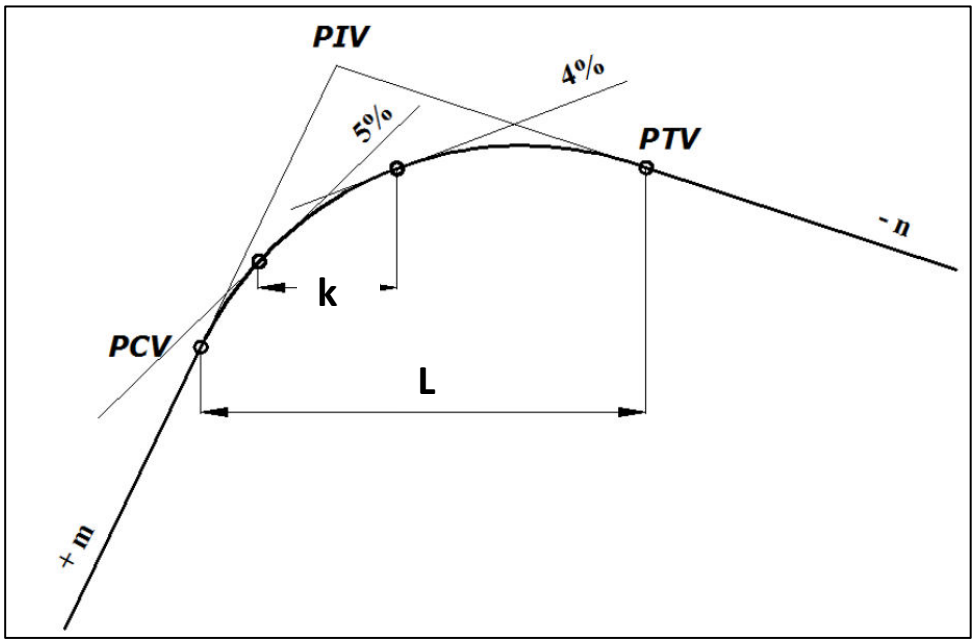
El coeficiente angular k, de una curva vertical, define la curvatura de la parábola como una variación de longitud por unidad de pendiente, así:

$$k = \frac{L}{i} \left(\frac{m}{\%}\right)$$

$$Si\ k = 1\% => k = \frac{L}{1\%} \left(\frac{m}{\%}\right)$$

Entonces k es la distancia horizontal en metros, necesaria para que se efectúe un cambio del 1% en la pendiente de la tangente a lo largo de la curva[11]. Tal como se ilustra en la figura:

Figura Nº 20. Coeficiente angular de una curva vertical



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas, J (2002)

[11] Cárdenas, J. (2002). *Diseño Geomñetrico de Carreteras.* Bogotá: Eco Ediciones. Pág. 282.

✓ **Curva convexa**

La longitud mínima de las curvas verticales se determinan en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 metros. Esta longitud se expresa en la siguiente fórmula (MOP, 2003, pág. 208):

$$L = \frac{AS^2}{426}$$

Donde:

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

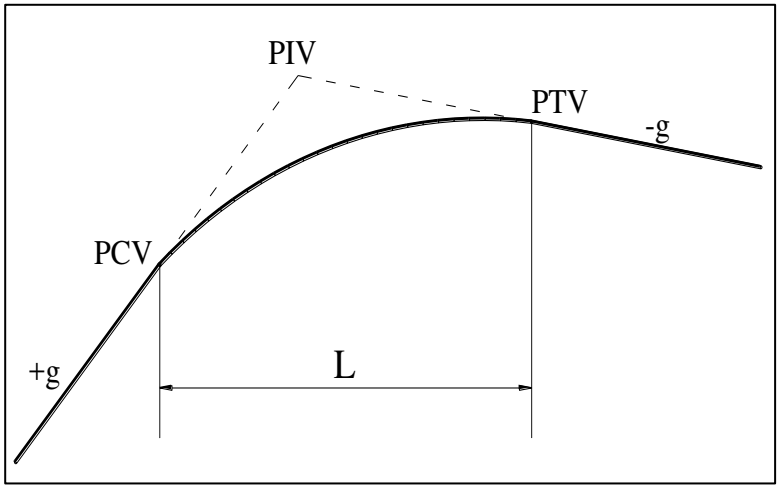
A = diferencia algebraica de las gradientes, expresada en porcentaje.

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

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

$$L = kA$$

Figura Nº 21. Curva vertical convexa



Fuente: Autor

Tabla Nº 15. Valores mínimos de diseño del coeficiente "k" para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R – I o R – II >8 000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3 000 a 8 000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1 000 a 3 000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1 000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros:

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

Donde V es la velocidad de diseño.

- ✓ **Curva cóncava**

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. (MOP, 2003, pág. 211)

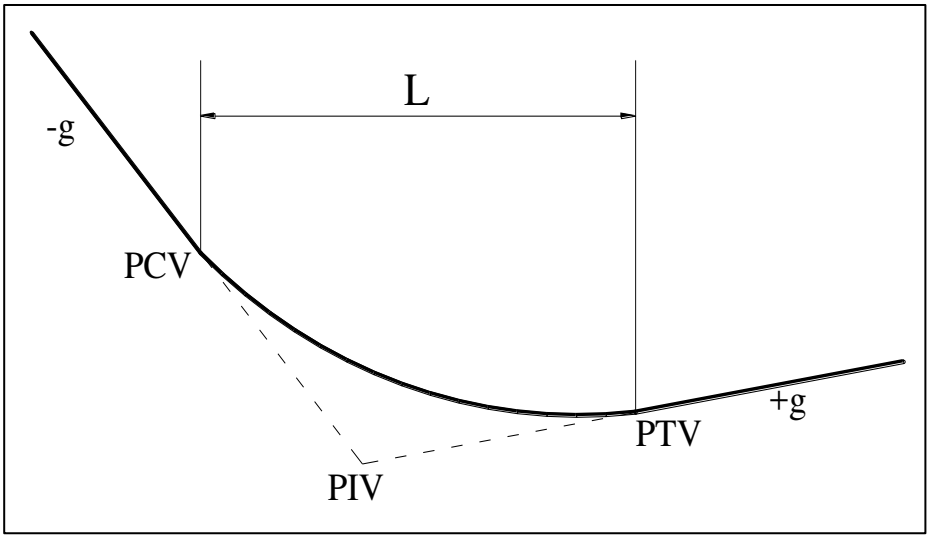
$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5\ S}$$

La fórmula anterior toma como referencia una altura de los faros de 60 centímetros, y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

La longitud de una curva vertical cóncava se expresa:

$$L = kA$$

Figura Nº 22. Curva vertical cóncava



Fuente: Autor

Tabla Nº 16. Valores mínimos de diseño del coeficiente "k" para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R – I o R – II >8 000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3 000 a 8 000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1 000 a 3 000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1 000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 a 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas, expresada en metros:

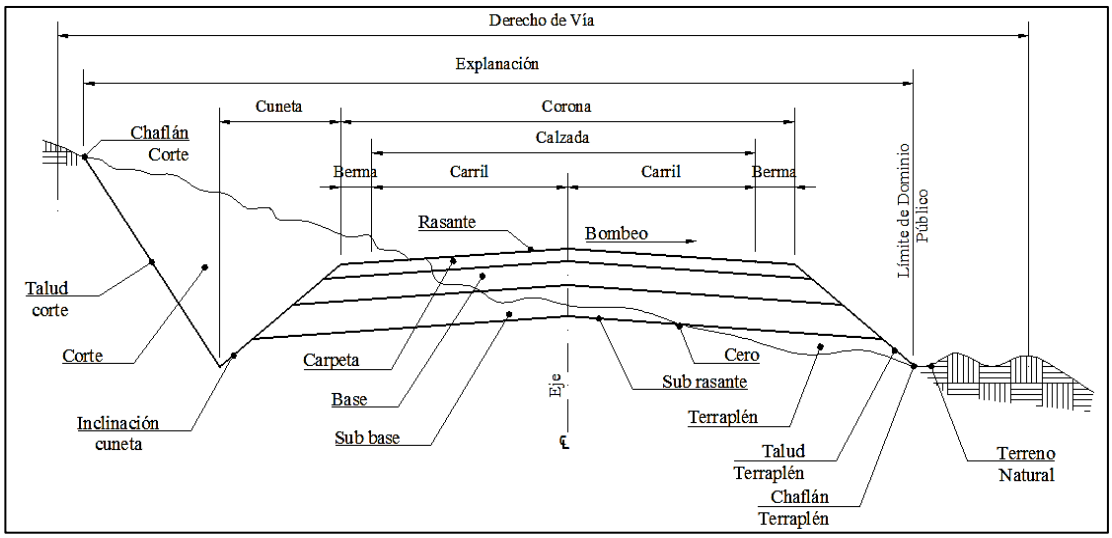
$$L_{min} = 0.60\ V$$

Donde V es la velocidad de diseño.

2.4.2.7. Sección transversal típica

La sección transversal de una vía es el perfil del terreno en dirección normal al eje de la carretera. Este diseño consiste en determinar la localización y dimensiones de todos los elementos que integran la carretera, en relación con el terreno. De esta forma se podrá definir la rasante y el ancho de la faja que ocupará la carretera.

Figura Nº 23. Sección transversal de una vía de dos carriles



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas, J (2002)

A continuación se describen los elementos más importantes de la sección trasversal:

2.4.2.7.1. Calzada

La calzada o superficie de rodamiento, es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos, constituida por uno o más carriles para uno o dos sentidos. Cada carril tendrá un ancho suficiente para permitir la circulación de una sola fila de vehículos. El ancho y el número de carriles de la calzada se determinan con base en un análisis de capacidad y nivel de servicio deseado alº final del periodo de diseño (Cárdenas, 2002, pág. 350).

Tabla Nº 17. Anchos de calzada Recomendados

CLASE DE CARRETERA	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendado	Absoluto
R – I o R – II >8 000 TPDA	7.30	7.30
I 3 000 a 8 000 TPDA	7.30	7.30
II 1 000 a 3 000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1 000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	6.00	6.00
V Menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

2.4.2.7.2. Corona

Es el conjunto de la calzada y las bermas o espaldones. Su longitud es la distancia horizontal medida perpendicularmente al eje, entre las caras interiores de las cunetas de un corte y/o entre las aristas superiores de los taludes de un terraplén.

2.4.2.7.3. Espaldones

También conocidas como bermas, son fajas comprendidas entre las orillas de la calzada y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada (Cárdenas, 2002, pág. 351).

Tabla Nº 18. Valores de diseño para el ancho de espaldones

CLASE DE CARRETERA	ANCHO DE ESPALDONES					
	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)
R – I o R – II >8 000 TPDA	3.0*	3.0*	2.5*	3.0	3.0*	2.0*
I 3 000 a 8 000 TPDA	2.5*	2.5*	2.0*	2.5**	2.0**	1.5**
II 1 000 a 3 000 TPDA	2.5*	2.5*	1.5*	2.5	2.0	1.5
III 300 a 1 000 TPDA	2.0*	1.5**	1.0*	1.5	1.0	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.6*	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
*La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico.						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.						

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

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

Tabla Nº 19. Gradiente transversal para espaldones (porcentaje)

Clase de Carretera	Tipo de Superficies	Gradiente transversal %
R – I o R – II >8 000 TPDA	Carpeta de concreto asfaltico	4.00
I 3 000 a 8 000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4.00
II 1 000 a 3 000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4.00
III 300 a 1 000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4.00
IV 100 a 300 TPDA	D. T. S. B. o capa granular	4.00

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

2.4.2.7.4. 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[12]. En el país de conformidad con el Art. 3º del Capítulo I de la Ley de Caminos y al Art. 4º del Capítulo I del Reglamento Aplicativo de dicha ley: "se extenderá a veinte y cinco metros medidos desde el eje de la vía hacia cada uno de sus costados, distancia a partir de la cual podrá levantarse únicamente el cerramiento, debiendo, para la construcción de la vivienda, observar un retiro adicional de cinco metros"[13]

2.4.2.7.5. Explanación

Es la distancia horizontal medida normalmente al eje, entre los extremos exteriores de las cunetas o los hombros.

2.4.2.7.6. Talud

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable (MOP, 2003, pág. 235).

[12] Cárdenas, J. (2002). *Diseño Geomñetrico de Carreteras.* Bogotá: Eco Ediciones. Pág. 353

[13]Norma para Diseño Geométrico de Carreteras del MOP, (2003) . Ecuador. Pág. 9-M

Tabla Nº 20. Valores de Diseño recomendables de taludes en terrenos planos

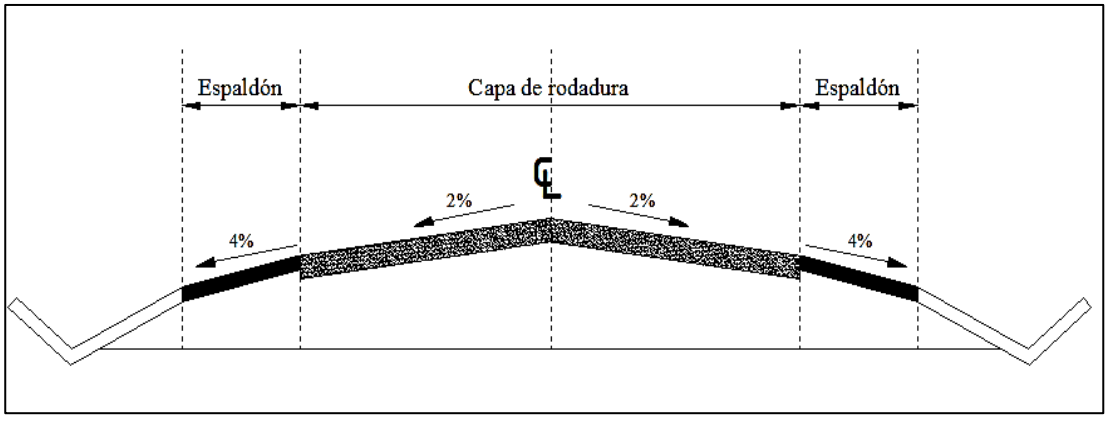
Clase de Carretera	TALUD	
	Corte	Relleno
R – I o R – II >8 000 TPDA	3:1** *	4:1
I 3 000 a 8 000 TPDA	3:1	4:1
II 1 000 a 3 000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1 000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1.8-1:1	1.5-2:1
V Menos de 100 TPDA	1.8-1:1	1.5-2:1
*= horizontal **= vertical		

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

2.4.2.7.7. Bombeo

En los tramos rectos, la calzada tiene una pendiente transversal que va del eje hacia los bordes, denominada bombeo; el cual tiene por objeto facilitar el escurrimiento de las aguas lluvias hacia las bermas y cunetas[14]. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea de 4%.

Figura Nº 24. Bombeo en sección tangente



Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras, MOP (2003)

[14]Cárdenas, J. (2002). *Diseño Geomñetrico de Carreteras.* Bogotá: Eco Ediciones. Pág. 352

2.4.2.7.8. Cunetas

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera (MOP, 2003, pág. 255).

2.4.2.7.9. Pendiente de cunetas

Será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo limitado por la velocidad del agua.

2.4.2.8. Pavimentos

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento (Montejo Fonseca, 2010).

3.4.2.8.1. Características que debe reunir un pavimento

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

* Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
* Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
* Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la

seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.

- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.
- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad de tránsito. (Montejo Fonseca, 2010, pág. 1 y 2)

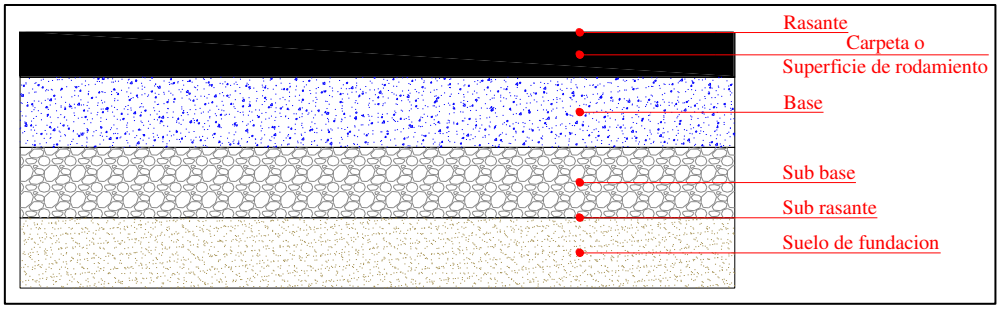
3.4.2.8.2. Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Montejo Fonseca, 2010, pág. 2)

Los pavimentos flexibles, que al tener mejor rigidez, trasmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayores tensiones en la subrasante.

La vida útil del pavimento, dependerá en gran proporción del estado y situación del material de la subrasante, el mismo que antes de la ejecución de la estructura debe estar en condiciones de soportes mínimos y en regularidad superficial para recibir las capas superiores, su análisis está ligado generalmente al grado de compactación. (NEVI, Vol. 3, 2012, pág. 489)

Figura Nº 25. Estructura del pavimento flexible



Fuente: Autor

Características y funciones de las capas que forman el pavimento flexible

* **Suelo de fundación:** Es donde se apoya la estructura y se encarga de disipar las cargas que ésta le transmite.
* **Subrasante:** "Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura del pavimento y de los espaldones" (NEVI Vol. 3, 2012, pág. 57).
* **Sub base:** "Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la Capa de Base" (NEVI Vol. 3, 2012, pág. 57).

Entre sus principales funciones se encuentras:

- Función económica, puesto que no es necesaria la colocación de material de alta calidad.
- Capa de transición, impide la mezcla de materiales de la base con los de la subrasante, ya que la filtración de finos de la subrasante afecta la calidad de la base.
- Disminución de las deformaciones, absorbe deformaciones producidas en la subrasante por efectos del agua, impidiendo así, que estas deformaciones se reflejen en la superficie de rodadura.
- Drenaje, drena el agua de la superficie e impide la ascensión por capilaridad.

* **Base:** "Capa (o capas), de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocadas sobre la subbase o la subrasante para soportar las capas de Superficie de Rodadura" (NEVI Vol. 3, 2012, pág. 39).

  Sus funciones son:
  - Resistencia, transmitir a la subbase y a la subrasante los esfuerzos que se producen por el tránsito.
  - Debe ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
  - No debe presentar cambios de volumen.

* **Carpeta asfáltica:** "Capa Superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito. Debe tener características antideslizantes, ser impermeable y resistir la abrasión que produce el tráfico y los efectos degradantes del clima. A veces se la llama "Capa de Desgaste"" (NEVI Vol. 3, 2012, pág. 40).

  Entre sus funciones están:
  - Debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito.
  - Resistir los efectos abrasivos del tránsito.
  - Impedir en lo posible el paso del agua al interior del pavimento.
  - Complementar son su resistencia a la tensión la capacidad estructural del pavimento.

* **Rasante:** "Línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura del camino" (NEVI Vol. 3, 2012, pág. 55).

Especificaciones técnicas para bases y sub bases

* **Sub base de agregados**
  a) Clase 1: son construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o grava, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la

granulometría Clase 1. Por lo menos del 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

b) Clase 2: son sub bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2.

c) Son sub bases construidas con agregados naturales y procesados, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3. (MOP, 2002, pág. IV-38)

Tabla Nº 21. Límites Granulométricos para Sub-bases

TAMIZ	**Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada**		
	CLASE 1	**CLASE 2**	**CLASE 3**
3” (76.2 mm)	---	---	100
2” (50.4 mm)	---	100	---
1 ½ ” (38.1 mm)	100	70 – 100	---
No. 4 (4.75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
No. 40 (0.425 mm)	10 – 35	15 – 40	---
No. 200 (0.075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 - 20

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP (2002)

* **Base de agregados**

a) Clase 1: constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100% y mezclados necesariamente en sitio.

b) Clase 2: constituidos con el 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados necesariamente en una planta central.

c) Clase 3: constituidas por lo menos con el 25% o más de agregados gruesos triturados y mezclados preferentemente en planta central.

d) Clase 4: constituidos con bases obtenidas por tamizados de piedras o gravas. (MOP, 2002, pág. IV-48, IV-49)

Tabla Nº 22. Límites Granulométricos para Bases

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	CLASE 1		CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
	Tipo a	Tipo b			
2" (50.8 mm)	100				100
1 ½ " (38.1 mm)	70-100	100			
1" (25.1 mm)	55-85	70-100	100		60-90
3/4" (19.0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	
3/8"(9.5 mm)	35-60	45-75	50-80		
No. 4 (4.76 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No. 10 (2.00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	
No. 40 (0.425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	
No. 200 (0.075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP (2002)

Tabla Nº 23. Especificaciones para bases y sub bases de agregados

BASES Y SUB BASES		LÍMITE PLÁSTICO	LÍMITE LÍQUIDO	DESGASTE POR ABRASIÓN	CBR
Sub base de agregados	Clase 1	< 6	≤ 25	< 50%	≤ 30%
	Clase 2				
	Clase 3				
Base de agregados	Clase 1	< 6	≤ 25	< 40%	≤ 80%
	Clase 2				
	Clase 3				

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP (2002)

2.4.2.9. Sistemas de drenaje

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

a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
b) Controlar el nivel freático;
c) Interceptar el agua que superficialmente o subterráneamente escurre hacia la carretera; y.

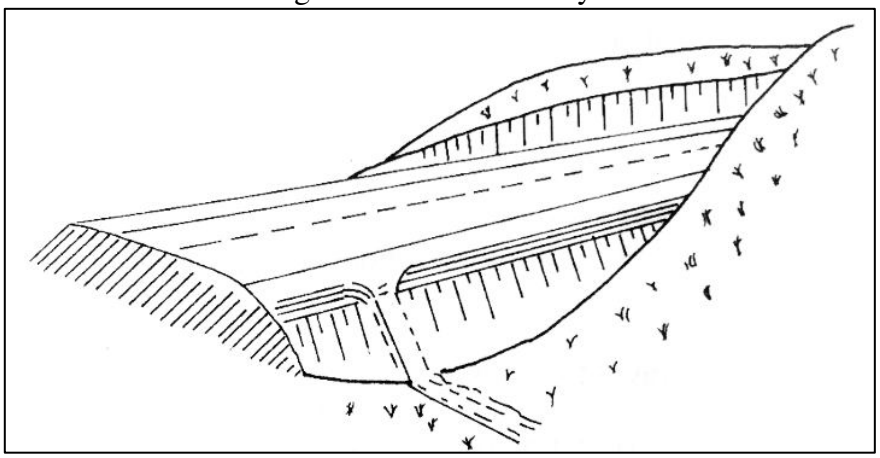
d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las tres primeras funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillo y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes (MOP, 2003, pág. 254).

Las obras de drenaje más comunes son:

- **El bombeo.-** Pendiente transversal de las carreteras y aeropistas para que el agua que cae escurra hacia los hombros.
- **Los bordillos.-** Son estructuras en el borde exterior del acotamiento en las secciones en tangente. Forman una barrera que conduce el agua hacia los lavaderos o bajantes, evitando erosión en los taludes.
- **Los lavaderos.-** Son canales que se unen a los bordillos y bajan por los taludes; conducen el agua lejos de los terraplenes.

Figura Nº 26. Lavadero y Bordillo



Fuente: Montejo Fonseca Alfonso (2010)

- **Las cunetas.**- Canales que se endosan a los lados de la vía y paralelos al eje de la vía. Recibe el agua de los taludes y de la superficie de rodamiento.

- **La vegetación.**- Es la más efectiva protección para los taludes contra la acción erosiva por agua superficial. Retardan el escurrimiento ya que disminuye la energía del agua.
- **Zanjas de coronación.**- Canales excavados en el suelo natural, se ubican en la parte superior de taludes de corte, para recibir el agua superficial que viene desde mayores alturas para evitar el congestionamiento de las cunetas y la corona con agua y material de arrastre.
- **Las alcantarillas.**- Es responsable del drenaje transversal; controlan el paso del agua en dirección más o menos perpendicular (Montejo Fonseca, 2010, pág. 11).

2.4.2.9.1. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesaria establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo. (MOP, 2003, pág. 254)

2.4.2.9.1.1. Cunetas

Localización, pendiente y velocidad

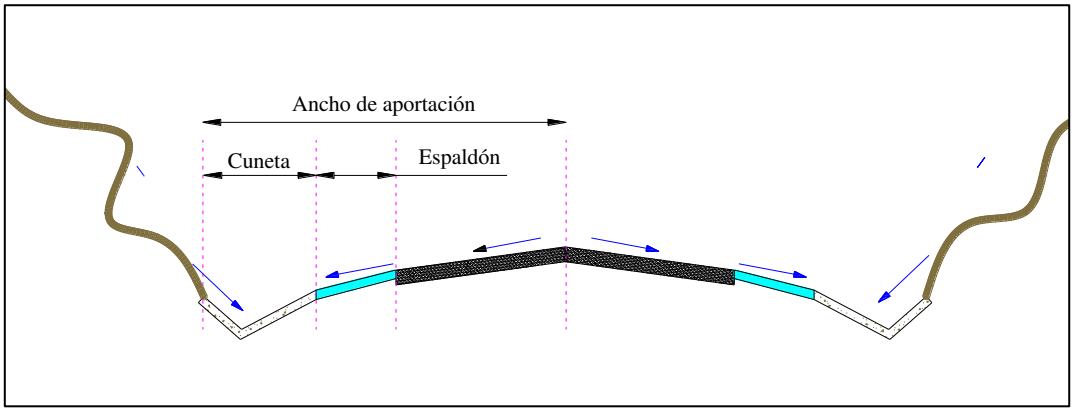
La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.5% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento (MOP, 2003, pág. 255).

Tabla Nº 24. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales

MATERIAL	VELOCIDAD m/s	MATERIAL	VELOCIDAD m/s
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.00
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 – 4-5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 – 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5 – 7.5

Fuente: Norma para Diseño de Carreteras, MOP (2003)

Figura Nº 27. Ancho de drenaje de una cuneta

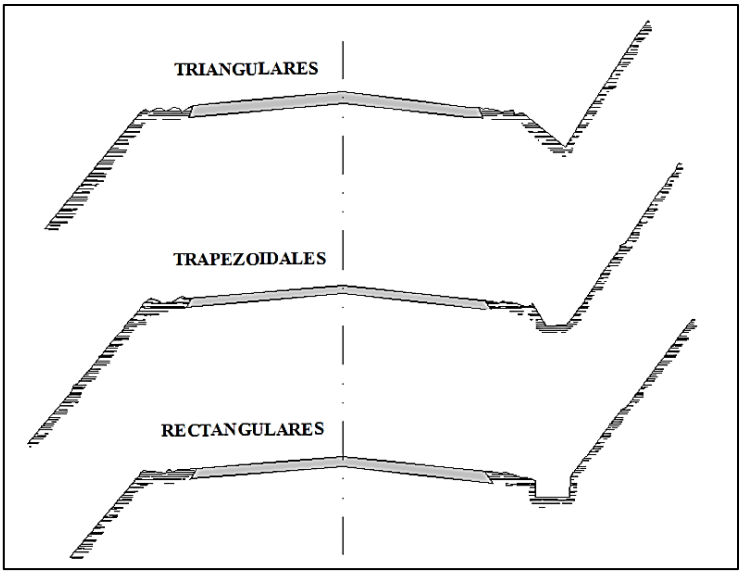


Fuente: Autor

Forma de la sección

Las cunetas según la forma de su sección transversal pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se puede utilizar secciones rectangulares o trapezoidales (MOP, 2003, pág. 255).

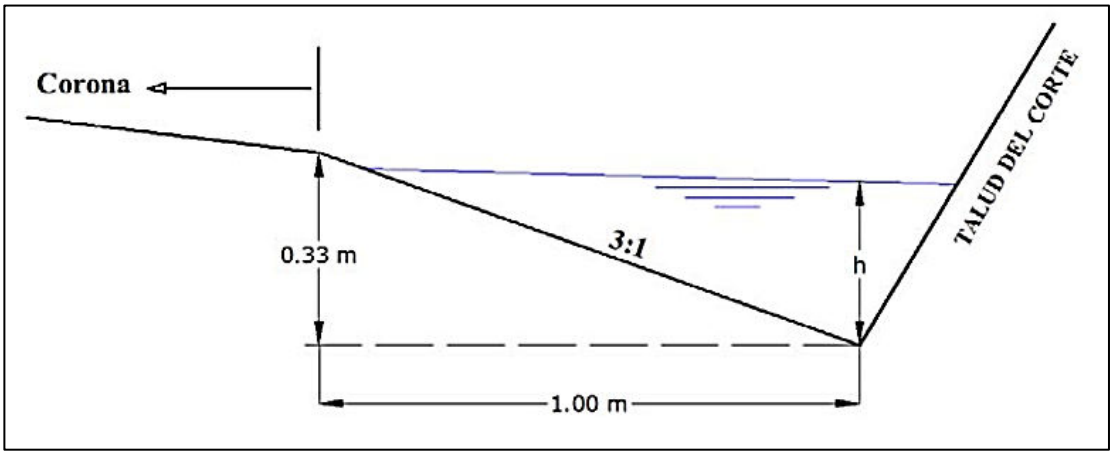
Figura Nº 28. Secciones típicas de cunetas



Fuente: Norma para Diseño de Carreteras, MOP (2003)

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm (MOP, 2003, pág. 256).

Figura Nº 29. Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Fuente: Norma para Diseño de Carreteras, MOP (2003)

2.5. HIPÓTESIS

El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, influenciará positivamente en la calidad de vida de los pobladores.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1. Variable independiente

El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento.

2.6.2. Variable dependiente

Calidad de vida de los pobladores.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INFORMACIÓN

- **Investigación de campo:**

Mediante la investigación directa en el campo, se obtuvieron datos reales de las comunidades y sectores donde se implementará la investigación. Se realizó el inventario vial con los puntos más importantes y relevantes a lo largo de la ruta, el levantamiento topográfico de la zona, la recolección de muestras y estudios de suelo y la evaluación del tráfico promedio.

Además que se efectúo una encuesta dirigida a la población, con las cual se pretende conocer de forma más concreta la opinión de las comunidades y los problemas que actualmente tienen al usar la vía en cuestión.

- **Investigación bibliográfica:**

Dado que existen estudios anteriores a la presente investigación; se reunió información relacionada al tema. Se acudió a fuentes escritas tanto de libros existentes en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, o de otras particulares, así como de información disponible en la web y tesis de grado cuyos temas mantenga relación con el objeto de la presente investigación.

- **Investigación Experimental:**

Experimentalmente, se llevaron a cabo, para el diseño estructural de la vía, el estudio de suelos mediante los métodos pertinentes. Con el objetivo de determinar en especial el ensayo CBR o de soporte, y otros requerimientos necesarios para cuantificar la carga portante de suelo de la zona.

3.2. NIVEL O TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Nivel Exploratorio:**

Este nivel conllevó a reunir datos referentes a las condiciones actuales de la zona por donde cruza la vía en estudio. El análisis de los medios de transporte y traslado de personas y productos. A más de datos técnicos como la topografía, el inventario vial, la existencia pasos de agua, entro otros.

- **Nivel Descriptivo:**

Consistió en identificar los problemas que los habitantes deben enfrentar actualmente a causa del estado de la vía. Con la identificación de las situaciones que generan malestar, se pudo proponer un diseño de vía, cuyas características son adecuadas y proporcionan una movilidad segura y rápida.

- **Asociación de variables:**

Correlaciona la calidad de vida de los moradores con las condiciones de la carretera. Se espera que el mejoramiento en el diseño geométrico y estructural de la vía, permita un crecimiento económico y social de la población involucrada. Este crecimiento esperado se manifestará en la reducción del tiempo de viaje y en la comodidad y seguridad durante la transportación de personas y de productos.

- **Nivel Explicativo:**

El objetivo es exponer las condiciones actuales de la carretera que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, y el atraso económico y social que esto conlleva para los habitantes de estas poblaciones y de comunidades intermedias que también usan esta vía para el traslado de productos.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Son los habitantes de los Barrios Santán Grande y Colatoa, así como de las comunidades intermedias, que serán beneficiados directamente con la realización del presente proyecto. De acuerdo a datos del INEC del año 2010, esta población consta de 13.631 habitantes.

3.3.2. Muestra

Con los datos de la población se calcula la muestra, que es un subconjunto de la población, a la cual estuvo dirigida la encuesta.

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

Dónde:

n = tamaño de la muestra
E = error de muestreo (5%)
N = población

Cálculo:

$$n = \frac{13.631}{(0{,}05)^2(13.631-1)+1}$$

$$n = 389\ habitantes$$

La muestra a considerarse es de 389 habitantes

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.4.1. Variable Dependiente

La calidad de vida de los pobladores de los Barrios Santán Grande y Colatoa.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
La calidad de vida es la satisfacción de todos los aspectos de la vida de una población, gracias a las facilidades que se les proporciona, para acceder a todos los beneficios en salud, comunicación, educación, etc., que permiten solventar sus necesidades económicas y sociales	Sociales	Educación Movilidad Salud	¿Cómo influye el diseño de la vía en el desarrollo social de la población?	Encuestas Entrevistas Tabulación De Datos
	Económicas	Comercio Costo transporte Producción	¿Cuál es la influencia en la economía el estado actual de la vía?	Encuestas Entrevistas Tabulación de datos

3.4.2. Variable Independiente

El diseño geométrico y del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS BÁSICOS	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Diseño Geométrico: consiste en trazar una carretera sobre el terreno. La topografía, la geología, el paisaje, entre otros, son importantes al momento de realizar la geometría de una nueva carretera o el rediseño de una existente.	Alineamiento horizontal	Velocidad de diseño Radios Sobreancho Longitud de transición Topografía Peralte	¿Cuál es el diseño geométrico horizontal óptimo para la vía?	GPS Estación Total Normas MTOP Inventario vial Civil 3D
	Alineamiento vertical	Gradientes Curvas verticales	¿Cuál es el diseño geométrico vertical óptimo para la vía?	GPS Estación Total Normas MTOP Inventario vial Civil 3D
	Sección transversal	Calzada Bombeo Talud Carriles	¿Cuál es la sección trasversal óptima para la vía?	Normas MTOP Inventario vial Civil 3D
Diseño de la estructura del pavimento: consiste en diseñar cada una de las capas que conforman la carpeta asfáltica. Cada una de las capas debe tener una capacidad portante que satisfaga los requerimientos de tránsito.	Subrasante Sub-base Base Carpeta asfáltica	TPDA Limite líquido Limite plástico CBR	¿Cuáles son los espesores de las capas del pavimento?	Muestras de suelo Ensayos AASHTO Normas MTOP
	Drenajes	Cunetas Alcantarillas	¿Cuál es el diseño óptimo para cunetas y alcantarillas?	AASHTO Normas MTOP

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Preguntas básicas	Explicación
¿Para qué?	Establecer la influencia que tiene el diseño geométrico y estructural de la vía que une Santán Grande y Colatoa. Realizar un diseño, tanto geométrico como estructural del pavimento, que sea seguro y que brinde confianza para la movilización de la población.
¿A quiénes?	Dirigido a los habitantes del Barrio Santán Grande, Barrio Colatoa y comunidades intermedias como Santa Marianita, Pusuchisí y San José.
¿Quién?	Quien realiza la investigación: Egresada Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo.
¿Cuándo?	Entre los meses de Mayo del 2015 y Febrero del 2016.
¿Dónde?	En los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.
Técnicas de Recolección	- Observación directa - Entrevistas - Trabajos de campo - Ensayos de laboratorio
¿Con qué?	- Encuestas - Muestras de suelo - Cuestionarios

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. Procesamiento de la información

De la información que se recolectó de las encuestas realizadas a la población de muestra, se procedió a realizar una tabulación de datos mediante tablas y gráficos. Esto, para la interpretación de la información obtenida, ya que es necesario evaluar de forma crítica y objetiva la investigación que se realizó, para poder cumplir con los objetivos establecidos y poder satisfacer la hipótesis planteada.

3.6.2. Análisis e interpretación de resultados

Para el análisis de la información obtenida se siguió un proceso que permitió presentar los datos de forma ordenada y tabulada e interpretarlos de mejor manera

- Situación de la zona en estudio.
- Tabulación de datos de acuerdo a las variables establecidas.
- Graficación de resultados en gráficos estadísticos.
- Análisis e identificación de resultados de los ensayos de suelo.
- Determinación de TPDA mediante conteo vehicular.
- Información fotográfica.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

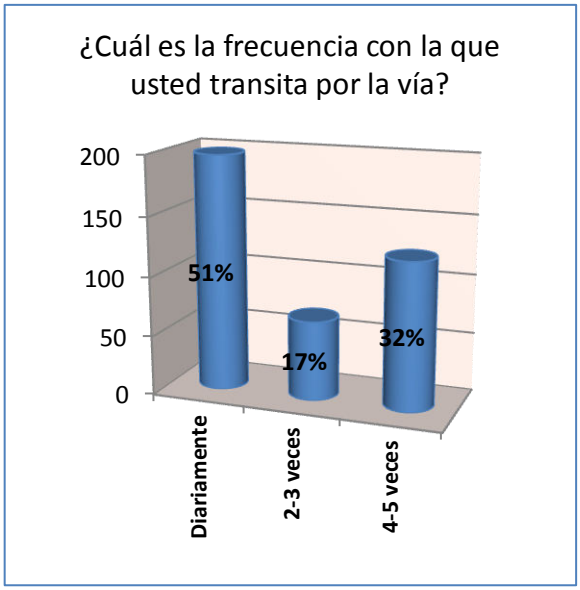
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Análisis de resultados de la encuesta

La encuesta que se realizó fue aplicada a una muestra de 389 habitantes, los cuales forman parte de los barrios beneficiarios del proyecto. Los resultados de la encuesta se resumen a continuación y se encuentran tabuladas de acuerdo a las preguntas realizadas a los pobladores del sector.

Pregunta Nº 1

¿Cuál es la frecuencia con la que usted transita por la vía?



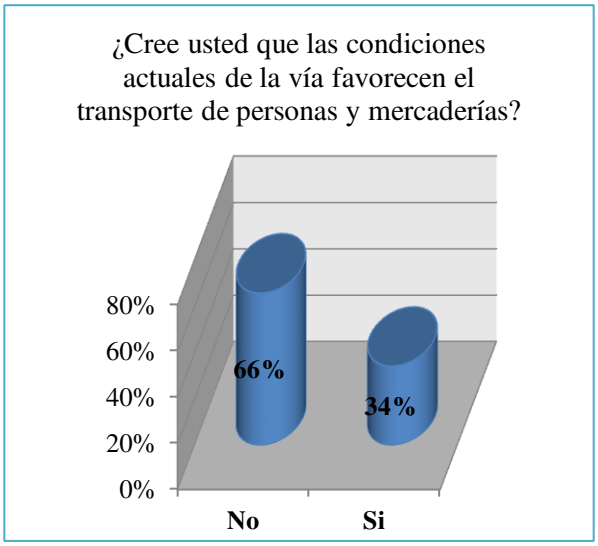
Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Diariamente	198	51%
2-3 veces	67	17%
4-5 veces	124	32%
TOTAL	**389**	**100%**

Conclusiones:

La mayor parte de la población hace uso de la carretera diariamente (51%) o de 4 a 5 veces por semana (34%), ya sea para transportar sus productos o para trasladarse a sus lugares de trabajo; un 17 % la usa con menos frecuencia, de 2 a 3 veces por semana.

Pregunta Nº 2

¿Cree usted que las condiciones actuales de la vía favorecen el transporte de personas y mercaderías?



Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Si	256	66%
No	133	34%
TOTAL	**389**	**100%**

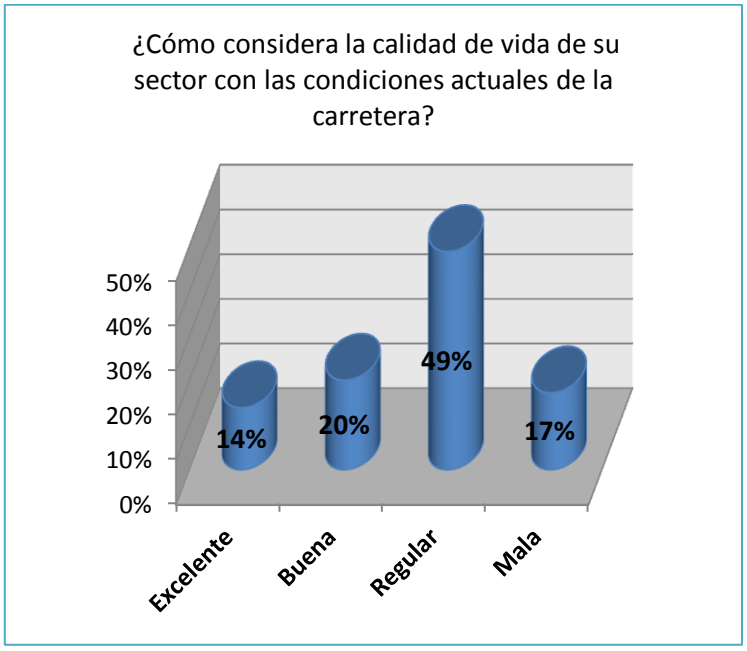
Conclusiones:

El 66% de las personas considera que las condiciones de la carretera no permiten una cómoda movilidad, tanto de personas como de productos. Para el 34% la carretera no representa una dificultad para el traslado y trasporte de mercancías.

Pregunta Nº 3

¿Cómo considera la calidad de vida de su sector con las condiciones actuales de la carretera?

Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Excelente	54	14%
Buena	78	20%
Regular	190	49%
Mala	67	17%
TOTAL	**389**	**100%**

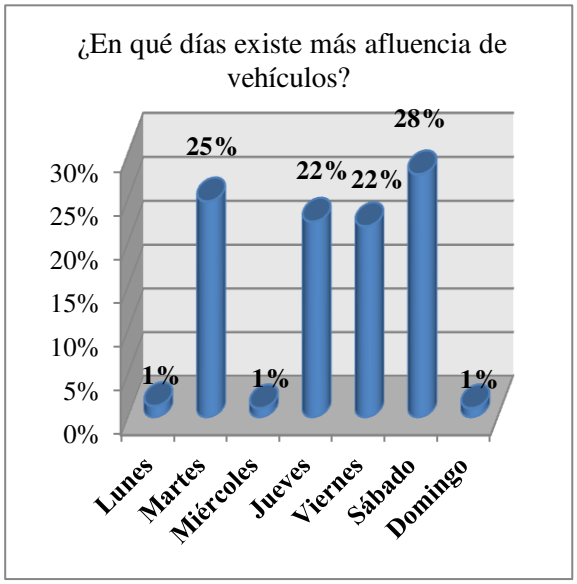


Conclusiones:

El 49% coincide en que la calidad de vida del sector es regular, puesto que hace falta el mantenimiento de la vía; con ello se conseguiría tener acceso a otros servicios y a medios de transporte adecuados. Un 20% considera buena la calidad de vida, el 17% que es mala y por último el 14% considera la considera excelente.

Pregunta Nº 4

¿En qué días existe más afluencia de vehículos?



Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Lunes	5	1%
Martes	96	25%
Miércoles	4	1%
Jueves	87	22%
Viernes	85	22%
Sábado	108	28%
Domingo	4	1%
TOTAL	**389**	**100%**

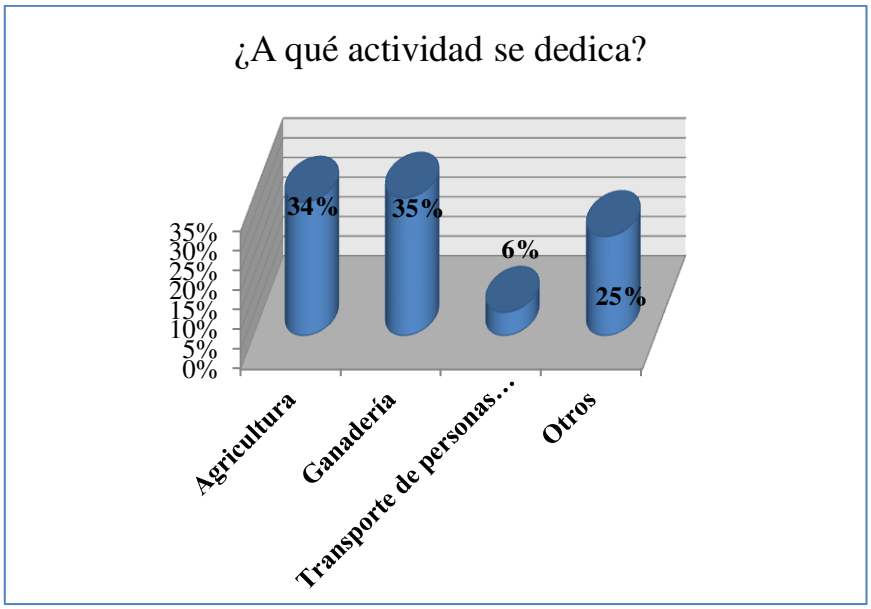
Conclusiones:

De la encuesta se extrajo los días con más afluencia de vehículos. Los días con mayor circulación son los martes (25%), jueves (22%), viernes (22%) y sábado (28%). Con estos datos tenemos los días para realizar un conteo vehicular.

Pregunta Nº 5

¿A qué actividad se dedica?

Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Agricultura	187	48%
Ganadería	156	40%
Transporte de personas o mercancías	19	5%
Otros	27	7%
TOTAL	**389**	**100%**

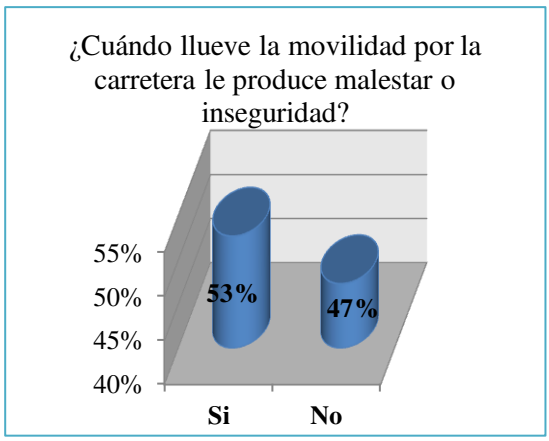


Conclusiones:

La mayor parte de la población se dedica a actividades relacionas a la agricultura (34%) y la ganadería (35%), puesto que este sector es en gran parte tierra de cultivo. La otra parte se encuentra dentro de la transportación, empleos públicos y privados y la educación.

Pregunta Nº 6

¿Cuándo llueve la movilidad por la carretera le produce malestar o inseguridad?



Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Si	205	53%
No	184	47%
TOTAL	**389**	**100%**

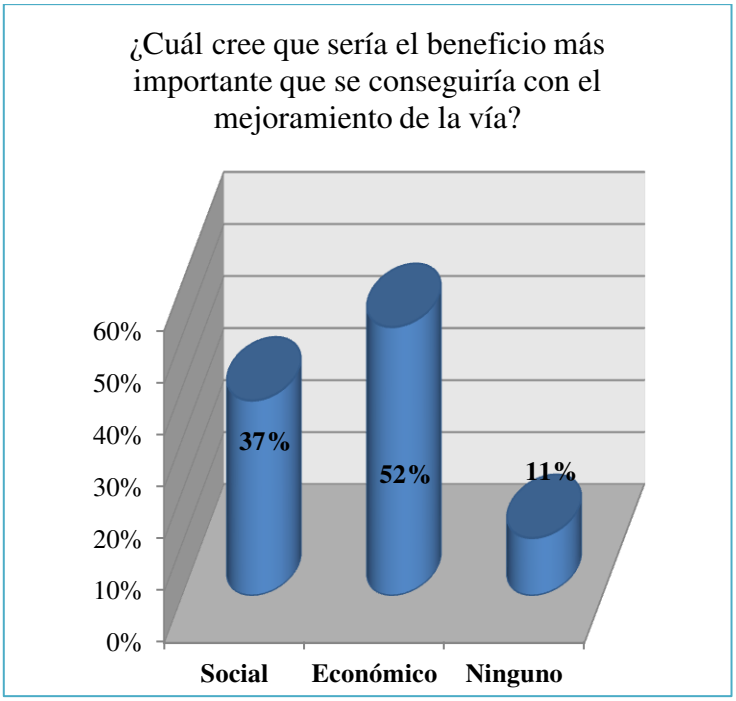
Conclusiones:

La movilidad durante la época de lluvias, para un 53% produce malestar e inseguridad. Mientras que para el 47% el malestar no se produce por la lluvia sino por el polvo que ocasiona el estado de la carretera.

Pregunta Nº 7

¿Cuál cree que sería el beneficio más importante que se conseguiría con el mejoramiento de la vía?

Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Social	143	37%
Económico	197	52%
Ninguno	42	11%
TOTAL	**382**	**100%**

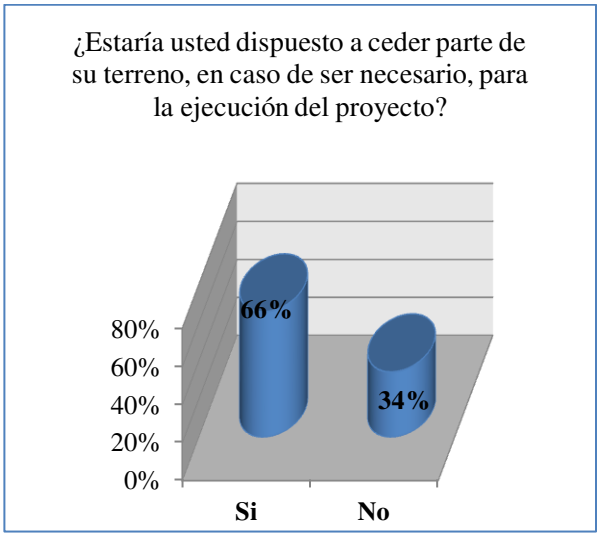


Conclusiones:

El 52% opina que el mejoramiento de la carretera traería un beneficio económico al poder transportar más rápido sus productos, y al disminuir el tiempo de recorrido hacia los centros de comercio. Para los transportistas también sería un beneficio económico ya que sus vehículos estarían expuestos a menos daños y golpes. El 34% lo considera un beneficio social por cuanto se conseguiría mejorar no solo el aspecto de la carretera sino también de los barrios beneficiados.

Pregunta Nº 8

¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno, en caso de ser necesario, para la ejecución del proyecto?



Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Si	256	66%
No	133	34%
TOTAL	**389**	**100%**

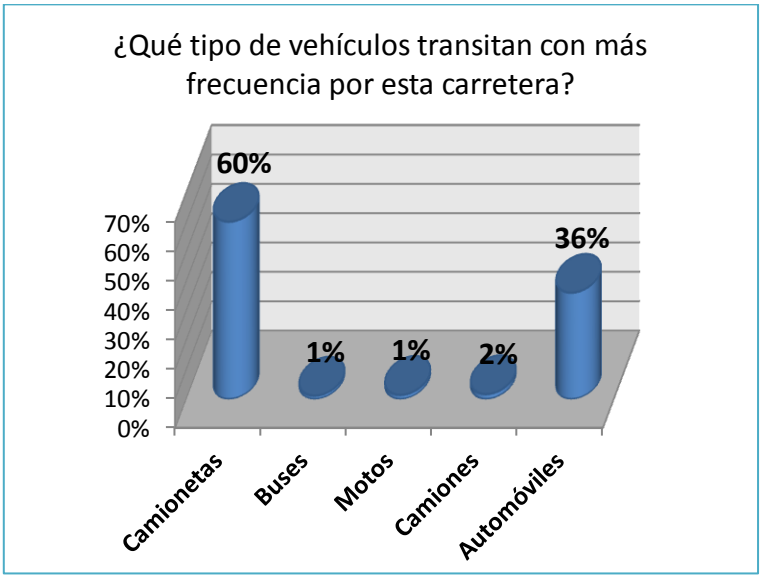
Conclusiones:

Un 66% de la población considera que, si es para mejorar las condiciones de la carretera y la vida de los pobladores, estarían dispuestos a ceder parte de su terreno para la ampliación de la vía. En contraste el 34% se muestran reacios a perder su propiedad, aduciendo que no siempre se les reconoce con el precio justo por sus terrenos.

Pregunta Nº 9

¿Qué tipo de vehículos transitan con más frecuencia por esta carretera?

Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Camionetas	234	60%
Buses	4	1%
Motos	5	1%
Camiones	6	2%
Automóviles	140	36%
TOTAL	**389**	**100%**

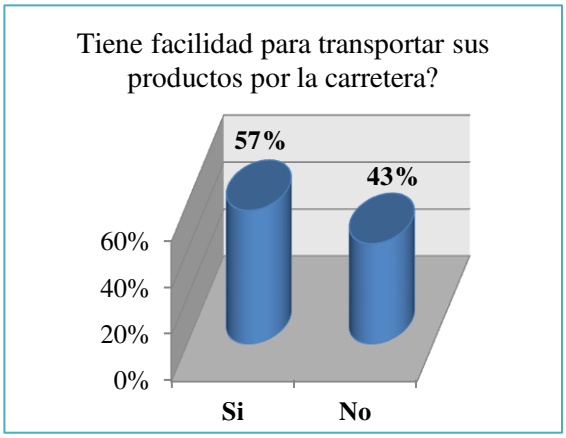


Conclusiones:

El sector al encontrase en una zona rural, cuenta en gran medida con transportes livianos consistentes en camionetas, automóviles y motos. Las camionetas que representan el 60% de la transportación son el medio de traslado más común para los habitantes. La circulación de automotores pesados, buses y camiones, es casi nula.

Pregunta Nº 10

¿Tiene facilidad para transportar sus productos por la carretera?



Respuestas	Nº Personas	Porcentaje
Si	222	57%
No	167	43%
TOTAL	**389**	**100%**

Conclusiones:

El 57 % considera si tiene facilidad al transportar sus productos pero opinan que sí es necesario mejorar las condiciones de la carretera para poder tener mayor comodidad al trasladarse hacia el centro de la ciudad.

4.1.2. Análisis de resultados del levantamiento topográfico

La vía existente se divide en dos tramos que en conjunto cuentan con una longitud de 9.02 km. El primero que empieza en la abscisa Km 0+00 en el barrio Santán Grande y termina en el Km 2+440, en la intercepción con la Av. General Proaño; y el segundo tramo que empieza en la abscisa Km 0+000 en la intersección con la Av. General Proaño, en el barrio Santa Marianita de Locoa y termina en el Km 6+580 en el sector de Colatoa, intersecándose con la carretera que conduce a San Marcos.

La topografía del terreno es en su mayoría ondulado, con pendientes promedio de 5% y una máxima pendiente de 9% en los tramos montañosos.

Así mismo con el levantamiento topográfico se determinó la ubicación de pasos de agua. Habiendo un puntos en cada tramo donde existe un puente de hormigón.

La alineación de la vía en su mayoría es recta y el ancho es constante en ciertos tramos

4.1.3. Análisis de resultados del estudio de tráfico

Para el diseño de la vía se requiere los datos reales del tránsito que circula en las dos direcciones. Debido a que la longitud de la carretera es considerable, el conteo de tráfico se lo realizó en dos estaciones. La primera estación se sitúa en el barrio Santán Grande, y la segunda en San José, como se muestra en la Figura Nº 30.

En las dos estaciones el conteo se realizó durante 12 horas seguidas y en los días considerados como los de mayor circulación. El conteo se lo realizó desde el día Martes 30 de Junio hasta el día Sábado 11 de julio. Además para poder determinar la hora pico el lapso de 12 horas se divide en intervalos de 15 minutos.

Del proceso, se obtuvo como resultado que los días con mayor movimiento vehicular fueron el Martes 30 de junio y Sábado 4 de Junio, en la estación número 1 y Sábado 1 de Julio, en la estación número 2.

A continuación se resume la hora pico de los días con mayor circulación:

Tabla Nº 25. Conteo de tráfico en hora pico – Estación 1

FECHA: **Martes 30-Junio-2015**			Ubicación: **Santán Grande**	
HORA	**TIPO DE VEHÍCULO**			**TOTALES**
	LIVIANOS	**BUSES**	**CAMIONES 2 ejes**	
6:45 - 7:00	5	1	0	6
7:00 - 7:15	3	0	0	3
7:15 - 7:30	2	0	1	3
7:30 - 7:45	2	0	0	2
Acumulados	12	1	1	**14**

Fuente: Autor

Tabla Nº 26. Conteo de tráfico en hora pico – Estación 1

FECHA: **Sábado 04-Julio-2015**			Ubicación: **Santán Grande**	
HORA	**TIPO DE VEHÍCULO**			**TOTALES**
	LIVIANOS	**BUSES**	**CAMIONES 2 ejes**	
6:00 - 6:15	3	0	0	3
6:15 - 6:30	2	0	0	2
6:30 - 6:45	5	0	0	5
6:45 - 7:00	3	1	0	4
Acumulados	13	1	0	**14**

Fuente: Autor

Tabla Nº 27. Conteo de tráfico en hora pico – Estación 2

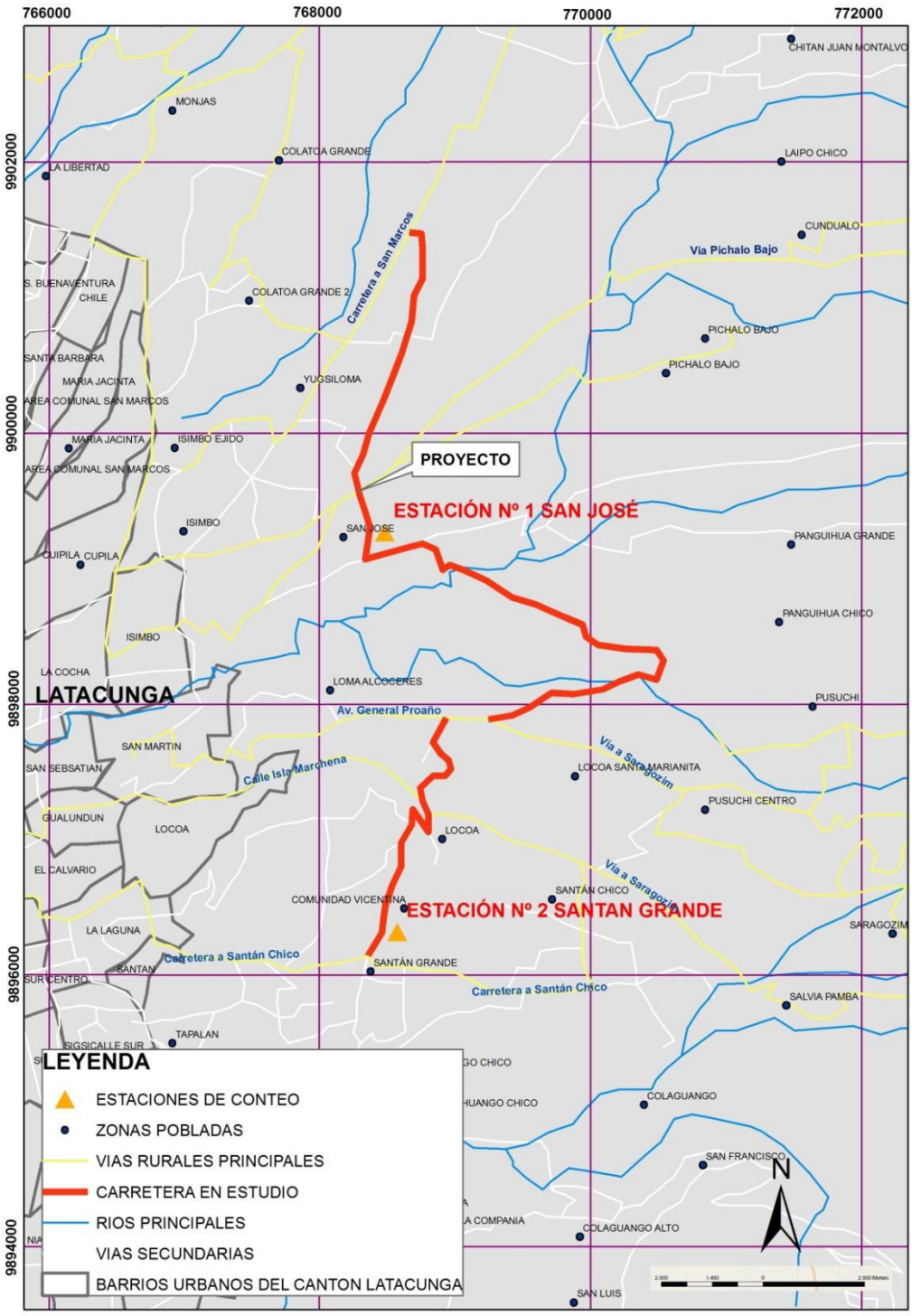
FECHA: **Sábado 11-Julio-2015**			Ubicación: **San José**	
HORA	**TIPO DE VEHÍCULO**			**TOTALES**
	LIVIANOS	**BUSES**	**CAMIONES 2 ejes**	
6:00 - 6:15	3	0	0	3
6:15 - 6:30	2	0	0	2
6:30 - 6:45	5	0	1	6
6:45 - 7:00	3	0	0	3
Acumulados	13	0	1	**14**

Fuente: Autor

Vemos que en la estación 1 hay dos días con igual volumen vehicular pero en horas pico distintas, mientras que en la estación 2 solo hay un día con mayor circulación. Sin embargo en los tres días hay el mismo número de vehículos que circularon por la vía, y la hora pico de los días Sábado 04 de julio (Estación 1) y Sábado 11 de Julio (Estación 2) es la misma.

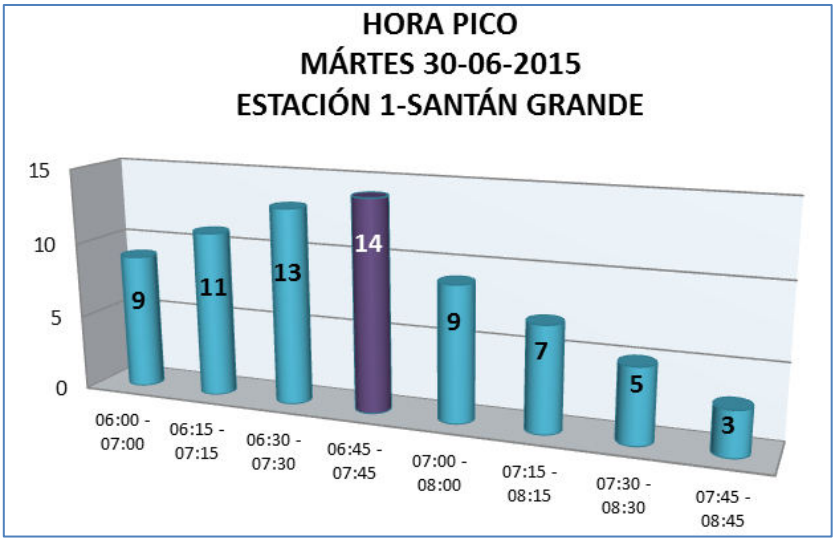
Se tomará el día 30 de junio (Tabla Nº 25) y el intervalo de tiempo de este día, como hora pico de referencia, para la determinación del TPDA, ya que en este período hay presencia de vehículos pesados (buses y camiones) y de este tipo de vehículos depende directamente el diseño de la estructura del pavimento.

Figura Nº 30. Ubicación de las Estaciones de Conteo vehicular



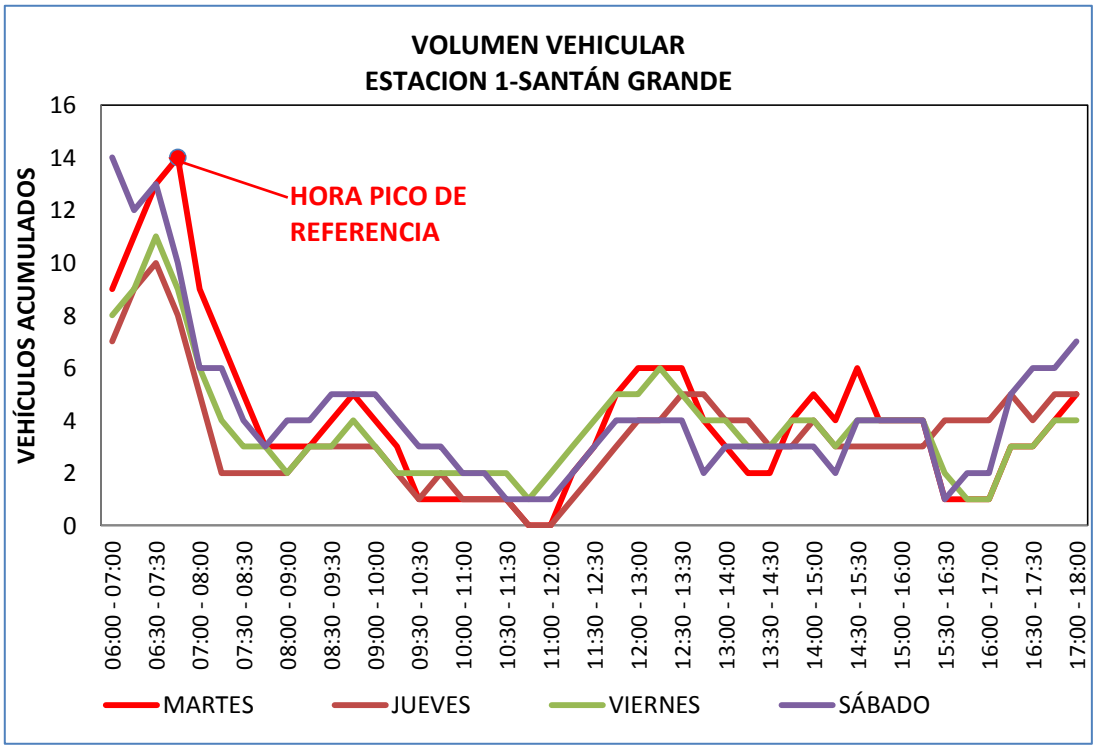
Fuente: Autor

Figura Nº 31. Hora pico de referencia



Fuente: Autor

Figura Nº 32. Distribución vehicular en la Estación 1



Fuente: Autor

4.1.3.1. Cálculo del TPDA

4.1.3.1.1. Cálculo del tráfico actual: $TPDA_{actual}$

- **Factor de hora pico y Factor de la trigésima hora de diseño**

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

$$FHP = \frac{14}{4 * 6} = 0.58$$

Ya que se necesita un tráfico uniforme se tomará un factor FHP =1.

Dado que el proyecto se encuentra en una zona rural el factor de la trigésima hora a utilizarse es 15% del TPDA.

La distribución de vehículos en la hora de mayor circulación es la siguiente:

Livianos: 12
Buses: 1
Camiones (2 ejes): 1

$$TPDA_{actual} = \frac{Qv * FHP}{\%HD}$$

Donde:
Qv: Cantidad total de un solo tipo de vehículo durante la hora pico
FHP: factor de hora pico
%HD: porcentaje de la 30va HD

- **$TPDA_{actual}$ para vehículos livianos**

$$TPDA_{actual\,L} = \frac{12 * 1}{15\%} = 80\ vehículos/día$$

- **$TPDA_{actual}$ para buses**

$$TPDA_{actual\ B} = \frac{1 * 1}{15\%} = 7\ vehículos/día$$

- **$TPDA_{actual}$ para camiones pequeños de dos ejes**

$$TPDA_{actual\ C} = \frac{1 * 1}{15\%} = 7\ vehículos/día$$

- **TPDA total actual**

$$TPDA_{actual\ TOTAL} = TPDA_{actual\ C} + TPDA_{actual\ B} + TPDA_{actual\ L}$$

$$TPDA_{1año\ TOTAL} = 7 + 7 + 80 = 94\ veh/dia$$

Tabla Nº 28. Tráfico Promedio diario Anual actual

TIPO VEHÍCULO	CANTIDAD EN HORA PICO	$TPDA_{actual}$
Livianos	12	80
Buses	1	7
Camiones (2 ejes)	1	7
$TPDA_{actual}$ TOTAL		94

Fuente: Autor

4.1.3.1.2. Cálculo del tráfico promedio diario anual del primer año: $TPDA_{1año}$

$$TPDA_{1\ año} = TPDA_{actual}(1 + i)^n$$

- **$TPDA_{1\ año}$ para vehículos livianos**

$$TPDA_{1\ año\ L} = TPDA_{actual\ L}(1 + i)^n$$

$$TPDA_{1\ año\ L} = 80(1 + 0.0397)^1 = 84\ vehículos/día$$

- **$TPDA_{1año}$ para buses**

$$TPDA_{1\ año\ B} = TPDA_{actual\ B}(1 + i)^n$$

$$TPDA_{1\ año\ B} = 7(1 + 0.0197)^1 = 8\ vehículos/día$$

- **$TPDA_{1año}$ para camiones pequeños de dos ejes**

$$TPDA_{1\ año\ C} = TPDA_{actual\ C}(1 + i)^n$$

$$TPDA_{1\ año\ C} = 7(1 + 0.0194)^1 = 8\ vehículos/día$$

- **TPDA total del primer año**

$$TPDA_{1\ año\ TOTAL} = TPDA_{1\ año\ C} + TPDA_{1\ año\ B} + TPDA_{1\ año\ L}$$

$$TPDA_{1año\ TOTAL} = 8 + 8 + 84 = 100\ veh/dia$$

Tabla Nº 29. Tráfico Promedio diario Anual del primer año

TIPO VEHÍCULO	**TPDA actual**	**$TPDA_{1\ año}$**
Livianos	80	84
Buses	7	8
Camiones (2 ejes)	7	8
$TPDA_{1año}$ TOTAL		**100**

Fuente: Autor

4.1.3.1.3. Cálculo del tráfico generado: TG

$$TG = 20\%\ TPDA_{1año}$$

- **Tráfico generado para vehículos livianos**

$$TG_L = 20\% * 84\ veh/día = 17\ vehículos/día$$

- **Tráfico generado para buses**

$$TG_B = 20\% * 8\ veh/día = 2\ vehículos/día$$

- **Tráfico generado para camiones (2 ejes)**

$$TG_C = 20\% * 8\ veh/día = 2\ vehículos/día$$

Tabla Nº 30. Tráfico Generado TG

TIPO VEHÍCULO	$TPDA_{1año}$	TG
Livianos	84	17
Buses	8	2
Camiones (2 ejes)	8	2
Tráfico generado TOTAL		**21**

Fuente: Autor

4.1.3.1.4. Cálculo del tráfico atraído: TAt

$$TAt = 10\%\ TPDA_{actual}$$

- **Tráfico atraído para vehículos livianos**

$$TAt_L = 10\% * 80\ veh/día = 8\ vehículos/día$$

- **Tráfico atraído para buses**

$$TAt_B = 10\% * 7\ veh/día = 1\ vehículos/día$$

- **Tráfico atraído para camiones (2 ejes)**

$$TAt_C = 10\% * 7\ veh/día = 1\ vehículos/día$$

Tabla Nº 31. Tráfico Atraído TAt

TIPO VEHÍCULO	$TPDA_{actual}$	TAt
Livianos	80	8
Buses	7	1
Camiones (2 ejes)	7	1
Tráfico atraído TOTAL		**10**

Fuente: Autor

4.1.3.1.5. Cálculo del tráfico desarrollado: TD

$$TD = 5\%\ TPDA_{actual}$$

- **Tráfico desarrollado para vehículos livianos**

$$TD_L = 5\% * 80\ veh/día = 4\ vehículos/día$$

- **Tráfico desarrollado para buses**

$$TD_B = 5\% * 7\ veh/día = 1\ vehículos/día$$

- **Tráfico desarrollado para camiones (2 ejes)**

$$TD_C = 5\% * 7\ veh/día = 1\ vehículos/día$$

Tabla Nº 32. Tráfico Desarrollado TD

TIPO VEHÍCULO	$TPDA_{actual}$	TD
Livianos	80	4
Buses	7	1
Camiones (2 ejes)	7	1
Tráfico desarrollado TOTAL		**6**

Fuente: Autor

4.1.3.1.6. Cálculo del tráfico actual: $TPDA_{actual}$

Para calcular el TPDA actual se resumen todos los TPDA calculados anteriormente, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla Nº 33. Tráfico Promedio Anual Actual TPDAactual

TIPO VEHÍCULO	$TPDA_{1año}$	TPDA Atraído 10%	TPDA Generado 20%	TPDA Desarrollado 5%	TPDA Actual TOTAL	%
Livianos	84	8	17	4	113	82.48%
Buses	8	1	2	1	12	8.76 %
Camiones (2 ejes)	8	1	2	1	12	8.76 %
TOTAL	**100**	**10**	**21**	**6**	**137**	**100%**

Fuente: Autor

4.1.3.1.7. Cálculo del tráfico futuro: $TPDA_{futuro}$

A continuación se muestra la tabla que proporciona el MOP, en la cual constan las tasas de crecimiento del parque automotor:

Para proyectos viales la vida útil se considera para un lapso de 20 años, por lo tanto se procede a calcular el tráfico futuro con la fórmula presentada a continuación:

$$\boldsymbol{Tf = Ta(1+i)^n}$$

Donde:

Tf: tráfico proyectado
Ta: tráfico actual
i: tasa de crecimiento del tráfico proporcionado por el MOP
n: años proyectados como vida útil (20 años)

Tabla Nº 34. Tránsito Actual y proyectado

VEHÍCULO	% CRECIMIENTO	TPDA Actual	TRÁNSITO PROYECTADO 20años	%
LIVIANOS	3,25%	113	215	86.35 %
BUSES	1,62%	12	17	6.83 %
CAMIONES	1,58%	12	17	6.83 %
TOTAL		**137**	**249**	**100%**

Fuente: Autor

Tabla Nº 35. Tráfico futuro

AÑO	% Crecimiento			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL			
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones C-2P	TPDA total
2015	3,97%	1,97%	1,94%	113	12	12	137
2016	3,97%	1,97%	1,94%	118	13	13	144
2017	3,97%	1,97%	1,94%	123	13	13	149
2018	3,97%	1,97%	1,94%	127	13	13	153
2019	3,97%	1,97%	1,94%	133	13	13	159
2020	3,57%	1,78%	1,74%	135	14	14	163
2021	3,57%	1,78%	1,74%	140	14	14	168
2022	3,57%	1,78%	1,74%	145	14	14	173
2023	3,57%	1,78%	1,74%	150	14	14	178
2024	3,57%	1,78%	1,74%	155	15	15	185
2025	3,25%	1,62%	1,58%	156	15	15	186
2026	3,25%	1,62%	1,58%	161	15	15	191
2027	3,25%	1,62%	1,58%	166	15	15	196
2028	3,25%	1,62%	1,58%	172	15	15	202
2029	3,25%	1,62%	1,58%	177	16	15	208
2030	3,25%	1,62%	1,58%	183	16	16	215
2031	3,25%	1,62%	1,58%	189	16	16	221
2032	3,25%	1,62%	1,58%	195	16	16	227
2033	3,25%	1,62%	1,58%	201	17	16	234
2034	3,25%	1,62%	1,58%	208	17	17	242
2035	3,25%	1,62%	1,58%	215	17	17	249

Fuente: Autor

De acuerdo al cálculo se obtuvo un tráfico futuro de 249 veh./día con lo cual y según la norma MOP 2003 (Tabla Nº 2.) es una camino vecinal de clase IV.

4.1.4. Análisis del estudio de suelos

Para el estudio de suelos se tomó una muestra de material cada 2000 metros, por medio de calicatas a cielo abierto, de este estudio se consiguieron los resultados a continuación:

- **Contenido de humedad W%**

Tabla Nº 36. Contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
ABSCISA	2+000	4+000	6+000	8+000
MUESTRA	1	2	3	4
W%	14,1%	5,8%	11,2%	21,6%
W% PROMEDIO	13,18%			

Fuente: Autor

Del ensayo se obtuvo un contenido de humedad promedio para el suelo de 13,18%, siendo un suelo estable.

- **Granulometría**

Tabla Nº 37. Clasificación del suelo

CLASIFICACION DE SUELOS				
ABSCISA	2+000	4+000	6+000	8+000
MUESTRA	1	2	3	4
CLASIFICACIÓN	SM	SM	SM	SM

Fuente: Autor

De acuerdo a la clasificación SUCS, del ensayo granulométrico, se determinó que el suelo es una Arena Limosa (SM) no plástica.

- **Compactación de suelos**

Este ensayo permite determinar la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo.

Tabla Nº 38. Compactación Próctor Modificado

COMPACTACIÓN DE SUELOS				
REFERENCIA	**AASHTO**	**T-180**		
ABSCISA	2+000	4+000	6+000	8+000
MUESTRA	1	2	3	4
$\gamma_{seca\ max}$ (g/cm^3)	1,198	1,68	1,52	1,538
W% óptimo	15,2	13,8	17,1	18,0
$\gamma_{seca\ max}$ (g/cm^3) prom	1,484			
W% opt. promedio	16,03			

Fuente: Autor

La densidad seca máxima promedio para el suelo del proyecto se ubica en 1,484 g/cm3 mientras que la humedad óptima promedio es de 16,03%

- **Capacidad de soporte CBR**

El CBR es la capacidad al corte, de un suelo, sometido a condiciones de humedad y densidad calculadas y estables.

Tabla Nº 39. Soporte CBR

	ABSCISA	**2+000**		**4+000**		**6+000**		**8+000**	
	MUESTRA	**1**		**2**		**3**		**4**	
		γseca	w%	γseca	w%	γseca	w%	γseca	w%
Nº GOLPES	56	1,192	25,03	1,853	7,59	1,622	12,76	1,603	19,00
	27	1,154	26,02	1,77	9,00	1,567	15,487	1,482	20,349
	11	1,087	27,71	1,539	18,88	1,229	42,503	1,397	22,292
CBR puntual		**24**		**18**		**17**		**9,5**	

Fuente: Autor

- **Capacidad de soporte CBR de diseño**

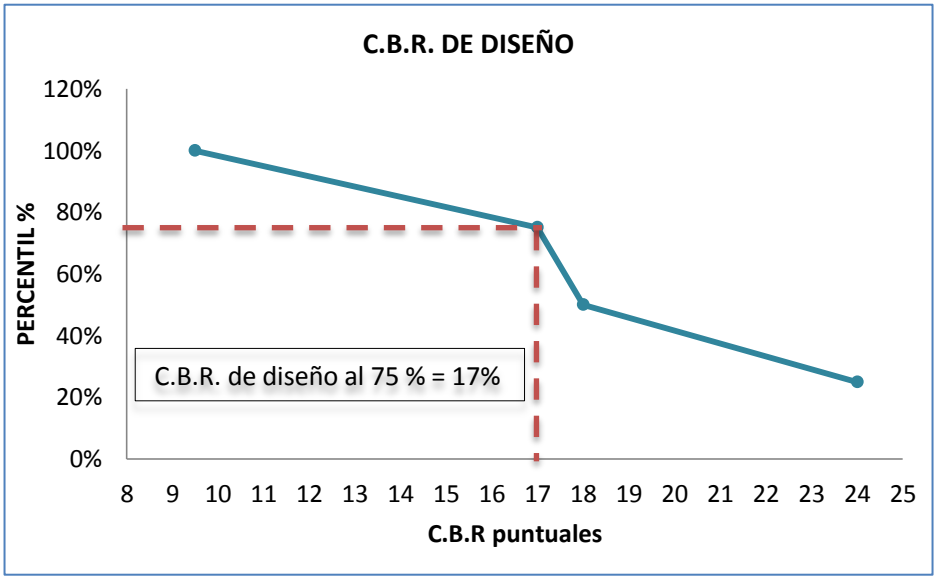
Tabla Nº 40. Resistencia de diseño vs Tránsito

Límites para la selección de resistencia	
Numero de eje Equivalentes de 8,2 ton en el carril de diseño Nt	**Porcentaje a seleccionar para hallar la resistencia**
$<10^4$	60
10^4-10^6	75
$>10^6$	90

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, Vol. 2B (2012)

Tabla Nº 41. Capacidad de Soporte C.B.R. de diseño

SOPORTE CBR DE DISEÑO							
Nº Muestra	**Abscisa**	**CBR laboratorio**		**Abscisa**	**A**	**B**	**C**
1	2+000	24		8+000	9,5	4	100%
2	4+000	18		6+000	17	3	75%
3	6+000	17		4+000	18	2	50%
4	8+000	9,5		2+000	24	1	25%
A	CBR obtenidos del estudio de suelos						
B	Número de CBR iguales o mayores						
C	Porcentaje de CBR iguales o mayores						
OBSERVACIÓN: Percentil para calcular la resistencia de diseño: 60%							
SERIE							
	X	0	17	17	17		
	Y	75%	75%	0	75%		



Fuente: Autor

Para el suelo del proyecto vial se calcula un C.B.R. de 17%, correspondiente a la intensidad de tráfico proyectado durante la vida útil de la carretera. Esta subrasante se clasifica como regular a buena según la Tabla Nº 4 (pág. 26).

4.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.2.1. Interpretación de los datos de la encuesta.

Nº pregunta	Formulación	Interpretación
1	¿Cuál es la frecuencia con la que usted transita por la vía?	La mitad de la población usa la vía diariamente para su traslado, y un 32% la usa la mayor parte de la semana.
2	¿Cree usted que las condiciones actuales de la vía favorecen el transporte de personas y mercaderías?	Casi dos terceras partes de la población consideran que las condiciones no son favorables para ellos, ya que además de producir malestar en la transportación por los baches de la carretera, también ocasionan el deterioro de vehículos que circulan por la vía
3	¿Cómo considera la calidad de vida de su sector con las condiciones actuales de la carretera?	El 49% de la población coincide en que las condiciones de vida en su sector son regulares, ya que además de no poseer todos los servicios básicos existe el inconveniente del estado de la carretera.
4	¿En qué días existe más afluencia de vehículos?	Los días martes, jueves, viernes y sábado existe más movimiento vehicular debido al comercio que se genera en el centro de la ciudad de Latacunga, siendo el día sábado el día cumbre de esta actividad y por ende el de mayor volumen de tráfico.
5	¿A qué actividad se dedica?	Al ser un sector rural, la agricultura y la ganadería son las actividades a las que la población se dedica en gran parte. Por ello se necesita una buena comunicación terrestre para el transporte de mercancías.
6	¿Cuándo llueve la movilidad por la carretera le produce malestar o inseguridad?	En algunos sectores si existe el problema al transitar en días lluviosos, por la erosión que se origina y produce posteriores baches en la carretera. Mientras que para la otra parte el malestar está. en que en días soleados el polvo generado ocasiona afectaciones en la salud de los moradores.
7	¿Cuál cree que sería el beneficio más importante que se conseguiría con el mejoramiento de la vía?	Para la mitad de la población el beneficio económico sería el más importante, debido a que reduciría el daño al parque automotor y la plusvalía de sus propiedades mejoraría. Y también el beneficio social, ya que los sectores contarían con un entorno mejor para vivir.
8	¿Estaría usted dispuesto a ceder parte de su terreno, en caso de ser necesario, para la ejecución del proyecto?	Para mejorar el tránsito por la carretera, los pobladores estarían dispuestos a ceder parte de sus propiedades, como ya lo hicieron años antes cuando se apertura la vía.

9	¿Qué tipo de vehículos transitan con más frecuencia por esta carretera?	Los vehículos livianos son los que circulan constantemente y en mayor número. Se puede decir que transporte pesado no es muy común por estos sectores.
10	¿Tiene facilidad para transportar sus productos por la carretera?	Existe facilidad por la existencia de la vía, pero las condiciones producen incomodidad e inseguridad.

4.2.2. Interpretación del estudio topográfico

Del levantamiento se observa que la topografía del terreno es ondulado con mínimos tramos montañosos. Esto permitió un diseño con alineamientos rectos Tiene facilidad de drenaje longitudinal, aunque el bombeo transversal no existe.

4.2.3. Interpretación del estudio de tráfico

Mediante el conteo de tráfico se estableció como hora pico, el periodo de tiempo comprendido entre las 6:45 y 7:45 am, mismo que se obtuvo en la estación 1 durante el día Martes 30 de Junio de 2015.

Del estudio de tráfico realizado en los sectores involucrados y son beneficiarios directos del proyecto, se determinó que los vehículos livianos como motos y principalmente camionetas y automóviles, son los más utilizados por la población para su movilización. A pesar de que no existe circulación frecuente de vehículos pesados en el sector, estos son los que generan más afectación en las características de la carretera y por esto son considerados dentro del diseño del pavimento. Estos vehículos aportan con las solicitaciones para las cuales la estructura de la vía va a ser diseñada.

Además es necesario conocer la cantidad de vehículos que se proyecta a futuro de acuerdo a la vida útil del proyecto. Dado que la vida útil de un proyecto vial se calcula en aproximadamente 20 años, se ha estimado un tráfico futuro del 249 veh/día al año 2035. Usando la clasificación proporcionada en las norma MOP 2003, esta carretera se sitúa como una carretera de dos carriles de clase IV, es decir, es un

camino vecinal; el tráfico futuro de esta carretera se encuentra en el rango de 100 a 300 vehículos.

4.2.4. Interpretación del estudio de suelos

El suelo de la subrasante posee un contenido de humedad promedio del 13,18%; la cuarta muestra evidencia que en este tramo el suelo tiende a retener mayor cantidad de agua, sabiendo que su contenido de humedad es muy superior a las demás muestras.

La muestra 1 refleja que en este tramo de carretera la resistencia es mayor ya que posee un CBR de 24%, mientras que el último tramo es menos resistente como se puede determinar por el alto contenido de humedad y su menor valor de CBR.

De las cuatro muestras tomadas para el estudio de suelos se obtuvo como resultado que la subrasante posee un CBR de diseño de 17%, cuyo percentil se estableció en 75%.

De acuerdo al ensayo granulométrico y según la SUCS el suelo del proyecto se clasifica como una Arena – Limosa (SM) no plástica (NP).

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para verificar la hipótesis "El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, influenciará positivamente en la calidad de vida de los pobladores.", se utilizó el método del Chi Cuadrado (X^2), para lo cual se usaron las preguntas 2 y 6, tomadas de la encuesta realizada a los pobladores.

- **Hipótesis General**

"El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, influenciará positivamente en la calidad de vida de los pobladores."

- **Hipótesis Chi Cuadrado**

Hipótesis nula:

"El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, no influenciará positivamente en la calidad de vida de los pobladores."

Hipótesis de investigación:

"El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, influenciará positivamente en la calidad de vida de los pobladores."

Ecuación Chi Cuadrado:

$$X^2 = \sum \frac{(FO - FE)^2}{FE}$$

Donde:
FO = frecuencias observadas
FE =frecuencias esperadas

Grados de Libertad:

Se calcula en función de la tabla de datos tabulados en la encuesta.

$$gl = (\sharp\ Filas - 1) * (\sharp\ Columnas - 1)$$

$gl = (2 - 1) * (2 - 1)$
$gl = 1$

Cálculo de frecuencias:

- Frecuencia observada

Tabla Nº 42. Frecuencias Observadas

VARIABLE / PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
P2	256	133	**389**
P6	205	184	**389**
TOTAL	**461**	**317**	**778**

Fuente: Autor

- Frecuencias esperadas

$$\frac{Total\ de\ columna\ para\ la\ celda * total\ de\ fila\ pra\ la\ celda}{suma\ total\ de\ frecuencias\ observadas}$$

$$SI = \frac{389 * 461}{778} = 230{,}5 \qquad NO = \frac{389 * 317}{778} = 158{,}5$$

Tabla Nº 43. Frecuencias Esperadas

VARIABLE / PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
P2	230,5	158,5	**389**
P6	230,5	158,5	**389**
TOTAL	**416**	**137**	**778**

Fuente: Autor

Cálculo del Chi cuadrado:

Tabla Nº 44. Cálculo del Chi Cuadrado

Pregunta – Repuesta	FO	FE	$(FO-FE)^2$	$\frac{(FO-FE)^2}{FE}$
P2-SI	256	230,5	650,25	2,821
P2-NO	133	158,5	650,25	4,102
P6-SI	205	230,5	650,25	2,821
P6-NO	184	158,5	650,25	4,102
			X^2	**13,846**

Fuente: Autor

Una vez obtenido el Chi Cuadrado calculado (X^2_{cal}), determinamos el Chi Cuadrado tabulado (X^2_{tab}). El Chi Cuadrado tabulado se obtiene a partir de los grados de libertad anteriormente calculados y asumiendo un grado de confiabilidad del 95%. Así de la Tabla Nº 45 se obtiene:

$$X^2_{tab} = 3{,}841$$

Tabla Nº 45. Chi Cuadrado tabular

TABLA DE DISTRIBUCIÓN - CHI CUADRADO TABULAR - X TB.															
GL / Conf.	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.75	0.8	0.9	0.95	0.99
1	0	0.004	0.016	0.064	0.102	0.118	0.275	0.455	0.708	1.074	1.323	1.642	2.705	3.841	6.635
2	0.02	0.103	0.211	0.466	0.575	0.713	1.022	1.386	1.833	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	9.21
3	0.115	0.352	0.584	1.005	1.213	1.424	1.869	2.366	2.946	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	11.34
4	.297	.711	1.064	1.649	1.923	2.195	2.753	3.357	4.045	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	13.28
5	.554	1.145	1.61	2.343	2.675	3	3.656	4.351	5.132	6.064	6.626	7.289	9.236	11.07	15.09
6	0.872	1.635	2.204	3.07	3.455	3.828	4.57	5.348	6.211	7.231	7.841	8.558	10.64	12.59	16.81
7	1.239	2.167	2.833	3.822	4	5	5.493	6.346	7.283	8.383	9.037	9.803	12.02	14.07	18.48
8	1.647	2.733	3.49	4.594	5.071	5.527	6.423	7.344	8.351	9.524	10.22	11.03	13.35	15.51	20.09
9	2.088	3.325	4.168	5.38	5.899	6.393	7.357	8.343	9.414	10.66	11.39	12.24	14.68	16.92	21.67
10	2.558	3.94	4.865	6.179	6.737	7.267	8.295	9.342	10.47	11.78	12.55	13.44	15.99	18.31	23.21
11	3.053	4.575	5.578	6.989	7.584	8.184	9.237	10.34	11.53	12.9	13.7	14.63	17.28	19.68	24.73
12	3.571	5.226	6.304	7.807	8.438	9.034	10.18	11.34	12.58	14.01	14.85	15.81	18.55	21.03	26.22
13	4.107	5.892	7.041	8.634	9.299	9.926	11.13	12.34	13.64	15.12	15.98	16.98	19.81	22.36	27.69
14	4.66	6.751	7.79	9.467	10.17	10.82	12.08	13.34	14.69	16.22	17.12	18.15	21.05	23.68	29.11
15	5.229	7.261	8.547	10.31	11.04	11.72	13.03	14.34	15.73	17.32	18.25	19.37	22.31	25	30.58
16	5.812	7.962	9.312	11.15	11.91	12.62	13.98	15.34	16.78	18.42	19.37	20.47	23.54	25.3	32
17	6.408	8.672	10.09	12	12.79	13.53	14.94	16.34	17.82	19.51	20.49	21.61	24.77	27.59	33.41
18	7.015	9.39	10.85	12.86	13.68	14.44	15.39	17.34	18.87	20.6	21.6	22.76	25.99	28.87	34.81
19	7.633	10.12	11.65	13.72	14.56	15.35	16.85	18.34	19.91	21.69	22.72	23.9	27.2	30.14	35.19
20	8.26	10.85	12.44	14.58	15.45	16.27	17.81	19.34	20.95	22.77	23.83	25.04	28.41	31.41	37.57
21	8.897	11.59	13.24	15.44	16.34	17.18	18.77	20.34	21.99	23.86	24.93	26.17	29.62	32.67	38.93
22	9.542	12.34	14.04	16.31	17.24	18.1	19.73	21.34	23.03	24.94	26.04	27.3	30.81	33.92	40.29
23	10.2	11.09	14.85	17.19	18.14	19.02	20.69	22.34	24.07	26.02	27.14	28.43	32.01	35.17	41.64
24	10.86	13.85	15.66	18.06	19.04	19.94	21.65	23.34	25.11	27.1	28.24	29.55	33.2	36.42	42.98
25	11.52	14.61	16.47	18.94	19.94	20.87	22.62	24.34	26.24	28.17	29.34	30.68	34.38	37.65	44.31
26	12.2	15.38	17.29	19.82	20.84	21.79	23.58	25.34	27.18	29.25	30.43	31.79	35.56	38.89	45.64
27	12.88	16.15	18.11	20.7	21.75	22.72	24.54	26.34	28.21	30.32	31.53	32.91	36.74	40.11	45.95
28	13.56	16.93	18.94	21,59	22.66	23.65	25.51	27.34	29.25	31.39	32.62	34.03	37.92	41.34	48.28
29	14.26	17.71	19.77	22.48	23.57	24.58	26.48	28.34	30.28	32.46	33.71	35.14	39.09	42.56	49.59
30	14.95	18.49	20.6	23.36	24.48	25.51	27.44	29.34	31.32	33.53	34.8	36.25	40.26	43.77	50.89

Fuente: Métodos estadísticos para medir, descubrir y controlar la variabilidad, Luceño Vásquez Alberto (2005)

Comparación X^2_{tab} y X^2_{cal}:

El Chi Cuadrado requiere la comparación entre los valores calculado y tabulado; de esta comparación, ya sea la hipótesis nula o la hipótesis de investigación será rechazada. Si el valor X^2_{cal} es mayor que X^2_{tab}, la hipótesis nula es rechazada, caso contrario la hipótesis de investigación es la que se rechaza.

Decisión:

De la prueba estadística (X^2_{cal}) se obtuvo un valor de 13,846, mientras que del valor crítico (X^2_{tab}) se tiene 3,841. Como resultado tenemos que el X^2_{cal} es mayor que X^2_{tab}, por lo tanto la hipótesis nula es rechazada y se acepta como válida la hipótesis de investigación en la que se plantea lo siguiente:

"El diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los Barrios Santán Grande y Colatoa, influenciará positivamente en la calidad de vida de los pobladores."

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La vía en estudio se encuentra actualmente en condiciones muy malas, ya que en gran parte la capa de rodadura es de tierra (aprox. 8.5 km), que con las lluvias y el tiempo ha venido a deteriorarse.

- La población utiliza esta vía como medio, para trasladarse hacia la zona urbana del cantón Latacunga. La mayor parte del parque automotor que circula por la vía es de tipo liviano, siendo camionetas, automóviles y motos los más usados por los pobladores para trasladarse de un lugar a otro. La circulación de vehículos pesados es mínima, como se verifica mediante el conteo vehicular realizado en las dos estaciones establecidas para este efecto.

- Del estudio de suelos se obtuvo un CBR de diseño para la subrasante de 17%, por lo cual se clasifica como una subrasante regular a buena. Además de que el contenido de humedad promedio es del 13,18 % haciendo el suelo del proyecto bastante estable.

- El suelo donde se ubica el proyecto se califica de acuerdo a la SUCS como una arena limosa (SM) no plástica. Esto proporciona una ventaja al proyecto puesto que el suelo no tiende a deformarse.

- Mediante el inventario vial realizado se aprecia que el ancho promedio de la vía es de 5.0 metros. No existe sistemas de recolección de agua lluvias como cunetas. El trazado actual es accidentado y con pendientes bastante altas en ciertos sectores

- Con relación al estudio de tráfico se calcula un TPDA al año de diseño, de 249 veh/día, con este dato se ha clasificado a la vía de acuerdo a la Norma MOP 2003, como un camino vecinal de Clase IV.

- Dado que la carretera se clasifica como un camino vecinal de Clase IV, la sección transversal se compone de un ancho de calzada de 6 m con cunetas de 1 m de ancho a cada lado.

- La velocidad de diseño para este tipo de caminos con una topografía ondulada, según la Norma MOP 2003, tiene un valor recomendable de 60 km/h y un valor absoluto de 35 km/h. Para el diseño se ha asumido una velocidad de 35 km/h.

- De acuerdo a la velocidad de diseño adoptada, el radio mínimo de curvatura es de 30 m. En el diseño final se aprecia valores menores de radio, puesto que para este tipo de caminos, la norma MOP 2003, permite radios mínimos de 15 m

- Del diseño de la estructura del pavimento se ha obtenido un espesor de 5 cm para la Carpeta asfáltica y un espesor de 15 cm para la capa Base. No se ha considerado sub base debido a que el diseño muestra que no es necesario la colocación de esta capa. Esto debido al alto CBR de la Sub rasante.

- La capa base a colocarse es de clase 2, por lo que deberá acogerse a las especificaciones dadas en las normas. El coeficiente de abrasión será máximo del 40%, un Índice de plasticidad menor a 6%, Límite líquido máximo de 25% y un CBR igual o mayor a 80%.

- Dentro de la alineación original de la vía, existen dos puentes, los cuales seguirán figurando en el nuevo alineamiento, ya que no presenta dificultades en su comportamiento y siguen teniendo una correcta funcionalidad.

- El mejoramiento de la vía solucionará algunos problemas que los habitantes del sector tienen al momento. La transportación de productos y personas será más rápida, los problemas ocasionados durante la época de invierno serán mitigadas, etc.

5.2. RECOMENDACIONES

- Debido a que durante el proceso de construcción la alineación de la carretera sufrirá cambios, debe realizarse la socialización con los pobladores de la zona.

- Se deberá seguir y cumplir, en cada etapa de la construcción, con las normas proporcionadas por el MOP, para obtener una vía de características óptimas.

- Dentro de proceso constructivo debe verificarse la calidad de los materiales tanto de la capa base como de la carpeta asfáltica, para garantizar que el comportamiento de la carretera cumpla con el diseño realizado.

- La señalización vertical y horizontal de la vía debe cumplir con todas las normas y reglamentos vigentes, para evitar accidentes y proporcionar a los usuarios una movilidad segura y cómoda.

- Debe tenerse en cuenta las normas ambientales para evitar impactos negativos en el entorno.

- La construcción de los sistemas de drenaje deberán seguir el diseño propuesto, a fin de que la evacuación de las aguas lluvias sea adecuada.

- Es necesario desarrollar un plan de mantenimiento, que se ejecute después de la construcción, para evitar cualquier deterioro de la vía.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema: "El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores."

6.1. DATOS INFORMATIVOS

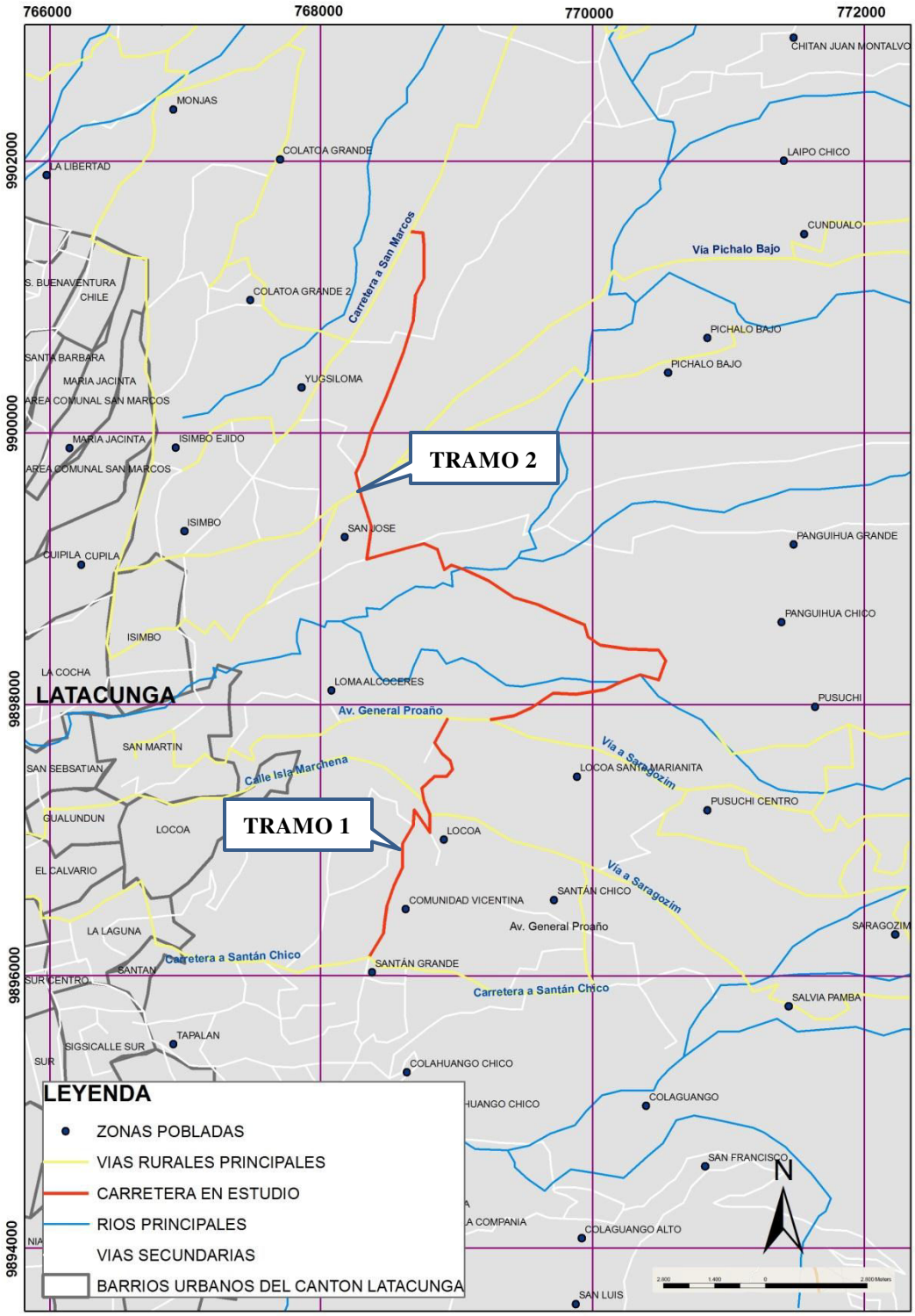
El cantón Latacunga, capital de la provincia de Cotopaxi. Se encuentra en la Sierra Centro del país, cerca del volcán Cotopaxi, en la hoya del Patate. Tiene una elevación promedio de 2750 msnm y una temperatura promedio de 11ºC.

Geográficamente está limitada por la provincia de Pichincha al Norte, al Sur con el cantón Salcedo, la provincia del Napo al Este y al Oeste con los cantones Sigchos, Saquisilí y Pujilí.

6.1.1. Ubicación

El proyecto se ubica en el las parroquias Ignacio Flores y Juan Montalvo, del cantón Latacunga. La vía inicia en el barrio Santán Grande, en las coordenadas UTM E768354.1970 y N9896138.5220 con una elevación de 2914 m, y finaliza en el Barrio Colatoa en las coordenadas E768668.7650 y N9901493.1260 con una elevación de 2934 m. El proyecto tiene una longitud total de 8.83 km.

Figura Nº 33. Ubicación de proyecto



Fuente: Autor

6.1.2. Población

Se ha tomado como referencia la población de las parroquias Juan Montalvo e Ignacio Flores. De acuerdo al último Censo de población y vivienda del año 2010 realizado por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), la población en estas zonas está distribuida así:

Tabla Nº 46. Población en las Parroquias Juan Montalvo e Ignacio Flores

Distribución de la población por zona de empadronamiento		
Mujeres	**Hombres**	**Total**
7 124	6 507	13631

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (2010)

6.1.3. Condiciones climáticas

El clima en el cantón Latacunga, varía de húmedo templado a seco en diferentes épocas del año. Al estar ubicada a 2750 msnm determina un clima templado, a veces ventoso y frío, pero por lo general la temperatura media anual es de 11 ºC.

Algunos de los factores puntuales del ambiente, se muestran en la Tabla Nº 47, en la cual se muestran los datos recogidos por la estación Meteorológica M 0120 situada cerca del sitio del proyecto.

Tabla Nº 47. Condiciones Climáticas

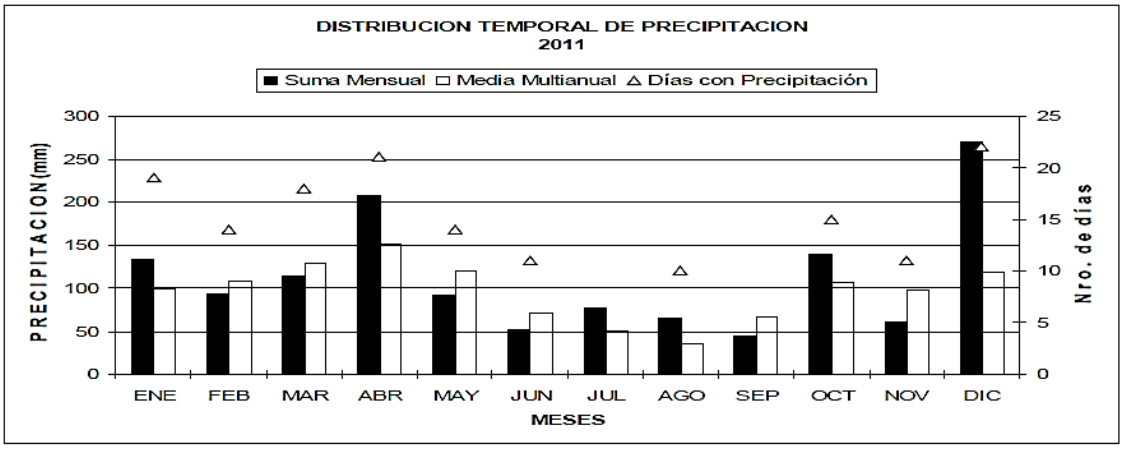
M0120 COTOPAXI-CLIRSEN INAMHI

MES	HELIOFANIA	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCIO	TENSION DE VAPOR	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación
		ABSOLUTAS				MEDIAS												
	(Horas)	Máxima	dia	Mínima	dia	Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	dia	Mínima	dia	Media	(°C)	(hPa)	Suma Mensual	Máxima en 24hrs	dia	
ENERO	120.8						4.0	8.2					99	8.1	11.0	133.2	16.3	4	19
FEBRERO	82.3						4.3	8.4					99	8.2	11.1	93.0	18.6	10	14
MARZO	115.6					12.4	4.1	7.9					99	7.6	10.6	114.8	23.0	20	18
ABRIL	58.4						4.7	8.3	100	1	81	4	95	7.6	10.5	207.8	20.1	1	21
MAYO	120.6						4.3	8.6					95	7.9	10.8	92.6	19.7	29	14
JUNIO							4.1	8.7					96	8.0	11.0	52.5	10.5	21	11
JULIO	81.8					13.7	4.3	8.1					96	7.5	10.5	78.1			
AGOSTO	129.7						3.8	9.1					95	8.2	11.2	65.4	18.7	22	10
SEPTIEMBRE	126.1					13.7	3.7	8.1					95	7.4	10.5	45.0			
OCTUBRE	113.0						4.0	8.6					96	8.0	11.0	138.4	29.3	8	15
NOVIEMBRE	127.8						4.2	8.9					95	8.1	11.1	61.2	19.4	27	11
DICIEMBRE	70.3						4.3	8.3					96	7.7	10.7	268.5	39.8	2	22
VALOR ANUAL							4.2	8.4					96	7.9	10.8	1350.5			

MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel.Mayor		VELOCIDAD
	Suma	Máxima en		MEDIA	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CALMA	Nro	Observada		MEDIA
	Mensual	24hrs	dia	(Octas)	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	%	OBS	(m/s)	DIR	(Km/h)
ENERO				6																					
FEBRERO				7																					
MARZO				6																					
ABRIL				7	3.9	29	4.2	20	2.0	12	4.0	2	3.2	21	0.0	0	2.0	1	4.4	12	2	90	8.0	N	
MAYO				6																					
JUNIO				7																					
JULIO				7																					
AGOSTO				6	6.3	32	8.4	10	5.0	9	5.0	2	5.6	37	0.0	0	10.0	1	7.1	10	0	93	16.0	NE	
SEPTIEMBRE				7																					
OCTUBRE				7																					
NOVIEMBRE				6																					
DICIEMBRE				7																					
VALOR ANUAL				7																					

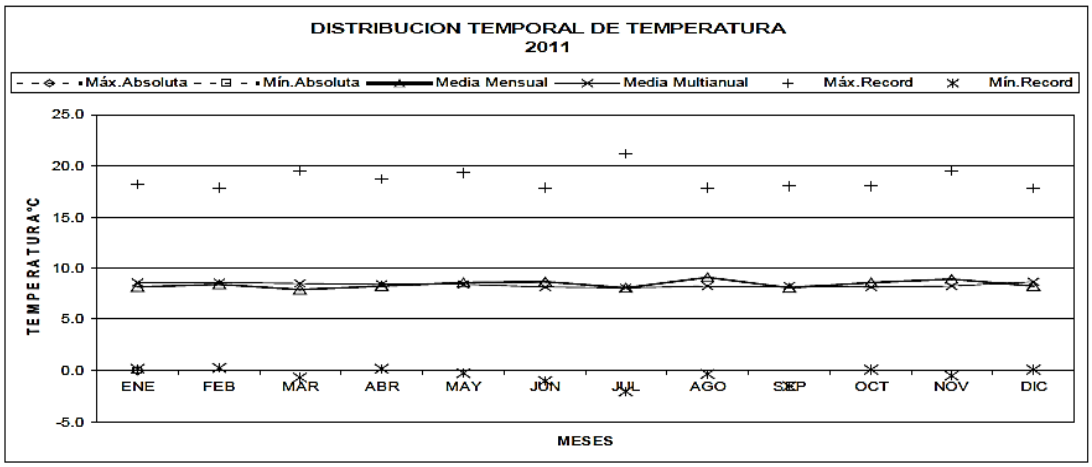
Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INMHI, Anuario Meteorológico Nº 51-2011 (2014)

Figura Nº 34. Distribución temporal de precipitación



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INMHI, Anuario Meteorológico Nº 51-2011 (2014)

Figura Nº 35. Distribución temporal de temperatura



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INMHI, Anuario Meteorológico Nº 51-2011 (2014)

6.1.4. Análisis socioeconómico

Educación: Una parte de la población de los barrios involucrados accede a la educación primaria en la escuela del sector Santán Grande. La población joven debe trasladarse al centro poblado del cantón para educarse en los colegios y universidades existentes, además de la otra parte de la niñez que debe acudir a escuelas en el centro de la ciudad.

Salud: En ninguno de los barrios beneficiarios del proyecto existe un centro de salud cercano. En caso de emergencia se ven obligados a trasladarse hasta el hospital regional ubicado en el centro de Latacunga, o hacia centros médicos privados.

Vivienda: La población cuenta con vivienda propia. Las construcciones por lo general son de bloque, dejando atrás las viviendas rusticas, sin embargo los asentamientos son bastantes dispersos en ciertas zonas y agrupaciones muy pequeñas en otras.

Servicio eléctrico: La cobertura existente es del 100 % para toda la población, aunque el alumbrado público es algo que no se ha implementado todavía.

Agua Potable: La población cuenta con este servicio proporcionado por la empresa municipal de agua potable Latacunga. Este servicio es continuo y ya no reciben agua entubada como en otros sectores rurales.

Alcantarillado sanitario: Este servicio no está totalmente a disposición de toda la población, ya que solo en ciertas zonas existe alcantarillado sanitario.

Recolección de aguas pluviales: En la carretera no existe un sistema de recolección de agua por lo que la vía se ve afectada en época de invierno.

Producción: Estos sectores son netamente tierras de cultivo y de producción ganadera. Pero una parte significativa de la población se dedica a labores ajenas al agro, entre las que se destacan el servicio público y negocios propios en el cantón Latacunga.

Trasporte: Hacia el barrio Santán Grande existe trasportación pública, pero este servicio no ingresa hacia el centro barrial puesto que avanza hasta otros barrios rurales. Mientras que el barrio Colatoa no cuenta con transporte público. En general el transporte interno en estos barrios se basa en vehículos livianos como camionetas de pasajeros además de vehículos particulares.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La provincia de Cotopaxi no ha tenido un desarrollo vial acelerado como se ha visto en otras provincias de la Región Sierra. Sin embargo el sistema vial interno de cada cantón si ha tenido un desarrollo importante. Por otra parte las carreteras rurales no han tenido una atención adecuada por parte de las autoridades. La mayor parte de este sistema son carreteras de tierra y con un mantenimiento pobre.

Los barrios Santán Grande y Colatoa no cuentan con una comunicación vial confortable y en condiciones de seguridad y rapidez, razón por la cual la calidad de vida de la población se ve afectada en el aspecto social y económico.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La carretera que une estos barrios, posee varias capas de rodadura que no presentan condiciones adecuadas para los pobladores y usuarios de la vía. La mayor parte solo se encuentra ampliada y la subrasante es la única capa de rodadura existente, en ciertos tramos existe un proceso de lastrado anterior que por el tiempo y las lluvias ha perdido consistencia. Todo esto produce inconformidad en la trasportación local.

Hay que tomar en cuenta que estos sectores son considerados zonas se seguridad en caso de emergencia o catástrofe natural. Si bien es cierto que las vías de acceso a estos barrios son óptimas, esto no basta, ya que en caso de emergencia la circulación entre estos sectores es pobre, precisamente por las condiciones de la carretera.

Al ejecutarse este proyecto se tendría la ventaja de tener una vía de comunicación alterna entre comunidades rurales, debido a que esta carretera cruza de sur a norte el cantón Latacunga. Mejorando los tiempos de transportación y las relaciones comerciales entre poblaciones.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. General

- Realizar el diseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento de la vía que une los barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

6.4.2. Específicos

- Elaborar el diseño geométrico de la vía.
- Determinar la estructura del pavimento
- Diseñar el sistema de drenaje necesario para la vía
- Preparar el presupuesto referencial del proyecto
- Elaborar el cronograma valorado de trabajos

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Un proyecto debe ser factible en todos los aspectos, dentro de los cuales se va a desarrollar. Para comprobar la factibilidad del presente proyecto se analizarán varias condiciones que van desde lo técnico hasta el ambiental.

- **Factibilidad técnica**

  El estudio realizado, busca que la carretera cumpla con las especificaciones dispuestas en las normas. Debe cumplir con requisitos de funcionalidad, seguridad y comodidad. Y teniendo en cuenta que existe un trazado existente de la carretera y varias vías de acceso que la intersecan; durante la ejecución del proyecto, la movilidad tanto de personal, material y de maquinarias no se verá obstruida y los trabajos de mejoramiento se podrán llevar a cabo sin dificultad.

- **Factibilidad social**

  Los pobladores de estos sectores se dedican a diversas actividades económicas y laborales, por lo que diariamente hacen uso de la carretera. El diseño poco planeado de la vía y el pobre mantenimiento que recibe hace que las personas que transitan por la misma tengan dificultades y sientan incomodidad e inseguridad. Por ello los habitantes demandan y solicitan se realice un estudio adecuado de vía y que esté acorde a las necesidades del sector.

- **Factibilidad Económica**

  Al tener, la vía en estudio, una extensión considerable, podría pensarse que la ejecución del proyecto no es viable debido al alto costo que representa. Pero al tener muchas otras ventajas como la existencia de un trazado previo, vías de acceso alternas, tramos con una capa de rodadura (empedrado) existente y lo relativamente plano de la topografía; conlleva a que los valores necesarios para ejecutar el proyecto se equilibren. Además de que el diseño se apegará en lo

posible a la topografía del sector para no incrementar los costos ni los tiempos de ejecución.

- **Factibilidad Ambiental**

El impacto ambiental en la zona no será mayor, ya que la vía se encuentra en gran parte ya con un proceso de ampliación. Por lo que se aprovechará el ancho existente con el fin de no afectar el entorno con trabajos innecesarios y que pudieren desequilibrar las condiciones ambientales del sector.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

Un proyecto vial conlleva la realización de varias actividades con el fin de obtener un diseño adecuado. Estas actividades consistentes en el diseño geométrico, el diseño estructural del pavimento, el cálculo de estructuras y sistemas de drenaje, señalización, etc., hacen posible la ejecución de un proyecto. Además de estar basados en especificaciones y normativas que garanticen la calidad del diseño y la construcción de una obra vial.

Entre las normas que se utilizaron para la elaboración del diseño están:

- Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12
- Normas AASHTO 93. Diseño de la capara de rodadura
- Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

6.6.1. Diseño geométrico

Se entiende por diseño geométrico de una carretera al proceso de correlacionar sus elementos físicos. Tales como los alineamientos, pendientes, distancias de visibilidad, peralte, ancho de carril-con las características de operación, facilidades de frenado, aceleración, condiciones de seguridad, etc. (Carciente, 1980, pág. 25)

El diseño geométrico consiste en determinar el eje de la carretera, inicialmente, tanto en planta como en perfil, de acuerdo con el criterio del proyectista y cumpliendo las especificaciones establecidas por las normas (Cárdenas, 2002, pág. 33)

Para el diseño de la vía Santán Grande-Colatoa se realizó el levantamiento Topográfico ubicando puntos de referencia. Durante la inspección en el campo se determinó que el terreno tiene pendientes bastante pronunciadas en ciertos tramos.

El diseño geométrico que se realizó, se basa en el criterio de utilizar el trazado existente como guía; sin embargo en ciertos tramos se ve la necesidad de modificar dicho trazado para cumplir con especificaciones y normativas. Las modificaciones que se realizasen deben provocar afectaciones mínimas en terrenos cultivados, construcciones y en espacios verdes.

Además de tener las características de un terreno ondulado, también se ha clasificado a la carretera según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, como una carretera Vecinal de clase IV, como se muestra en la Tabla Nº 1. Esta clasificación en base al TPDA calculado al 2035 de 249 veh/día. Por tanto ingresa a esta categoría, estando en el rango de 100 a 300 veh/día.

6.6.2. Diseño de la estructura del pavimento

Para diseñar la estructura del pavimento es necesario el cálculo de los espesores del sistema multicapa. Para esto se toma como base un método de cálculo para pavimentos flexibles, que para el caso es el método AASHTO 1993 (Guide for Design of Pavement Structures 1993).

Este método requiere la determinación de varios factores y valores importantes relacionados tanto a los materiales como a las condiciones actuales y futuras del proyecto en estudio. Un valor importante dentro del método es la determinación del SN (número estructural).

Estos factores y valores se pueden resumir de la siguiente manera:

- Número Estructural, en función de índices de serviciabilidad, confiabilidad, ejes equivalentes acumulados de 8.2 Ton y las características de la subrasante.
- Periodo o vida útil del proyecto.
- Número de ejes simples acumulados de 8.2 Ton.
- Confiabilidad o el grado de confianza de que un proyecto llegue en buenas condiciones al final de su vida útil.
- Niveles de serviciabilidad, es decir, la capacidad de ser funcional para el tráfico de diseño.
- Características y propiedades de los materiales que conforman cada capa del pavimento, tomando en cuenta el Módulo de resiliencia correspondiente.
- Coeficientes de drenaje de cada capa.

6.6.3. Sistemas de drenaje

El drenaje de una carretera comprende varios sistemas cuyo objetivo es la evacuación del agua que pueda causar efectos negativos a la estructura de una vía. Entre estos sistemas podemos citar las alcantarillas, alcantarillado pluvial, cunetas, entre otras.

El drenaje superficial comprende dos aspectos: uno es el que trata de evitar que el agua llegue al camino, por medio de obras que lo protejan y el otro es el que trata de drenar el agua que inevitablemente llega al camino, por medio de estructuras especiales (XII congreso Panamericano de Carreteras, 1979, p. 89, 90)

La evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducirán el flujo hacia las zonas bajas donde los sumideros captarán el agua para conducirla en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad. (Manual del curso de Irrigación y drenaje, Hugo Amado Ruiz, pág. 120)

Dentro del proyecto el sistema de cunetas laterales es el que se ha de utilizar para evacuar las aguas lluvias que caigan sobre la carretera. Mediante el adecuado diseño

hidráulico, se determinan las características geométricas de estos sistemas de drenaje acorde a las condicionas de precipitación de la zona.

De la información recopilada por el INMAHI se obtuvo la intensidad de las lluvias para este sector. Se tomó como referencia la estación Meteorológica M 0120 cercana al lugar del proyecto.

6.7. METODOLOGÍA

Se realizaron los trabajos de campo necesarios para determinar las características actuales de la vía. Entre los trabajos que se realizaron están las encuestas dirigidas a los pobladores, el levantamiento topográfico, la toma de muestras de suelo para los respectivos ensayos y el conteo vehicular. Con este dato se clasificó a la vía.

Con la faja topográfica se realizó el respectivo diseño, horizontal y vertical, así como el transversal. Y con el estudio de suelos de determinó las características de la subrasante (CBR =17 %) y así diseñar la estructura del pavimento flexible. Se diseño además el sistema de drenaje y por último se elaboró el presupuesto referencial y el cronograma valorado.

6.7.1. Diseño geométrico

Para el diseño geométrico, se tomó los datos del levantamiento topográfico. Este levantamiento se lo realizó tomado anchos de faja de entre 30 y 40 m a cada lado del eje de la vía. Ubicando un punto inicial del cual se tomó datos como la longitud, latitud y cota de partida. Se tomaron referencias para pasos de agua, quebradas y construcciones existentes.

Finalmente los datos topográficos se los procesó en un programa especializado, CIVIL 3D, en el cual se representó la superficie con las curvas de nivel respectivas.

Para el diseño geométrico se tomaron en cuenta características propias del tipo de vía dentro del cual se clasificó al proyecto. Ya que la carretera es de tipo vecinal y de

clase IV, posee las siguientes especificaciones, según la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003:

Tabla Nº 48. Valores recomendados para caminos Vecinales Según MOP 2003

DESCRIPCIÓN	VALORES SEGÚN NORMA
Tipo de terreno	Ondulado
Velocidad de diseño	35 Km/h
Radio mínimo de curvas horizontales	30 m
Distancia de visibilidad de parada	150 m
Distancia de visibilidad de rebasamiento	110 m
Peralte	8% para V<50 Km/h
Coeficiente K	Curvas convexas: 3 Curvas cóncavas: 3
Gradiente longitudinal máxima	Terreno ondulado: 8% Terreno montañoso: 12%
Gradiente longitudinal mínima	0,5 %
Ancho de calzada	6 m

Fuente: Autor

6.7.1.1. Diseño horizontal

a) Velocidad de diseño (V_d)

Sabiendo que la topografía del proyecto es en su mayoría de tipo ondulado y con ciertos tramos montañosos, se determina una velocidad de diseño de 35 km/h, como se muestra en la página 34 en la Tabla Nº 7.

b) Velocidad de circulación o de operación (Vc)

Se toma la ecuación respectiva para un TPDA<1000, dada por la Norma MOP (2003)

$$Vc = 0.8\text{Vd} + 6.5$$

$$Vc = 0.8 * 35\text{Km/h} + 6.5$$

$$Vc = 34.5\ \text{Km/h} \approx 35\ \text{Km/h}$$

Se asume una velocidad de circulación de 35 km/h.

c) Distancia de visibilidad de parada (D)

$$\mathrm{Dp} = \mathrm{d1} + \mathrm{d2}$$

$$d_1 = 0.70 * Vc;\ d_2 = \frac{Vc^2}{254f}; f = \frac{1{,}15}{Vc^{0.30}} \quad (\mathrm{MOP}, 2003, \mathrm{págs.}\ 181{,}182)$$

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

Donde:

Dp: distancia de visibilidad de parada (m)
d1: distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m)
d2: distancia de frenado (m)
Vc: velocidad de circulación (Km/h)
f: coeficiente de fricción longitudinal

$$f = \frac{1{,}15}{35^{0.30}} = 0.396 \approx 0.40$$

$$D_p = 0.70 * 35 + \frac{35^2}{254 * 0.40}$$

$$D_p = 36.56\,m \approx 37\,m$$

Para el diseño se asumirá 37 m, como distancia de visibilidad de parada mínima, que es mayor a la recomendada por el MOP 2003 (Tabla Nº 10, pág. 42).

d) Distancia de visibilidad de rebasamiento

$$D_r = 9.54V - 218\ \ para\ 30 < V < 100 \quad (\mathrm{MOP}, 2003, \mathrm{pág.}\ 195)$$

Donde:

D_r : Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

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

$D_r = 9.54 * 35km/h - 218$

$D_r = 115.90\ m$

Se asume un valor de 150 m que es el valor mínimo recomendado por el MOP 2003 (Tabla Nº 11, pág. 45)

e) Peralte máximo

Según la Norma para Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, para un camino vecinal de clase IV, con una velocidad de diseño menor a 50 Km/h, el valor del peralte máximo es de 8%.

f) Radio mínimo de curvas horizontales

$$R = \frac{Vd^2}{127(e+f)} \quad (\text{MOP.}, 2003, \text{pág. } 36)$$

Donde:

R: radio de diseño (m)

f: coeficiente máximo de fricción lateral

e: peralte de curva (%)

Vd: velocidad de diseño (Km/h)

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

$R = 28.79\ m$

Bajo las normas del MOP 2003 se asume un radio mínimo de 30 m (Tabla Nº 12)

g) Elementos de curvas circulares

Para realizar el cálculo típico siguiente se tomó como referencia la curva Nº 3, cuyo radio de curvatura es de 175 m.

- **Grado de curvatura (Gc)**

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

$$Gc = \frac{1145{,}92}{175}$$

$$Gc = 6^o 32' 53.21'$$

- **Ángulo central:**

Para la curva de ejemplo este ángulo es:

$$\Delta = \alpha = 15^o 33' 27.77\,''$$

- **Longitud de curva:**

$$lc = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$lc = \frac{\pi * 175 * 15^o 33^{'} 26.77\,''}{180}$$

$$lc = 47.52\,m$$

- **Tangente o sub tangente:**

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

$$T = 175 * tg\left(\frac{15^o 33^{'} 27.77\,''}{2}\right)$$

$$T = 23.906\,m$$

- **External:**

$$E = R * \left[sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right]$$

$$E = 175 * \left[sec\left(\frac{15^o 33^{'} 27.77\,''}{2}\right) - 1\right]$$

$$E = 1.625\,m$$

- **Flecha u ordenada media:**

$$M = R - R * \left(cos\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$M = 175 - 175\left(cos\frac{15^o 33' 27.77''}{2}\right)$$

$$M = 1.61\ m$$

- **Cuerda larga:**

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

$$CL = 2 * 175 * sen\left(\frac{15^o 33' 27.77''}{2}\right)$$

$$CL = 47.372\ m$$

- **Abscisado de la curva**

$$PC = PI - T \ \therefore PI = PC + T$$

PC = 0+304.02
+ T = 23.906
PI = 0+327.93

$$PT = PC - lc$$

PC = 0+304.02
+ lc = 47.52
PT = 0+351.54

6.7.1.2. Diseño vertical

Para realizar el cálculo típico siguiente se tomó como referencia la curva Nº 1.

a. Cálculo de Lcv

$$Lcv = PTV - PCV$$

Donde:

PTV = punto final de la curva vertical.
PCV = punto inicial de la curva vertical.
L_1 y L_2 = longitud de entrada y salida respectivamente.
Lcv = longitud de curva vertical.

PTV = 0+219.60
- PCV = 0+164.60
Lcv = 0+055.00

Para el proyecto las curvas verticales son simétricas y por lo tanto:

$$L_1 = L_2 = \frac{Lcv}{2} \ \therefore$$

$$L_1 = L_2 = \frac{55}{2} = 27.50\ m$$

b. Abscisa de PIV

$$PIV = PCV = \frac{Lcv}{2}$$

PCV = 0+164.60
$+\frac{Lcv}{2}$ = 27.50
PIV = 0+192.10

c. Gradientes de entrada y salida

$$g_1 = \frac{Cotas(PIV - PCV)}{Abscisa\ (PIV - PCV)} * 100$$

$$g_1 = \frac{2916.16 - 2916.26}{192.10 - 164.60} * 100 = -0.36\%$$

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

$$g_2 = \frac{2918.37 - 2916.16}{219.60 - 192.10} * 100 = 8.04\%$$

d. Diferencia de gradientes

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = -0.36\ \% - (+8.04\ \%) = -8.40\%$$

e. Longitud de curva

Para las curvas convexas y cóncavas la longitud de la curva es de

$$L = k * A$$

El coeficiente k para las curvas verticales es de 3, por lo que, para la curva de referencia:

$$k_{cal} = \frac{Lcv}{A} = \frac{55}{8.40} = 6.54\ m$$

La longitud mínima para estos dos tipos de curvas verticales es:

$$Lmin = 0.60 * Vd$$

$$Lmin = 0.60 * 35 = 21\ m$$

$$Lcv > Lmin$$

$$55\ \ m > 21\ m\ \ \therefore ok$$

Todas las curvas del proyecto tienen una longitud mayor a la mínima y por lo tanto este parámetro esta diseño de forma correcta.

6.7.2. Diseño del pavimento

Método AASHTO – 93

Este método se basa en el cálculo del número estructural SN y además incluye consideraciones adicionales a su predecesor, entre las que se incluyen:

- Mejor caracterización de la subrasante, mediante el módulo de resiliencia.
- Considera el drenaje como variable de cálculo. Proporcionando valores para los coeficientes de drenaje.
- La ecuación del número estructural es:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_1 + a_3 D_3 m_3$$

- Incluye el concepto de confiabilidad en la ecuación de diseño.
- Consideraciones mejores con respecto a los efectos del medio ambiente.
- Descomposición de la serviciabilidad de la subrasante en tres componentes.[15]

Procedimiento:

Ecuación AASHTO-93

$$log_{10}W_{18} = Z_R * S_O + 9{,}36 * log_{10}(SN+1) - 0{,}2 + \frac{log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 * log_{10} * M_R - 8{,}07$$

Donde:

W18 = Número de ejes equivalentes

Zr = Desviación estándar normal

So = Desviación estándar global

SN = Número estructural

ΔPSI = Cambio de serviciabilidad

MR = Módulo de Resiliencia

[15] Manual NEVI-12, Volumen 2B,P 103

Para el cálculo se requiere determinar ciertas variables.

– ***Periodo de diseño***

Es el lapso de tiempo en el cual va a circular un número acumulado de ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton.

Debido a que el proyecto posee un bajo volumen de transito se considera un periodo de diseño de 20 años.

– ***Confiabilidad "R"***

Definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real, igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada. (Moreira, 2013)

El método AASHTO proporciona valores recomendados en función del tipo de carretera.

Tabla Nº 49. Niveles de Confiabilidad

Tipo de camino	**Nivel de confiabilidad recomendada "R"**	
	Zonas urbanas	**Zonas rurales**
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Debido que el proyecto se clasifica como un camino vecinal se asume un valor de 70% como referencia de confiabilidad.

- ***Desviación estándar Normal "Z_R"***

Este valor está asociado a la confiabilidad seleccionada. Seleccionada la confiabilidad se obtiene el valor de la Desviación.

Tabla Nº 50. Desviación Estándar Normal

Confiabilidad R	Desviación Normal Z_R	Confiabilidad R	Desviación Normal Z_R
50	0	92	-1,405
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Con una Confiabilidad del 70%, la Desviación Normal es de -0,524.

- ***Desviación Estándar Global "So"***

Esta variable considera aspectos locales que pudieren influir en el desarrollo del proyecto. Es decir, es un factor de corrección para la curva de comportamiento del pavimento.

Este rango de desviación global, sugerido por AASHTO para pavimentos flexibles es:

$$0,40 < So < 0,50$$

El método recomienda el uso de un valor intermedio: 0,45

- ***Módulo de Resiliencia Mr***

Básicamente se refiere a las características de la subrasante. Los espesores de las capas del pavimento dependen mucho de las condiciones de la subrasante y las propiedades fundamentales que posea.

Los ensayos sobre la subrasante son importantes pues determinan lo que sucede bajo el pavimento, con respecto a tensiones y deformaciones. Ensayos de baja intensidad como el CBR se reemplazaron con ensayos dinámicos como el ensayo de resiliencia.

El módulo de resiliencia representa mucho mejor el comportamiento de la subrasante, pero no todos los países cuentan con el acceso a este tipo de ensayo.

La guía AASHTO propone para estos casos, una correlación con el CBR, representada en las ecuaciones.

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

$Mr\ (psi) = 3000 * CBR^{0.65}$ para CBR de 7,2% a 20% (desarrollada en Sudáfrica)

$Mr\ (psi) = 4326 * lnCBR + 241$ para suelos granulares utilizada por la AASHTO

En la Tabla Nº 41 se observa que el CBR de diseño para la subrasante del proyecto es de 17%.

Por lo tanto el módulo de resiliencia de calcula de la siguiente forma:

$$Mr\ (psi) = 3000 * 17^{0.65}$$

$$Mr\ (psi) = 18919.65\ psi = 18.92\ ksi$$

- ***Índice de serviciabilidad "PSI"***

Es un parámetro que establece las condiciones que posee un pavimento para proporcionar a los usuarios un manejo confortable y seguro en un determinado momento.

Este valor se calcula a partir de dos valores de serviciabilidad inicial y final.

El índice de serviciabilidad inicial PSI_o que depende del diseño y la construcción, que para pavimentos flexibles la AASHTO lo sitúa en un valor de 4,2.

El índice de serviciabilidad final PSI_f se lo considera como el valor mínimo que puede tolerar un pavimento para pensarse en una rehabilitación. Este factor toma los valores de 3,0 – 2,5 – 2.0, con las siguientes recomendaciones:

Para caminos principales: 2.5 ó 3.0

Para caminos secundarios: 2.0

Con los índices, inicial y final de serviciabilidad se obtiene la diferencia o disminución del índice de serviciabilidad.

$$\Delta PSI = PSI_o - PSI_f$$

$$\Delta PSI = 4{,}2 - 2{,}0 = 2{,}2$$

- ***Ejes equivalentes***

Para el método AASHTO-93 se utiliza una carga equivalente simple de 8.2 Ton (80 KN o 18 kips) a la cual se la denomina ESAL (Equivalent Simple Axle Load (W_{t18}). Con esta carga equivalente se busca reducir el tránsito existente a un valor puntual que produciría el mismo daño, tensiones y deformaciones que toda la composición del tránsito.

Para el cálculo de los ejes equivalentes al periodo de diseño se necesita determinar varios factores.

Factor de daño:

Es aquel que representa el daño que causa un vehículo puntual. Es decir, depende del tipo de vehículo y del número de ejes que posea. El daño total que produce al pavimento cada eje de este vehículo es el daño que el vehículo produce.

Este factor se aplica para vehículos pesados. Se consideran factores para cada clasificación general de camiones. El procedimiento de cálculo es el siguiente:

$$Eje\ simple: \quad \left(\frac{P}{6{,}6}\right)^4 = \left(\frac{4}{6{,}6}\right)^4 = 0{,}13$$

$$Eje\ simple\ doble: \quad \left(\frac{P}{8{,}2}\right)^4 = \left(\frac{8}{8{,}2}\right)^4 = 0{,}91$$

$$Factor\ de\ daño = 0{,}13 + 0{,}91 = 1{,}04$$

Tabla Nº 51. Factor de daño según tipo de vehículo

Tipo	Simple		Simple doble		Tándem		Tridem		FD
	P (Ton)	$\left(\frac{P}{6,6}\right)^4$	P (Ton)	$\left(\frac{P}{8,2}\right)^4$	P (Ton)	$\left(\frac{P}{15,1}\right)^4$	P (Ton)	$\left(\frac{P}{22,9}\right)^4$	
Bus	4	0,135	8	0,906					1,041
Camión de 2 ejes pequeños C-2P	3	0,043							0,178
	4	0,135							
Camión de 2 ejes medianos	3	0,043	7	0,531					0,574
Camión de 2 ejes grandes C-2G	7	1,265	11	3,238					4,504
Camión de 3 ejes (tándem posterior) C-3	7	1,265			20	3,078			4,343
Camión de 4 ejes (Tridem posterior) C-4	7	1,265					24	1,206	2,472
Tracto camión de 3 ejes y semi remolque de 2 ejes C-5	7	1,265			20	3,078			7,421
Tracto camión de 3 ejes y semi remolque de 3 ejes C-6	7	1,265			20	3,078			5,550

Fuente: MTOP (2012)

Factor de distribución por dirección FDD:

En ocasiones el tránsito no es el mismo en las dos direcciones de circulación, por lo que el carril con mayor movimiento vehicular debe diseñarse para un mayor número de ejes equivalentes.

Tabla Nº 52. Tabla de repartición del tránsito

Factor de distribución direccional del tránsito FDD	
Número de carriles	**Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño**
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial, NEVI (2012)

Al no haber consideraciones adicionales se asume que la distribución en los carriles es igual, por lo que escogemos un 50% como Factor de Distribución Direccional.

Factor de distribución por carril FDC:

El carril de diseño es aquel que recibe el mayor número de ejes equivalentes. Para un camino de dos carriles, cualquiera puede ser el carril de diseño ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza en ese carril. Para caminos multicarril, el carril de diseño es el más externo, dado que los camiones y, por tanto la mayor parte de los ejes equivalentes usan ese carril[16]

Tabla Nº 53. Distribución por carril

Número de carriles	Porcentaje de ejes equivalentes simples de 8,2 Ton en el carril de diseño FDC
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 o más	50 - 75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Al ser un proyecto con solo dos carriles, uno en cada dirección, el factor de distribución por carril es del 100%.

Una vez determinados todas las variables anteriores se calcula el número de ejes equivalentes simples (ESAL) de 8.2 Ton como se muestra a continuación.

$$W_{t18} = \sum TPDA_{veh.pesados} * FD * FDD * FDC * 365$$

Donde:

W_{t18} = Número de ejes equivalentes simples de 8.2 ton en el primer año.
$TPDA_{veh.\ pesados}$ = Número de vehículos pesados.
FD = Factor de daño según el tipo de vehículo.

[16]Recuperado: Libro-pavimentos-blogspot.com/2011/03//factor-de-distribucion-por-carril.html?m=1

FDD = Factor de distribución direccional

FDC = Factor de distribución por carril de diseño

Ejemplo de cálculo:

$$W_{t18}(2015) = (12 * 1.041 * 0.5 * 1 * 365) + (12 * 0.178 * 0{,}5 * 1 * 365) = 2670$$

$$W_{t18}(2016) = (13 * 1.041 * 0.5 * 1 * 365) + (13 * 0.178 * 0.5 * 1 * 365) = 2893$$

$$W_{t18}(acumulado) = 2670 + 2893 = 5563$$

Tabla Nº 54. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes Simples de 8.2 Ton

AÑO	% Crecimiento		TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL					W18 ACUMULADO
	Livianos	**Buses**	**Camiones**	**TPDA total**	**Livianos**	**Buses**	**Camiones 2D**	
2015	3,97%	1,97%	1,94%	137	113	12	12	2670
2016	3,97%	1,97%	1,94%	144	118	13	13	5563,00
2017	3,97%	1,97%	1,94%	149	123	13	13	8456,00
2018	3,97%	1,97%	1,94%	153	127	13	13	11349,00
2019	3,97%	1,97%	1,94%	159	133	13	13	14242,00
2020	3,57%	1,78%	1,74%	163	135	14	14	17357,00
2021	3,57%	1,78%	1,74%	168	140	14	14	20472,00
2022	3,57%	1,78%	1,74%	173	145	14	14	23587,00
2023	3,57%	1,78%	1,74%	178	150	14	14	26702,00
2024	3,57%	1,78%	1,74%	185	155	15	15	30040,00
2025	3,25%	1,62%	1,58%	186	156	15	15	33378,00
2026	3,25%	1,62%	1,58%	191	161	15	15	36716,00
2027	3,25%	1,62%	1,58%	196	166	15	15	40054,00
2028	3,25%	1,62%	1,58%	202	172	15	15	43392,00
2029	3,25%	1,62%	1,58%	208	177	16	15	46919,00
2030	3,25%	1,62%	1,58%	215	183	16	16	50479,00
2031	3,25%	1,62%	1,58%	221	189	16	16	54039,00
2032	3,25%	1,62%	1,58%	227	195	16	16	57599,00
2033	3,25%	1,62%	1,58%	234	201	17	16	61349,00
2034	3,25%	1,62%	1,58%	242	208	17	17	65131,00
2035	3,25%	1,62%	1,58%	249	215	17	17	68913,00

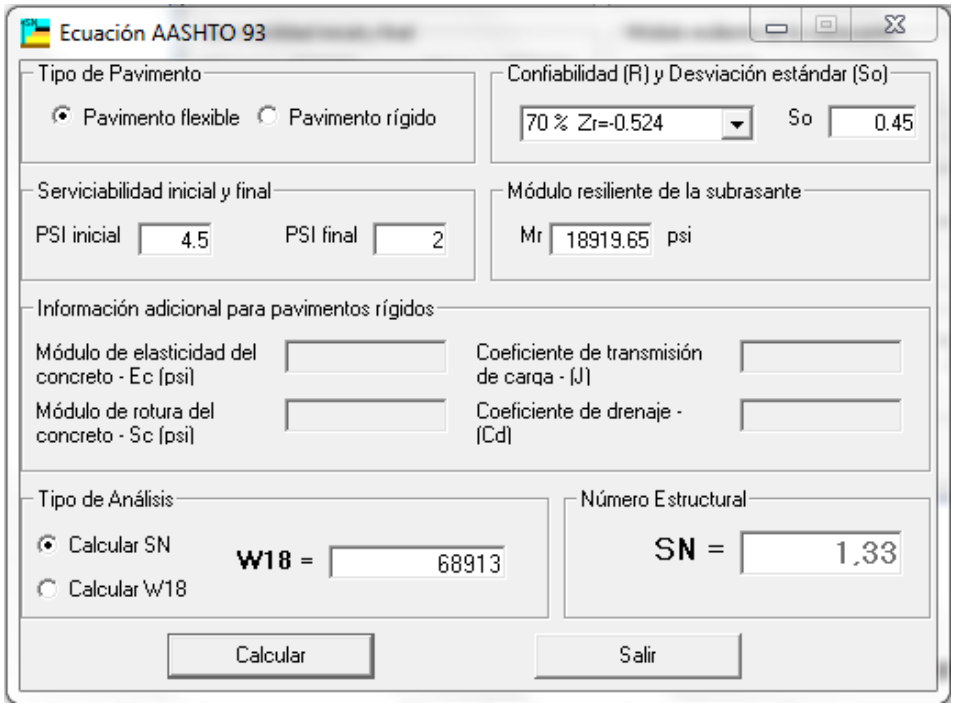
Fuente: Autor

- ***Cálculo del Número Estructural "SN"***

El método AASHTO emplea el concepto de Número Estructural (SN) que representa la capacidad de un firme para soportar las solicitaciones del tráfico. tiene unidades de longitud y se expresa en milímetros. Este número se calcula entre dos niveles de servicio: inicial y final. [17]

Para el cálculo del Número Estructural se utilizó el software Ecuación AASHTO 93

Figura Nº 36. Cálculo del Número Estructural SN



Fuente: Autor

- ***Coeficientes estructurales***

La estructura del pavimento está conformada esencialmente de tres capas definidas; subbase, base, carpeta asfáltica. Los materiales que se utilizan para la conformación de estas capas deben poseer características mecánicas correctas. La calidad de estos

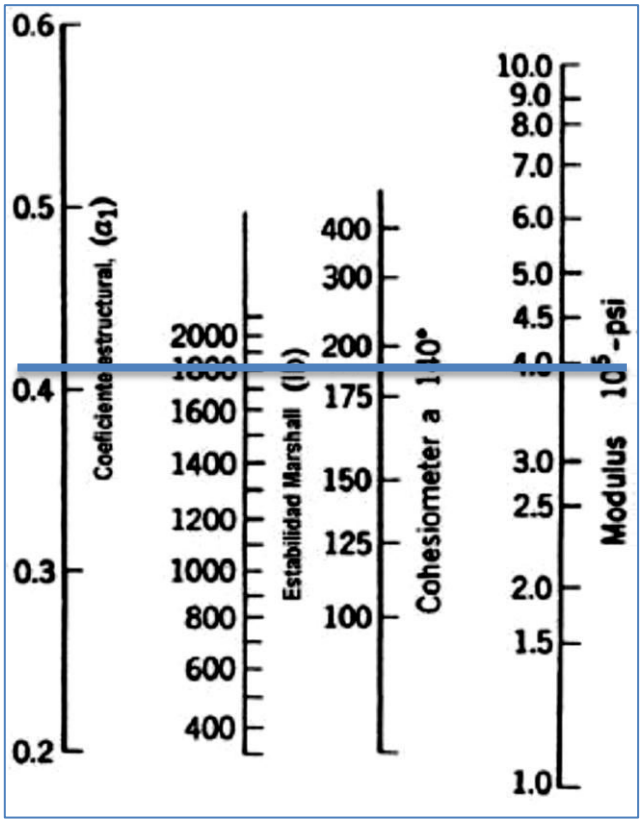
[17] Crespo, Pérez, Yarza. Cálculo de refuerzo de firmes según el Método AASHTO. AEPO, Ingenieros Consultores S.A.

materiales puede determinarse mediante el cálculo de coeficientes estructurales que convierten el espesor real de la capa en un número estructural equivalente.

- Coeficiente estructural de la Carpeta Asfáltica “a1”:

Para la carpeta asfáltica, al no tener datos de la elasticidad de la mezcla, se toma como valor referencial la estabilidad de Marshall para obtener este coeficiente. Este valor se tabula en 1800 lb. , para tráfico pesado.

Figura Nº 37. Nomograma – Coeficiente estructural a_1



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

En el nomograma se aprecia un valor para el coeficiente a1 de 0,42, tomando como referencia la estabilidad de Marshall. También por apreciación tomamos un módulo resiliente de 3,9E05 psi.

Para obtener un dato más exacto se puede utilizar el cuadro siguiente, y realizando una interpolación. Tomamos como iguales el módulo resiliente con el módulo elástico, solo para este coeficiente.

Tabla Nº 55. Módulos y coeficiente estructural de la carpeta asfáltica a1

Módulos Elásticos		**Valores de a_1**
Psi	**MPa**	
225 000	1 575	0,32
250 000	1 750	0,33
275 000	1 925	0,35
300 000	2 100	0,36
350 000	2 275	0,375
325 000	2 450	0,385
375 000	2 625	0,405
400 000	2 800	0,420
425 000	2 975	0,435
450 000	3 150	0,440

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Entre los valores sombreados procedemos a interpolar el valor del coeficiente en base al módulo resiliente observado en el nomograma anterior.

	400 000	0,420
	375 000	0,405
	25 000 =>	0,015
4E5-3,9E5 =	10 000 =>	X

X = 0,006

$a_1 = 0,420 - 0,006$

a1= 0,414

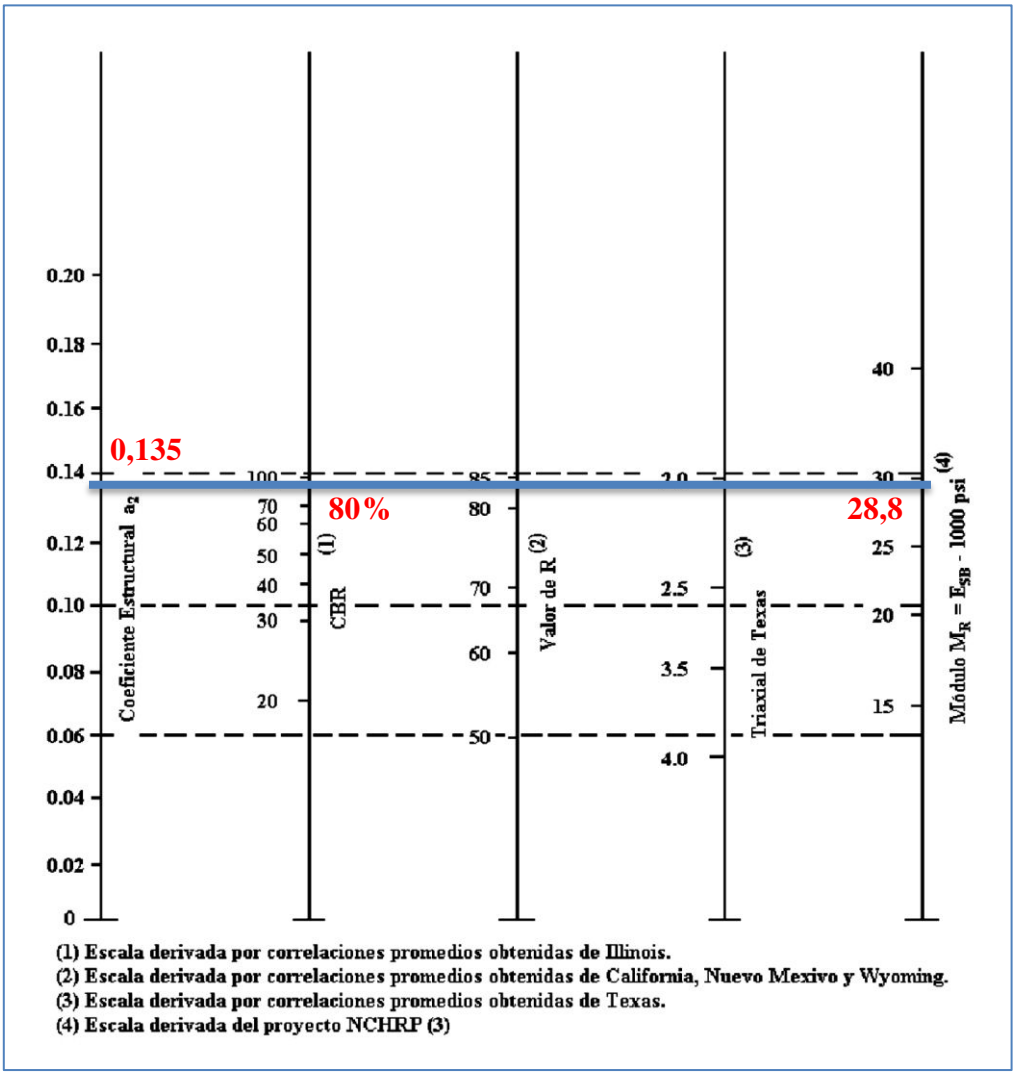
Mr =390 000 psi =390 ksi

- Coeficiente estructural de la Capa Base "a_2":

Debido a que los materiales de afirmado deben poseer excelentes características, las especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP en la sección 404, referente a la Base, establece que, para esta capa el CBR deberá ser

igual o mayor a 80%. Por tal razón en el nomograma de la siguiente figura utilizamos este dato, para determinar el coeficiente estructural de la capa base.

Figura Nº 38. Nomograma – Coeficiente estructural a_2



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Tabla Nº 56. Módulos y coeficiente estructural de la Base a_2

Base de Agregados	
CBR (%)	**Valores de a_2**
20	0,070
25	0,085
30	0,095
35	0,100
40	0,105
45	0,112
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Por aproximación en el nomograma se obtiene un valor de 0,135. Del cuadro se obtiene un valor exacto de 0,133 para el coeficiente estructural a2 de la capa base.

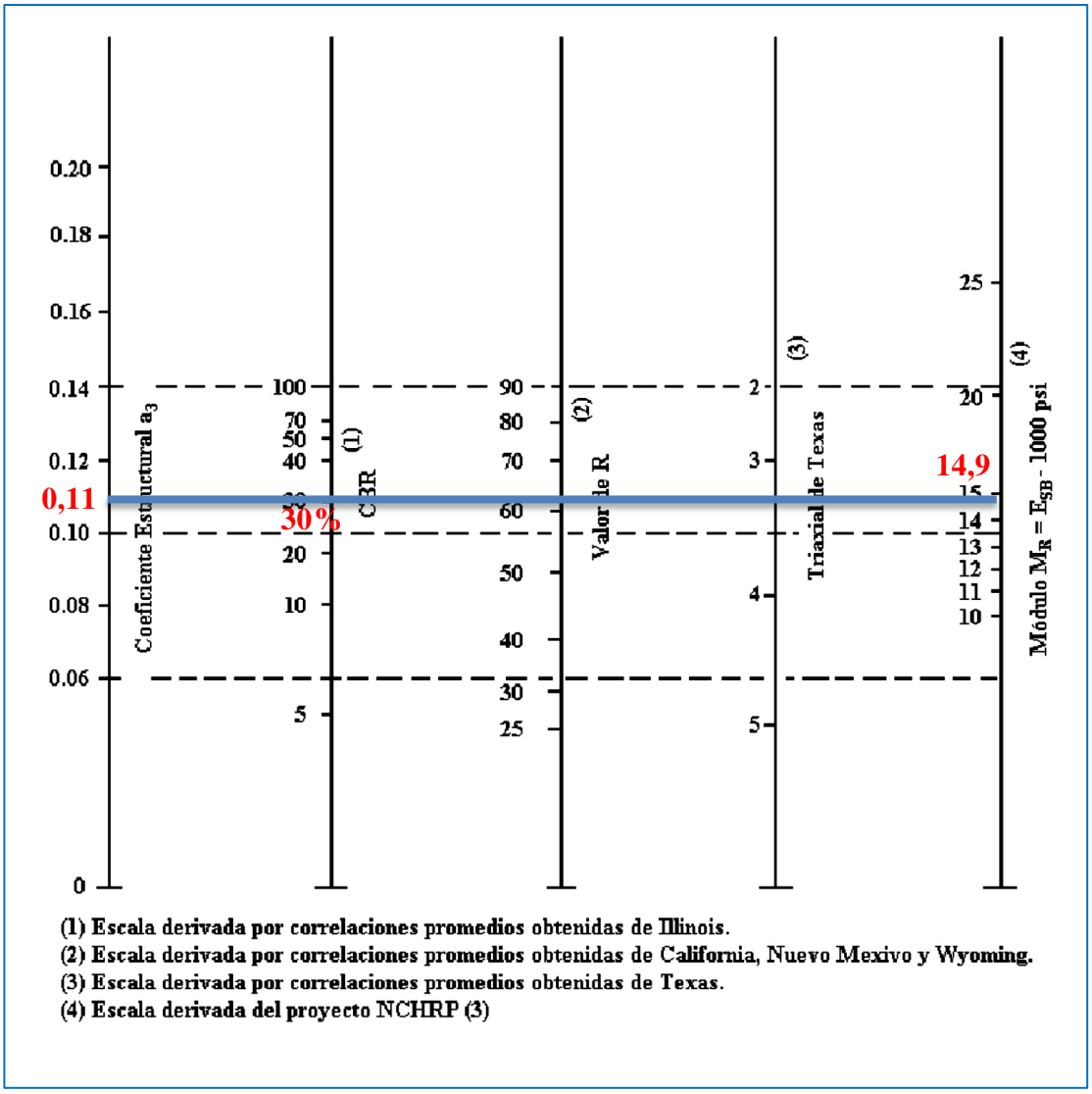
a_2 = 0,133

Mr =28 800 psi = 28,8 ksi

- Coeficiente estructural de la Sub-base "a_3":

Para este coeficiente las especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MOP en la sección 403, referente a la Sub-base, establece que, para esta capa el CBR deberá ser igual o mayor a 30%. Por tal razón en el nomograma de la siguiente figura ingresamos este dato, para determinar el coeficiente estructural a3.

Figura Nº 39. Nomograma – Coeficiente estructural a_3



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Tabla Nº 57. Módulos y coeficiente estructural de la sub base a_3

Sub-base Granular	
CBR (%)	**Valores de a_3**
10	0,080
15	0,090
20	0.093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
50	0,125
60	0,128
70	0,130
80	0,135
90	0,138
100	0,140

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Para esta capa se determina que el coeficiente estructural es:

a3 = 0,108

Mr = 14 900 psi = 14,9 ksi

- *Coeficientes de drenaje "m_2, m_3":*

Estos coeficientes tienen que ver con el tiempo que se necesita para drenar el agua de las capas granulares base y sub-base, que conforman la estructura del pavimento.

Se determina la calidad de drenaje del sector para poder establecer los coeficientes de drenaje.

Tabla Nº 58. Calidad de drenaje – Saturación

Calidad de drenaje	50% Saturación	85% Saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	de 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mayor de 15 horas

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Tabla Nº 59. Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	<1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Ya que el proyecto se ubica en una zona donde las precipitaciones no son frecuentes, se considera la calidad del drenaje regular y un porcentaje de humedad entre el 5% y el 25%. Por tanto los coeficientes de franje m2 y m3 adquieren un valor de 0,90.

$$m2 = m3 = 0,90$$

- ***Cálculo de los espesores por capa***

Estos espesores se obtienen usando los datos calculados anteriormente y el número estructural; permitiendo hallar una sección, capaz de soportar las solicitaciones producidas por el número de ejes equivalentes simples, estimados para el periodo de diseño.

La siguiente ecuación permite estimar el espesor de cada capa:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_1 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

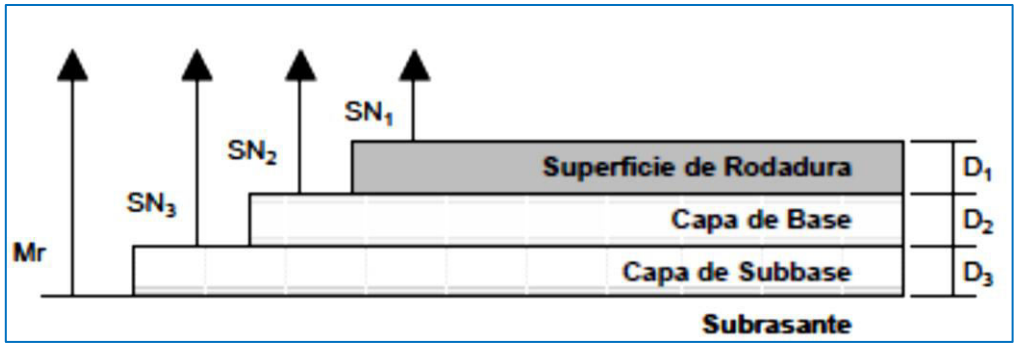
SN = Número Estructural

a1, a2, a3 = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y sub base respectivamente.

D1, D2, D3 = Espesores de cada capa.

m2, m3 = Coeficientes de drenaje de base y sub base respectivamente.

Figura Nº 40. Espesores de las capas del pavimento



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Los espesores deben ser calculados siguiendo además unos límites mínimos presentados a continuación:

Tabla Nº 60. Espesores mínimos en función del número de ejes equivalentes

Ejes Equivalente	**Carpeta asfáltica (plg)**	**Bases granulares y/o sub base granular (plg)**
Menos de 50 000	1,0 ó T.S.*	4,0
50 001 – 150 000	2,0	4,0
150 001 – 500 000	2,5	4,0
500 001 – 2 000 000	3,0	6,0
2 000 001 – 7 000 000	3,5	6,0
Mayor a 7 000 000	4,0	6,0

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Para el número de ejes equivalentes simples $W_{18acumulado} = 68913$, calculados para el proyecto, según la tabla anterior se establece un espesor mínimo de la carpeta asfáltica de 2 plg. y, un espesor de 4 plg. para las capas base y sub-base.

Es necesario recalcar que las capas de la estructura del pavimento, deben poseer una capacidad mayor a la capa inmediatamente inferior. Esto es, la base poseerá mayor soporte que la sub-base; y esta a su vez mayor capacidad que la subrasante.

En el cálculo del sistema multicapa se hará uso de una hoja electrónica, en la cual se ingresarán todos los factores y coeficientes que se han determinado anteriormente.

Figura Nº 41. Cálculo de los espesores de las capas del pavimento

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Diseño de Pavimentos Flexibles
Método AASHTO 1993

PROYECTO Diseño de la via que une los barrios Santán Grande y Colatoa
REALIZADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi
REVISADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida
PROVINCIA: Cotopaxi
CANTÓN: Latacunga
TRAMO: km 0+000 - km 8+830

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES	**DATOS**
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	390,00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	28,80
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	**6,89E+04**
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0,524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	**18,92**
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2
E. SERViCIABILIDAD FINAL (pt)	2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO	
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a_1)	0,414
Base granular (a2)	0,133
Subbase (a3)	0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	0,900
Subbase (m3)	0,900

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})	**1,33**
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN_{CA})	**1,10**
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})	**0,37**
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})	**-0,14**

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

		PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR		SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6,7 cm	5,0 cm	2,0 pulg	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	15,0 cm	6,0 pulg	0,71
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-3,7 cm	0,0 cm	0,0 pulg	0,00
ESPESOR TOTAL (cm)		20,0 cm	8,0 pulg	**1,52**

Fuente: Autor

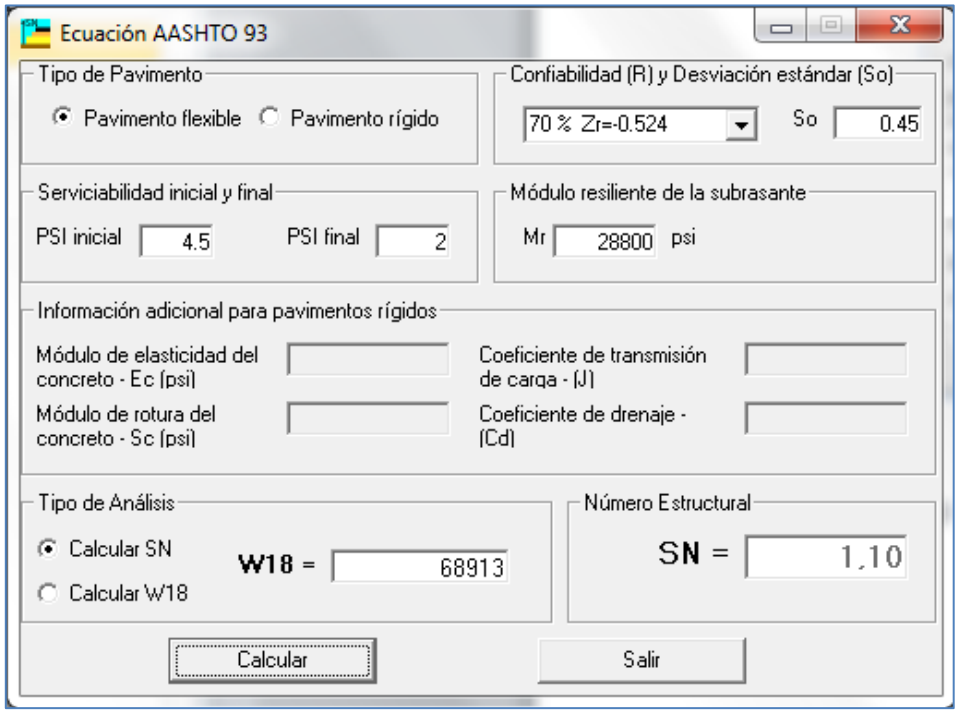
- ***Cálculo manual de los espesores de cada capa de la estructura del pavimento***

El proceso es similar al anterior. Para calcular el espesor de cada una, se toma el módulo de resiliencia de la capa inmediata inferior y se calcula el número estructural para la capa superior. Los espesores se obtienen de la formula dada para el SN total.

Espesor carpeta asfáltica:

Se toma como referencia el módulo de resiliencia de la capa base.

Figura Nº 42. Cálculo del Número Estructural SN de la capa asfáltica



Fuente: Autor

$SN_1 = 1.10$

Teórico:

$$D1 = \frac{SN1}{a1} \quad (AASHTO)$$

$$D1 = \frac{1.10}{0.414} = 2.66\ plg = 6.75\ \ cm$$

Propuesto: D_1'= 2 plg. = 5.00 cm

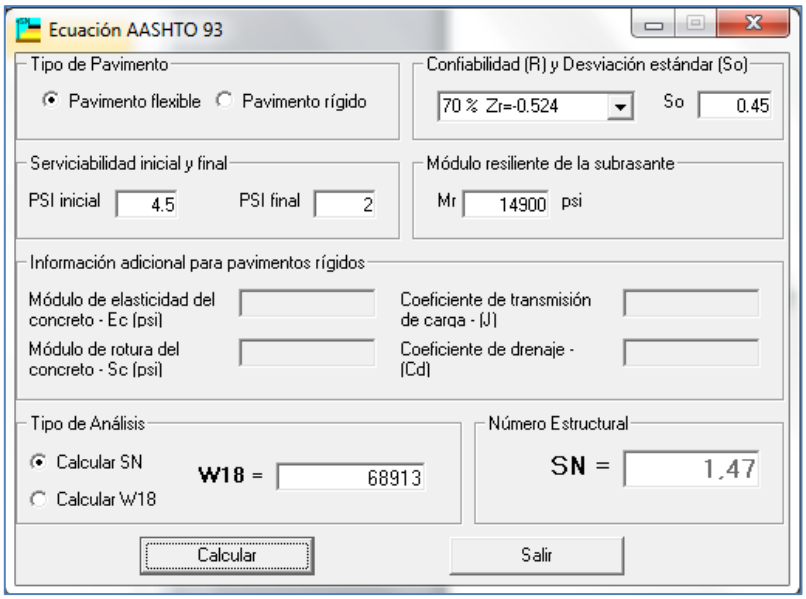
$$SN1' = D1' * a1\ (AASHTO)$$

$$SN1' = 5\ cm * 0.414 = 2.07\ cm = 0.81$$

Espesor capa base:

Se toma como referencia el módulo de resiliencia de la capa sub-base.

Figura Nº 43. Cálculo del Número Estructural SN de la capa base



Fuente: Autor

SN_2 = 1.47

Teórico:

$$D2 = \frac{SN2 - SN1}{a2 * m2}\ \ (AASHTO)$$

$$D2 = \frac{1.47 - 1.1}{0.133 * 0.90} = 3.09\ plg = \ 7.85\ cm$$

Propuesto: D_2 = 6 plg. = 15,00 cm

$$SN2 = D2' * a2 * m2 \ \ (AASHTO)$$

$$SN2' = 15\ cm * 0.133 * 0.90 = 1.795\ cm = 0.71$$

Espesor capa sub-base:

Se toma como referencia el módulo de resiliencia de la subrasante para la capa sub base. Por lo tanto será igual al calculado para todo el sistema multicapa.

SN_3 = SN = 1.33

Teórico:

$$D3 = \frac{SN - (SN1' + SN2')}{a3 * m3} \ \ (AASHTO)$$

$$D3 = \frac{1.33 - (0.81 + 0.71)}{0.108 * 0.90} = -1.95\ plg = \ -4.96\ cm$$

Propuesto: D3' = 0 plg. = 0 cm

Por lo tanto.

$$SN_{cal} = SN1' + SN2' + SN3' \ \ (AASHTO)$$

$$SN_{cal} = 0.81 + 0.71 + 0$$

$$SN_{cal} = 1.52$$

El número estructural calculado es mayor al requerido:

$$SN_{cal} > SN_{requerido}$$

$$1.52 > 1.33$$

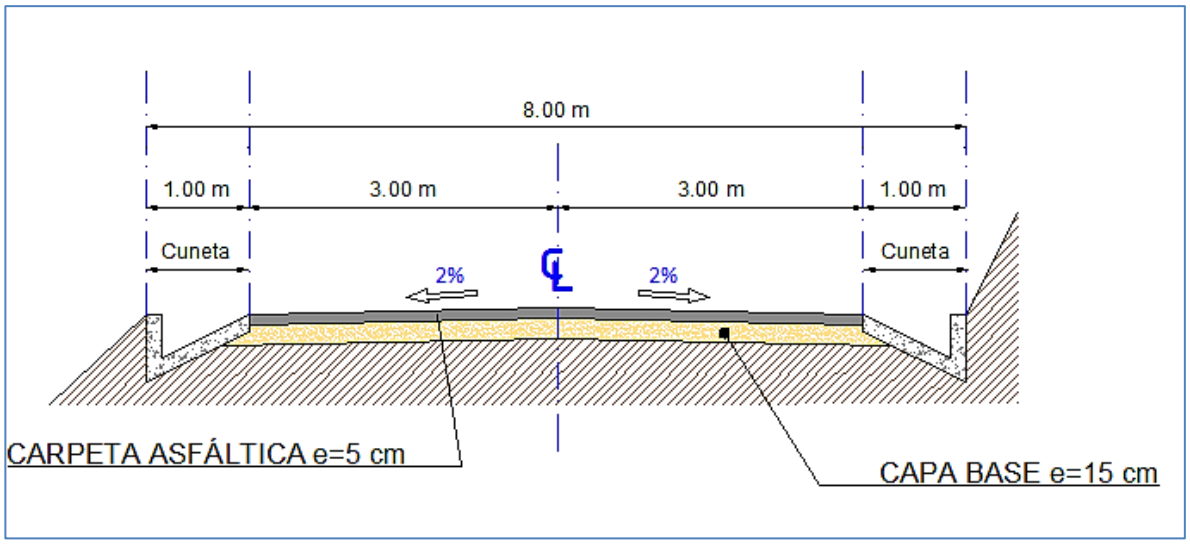
Al cumplirse esta condición podemos decir que el diseño realizado es correcto. Y por tanto los espesores de las capas que forman la estructura del pavimento quedan de la siguiente manera:

- Capa asfáltica = 5 cm
- Base Granular Clase 2 = 15 cm
- Espesor total = 20 cm

6.7.3. Diseño transversal

En la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, se establece el ancho de calzada de acuerdo al tipo de carretera. Como se muestra en la Tabla Nº 17 para el proyecto se establece un ancho de 6 m, con 1 metro de cuneta a cada lado.

Figura Nº 44. Sección transversal



Fuente: Autor

6.7.4. Sistemas de drenaje

6.7.4.1. Diseño de cunetas

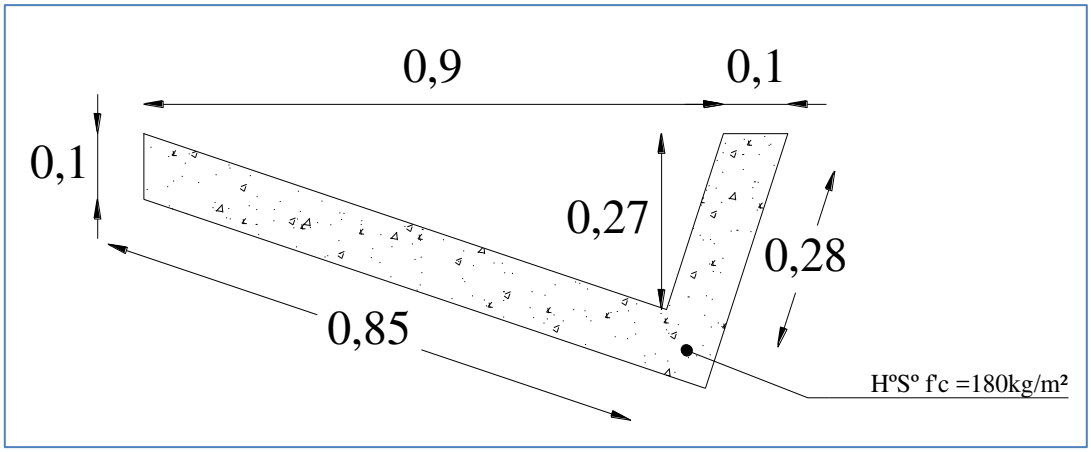
El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad (MOP, 2003, pág. 256).

Se deberá determinar la longitud permisible de la cuneta, a fin de asegurar su funcionamiento eficiente y evitar, al mismo tiempo, que: (a) el nivel de agua rebase la sección y (b) se produzcan depósitos (azolves) en los tramos en que ocurren cambios de la pendiente longitudinal.

Cuando la longitud total de la cuenta proyectada resultase mayor a la máxima permisible, será necesario diseñar obras de descarga (alcantarillas) que conduzcan el agua, de manera inmediata, hasta un drenaje natural (MOP, 2003, pág. 258).

Para las cunetas del proyecto se utilizará un revestimiento de hormigón de f'c = 180 Kg/cm^2, y se ha asumido una sección que se muestra a continuación:

Figura Nº 45. Dimensiones de la cuneta



Fuente: Autor

Diseño hidráulico de las cunetas

Se consideró que las cuentas van a trabajar a sección llena.

Área mojada (Am):

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

$$A_m = \frac{0.9 * 0.27}{2} = 0.122\ m^2$$

Perímetro mojado (Pm):

$$P_m = 0.85\ m + 0.28\ m$$

$$P_m = 1.13\ m$$

Radio mojado (Pm):

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

$$R_m = \frac{0.122\ m^2}{1.13\ m} = 0.108\ m$$

Fórmula de Maning:

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

Donde:

V = velocidad media del agua en m/s.

n = coeficiente de Maning, 0.013.

R = radio hidráulico en metros.

J = pendiente de la línea de agua en m/s.

A = área mojada de la sección en m^2.

Q = caudal admisible en m^3/s

Tabla Nº 61. Coeficientes de rugosidad de Maning

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

Fuente: INEN (2010)

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.108^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 14.174 * J^{1/2}$$

$$Q = 0.122 * 14.174 * J^{1/2}$$

$$Q = 1.729 * J^{1/2}$$

En el siguiente cuadro se presenta caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendiente.

Tabla Nº 62. Caudales y velocidades admisibles para diferentes pendientes

J%	J	V (m/s)	Q (m^3/s)	J%	J	V (m/s)	Q (m^3/s)
0,50%	0,005	1,00	0,12	7,00%	0,070	3,75	0,46
1,00%	0,010	1,42	0,17	7,50%	0,075	3,88	0,47
1,50%	0,015	1,74	0,21	8,00%	0,080	4,01	0,49
2,00%	0,020	2,00	0,24	8,50%	0,085	4,13	0,50
2,50%	0,025	2,24	0,27	9,00%	0,090	4,25	0,52
3,00%	0,030	2,46	0,30	9,50%	0,095	4,37	0,53
3,50%	0,035	2,65	0,32	10,00%	0,100	4,48	0,55
4,00%	0,040	2,83	0,35	10,50%	0,105	4,59	0,56
4,50%	0,045	3,01	0,37	11,00%	0,110	4,70	0,57
5,00%	0,050	3,17	0,39	11,50%	0,115	4,81	0,59
5,50%	0,055	3,32	0,41	12,00%	0,120	4,91	0,60
6,00%	0,060	3,47	0,42	12,50%	0,125	5,01	0,61
6,50%	0,065	3,61	0,44	13,00%	0,130	5,11	0,62

Fuente: Autor

En los dos tramos se observa que hay una pendiente máxima promedio de 13% por ello se calculó el caudal con esta pendiente.

$$Qadmisible = 1.729 * 0.13^{\frac{1}{2}}$$

$$Qadmisible = 0.62\ m^3/s$$

Cálculo del caudal máximo probable

Intensidad de lluvia I (mm/h)

Se utiliza la ecuación pluviométrica dada para la "zona de intensidad" correspondiente a la ubicación del proyecto.

Para el proyecto la zona correspondiente es la número 25, para la cual la ecuación pluviométrica se expresa de la forma siguiente:

$$I_{TR} = \frac{K * Id_{TR}}{t^n}$$

Donde:

T_{TR} = intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h)

Id_{TR} = intensidad diaria para un periodo de retorno dado (mm/h)

TR = periodo de retorno

t = tiempo de duración de la lluvia

K y n = constantes de ajuste para cada localidad

Intensidad diaria para un periodo de retorno dado Id_{TR}

Con los datos que proporciona el INAMHI, como se muestra en la Tabla Nº 47, se tiene un registro de las precipitaciones máximas. De ellas la máxima precipitación ocurre en el mes de diciembre con 39.8 mm en 24 horas

Para calcular la intensidad diaria se utiliza la ecuación:

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

$$Id_{TR} = \frac{P_{max}}{24}$$

$$Id_{TR} = \frac{39.8\ mm}{24\ h}$$

$$Id_{TR} = 1.66\ mm/h$$

Periodo de retorno (años)

Por lo general se utiliza un mínimo de 10 años como periodo de retorno para cunetas.

Tiempo de duración de la lluvia o tiempo de concentración tc (min)

Es el tiempo que tarda una gota de agua para llegar desde la parte más lejana de la cuenca, hasta el punto más bajo.

Para esto se aplica la expresión de Rowe:

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

Donde:
t_c= tiempo de concentración (min)
L = longitud de la cuneta (metros)
H =desnivel entre el extremo de la cuneta y el punto de descarga (metros)

Para el cálculo se escogió la distancia comprendida entre el Km 4+129.06 y el Km 5+368.76 con un desnivel de 1239.7m del segundo tramo.

$$t_c = 0.0195 * \left(\frac{1239.7^3}{32.34}\right)^{0.385}$$

$$t_c = 19.123\ min$$

Ecuación pluviométrica

La estación de referencia se encuentra dentro de la zona 25 del mapa de zonificación de intensidades (Figura Nº 46), por lo que la ecuación que le corresponde es:

Para 5 min < t_c < 60 min

$$I_{TR} = 97.389 * t^{-0.6117} * Id_{TR}$$

Para 60 min < t_c < 1440 min

$$I_{TR} = 125.73 * t^{-0.6643} * Id_{TR}$$

Ya que el tiempo de concentración es de 19.123 min, usamos la expresión:

$$I_{TR} = 97.389 * 19.123^{-0.6117} * 1.66$$

$$Intensidad\ de\ lluvia, I_{TR} = 26.588\ mm/h$$

Figura Nº 46. Mapa de zonificación de intensidades



Fuente: INAMHI (1999)

Coeficiente de escurrimiento

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

Donde:

C' = valores de escurrimiento debido a diferentes valores que influyen directamente en la escorrentía.

Tabla Nº 63. Valores de escurrimiento

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

Fuente: Norma para Diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003)

$$C = 1 - (0.10 + 0.20 + 0.10)$$

$$C = 0.60$$

Área de drenaje A

$$A = L * a$$

Donde:

A= área de drenaje de la cuneta

L = longitud máxima de drenaje

a = ancho máximo de aportación

$$A = 1239.70\, m * (3 + 1)m$$

$$A = 4958.80\, m^2/10000$$

$$A = 0.4959\, Ha$$

Caudal máximo, Q

Para el cálculo del caudal máximo se empleó la fórmula racional debido a que es una cuenca pequeña (t_c < 6 horas y A< 400 Ha).

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

Donde:

Q = caudal máximo probable (m^3/s)

C = coeficiente de escurrimiento

I = intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A = área de drenaje (Ha)

$$Q = \frac{0.50 * 26.588 * 0.4959}{360}$$

$$Q = 0.018\, m^3/s$$

Tabla Nº 64. Caudales máximos para cunetas laterales

Abscisa de ubicación de descarga	Direccion del caudal		Longitud	Ancho		Ancho total de drenaje	Área de drenaje	Desnivel entre alcantarilla	Tiempo de Concentración		Intensidad diaria	Intensidad de lluvia (I)	Coeficiente de Escorrentia (C)	Caudal probabe Q
	Inicial	Final	Cuneta	Calzada	Cuneta									
	a	b	c = Ia-bI	d	e	f = d+e	$g = \frac{c * f}{10000}$	h	$i = 0.0195(\frac{c^3}{h})^{0.385}$		$j = Id_{TR}$	$k = \frac{97.389 * j}{i^{0.6117}}$	l	$m = \frac{l * k * g}{360}$
	km	km	m	m	m	m	Ha	m	Calculado min	Asumido min		min/h		m3/s
TRAMO 1														
0+187.60	0+000.00	0+187.60	187,6	3	1	4	0,075	0,280	13,442	13,442	1,660	32,987	0,50	0,003
	0+271.09	0+187.60	83,49	3	1	4	0,033	5,050	1,733	5,000	1,660	60,403	0,50	0,003
0+465.61	0+271.09	0+465.61	194,52	3	1	4	0,078	8,440	3,777	3,777	1,660	71,710	0,50	0,008
	0+777.96	0+465.61	312,34	3	1	4	0,125	7,890	6,698	6,698	1,660	50,510	0,50	0,009
1+541.00	0+777.96	1+541.00	763,04	3	1	4	0,305	77,480	7,799	7,799	1,660	46,021	0,50	0,020
1+546.03	2+383.55	1+546.03	837,52	3	1	4	0,335	71,960	8,935	8,935	1,660	42,347	0,50	0,020
						Σ	**0,951**						**Σ**	**0,062**
TRAMO 2														
0+509.44	0+000.00	0+509.44	509,44	3	1	4	0,204	28,340	7,204	7,204	1,660	48,312	0,50	0,014
	0+691.63	0+509.44	182,19	3	1	4	0,073	13,920	2,888	5,000	1,660	60,403	0,50	0,006
0+817.80	0+691.63	0+817.80	126,17	3	1	4	0,050	10,610	2,098	5,000	1,660	60,403	0,50	0,004
	1+151.55	0+817.80	333,75	3	1	4	0,134	8,810	6,931	6,931	1,660	49,467	0,50	0,009
1+151.55	1+422.57	1+151.55	271,02	3	1	4	0,108	20,600	3,929	5,000	1,660	60,403	0,50	0,009
1+500.97	1+422.57	1+500.97	78,4	3	1	4	0,031	6,280	1,482	5,000	1,660	60,403	0,50	0,003
	1+558.75	1+500.97	57,78	3	1	4	0,023	2,920	1,399	5,000	1,660	60,403	0,50	0,002
1+633.05	1+558.75	1+633.05	74,3	3	1	4	0,030	2,620	1,950	5,000	1,660	60,403	0,50	0,002
	1+863.56	1+633.05	230,51	3	1	4	0,092	4,890	5,670	5,670	1,660	55,933	0,50	0,007
1+939.19	1+863.56	1+939.19	75,63	3	1	4	0,030	2,180	2,136	5,000	1,660	60,403	0,50	0,003
	2+048.58	1+939.19	109,39	3	1	4	0,044	0,550	5,559	5,559	1,660	56,610	0,50	0,003
2+149.30	2+048.58	2+149.30	100,72	3	1	4	0,040	5,570	2,072	5,000	1,660	60,403	0,50	0,003
	2+180	2+149.30	30,7	3	1	4	0,012	0,430	1,409	5,000	1,660	60,403	0,50	0,001
3+161.48	2+180	3+161.48	981,48	3	1	4	0,393	71,850	10,738	10,738	1,660	37,844	0,50	0,021
3+174.30	3+536.02	3+174.30	361,72	3	1	4	0,145	20,780	5,466	5,466	1,660	57,199	0,50	0,011
3+675.25	3+536.02	3+675.25	139,23	3	1	4	0,056	6,280	2,876	5,000	1,660	60,403	0,50	0,005
	4+004.82	3+675.25	329,57	3	1	4	0,132	15,540	5,490	5,490	1,660	57,047	0,50	0,010
4+129.06	4+004.82	4+129.06	124,24	3	1	4	0,050	7,430	2,364	5,000	1,660	60,403	0,50	0,004
	5+368.76	4+129.06	1239,7	3	1	4	0,496	32,340	19,123	19,123	1,660	26,588	0,50	0,018
5+998.05	5+368.76	5+998.05	629,29	3	1	4	0,252	8,810	14,418	14,418	1,660	31,603	0,50	0,011
	6+554.64	5+998.05	556,59	3	1	4	0,223	33,100	7,516	7,516	1,660	47,073	0,50	0,015
						Σ	**2,617**						**Σ**	**0,162**

Fuente: Autor

Como el caudal admisible es mayor al caudal máximo calculado, la cuneta trabajará de forma correcta.

$$Q_{admisible} > Q_{máx}$$

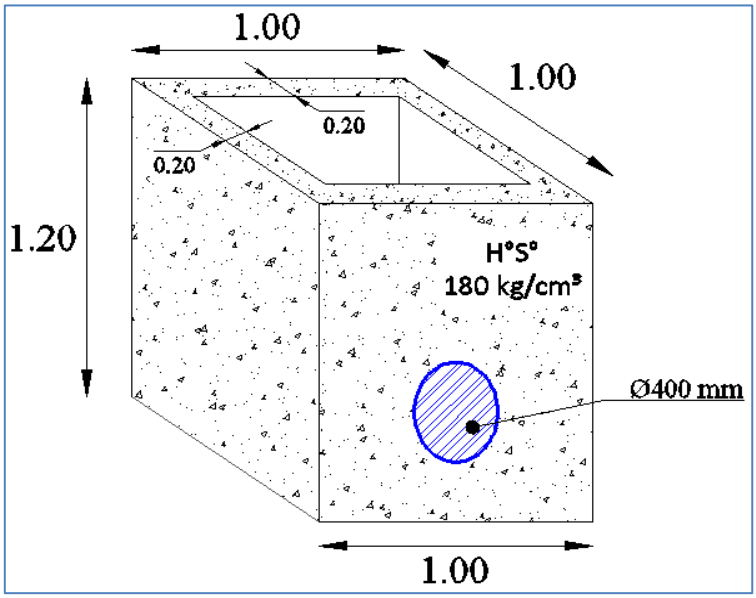
$$0.62\ m^3/s > 0.162 m^3/\ s \quad \therefore Cumple$$

6.7.4.2. Pasos de agua

Para el proyecto se ha considerado colocar pasos de agua para evacuar el agua que se acumula por la intersección de cunetas con pendientes de signos opuestos. Estas obras de drenaje se han de colocar mínimo 3 por cada kilómetro de carretera, o donde se considere necesario.

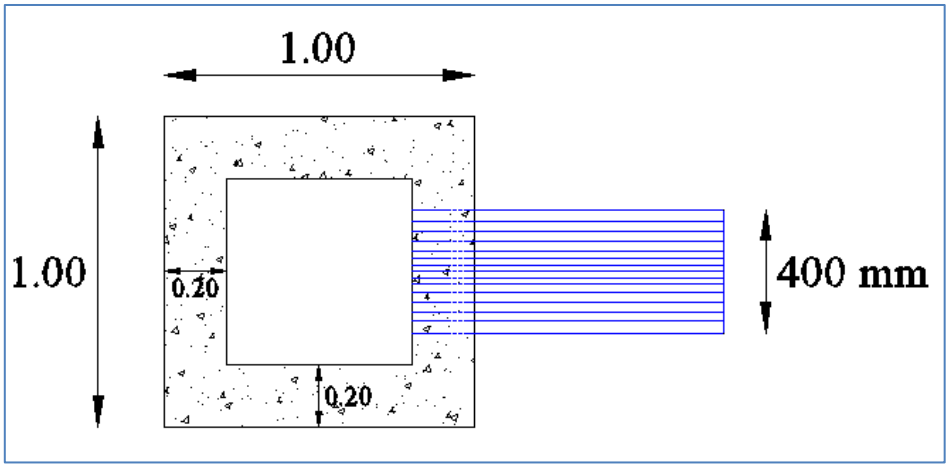
A continuación se presenta la sección adoptada para los pasos de agua

Figura Nº 47. Dimensiones de los pasos de agua



Fuente: Autor

Figura Nº 48. Vista en planta de los pasos de agua



Fuente: Autor

6.7.5. Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos. Contienen instrucciones las cuales deben ser obedecidas por los usuarios de las vías, previenen de peligros que pueden no ser muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. (INEN 004-1, 2011, pág. 6)

6.7.5.1. Señalización horizontal

Función: se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito.

Clasificación:

- **Por su forma**

  Líneas longitudinales: se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

  Líneas transversales: se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalizar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

  Símbolos y leyendas: se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.
  Otras señalaciones: como chevrones, etc. (INEN 004-2, 2011, pág. 5)

Ubicación

La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permita la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos

- Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante (INEN 004-2, 2011, pág. 6).

Líneas longitudinales: se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo carriles exclusivos de bicicletas o buses; y para advertir la aproximación a un cruce cebra (INEN 004-2, 2011, pág. 9).

Estas líneas pueden ser continuas y zigzag (prohibición de adelantar o girar) y segmentadas (permiso de adelantar o girar). Además pueden ser de color amarillo (separación de flujo opuesto, restricción y borde izquierdo), blanco (separación de flujo en la misma dirección, borde derecho, estacionamiento, proximidad a cruce) y azul (zonas tarifadas).

Líneas de separación de flujos opuestos.- serán siempre de color, amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas (INEN 004-2, 2011, pág. 10).

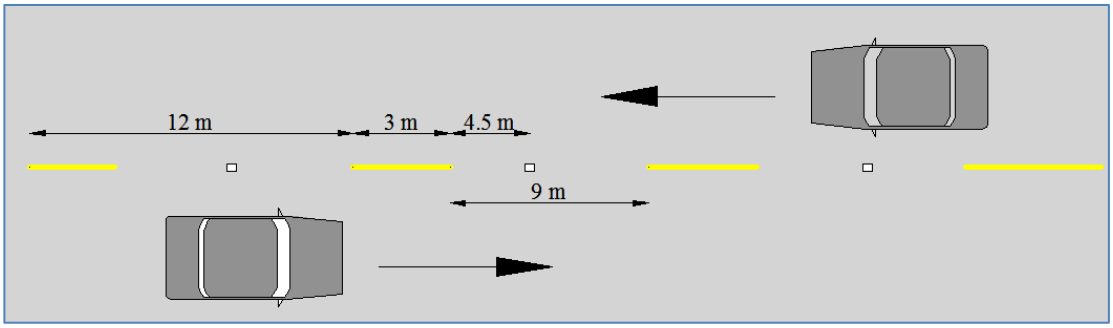
- **Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta:** estas líneas deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes. (INEN 004-2, 2011, pág. 11)

Tabla Nº 65. Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	3 – 9
Mayor a 50	150	12	3 – 9

Fuente: INEN 004-2 (2011)

Figura Nº 49. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



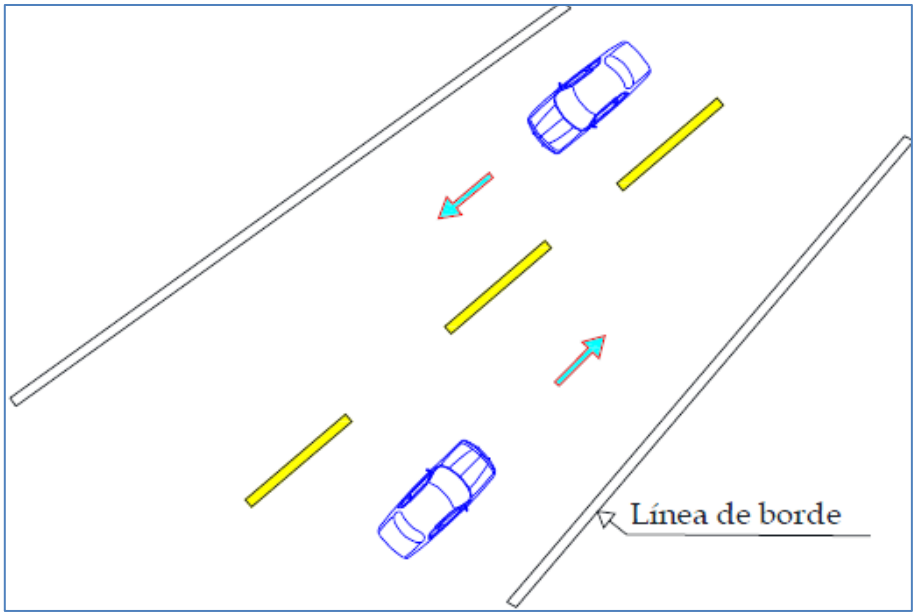
Fuente: INEN 004-2 (2011)

Líneas de borde de calzada: estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada. Lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas señalizaciones son la única orientación con que aquel cuenta, por lo tanto son imprescindibles en carreteras, vía rurales y perimetrales (INEN 004-2, 2011, pág. 22).

Las líneas de borde de calzada son blancas y se ubican en el borde de la calzada, nunca fuera de ella, a excepción cuando está dividido por parterre o isla, debe utilizarse la línea amarilla al lado izquierdo del sentido del flujo vehicular (INEN 004-2, 2011, pág. 23).

- **Líneas de borde de calzada continuas.-** estas líneas continuas son las más usadas para señalar el borde de la calzada; su ancho mínimo en vías urbanas debe ser de 100 mm y en autopistas y carreteras de 150 mm (INEN 004-2, 2011, pág. 23).

Figura Nº 50. Señalización líneas de borde



Fuente: INEN 004-2 (2011)

6.7.5.2. Señalización vertical

- ✓ **Señales regulatorias (código R):** regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito (INEN 004-1, 2011, pág. 7).

Figura Nº 51. Señales regulatorias

Leyenda y borde retroreflectivo blanco
Fondo retroreflectivo rojo



R1 – 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 –1B	750 x 750	240 Ca
R1 – 1 C	900 x 900	280 Ca

Leyenda negra
Borde rojo retroreflectivo
Fondo blanco retroreflectivo



R1-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	160 En	140 Da

Símbolo y orla negros
Círculo rojo retroreflectivo
Fondo blanco retroreflectivo



Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

Leyenda y orla color blanco retroreflectivo
Fondo color rojo retroreflectivo



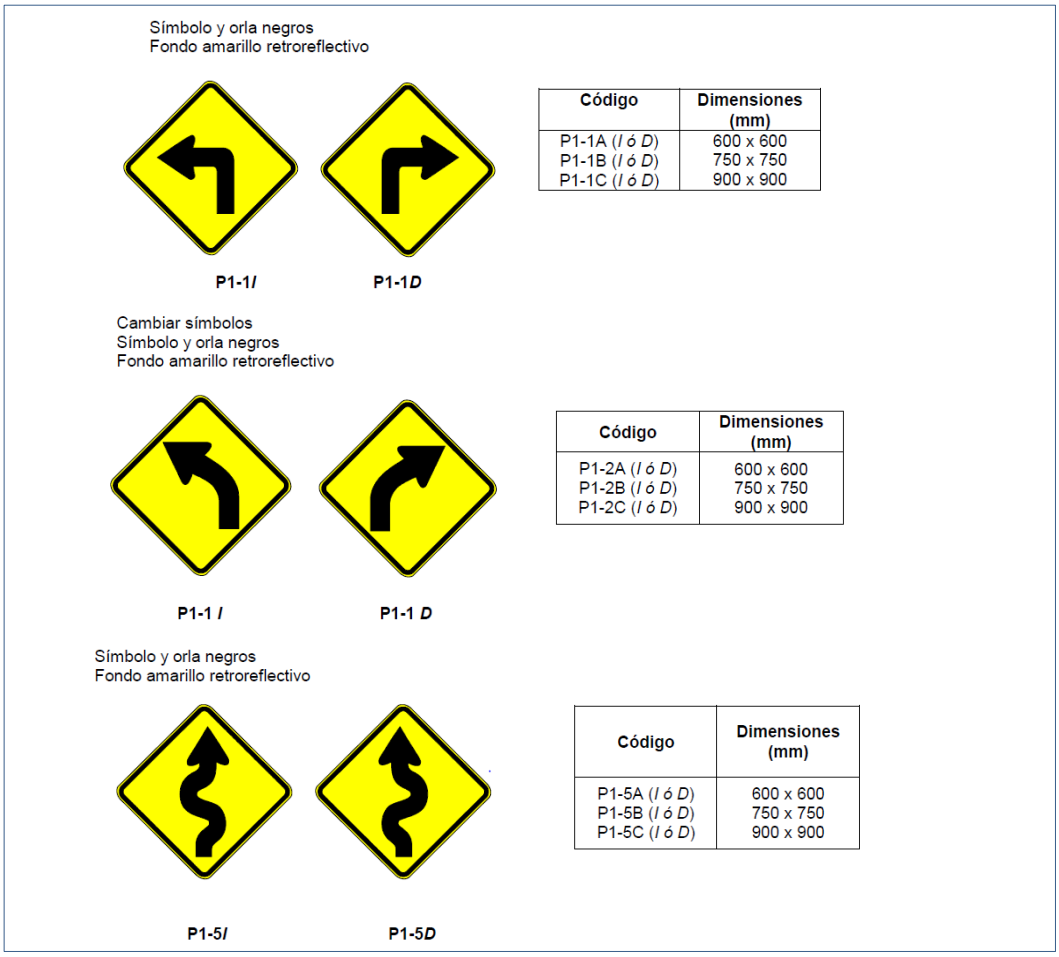
R4-4

Código No.	Dimensiones (mm)
R4-4 A	750x600
R4-4 B	900x1200
R4-4 C	1500x1200

Fuente: INEN 004-1 (2011)

- ✓ **Señales preventivas (código P):** advierte a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma (INEN 004-1, 2011, pág. 7).

Figura Nº 52. Señales preventivas



Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (*I ó D*)	600 x 600
P1-1B (*I ó D*)	750 x 750
P1-1C (*I ó D*)	900 x 900

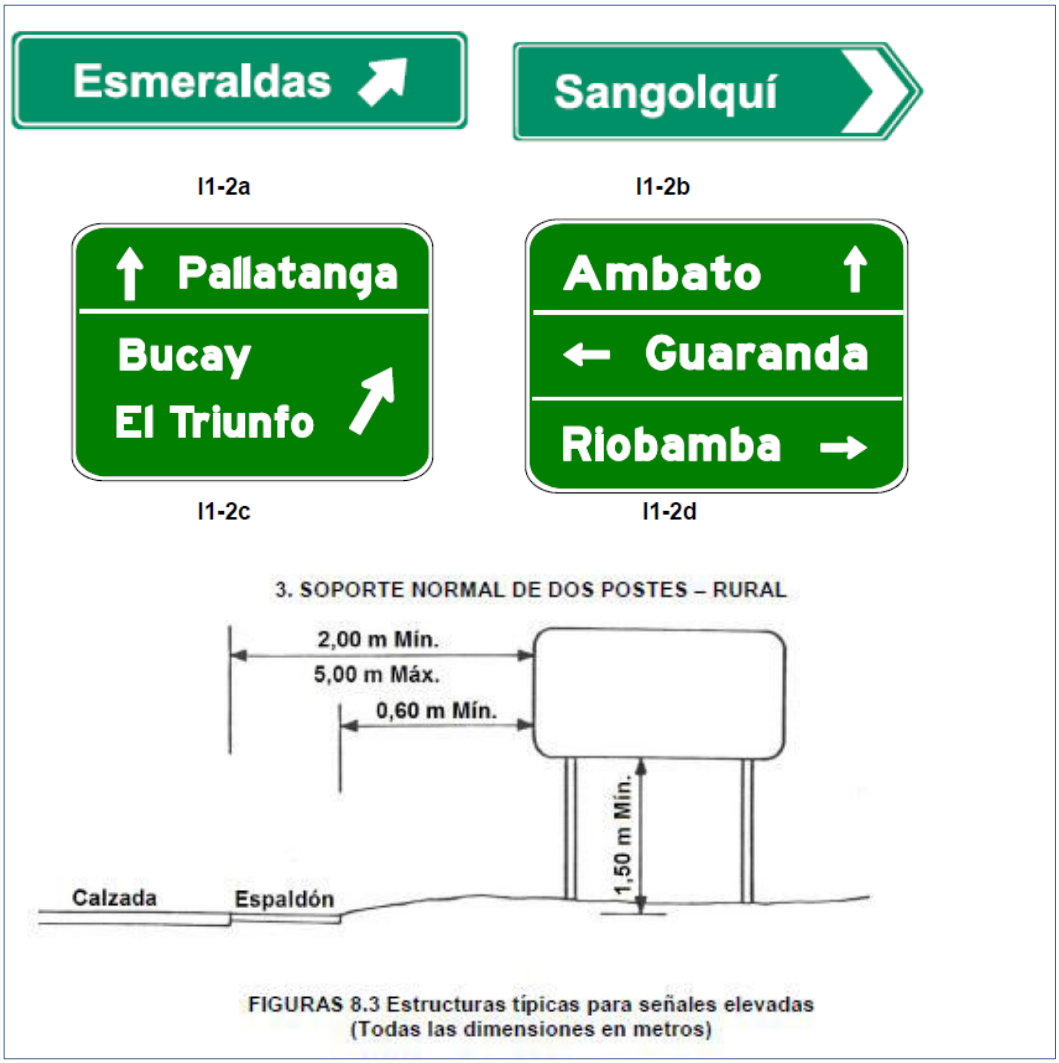
Código	Dimensiones (mm)
P1-2A (*I ó D*)	600 x 600
P1-2B (*I ó D*)	750 x 750
P1-2C (*I ó D*)	900 x 900

Código	Dimensiones (mm)
P1-5A (*I ó D*)	600 x 600
P1-5B (*I ó D*)	750 x 750
P1-5C (*I ó D*)	900 x 900

Fuente: INEN 004-1 (2011)

- ✓ **Señales de información (código I):** informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos turísticos. (INEN 004-1, 2011, pág. 7).

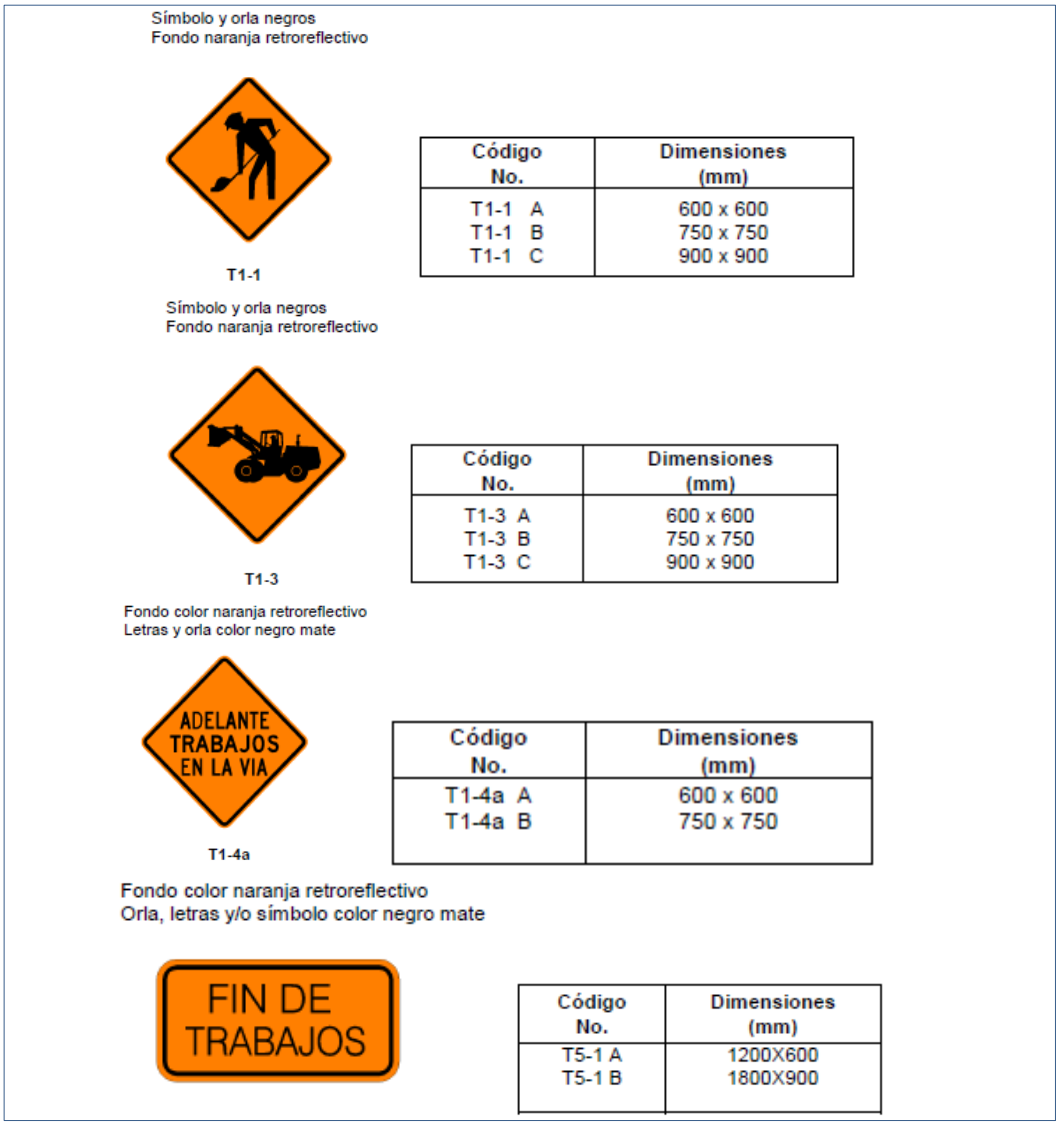
Figura Nº 53. Señales de información



Fuente: INEN 004-1 (2011)

- ✓ **Señales para trabajos en la vía (código T):** advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad los sitios de trabajo en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales (INEN 004-1, 2011, pág. 7).

Figura Nº 54. Señales para trabajos en las vías



Código No.	Dimensiones (mm)
T1-1 A	600 x 600
T1-1 B	750 x 750
T1-1 C	900 x 900

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-3 A	600 x 600
T1-3 B	750 x 750
T1-3 C	900 x 900

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750

Código No.	Dimensiones (mm)
T5-1 A	1200X600
T5-1 B	1800X900

Fuente: INEN 004-1 (2011)

6.7.6. Cálculo de volúmenes

- **Limpieza y desbroce del terreno.-** Este rubro se cobrará utilizando como unidad de medida la hectárea (Ha)

  Área de limpieza y desbroce = Long. Total proyecto*ancho de faja

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Long. Total proyecto	8 829.93	ml
Ancho de faja	20	ml
Área de limpieza y desbroce	176 598.60	m^2
Área de limpieza y desbroce	17.66	Ha

- **Replanteo y nivelación.-** se considera la longitud total del proyecto y su unidad de medida es el metro lineal (ml).

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Long. Total replanteo y nivelación	8 829.93	ml

- **Excavación sin clasificar incl. desalojo.-** en este rubro se ejecuta la excavación de todos los materiales que sean necesarios remover para la construcción del proyecto, además se considera dentro de este rubro el desalojo de los materiales excavados. Su unidad de medida es en metros cúbicos (m^3).

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Volumen de excavación	72 584.40	m^3

- **Excavación para cunetas.-** este rubro se lo cobrará por metros cúbicos (m^3). Y se lo calcula de la siguiente forma.

Volumen de excavación = área de cuneta * long. Proyecto * 2

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Área de la cuneta	0.2375	m^2
Long. Total proyecto	8 829.93	m
Volumen excavación	4 194.22	m^3

- **Relleno compactado con material del sitio.-** se toma del cálculo de movimiento de tierras. Su unidad de medida es el metro cúbico (m^3).

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Volumen de relleno	3 606.84	m^3

- **Limpieza de derrumbes.-** se considera un 10% del volumen total de la excavación sin clasificar. Su unidad de medida es el metro cúbico (m^3).

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Volumen de excavación sin clasificar	72 584.40	m^3
Volumen limpieza de derrumbes 10%	7 258.44	m^3

- **Provisión, tendido y compactación de base granular clase 2, incl. transporte.-** se toma del cálculo de volúmenes en el programa AutoCAD CIVIL 3D. Además se tomará en cuenta un 10% como factor de sobreancho.

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Volumen material de base	7 946.94	m^3
Volumen sobre ancho 10%	794.69	m^3
Volumen más sobre ancho 10%	8 741.63	m^3

- **Hormigón Asfáltico mezclado en planta incl. imprimación, e=5 cm.-** se toma del cálculo de volúmenes en el programa AutoCAD CIVIL 3D. Además se tomará en cuenta un 10% como factor de sobreancho.

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Área de asfalto	52 979.58	m^2
Factor de sobre ancho 10%	5 297.96	m^2
Área total del asfalto	58 277.54	m^2

- **Cunetas de Hormigón Simple, f'c= 180 kg/cm2, incl. Encofrado.-** se medirá por metros lineales (ml). Y se obtiene multiplicando la longitud total del proyecto por dos.

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Long. Total proyecto	8 829.93	ml
Long. Total proyecto cunetas	17 695.86	ml

- **Hormigón Simple, f'c= 180 kg/cm2, incl. Encofrado.-** este rubro tiene que ver con la construcción de pasos de agua. Se calculará tomando un mínimo de tres pasos por cada kilómetro.

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Volumen de HS por cada paso de agua	0.7789	m^3
Número de pasos de agua	27	u
Volumen total pasos de agua	21.03	m^3

- **Tubería para alcantarillado Tipo PVC ϕ 400 mm.-** se colocarán en cada paso de agua. Se medirá por metro lineal (ml)

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Longitud tubería	12	ml
Número de pasos de agua	27	u
Long. Total tubería	324	ml

- **Nivelación pozos de revisión.-** Se medirá por unidad (u)

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Número de pozos	20	u

- **Señalización vertical.-** comprende todo lo relacionado con señales informativas, reglamentarias, preventivas, trabajos en la vía, etc. Se medirá por unidad (u)

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Señalización vertical	100	u

- **Señalización horizontal.-** esta se refiere a las marcas de pintura que se realizarán en los bordes y en el centro de la calzada. Están compuestas por dos líneas continuas de color blanco en el borde de la calzada, y una central segmentada de color amarillo. Se medirá por kilómetro (km)

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Long. Total proyecto	8 829.93	ml
Número de líneas blancas	2	u
Número de líneas amarillas	1	u
Long. Total señalización hz.	26.49	km

6.7.7. Presupuesto referencial

Una vez realizado el análisis de precios unitarios, se obtuvo el siguiente presupuesto con las cantidades y costos para el proyecto.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación: Latacunga-Cotopaxi **Fecha:** Ambato, Noviembre de 2015

Realizado : Egda. Sandra Tipantaxi **HOJA 1 de 1**

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE CANTIDADES Y PRECIOS

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P TOTAL
A	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	Ha	17,66	510,67	9018,35
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	ml	8829,93	0,94	8287,56
3	EXCAVACION SIN CLASIFICAR INCL. DESALOJO	m3	72584,40	3,75	272054,93
4	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS INCL. DESALOJO	m3	4194,22	14,35	60195,7
5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	3606,84	1,03	3702,78
6	LIMPIEZA DE DERRUMBES	m3	7258,44	3,75	27221,94
B	**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**				
7	PROVISIÓN, TENDIDO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR CLASE 2	m3	8741,63	26,26	229584,65
8	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INCL. IMPRIMACIÓN, e=5 cm	m2	58277,54	10,70	623851,39
C	**DRENAJE**				
9	CUNETAS DE HORMIGÓN SIMPLE , f'c= 180 Kg/cm2, INCL. ENCOFRADO	ml	17659,86	40,96	723308,06
10	HORMIGÓN SIMPLE , f'c= 180 Kg/cm2, INCL. ENCOFRADO	m3	21,03	168,41	3541,76
11	TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO TIPO PVC ϕ 400 MM	ml	324,00	34,13	11059,55
12	NIVELACIÓN DE POZOS DE REVISIÓN	u	20,00	55,01	1100,3
D	**SEÑALIZACIÓN**				
13	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	u	100,00	163,46	16345,51
14	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	km	26,49	273,55	7246,46
	TOTAL				**$ 1.996.518,94**

SON:

SON: UN MILLÓN NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS DIECIOCHO CON 94/100 DÓLARES

Latacunga, Noviembre de 2015
Lugar y Fecha

6.7.8. Cronograma valorado

CRONOGRAMA VLORADO DE TRABAJOS																	
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P TOTAL	1 MES	2 MES	3 MES	4 MES	5 MES	6 MES	7 MES	8 MES	9 MES	10 MES	11 MES	12 MES
						1 2 3 4	5 6 7 8	9 10 11 12	13 14 15 16	17 18 19 20	21 22 23 24	25 26 27 28	29 30 31 32	33 34 35 36	37 38 39 40	41 42 43 44	45 46 47 48
A	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**																
1	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	ha	17,66	510,67	9018,35	3006,12	3006,12	3006,12									
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	km	8829,93	0,94	8287,56	1275,01	2550,02	2550,02	1912,51								
3	EXCAVACION SIN CLASIFICAR INCL. DESALOJO	m3	72584,40	3,75	272054,93	30228,33	60456,65	60456,65	60456,65	60456,65							
4	EXCAVACIÓN PARA CUNETAS	m3	4194,22	14,35	60195,7			17198,77	17198,77	17198,77	8599,39						
5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m3	3606,84	1,03	3702,78	194,88	779,53	779,53	779,53	779,53	389,77						
6	LIMPIEZA DE DERRUMBES	m3	7258,44	3,75	27221,94	13610,97	13610,97										
B	**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**																
7	PROVISIÓN, TENDIDO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR CLASE 2	m3	8741,63	26,26	229584,65				45916,93	91833,86	91833,86						
8	HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INCL. IMPRIMACIÓN, e=5 cm	m2	58277,54	10,70	623851,39					69316,82	138633,64	138633,64	138633,64	138633,64			
C	**DRENAJE**																
9	CUNETAS DE HORMIGÓN SIMPLE , f'c= 180 Kg/cm2, INCL. ENCOFRADO	ml	17659,86	40,96	723308,06				144661,61	144661,61	144661,61	144661,61	144661,61				
10	HORMIGÓN SIMPLE , f'c= 180 Kg/cm2, INCL. ENCOFRADO	m3	21,03	168,41	3541,76									1770,88	1770,88		
11	TUBERÍA TIPO ARMICO D=0.40 m	ml	324,00	34,13	11059,55		2764,89	2764,89	2764,89	2764,89							
12	NIVELACIÓN DE POZOS DE REVISIÓN	u	20,00	55,01	1100,3			1100,30									
D	**SEÑALIZACIÓN**																
13	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	u	100,00	163,46	16345,51											8172,76	8172,76
14	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	km	26,49	273,55	7246,46											3623,23	3623,23
	TOTAL				**1996518,94**												
INVERSIÓN MENSUAL						48315,30	83168,18	87856,28	273690,90	387012,14	384118,27	283295,25	283295,25	140404,52	1770,88	11795,99	11795,99
AVANCE MENSUAL (%)						2,42%	4,17%	4,40%	13,71%	19,38%	19,24%	14,19%	14,19%	7,03%	0,09%	0,59%	0,59%
INVERSIÓN ACUMULADA AL 100%						48315,30	131483,48	219339,76	493030,66	880042,79	1264161,06	1547456,31	1830751,57	1971156,09	1972926,97	1984722,96	1996518,94
AVANCE ACUMULADO (%)						2,42%	6,59%	10,99%	24,69%	44,08%	63,32%	77,51%	91,70%	98,73%	98,82%	99,41%	100,00%
INVERSIÓN ACUMULADA AL 80%						38652,24	105186,78	175471,81	394424,53	704034,23	1011328,85	1237965,05	1464601,25	1576924,87	1578341,58	1587778,36	1597215,15
AVANCE ACUMULADO (%)						1,94%	5,27%	8,79%	19,76%	35,26%	50,65%	62,01%	73,36%	78,98%	79,05%	79,53%	80,00%

6.8. ADMINISTRACIÓN

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Latacunga, al ser la entidad responsable de la administración de estas vías, es la encargada de poner en marcha el proyecto de mejoramiento de la carretera de une los barrios Santán Grande y Colatoa. El GAD Municipal Latacunga, cuenta con los recursos técnicos, económicos y humanos necesarios para poner en ejecución dicho trabajo.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Para la buena ejecución del proyecto es necesario establecer un plan de monitoreo y evaluación de los trabajos de construcción. El proceso constructivo deberá llevarse a cabo dentro de los tiempos especificados en el cronograma valorado de trabajo propuesto.

Dentro de este cronograma se prevé como trabajos preliminares el replanteo y nivelación, así como la limpieza. Posteriormente se procederá al movimiento de tierras correspondiente, con el objetivo de definir la subrasante con los alineamientos, pendientes y especificaciones del diseño.

Una vez definidos los niveles y anchos de acuerdo al diseño se procederá con la conformación de la estructura del pavimento. Se conformará la subrasante que posteriormente recibirá las siguientes capas. La sub-base y la base deberán cumplir con los parámetros granulométricos correctos y la debida compactación. Finalmente se realizará la imprimación del asfalto para el tendido de la carpeta asfáltica.

Las secciones transversales deberán quedar conformadas siguiendo la pendiente de bombeo con la cual se diseñó. Para culminar estos trabajos se fundirán las cunetas laterales y demás estructuras de drenaje según el diseño.

La señalización vertical y horizontal se colocará al término del proceso constructivo. Este rubro se lo realizará siguiendo normas y parámetros específicos para este tipo de trabajos.

6.9.1. Seguridad y señalización

El contratista que haya sido seleccionado para la realización de del proyecto deberá contar con todas las medidas de seguridad para la circulación, operación y mantenimiento de maquinaria involucrada en la construcción. Así también deberá proveer al personal el equipamiento apropiado y acorde a la labor que desempeñen.

En relación al control ambiental deberá tener precauciones al operar la maquinaria. Se evitará el derrame de combustibles u otros agentes contaminantes que perjudiquen el medio ambiente del sector o los flujos de agua superficial o subterráneo.

Durante la construcción será necesario el constante uso de agua, para controlar el polvo generado por los trabajos. De esta manera se protegerá la salud de los habitantes de los barrios beneficiados.

MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2012). *Norma Ecuatoriana Vial, NEVI 12. Vol. 2 A, Vol. 2 B y Vol. 3*. Ecuador.

Bravo, Paulo. (1976). *Diseño de Carreteras. Técnica y Análisis del Proyecto*. Bogotá: Carvajal S.A. Sexta Edición.

Cárdenas, J. (2002). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Eco Ediciones. Primera Edición.

Choncotá, P. (2004). *Diseño Geométrico de Vías*. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda Edición.

Mantilla, F. (2000). *Mecánica de suelos elemental para la ingeniería civil*. Ambato.

Montejo Fonseca, A. (2010). *Ingeniería de Pavimentos*. Bogotá D. C.: Ediciones y Publicaciones Universidad Católica de Colombia. Segunda Edición.

Ministerio de Obras Públicas. (2003*). Norma para Diseño Geométrico de Carreteras*. Ecuador.

Ministerio de Obras Públicas. (2002). *Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.* Ecuador.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía. (2014) *Anuario Meteorológico No 51-2011.* Ecuador.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Señalización Vial. Parte I. Señalización Vertical.*

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2011). *Señalización Vial. Parte II. Señalización Horizontal.*

2. LINKOGRAFÍA

http://www.aristasur.com/contenido/sistema-de-coordendas-geograficas-utm

http://www.cartesia.org/data/aapuntes/cartografia/cartografia-utm.pdf es del grafico de las zonas horarias

Libro-pavimentos-blogspot.com/2011/03//factor-de-distribucion-por-carril.html?m=1

3. ANEXOS

A. FORMATO DE ENCUESTA

B. FOTOGRAFÍAS

C. CONTEO VEHICULAR

D. ESTUDIO DE SUELOS

E. ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS PARA CADA ZONA DE INTENSIDAD

F. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

G. PLANOS

ANEXO A

FORMATO DE ENCUESTA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

ENCUESTA DIRIGIDA A LA POBLACIÓN DE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE, SANTA MARIANITA, PUSUCHI Y SAN JOSÉ.

Fecha:…… **Nº:**…… **Sector:**……...

1. **¿Cuál es la frecuencia con la que usted transita por la vía?**
   Diariamente ( ) 2 -3 Veces por semana ( ) 4-5 Veces por semana ( )

2. **¿Cree usted que las condiciones actuales de la vía favorecen el transporte de personas y mercaderías?**
   Si ( ) No ( )

3. **¿Cómo considera la calidad de vida de su sector con las condiciones actuales de la carretera?**
   Excelente ( ) Buena ( ) Regular ( ) Mala ( )

4. **¿En qué días existe más afluencia de vehículos?**
   Lunes ( ) Martes ( ) Miércoles ( ) Jueves ( )
   Viernes ( ) Sábado ( ) Domingo ( )

5. **¿A qué actividad se dedica?**
   Agricultura ( ) Ganadería ( ) Estudio ( )
   Transporte de personas o mercancías ( ) Otros ( )

6. **¿Cuándo llueve la movilidad por la carretera le produce malestar o inseguridad?**
   Si ( ) No ( )

7. **¿Cuál cree que sería el beneficio más importante que se conseguiría con el mejoramiento de la vía?**
   Social ( ) Económico ( ) Ninguno ( )

8. **¿Estría usted dispuesto a ceder parte de su terreno, en caso de ser necesario, para la ejecución del proyecto?**
   Si ( ) No ( )

9. **¿Qué tipo de vehículos transitan con más frecuencia por esta carretera?**
   Camionetas ( ) Buses ( ) Motos ( ) Camiones ( ) Automóviles ( )

10. **Tiene facilidad para transportar sus productos por la carretera?**

    Si ( ) No ( )

ANEXO B

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Inicio del proyecto
Barrio Santán Grande



Condiciones de la carretera en el sector
Santa Marianita



Condiciones de la carretera en el sector
Pusuchisí



Condiciones de la carretera en el sector
San José



Fin del proyecto en el barrio Colatoa



Excavación de calicatas



Realización del ensayo de compactación



Ensayo de límites de plasticidad



Ensayo para determinar la humedad

ANEXO 1C

CONTEO DE TRÁFICO

ESTACIÓN DE CONTEO 1
SECTOR SANTÁN GRANDE

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	30/06/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Martes
Realizado por:	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	1

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	1	
6:45 - 7:00	5	1	0	6	9
7:00 - 7:15	3	0	0	3	11
7:15 - 7:30	2	0	1	3	13
7:30 - 7:45	2	0	0	2	14
7:45 - 8:00	1	0	0	1	9
8:00 - 8:15	1	0	0	1	7
8:15 - 8:30	1	0	0	1	5
8:30 - 8:45	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	1	0	0	1	3
9:00 - 9:15	1	0	0	1	3
9:15 - 9:30	2	0	0	2	4
9:30 - 9:45	1	0	0	1	5
9:45 - 10:00	0	0	0	0	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	1	0	0	1	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0
12:00 - 12:15	2	0	0	2	2
12:15 - 12:30	1	0	0	1	3
12:30 - 12:45	1	1	0	2	5
12:45 - 13:00	1	0	0	1	6
13:00 - 13:15	2	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	0	1	6
13:30 - 13:45	0	0	0	0	4
13:45 - 14:00	0	0	0	0	3
14:00 - 14:15	1	0	0	1	2
14:15 - 14:30	1	0	0	1	2
14:30 - 14:45	2	0	0	2	4
14:45 - 15:00	1	0	0	1	5
15:00 - 15:15	0	0	0	0	4
15:15 - 15:30	2	0	1	3	6
15:30 - 15:45	0	0	0	0	4
15:45 - 16:00	1	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	1	1
17:00 - 17:15	1	0	1	2	3
17:15 - 17:30	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	1	0	0	1	4
17:45 - 18:00	2	0	0	2	5
TOTAL	**45**	**2**	**3**	**50**	**186**
	90%	**4%**	**6%**	**100%**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	02/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Jueves
Realizado po	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	1

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	1	0	2	
6:45 - 7:00	4	0	0	4	7
7:00 - 7:15	2	0	1	3	9
7:15 - 7:30	1	0	0	1	10
7:30 - 7:45	0	0	0	0	8
7:45 - 8:00	1	0	0	1	5
8:00 - 8:15	0	0	0	0	2
8:15 - 8:30	1	0	0	1	2
8:30 - 8:45	0	0	0	0	2
8:45 - 9:00	1	0	0	1	2
9:00 - 9:15	1	0	0	1	3
9:15 - 9:30	1	0	0	1	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	1	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	1	1	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0
12:00 - 12:15	1	0	0	1	1
12:15 - 12:30	1	0	0	1	2
12:30 - 12:45	1	0	0	1	3
12:45 - 13:00	1	0	0	1	4
13:00 - 13:15	1	0	0	1	4
13:15 - 13:30	1	1	0	2	5
13:30 - 13:45	1	0	0	1	5
13:45 - 14:00	0	0	0	0	4
14:00 - 14:15	1	0	0	1	4
14:15 - 14:30	1	0	0	1	3
14:30 - 14:45	0	0	1	1	3
14:45 - 15:00	1	0	0	1	4
15:00 - 15:15	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	1	0	0	1	3
15:30 - 15:45	1	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	1	3
16:00 - 16:15	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	2	0	0	2	4
16:30 - 16:45	0	0	1	1	4
16:45 - 17:00	1	0	0	1	4
17:00 - 17:15	1	0	0	1	5
17:15 - 17:30	1	0	0	1	4
17:30 - 17:45	1	1	0	2	5
17:45 - 18:00	1	0	0	1	5
TOTAL	**35**	**3**	**4**	**42**	**155**
	70%	**6%**	**8%**	**84%**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	03/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Viernes
Realizado por:	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	1

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	2	0	0	2	
6:45 - 7:00	4	1	0	5	8
7:00 - 7:15	2	0	0	2	9
7:15 - 7:30	1	0	1	2	11
7:30 - 7:45	0	0	0	0	9
7:45 - 8:00	2	0	0	2	6
8:00 - 8:15	0	0	0	0	4
8:15 - 8:30	1	0	0	1	3
8:30 - 8:45	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	1	0	0	1	2
9:00 - 9:15	1	0	0	1	3
9:15 - 9:30	1	0	0	1	3
9:30 - 9:45	1	0	0	1	4
9:45 - 10:00	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	1	0	0	1	2
10:30 - 10:45	1	0	0	1	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	1	0	0	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	1	0	0	1	2
12:00 - 12:15	1	0	0	1	3
12:15 - 12:30	2	0	0	2	4
12:30 - 12:45	0	1	0	1	5
12:45 - 13:00	1	0	0	1	5
13:00 - 13:15	2	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	0	1	5
13:30 - 13:45	0	0	0	0	4
13:45 - 14:00	1	0	0	1	4
14:00 - 14:15	1	0	0	1	3
14:15 - 14:30	1	0	0	1	3
14:30 - 14:45	1	0	0	1	4
14:45 - 15:00	1	0	0	1	4
15:00 - 15:15	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	1	0	1	2	4
15:30 - 15:45	1	0	0	1	4
15:45 - 16:00	1	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	1	1
17:00 - 17:15	1	0	1	2	3
17:15 - 17:30	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	1	0	0	1	4
17:45 - 18:00	1	0	0	1	4
TOTAL	**40**	**2**	**3**	**45**	**170**
	80%	**4%**	**6%**	**90%**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	04/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Sábado
Realizado por:	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	1

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	3	0	0	3	
6:15 - 6:30	2	0	0	2	
6:30 - 6:45	5	0	0	5	
6:45 - 7:00	3	1	0	4	14
7:00 - 7:15	1	0	0	1	12
7:15 - 7:30	2	0	1	3	13
7:30 - 7:45	2	0	0	2	10
7:45 - 8:00	0	0	0	0	6
8:00 - 8:15	1	0	0	1	6
8:15 - 8:30	1	0	0	1	4
8:30 - 8:45	1	0	0	1	3
8:45 - 9:00	1	0	0	1	4
9:00 - 9:15	1	0	0	1	4
9:15 - 9:30	2	0	0	2	5
9:30 - 9:45	1	0	0	1	5
9:45 - 10:00	1	0	0	1	5
10:00 - 10:15	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	0	0	1	3
10:30 - 10:45	1	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	1	0	0	1	1
11:45 - 12:00	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	1	0	0	1	2
12:15 - 12:30	1	0	0	1	3
12:30 - 12:45	1	1	0	2	4
12:45 - 13:00	0	0	0	0	4
13:00 - 13:15	1	0	0	1	4
13:15 - 13:30	1	0	0	1	4
13:30 - 13:45	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	1	0	0	1	3
14:00 - 14:15	1	0	0	1	3
14:15 - 14:30	1	0	0	1	3
14:30 - 14:45	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	1	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	2	0	1	3	4
15:30 - 15:45	0	0	0	0	4
15:45 - 16:00	1	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	1
16:30 - 16:45	1	0	0	1	2
16:45 - 17:00	1	0	0	1	2
17:00 - 17:15	2	0	1	3	5
17:15 - 17:30	1	0	0	1	6
17:30 - 17:45	1	0	0	1	6
17:45 - 18:00	2	0	0	2	7
TOTAL	**50**	**2**	**3**	**55**	**193**
	100%	**4%**	**6%**	**110%**	

ANEXO 2C

CONTEO DE TRÁFICO

ESTACION DE CONTEO 2
SECTOR SAN JOSÉ

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	07/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Martes
Realizado por:	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	2

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	1	
6:45 - 7:00	4	0	0	4	7
7:00 - 7:15	3	1	0	4	10
7:15 - 7:30	2	0	0	2	11
7:30 - 7:45	1	0	0	1	11
7:45 - 8:00	0	0	0	0	7
8:00 - 8:15	1	0	0	1	4
8:15 - 8:30	2	0	1	3	5
8:30 - 8:45	0	0	0	0	4
8:45 - 9:00	1	0	0	1	5
9:00 - 9:15	1	0	0	1	5
9:15 - 9:30	2	0	0	2	4
9:30 - 9:45	1	0	0	1	5
9:45 - 10:00	0	0	0	0	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	1	0	0	1	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	1	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	2	0	0	2	3
12:15 - 12:30	1	1	0	2	4
12:30 - 12:45	1	0	0	1	5
12:45 - 13:00	1	0	0	1	6
13:00 - 13:15	2	0	0	2	6
13:15 - 13:30	1	0	0	1	5
13:30 - 13:45	0	0	0	0	4
13:45 - 14:00	0	0	0	0	3
14:00 - 14:15	1	0	0	1	2
14:15 - 14:30	1	0	0	1	2
14:30 - 14:45	2	0	0	2	4
14:45 - 15:00	1	0	0	1	5
15:00 - 15:15	0	0	0	0	4
15:15 - 15:30	0	0	0	0	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	1	0	0	1	1
16:00 - 16:15	1	0	0	1	2
16:15 - 16:30	0	0	1	1	3
16:30 - 16:45	0	0	0	0	3
16:45 - 17:00	2	0	0	2	4
17:00 - 17:15	1	0	1	2	5
17:15 - 17:30	0	0	0	0	4
17:30 - 17:45	1	0	0	1	5
17:45 - 18:00	2	0	0	2	5
TOTAL	**43**	**2**	**4**	**49**	**182**
	88%	**4%**	**8%**	**100%**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	09/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Jueves
Realizado po	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	2

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	2	
6:45 - 7:00	3	0	0	3	7
7:00 - 7:15	3	1	0	4	10
7:15 - 7:30	1	0	0	1	10
7:30 - 7:45	1	0	0	1	9
7:45 - 8:00	1	0	0	1	7
8:00 - 8:15	1	0	1	2	5
8:15 - 8:30	0	0	0	0	4
8:30 - 8:45	1	0	0	1	4
8:45 - 9:00	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	1	0	0	1	2
9:15 - 9:30	0	0	1	1	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	1	0	0	1	3
10:00 - 10:15	1	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	0	0	1	1	1
11:45 - 12:00	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	1	0	0	1	2
12:15 - 12:30	1	0	0	1	3
12:30 - 12:45	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	1	1	0	2	4
13:00 - 13:15	1	0	0	1	4
13:15 - 13:30	2	0	0	2	5
13:30 - 13:45	1	0	0	1	6
13:45 - 14:00	0	0	0	0	4
14:00 - 14:15	1	0	0	1	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	1	0	0	1	2
14:45 - 15:00	1	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	1	3
15:30 - 15:45	1	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	1	3
16:00 - 16:15	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	2	0	0	2	4
16:30 - 16:45	0	0	0	0	3
16:45 - 17:00	1	0	0	1	3
17:00 - 17:15	1	0	0	1	4
17:15 - 17:30	1	0	1	2	4
17:30 - 17:45	2	1	0	3	7
17:45 - 18:00	1	0	0	1	7
TOTAL	**40**	**3**	**4**	**47**	**170**
	82%	**6%**	**8%**	**96%**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	10/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Viernes
Realizado por:	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	2

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	1	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	2	
6:45 - 7:00	3	0	0	3	7
7:00 - 7:15	2	0	0	2	8
7:15 - 7:30	1	0	0	1	8
7:30 - 7:45	1	0	0	1	7
7:45 - 8:00	0	0	0	0	4
8:00 - 8:15	0	0	0	0	2
8:15 - 8:30	1	0	0	1	2
8:30 - 8:45	1	0	0	1	2
8:45 - 9:00	1	0	0	1	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	3
9:15 - 9:30	1	0	0	1	3
9:30 - 9:45	1	0	0	1	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	2
10:00 - 10:15	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	1	0	0	1	2
10:30 - 10:45	1	0	0	1	2
10:45 - 11:00	1	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	3
11:15 - 11:30	1	0	0	1	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	1	0	0	1	2
12:00 - 12:15	1	0	0	1	3
12:15 - 12:30	1	0	0	1	3
12:30 - 12:45	0	0	0	0	3
12:45 - 13:00	1	0	0	1	3
13:00 - 13:15	2	0	0	2	4
13:15 - 13:30	1	1	0	2	5
13:30 - 13:45	0	0	0	0	5
13:45 - 14:00	1	0	0	1	5
14:00 - 14:15	0	0	0	0	3
14:15 - 14:30	1	0	0	1	2
14:30 - 14:45	1	0	0	1	3
14:45 - 15:00	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	1	2
15:30 - 15:45	1	0	0	1	2
15:45 - 16:00	1	0	0	1	3
16:00 - 16:15	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	1	1
17:00 - 17:15	1	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	1	0	0	1	3
17:45 - 18:00	1	0	0	1	3
TOTAL	**37**	**1**	**0**	**38**	**140**
	76%	**2%**	**0%**	**78%**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

INVENTARIO VIAL -CARRETERA SANTÁN GRANDE -COLATOA

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación:	Latacunga-Cotopaxi	**Fecha:**	11/07/2015
Sector:	Santán Grande	**Día:**	Sábado
Realizado por:	Egda. Sandra Elizabeth Tipantaxi Naranjo	**Estación:**	2

HORA	TIPO DE VEHÍCULO			TOTALES	ACUMULADOS
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES		
6:00 - 6:15	3	0	0	3	
6:15 - 6:30	2	0	0	2	
6:30 - 6:45	5	0	1	6	
6:45 - 7:00	3	0	0	3	14
7:00 - 7:15	2	0	0	2	13
7:15 - 7:30	2	0	0	2	13
7:30 - 7:45	2	0	1	3	10
7:45 - 8:00	0	0	0	0	7
8:00 - 8:15	1	0	0	1	6
8:15 - 8:30	1	0	0	1	5
8:30 - 8:45	1	0	0	1	3
8:45 - 9:00	1	0	0	1	4
9:00 - 9:15	1	0	0	1	4
9:15 - 9:30	2	0	0	2	5
9:30 - 9:45	1	0	0	1	5
9:45 - 10:00	1	0	0	1	5
10:00 - 10:15	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	0	0	1	3
10:30 - 10:45	1	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	1	0	0	1	1
11:45 - 12:00	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	1	0	0	1	2
12:15 - 12:30	1	0	1	2	4
12:30 - 12:45	1	0	0	1	4
12:45 - 13:00	0	0	0	0	4
13:00 - 13:15	1	0	0	1	4
13:15 - 13:30	1	0	0	1	3
13:30 - 13:45	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	1	0	0	1	3
14:00 - 14:15	1	0	0	1	3
14:15 - 14:30	1	0	0	1	3
14:30 - 14:45	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	1	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	2	0	0	2	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	3
15:45 - 16:00	1	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	1	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	1	0	0	1	3
16:45 - 17:00	2	0	0	2	4
17:00 - 17:15	3	0	0	3	6
17:15 - 17:30	1	0	0	1	7
17:30 - 17:45	2	0	0	2	8
17:45 - 18:00	1	0	0	1	7
TOTAL	**54**	**0**	**3**	**57**	**201**
	110%	**0%**	**6%**	**116%**	

ANEXO 1D

ESTUDIO DE SUELOS

MUESTRA Nº 1
Km 2+000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación: Cantón Latacunga-Cotopaxi

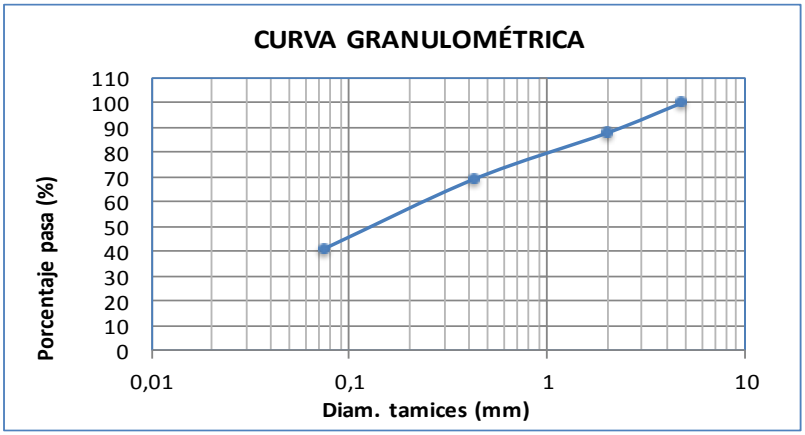
Sector: tán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 2+000

UBICACIÓN: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015

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	2,00	53,16	12,13	87,87
N 30	0,59			
N 40	0,425	134,83	30,77	69,23
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	258,33	58,95	41,05
PASA EL N 200		179,90	41,05	
TOTAL		**438,23**		
PESO ANTES DEL LAVADO		438,23		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		258,33		
TOTAL - DIFERENCIA		179,90		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

P recipiente+P suelo humedo (g)	P recipiente+P suelo seco (g)	P. recipiente (g)	P agua (g)	P suelo seco (g)
169,86	154,85	48,37	15,01	106,48
W %		**14,1**		

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 2+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	**MÈTODO:**	AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

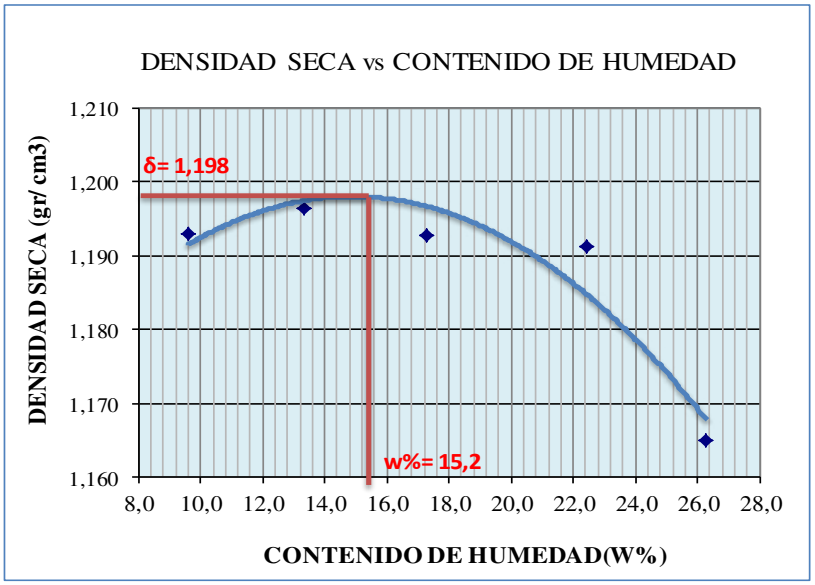
NUMERO DE GOLPES :	25	**NÙMERO DE CAPAS :**	5	**PESO MARTILLO :**	10 Lb
ALTURA DE CAÌDA :	18"	**PESO MOLDE gr :**	3791	**VOLUMEN MOLDE cc :**	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5025	5071	5111,6	5168	5180
Peso suelo húmedo	1234	1280	1320,6	1377	1389
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1,307	1,356	1,399	1,459	1,471

2.- DETERMINACIÒN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	8-B	11-B	1-D	C-5	3-T	4-A	C-5	1-D	2-F	2-R
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	126,64	125,2	122,4	130,27	113,9	130,1	151,4	125,85	170,67	130,57
Peso seco + recipiente Ws+ rec	118,52	116,4	112	120,56	101,2	118,0	132,5	108,88	145,51	112,72
Peso del recipiente rec	32,24	26,92	33,11	48,4	28,1	47,25	48,38	33,06	49,54	45,04
Peso del agua Ww	8,12	8,73	10,41	9,71	12,68	12,17	18,94	16,97	25,16	17,85
Peso suelo seco Ws	86,28	89,5	78,88	72,16	73,1	70,7	84,12	75,82	95,97	67,68
Contenido humedad w%	9,4	9,8	13,2	13,5	17,3	17,2	22,5	22,4	26,2	26,4
Contenido humedad promedio w%	9,58		13,33		17,28		22,45		26,30	
Densidad Seca gd	1,193		1,196		1,193		1,191		1,165	



Ɣ máximo= 1,198 **W óptimo % = 15,2**

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 2+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	**MÈTODO:**	PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO CBR

MOLDE #		15		18		44	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		9012,5	9495,6	8995,5	9552,6	8632,6	9228,2
PESO MOLDE (gr)		5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		3148	3631,1	3030	3587,1	2857,6	3453,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)		2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)		1,384	1,597	1,332	1,577	1,257	1,519
DENSIDAD SECA (gr/cm3)		1,197	1,188	1,147	1,161	1,087	1,086
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)		1,192		1,154		1,087	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		4-A	8-B	1-D	6-T	8-B	4-B
Wm +TARRO (gr)		165,13	84,07	131,16	152,85	127,85	103,54
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		149,16	70,79	117,49	124,86	114,94	83,05
PESO AGUA (gr)		15,97	13,28	13,67	27,99	12,91	20,49
PESO TARRO (g)		47,16	32,19	33,1	46,78	32,27	31,57
PESO MUESTRA SECA (gr)		102	38,6	84,39	78,08	82,67	51,48
CONTENIDO DE HUMEDAD %		15,66	34,40	16,20	35,85	15,62	39,80
CONTENIDO DE HUMEDAD %		25,03		26,02		27,71	

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi

REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 2+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

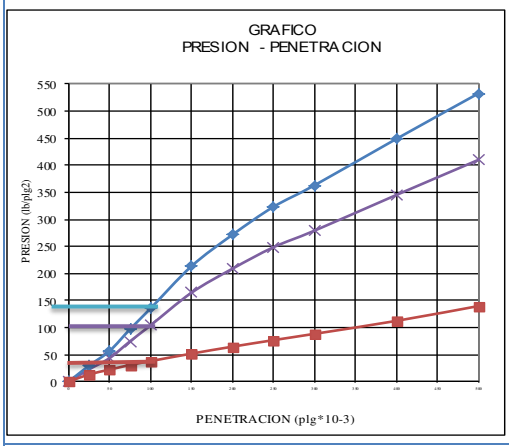
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

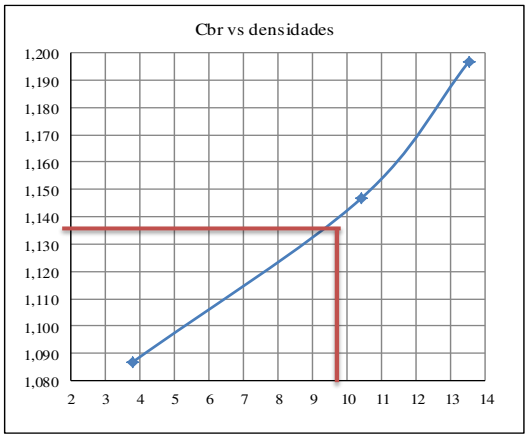
MOLDE NUMERO			**15**				**18**				**44**			
FECHA	**TIEMPO**		**LECT**	**h**	**ESPONJ**		**LECT**	**h**	**ESPONJ**		**LECT**	**h**	**ESPONJ**	
DIA Y MES	**HORA**	**DIAS**	**DIAL**	**Mues**	**Plgs.**	**%**	**DIAL**	**Mues**	**Plgs.**	**%**	**DIAL**	**Mues**	**Plgs.**	**%**
			Plgs.	**Plgs.**	***10-2**		**Plgs.**	**Plgs.**	***10-2**		**Plgs.**	**Plgs.**	***10-2**	
24-jun-15	15:10	0	0,10	5,00	0,00	0,00	0,05	5,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00
25-jun-15	14:08	1	0,10		0,20	0,04	0,05		0,24	0,05	0,00		0,08	0,02
26-jun-15	14:45	2	0,11		0,59	0,12	0,05		0,52	0,10	0,01		0,16	0,03

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			**15**				**18**				**44**			
TIEMPO			**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
		PENET.	**LECT**	**LEIDA**	**CORRG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORRG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORRG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	40,6	29,8			31,2	22,9			18,5	13,6		
1	0	50	77,3	56,8			59,4	43,6			30,4	22,3		
1	30	75	132,1	97,0			101,6	74,6			42,3	31,1		
2	0	100	184,2	135,3	135,3	**14**	141,7	104,1	104,1	**10,4**	52,0	38,2	**38,2**	**3,8**
3	0	150	290,4	213,3			223,8	164,4			70,8	52,0		
4	0	200	369,5	271,5			284,2	208,8			88,3	64,9		
5	0	250	439,6	323,0			338,1	248,4			104,7	76,9		
6	0	300	493,7	362,7			379,7	279,0			120,5	88,5		
8	0	400	610,4	448,4			469,5	344,9			153,1	112,5		
10	0	500	724,5	532,3			557,6	409,7			190,3	139,8		
CBR corregido						**14**				**10,4**				**3,8**





Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm^3	1,197	13,53	%
gr/cm^4	1,147	10,41	%
gr/cm^5	1,087	3,82	%

Densidad Máx	1,198	gr/cm^3
95% de DM	1,138	gr/cm^3
CBR PUNTUAL		**9,5** %

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi

REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

ANEXO 2D

ESTUDIO DE SUELOS

MUESTRA Nº 2
Km 4+000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación: Cantón Latacunga-Cotopaxi

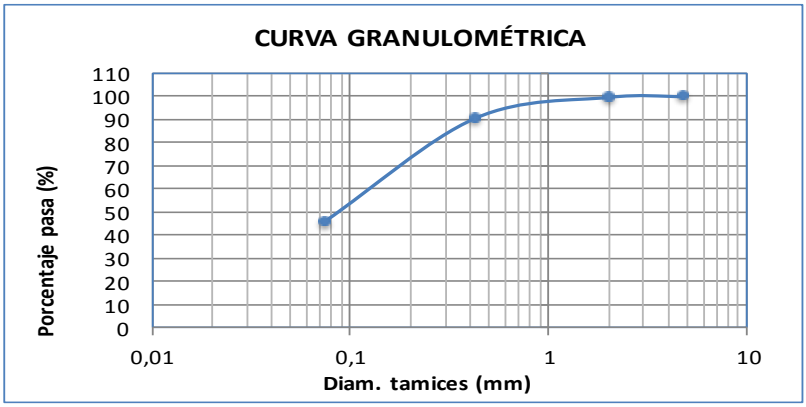
Sector: tán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 4+000

UBICACIÓN: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015

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	2,00	1,78	0,38	99,62
N 30	0,59			
N 40	0,425	44,59	9,44	90,56
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	255,54	54,10	45,90
PASA EL N 200		216,83	45,90	
TOTAL		**472,37**		
PESO ANTES DEL LAVADO		472,37		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		255,54		
TOTAL - DIFERENCIA		216,83		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

P recipiente+P suelo humedo (g)	P recipiente+P suelo seco (g)	P. recipiente (g)	P agua (g)	P suelo seco (g)
233,55	223,23	46,81	10,32	176,42
W %		**5,8**		

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 4+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	**MÈTODO:**	AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

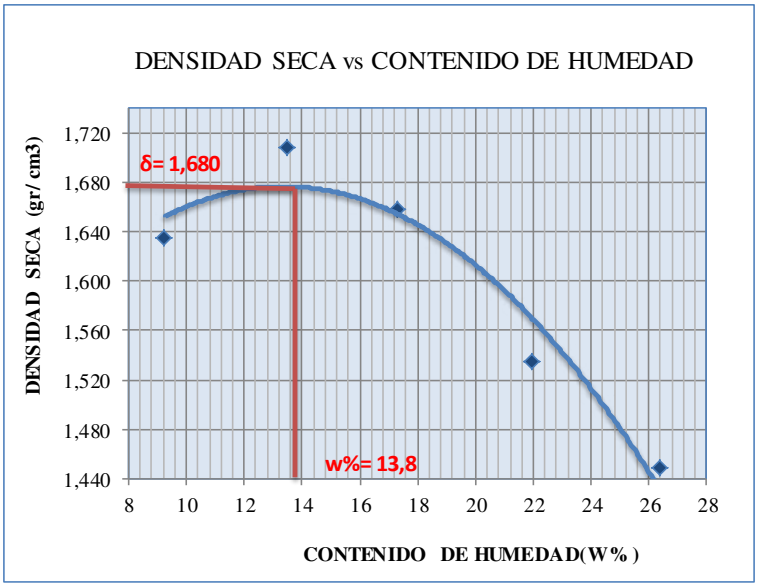
NUMERO DE GOLPES :	25	**NÙMERO DE CAPAS :**	5	**PESO MARTILLO :**	10 Lb
ALTURA DE CAÌDA :	18"	**PESO MOLDE gr :**	3791	**VOLUMEN MOLDE cc :**	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5476,8	5621	5626,4	5557,2	5520
Peso suelo húmedo	1685,8	1830	1835,4	1766,2	1729
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1,786	1,939	1,944	1,871	1,832

2.- DETERMINACIÒN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	1-D	1-T	11-B	D-3	C-5	4-A	D-7	4-B	2-F	2-R
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	150,63	138,1	123,3	114,44	174,6	128,6	163,9	125,85	165,25	125,85
Peso seco + recipiente Ws+ rec	140,62	129	111,9	104,14	156,0	116,6	142,9	108,88	141,12	108,97
Peso del recipiente rec	33,05	30,32	27,17	27,44	48,33	47,25	47,06	31,59	49,54	45,04
Peso del agua Ww	10,01	9,05	11,41	10,3	18,61	12	20,99	16,97	24,13	16,88
Peso suelo seco Ws	107,57	98,69	84,68	76,7	107,7	69,31	95,84	77,29	91,58	63,93
Contenido humedad w%	9,3	9,2	13,5	13,4	17,3	17,3	21,9	22,0	26,3	26,4
Contenido humedad promedio w%	9,24		13,45		17,30		21,93		26,38	
Densidad Seca gd	1,635		1,709		1,658		1,534		1,449	



Ɣ máximo= 1,680 **W óptimo % = 13,8**

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector: Santán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 4+000
Ubicación: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015
NORMA: AASHTO T - 180 **MÈTODO:** PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO CBR

MOLDE #		15		18		44	
# DE CAPAS		5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)		10339,6	10427,2	10276,2	10412,2	9796,2	10068,6
PESO MOLDE (gr)		5864,5	5864,5	5965,5	5965,5	5775	5775
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		4475,1	4562,7	4310,7	4446,7	4021,2	4293,6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)		2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)		1,968	2,006	1,896	1,955	1,768	1,888
DENSIDAD SECA (gr/cm3)		1,737	1,969	1,673	1,868	1,565	1,513
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)		1,853		1,770		1,539	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
TARRO #		2-F	M-3	1-D	D-7	3-T	M-1
Wm +TARRO (gr)		198,68	192,71	119,52	147,72	99,99	226,32
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)		181,18	189,52	109,36	143,21	91,72	186,97
PESO AGUA (gr)		17,5	3,19	10,16	4,51	8,27	39,35
PESO TARRO (g)		49,51	20,58	33,03	47,15	28,08	28,11
PESO MUESTRA SECA (gr)		131,67	168,94	76,33	96,06	63,64	158,86
CONTENIDO DE HUMEDAD %		13,29	1,89	13,31	4,69	12,99	24,77
CONTENIDO DE HUMEDAD %		7,590		9,003		18,883	

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

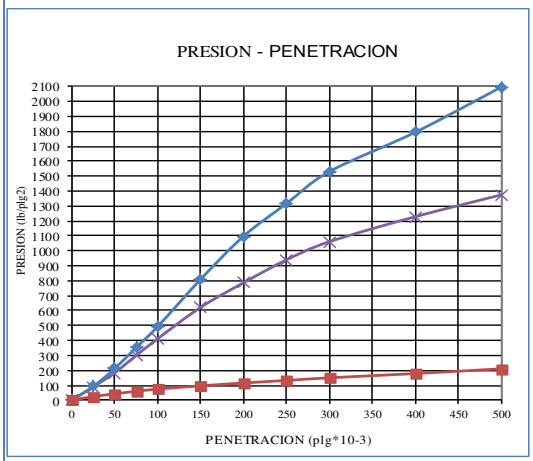
Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 4+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015

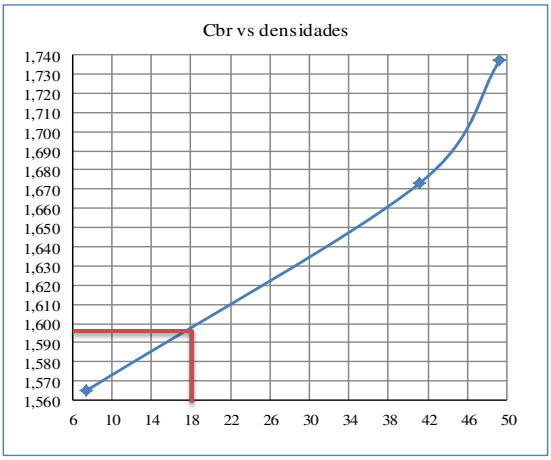
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
24-jun-15	15:10	0	0,10	5,00	0,00	0,00	0,09	5,00	0,00	0,00	0,01	5,00	0,00	0,00
25-jun-15	14:08	1	0,10		0,08	0,02	0,09		0,16	0,03	0,01		0,08	0,02
26-jun-15	14:45	2	0,10		0,16	0,03	0,09		0,32	0,06	0,01		0,16	0,03

ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
		PENET.	LECT	LEIDA	CORRG		LECT	LEIDA	CORRG		LECT	LEIDA	CORRG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	124,5	91,5			121,7	89,4			33,6	24,7		
1	0	50	288,1	211,7			249,6	183,4			58,7	43,1		
1	30	75	480,2	352,8			407,0	299,0			81,9	60,2		
2	0	100	670,2	492,4	492,4	**49**	559,7	411,2	411,2	**41,1**	101,5	74,6	**74,6**	**7,5**
3	0	150	1100,2	808,3			845,8	621,4			131,4	96,5		
4	0	200	1493,2	1097,0			1070,2	786,2			157,2	115,5		
5	0	250	1791,3	1316,0			1278,4	939,2			180,6	132,7		
6	0	300	2083,2	1530,5			1444,2	1061,0			204,6	150,3		
8	0	400	2441,2	1793,5			1672,0	1228,4			243,3	178,7		
10	0	500	2852,0	2095,3			1870,6	1374,3			286,6	210,6		
CBR corregido						**49**				**41,1**				**7,5**





Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm^3	1,737	49,24	%
gr/cm^4	1,673	41,12	%
gr/cm^5	1,565	7,46	%

Densidad Máx	1,680	gr/cm^3
95% de DM	1,596	gr/cm^3
CBR PUNTUAL		**18** %

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi

REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

ANEXO 3D

ESTUDIO DE SUELOS

MUESTRA Nº 3
Km 6+000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS

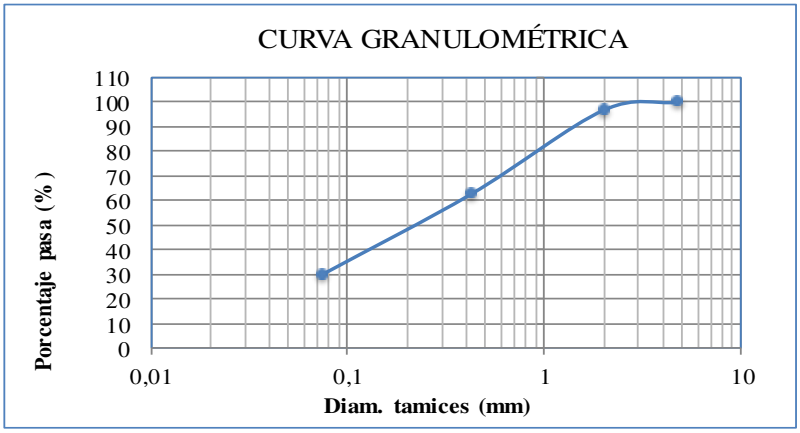
Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación: Cantón Latacunga-Cotopaxi
Sector: Santán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 6+000
UBICACIÓN: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015

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	2,00	14,47	3,22	96,78
N 30	0,59			
N 40	0,425	167,46	37,25	62,75
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	314,77	70,01	29,99
PASA EL N 200		134,82	29,99	
TOTAL		**449,59**		
PESO ANTES DEL LAVADO		449,59		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		314,77		
TOTAL - DIFERENCIA		134,82		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

P recipiente+P suelo humedo (g)	P recipiente+P suelo seco (g)	P. recipiente (g)	P agua (g)	P suelo seco (g)
242,8	228,21	98,1	14,59	130,11
W %		**11,2**		

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 6+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	**MÈTODO:**	AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

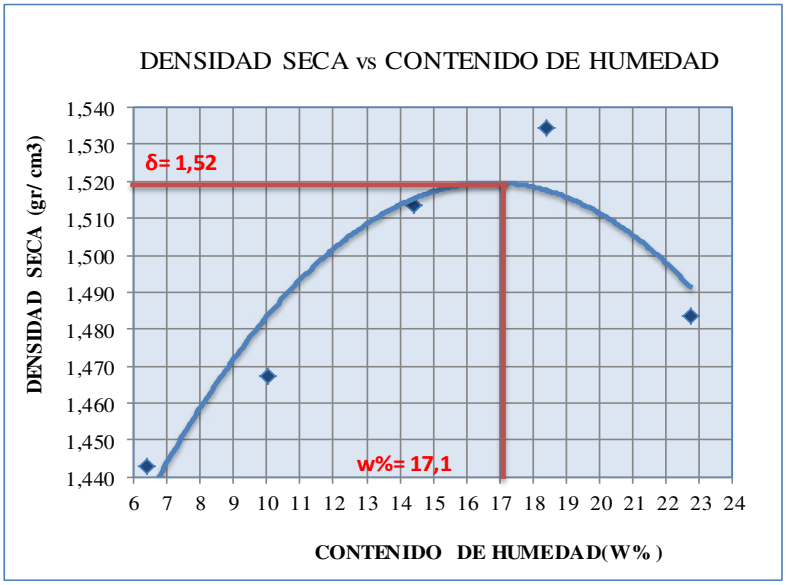
NUMERO DE GOLPES :	25	**NÙMERO DE CAPAS :**	5	**PESO MARTILLO :**	10 Lb
ALTURA DE CAÌDA :	18"	**PESO MOLDE gr :**	3791	**VOLUMEN MOLDE cc :**	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	240	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5240,2	5315,2	5426,2	5505,8	5510
Peso suelo húmedo	1449,2	1524,2	1635,2	1714,8	1719
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1,535	1,615	1,732	1,817	1,821

2.- DETERMINACIÒN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	3-T	4-B	1-T	C-5	4-B	4-A	11-B	8-B	1-D	2-R
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	130,27	118,5	142,4	125,54	135,8	122,9	149,1	120,61	162,6	132,56
Peso seco + recipiente Ws+ rec	124,12	113,3	132,2	118,45	122,7	113,3	130,2	106,85	138,64	116,32
Peso del recipiente rec	28,03	31,6	30,37	48,36	31,59	47,25	27,17	32,27	33,07	45,04
Peso del agua Ww	6,15	5,2	10,15	7,09	13,09	9,57	18,88	13,76	23,96	16,24
Peso suelo seco Ws	96,09	81,72	101,8	70,09	91,08	66,03	103	74,58	105,57	71,28
Contenido humedad w%	6,4	6,4	10,0	10,1	14,4	14,5	18,3	18,4	22,7	22,8
Contenido humedad promedio w%	6,38		10,04		14,43		18,39		22,74	
Densidad Seca gd	1,443		1,467		1,514		1,534		1,484	



Y máximo= 1,520 **W óptimo % = 17,1**

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector: Santán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 6+000
Ubicación: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015
NORMA: AASHTO T - 180 **MÈTODO:** PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO CBR

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12079	12206,6	12094,8	12293,4	12283	12604,2
PESO MOLDE (gr)	7991	7991	8080	8080	8566	8566
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4088	4215,6	4014,8	4213,4	3717	4038,2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,798	1,854	1,766	1,853	1,635	1,776
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,536	1,708	1,513	1,622	1,403	1,054
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,622		1,567		1,229	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-F	D-5	2-R	4-A	3-T	4-B
Wm +TARRO (gr)	174,25	186,17	207,05	156,9	137,9	124,92
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	156,11	176,73	183,84	143,21	122,36	86,97
PESO AGUA (gr)	18,14	9,44	23,21	13,69	15,54	37,95
PESO TARRO (g)	49,5	65,84	45,03	47,16	28,06	31,59
PESO MUESTRA SECA (gr)	106,61	110,89	138,81	96,05	94,3	55,38
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17,02	8,51	16,72	14,25	16,48	68,53
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12,764		15,487		42,503	

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

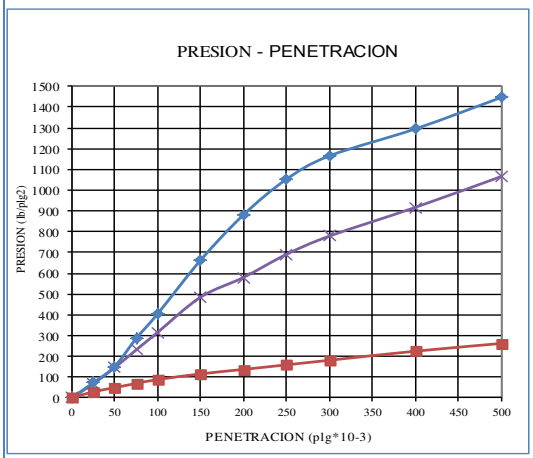
Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 6+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015

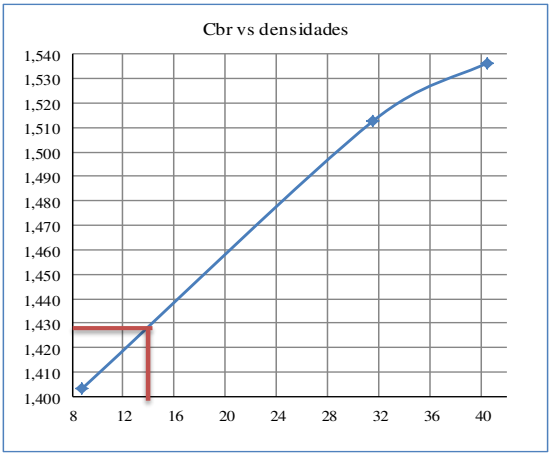
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
25-jun-15	15:10	0	0,06	5,00	0,00	0,00	0,04	5,00	0,00	0,00	0,07	5,00	0,00	0,00
26-jun-15	14:08	1	0,07		0,08	0,02	0,04		0,08	0,02	0,07		0,08	0,02
27-jun-15	14:45	2	0,07		0,16	0,03	0,04		0,16	0,03	0,07		0,16	0,03

ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
		PENET.	LECT	LEIDA	CORRG		LECT	LEIDA	CORRG		LECT	LEIDA	CORRG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	98,8	72,6			91,7	67,4			39,3	28,9		
1	0	50	205,2	150,8			198,2	145,6			66,6	48,9		
1	30	75	388,2	285,2			313,6	230,4			94,6	69,5		
2	0	100	550,2	404,2	404,2	**40**	429,0	315,2	315,2	**31,5**	119,6	87,9	**87,9**	**8,8**
3	0	150	901,4	662,2			659,6	484,6			157,1	115,4		
4	0	200	1199,4	881,2			789,2	579,8			186,4	136,9		
5	0	250	1432,2	1052,2			940,2	690,7			216,4	159,0		
6	0	300	1585,6	1164,9			1059,9	778,7			246,3	180,9		
8	0	400	1762,5	1294,9			1248,2	917,0			305,8	224,7		
10	0	500	1968,5	1446,2			1450,6	1065,7			356,5	261,9		
CBR corregido						**40**				**31,5**				**8,8**





Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm^3	1,536	40,42	%
gr/cm^4	1,513	31,52	%
gr/cm^5	1,403	8,79	%

Densidad Máx	1,520	gr/cm^3
95% de DM	1,444	gr/cm^3
CBR PUNTUAL		**17** %

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi

REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

ANEXO 4D

ESTUDIO DE SUELOS

MUESTRA Nº 4
Km 8+000

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Ubicación: Cantón Latacunga-Cotopaxi

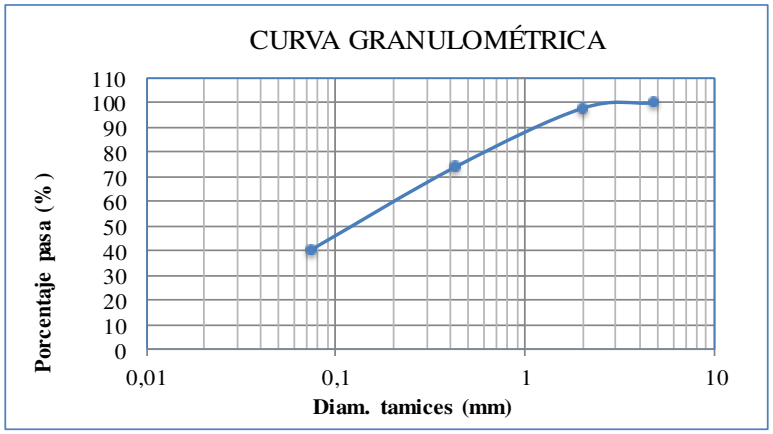
Sector: Santán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 8+000

UBICACIÓN: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015

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	2,00	8,94	2,17	97,83
N 30	0,59			
N 40	0,425	106,99	26,01	73,99
N 50	0,30			
N 100	0,149			
N 200	0,074	244,59	59,47	40,53
PASA EL N 200		166,72	40,53	
TOTAL		**411,31**		
PESO ANTES DEL LAVADO		411,31		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		244,59		
TOTAL - DIFERENCIA		166,72		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

P recipiente+P suelo humedo (g)	P recipiente+P suelo seco (g)	P. recipiente (g)	P agua (g)	P suelo seco (g)
114,63	99,07	26,91	15,56	72,16
W %		**21,6**		

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 8+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015
NORMA:	AASHTO T - 180	**MÈTODO:**	AASHTO MODIFICADO

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

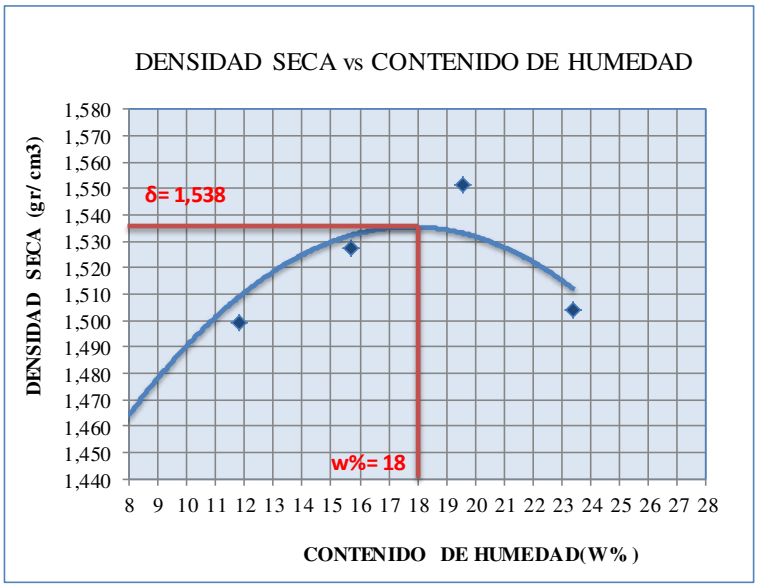
NUMERO DE GOLPES :	25	**NÙMERO DE CAPAS :**	5	**PESO MARTILLO :**	10 Lb
ALTURA DE CAÌDA :	18"	**PESO MOLDE gr :**	3791	**VOLUMEN MOLDE cc :**	944

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	4	8	12	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	80	160	24	320	400
P molde + suelo húmedo (gr)	5266,2	5373,8	5459	5542	5543
Peso suelo húmedo	1475,2	1582,8	1668	1751	1752
Densidad Hùmeda en gr/cm3	1,563	1,677	1,767	1,855	1,856

2.- DETERMINACIÒN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-7	4-B	2-R	1-T	C-5	4-A	2-F	1-D	6-T	11-B
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	207,85	120,5	160,6	132,12	142,4	128,3	202,1	122,12	205,91	128,57
Peso seco + recipiente Ws+ rec	197,09	114,5	148,3	121,4	129,7	117,3	177,2	107,52	175,86	109,21
Peso del recipiente rec	47,09	31,6	45,03	30,33	48,34	47,25	49,5	33,06	46,79	26,91
Peso del agua Ww	10,76	5,99	12,26	10,72	12,7	11,01	24,91	14,6	30,05	19,36
Peso suelo seco Ws	150	82,92	103,3	91,07	81,31	70,07	127,7	74,46	129,07	82,3
Contenido humedad w%	7,2	7,2	11,9	11,8	15,6	15,7	19,5	19,6	23,3	23,5
Contenido humedad promedio w%	7,20		11,82		15,67		19,56		23,40	
Densidad Seca gd	1,458		1,499		1,528		1,551		1,504	



Y máximo= 1,538 **W óptimo % = 18,0**

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

Sector: Santán Grande-Colatoa **ABSCISA:** Km 8+000
Ubicación: Cantón Latacunga **FECHA:** Ambato, 25-06- 2015
NORMA: AASHTO T - 180 **MÈTODO:** PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO CBR

MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	12652,4	12748	12377,2	12571,2	12225,4	12547,2
PESO MOLDE (gr)	8311,2	8311,2	8369,6	8369,6	8453,7	8453,7
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	4341,2	4436,8	4007,6	4201,6	3771,7	4093,5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1,887	1,928	1,742	1,826	1,639	1,779
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,593	1,612	1,480	1,484	1,390	1,404
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,603		1,482		1,397	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	2-R	11-B	D-7	D-3	C-5	1-T
Wm +TARRO (gr)	183,37	104,21	182,99	95,24	179,97	119,84
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	161,85	91,55	162,56	82,56	159,98	100,99
PESO AGUA (gr)	21,52	12,66	20,43	12,68	19,99	18,85
PESO TARRO (g)	45,03	26,89	47,09	27,44	48,37	30,32
PESO MUESTRA SECA (gr)	116,82	64,66	115,47	55,12	111,61	70,67
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18,42	19,58	17,69	23,00	17,91	26,67
CONTENIDO DE HUMEDAD %	19,000		20,349		22,292	

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
ESTUDIO DE SUELOS
COMPACTACIÒN

Proyecto: "EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LOS BARRIOS SANTÁN GRANDE Y COLATOA DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES"

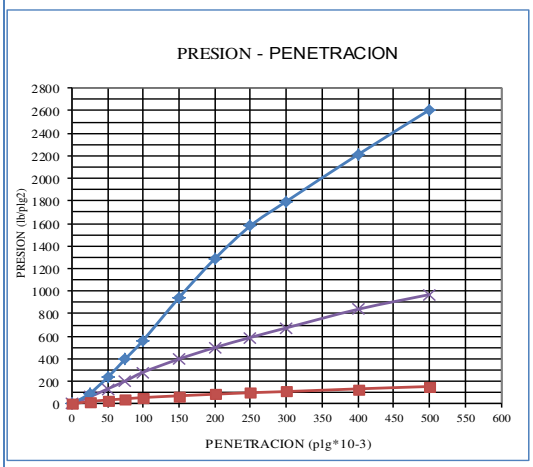
Sector:	Santán Grande-Colatoa	**ABSCISA:**	Km 8+000
Ubicación:	Cantón Latacunga	**FECHA:**	Ambato, 25-06- 2015

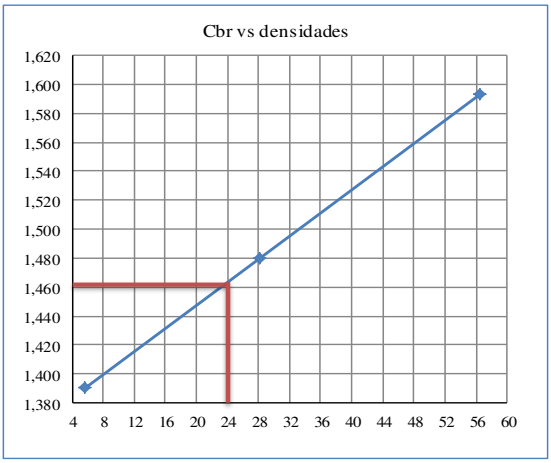
ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO
LECTURA DIAL en Plgs*10-2

MOLDE NUMERO			**15**				**18**				**44**			
FECHA	**TIEMPO**		**LECT**	**h**	**ESPONJ**		**LECT**	**h**	**ESPONJ**		**LECT**	**h**	**ESPONJ**	
DIA Y MES	**HORA**	**DIAS**	**DIAL**	**Mues**	**Plgs.**	**%**	**DIAL**	**Mues**	**Plgs.**	**%**	**DIAL**	**Mues**	**Plgs.**	**%**
			Plgs.	**Plgs.**	***10-2**		**Plgs.**	**Plgs.**	***10-2**		**Plgs.**	**Plgs.**	***10-2**	
27-jun-15	15:10	0	0,06	5,00	0,00	0,00	0,03	5,00	0,00	0,00	0,06	5,00	0,00	0,00
28-jun-15	14:08	1	0,06		0,28	0,06	0,04		0,32	0,06	0,06		0,20	0,04
29-jun-15	14:45	2	0,06		0,51	0,10	0,04		0,52	0,10	0,06		0,48	0,10

ENSAYO DE CARGA PENETRACION
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb AREA DEL PISTON: 3pl2

MOLDE NUMERO			**15**				**18**				**44**			
TIEMPO			**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**	**Q**	**PRESIONES**		**CBR**
		PENET.	**LECT**	**LEIDA**	**CORRG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORRG**		**LECT**	**LEIDA**	**CORRG**	
MIN	**SEG**	**" 10-3**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**	**DIAL**	**lb/plg2**		**%**
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	125,4	92,1			83,2	61,1			28,3	20,8		
1	0	50	318,4	233,9			180,6	132,7			47,6	35,0		
1	30	75	543,2	399,1			277,1	203,6			61,8	45,4		
2	0	100	769,2	565,1	565,1	**57**	383,4	281,7	281,7	**28,2**	77,3	56,8	**56,8**	**5,7**
3	0	150	1282,3	942,1			542,2	398,3			98,3	72,2		
4	0	200	1752,4	1287,4			680,4	499,9			117,3	86,2		
5	0	250	2151,2	1580,4			802,6	589,6			135,9	99,8		
6	0	300	2445,2	1796,4			918,2	674,6			149,6	109,9		
8	0	400	3010,0	2211,3			1142,6	839,4			182,1	133,8		
10	0	500	3550,0	2608,1			1320,6	970,2			210,6	154,7		
CBR corregido						**57**				**28,2**				**5,7**





Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm^3	1,593	56,51	%
gr/cm^4	1,480	28,17	%
gr/cm^5	1,390	5,68	%

Densidad Máx	1,538	gr/cm^3
95% de DM	1,461	gr/cm^3
CBR PUNTUAL		**24** %

ENSAYADO POR: Egda. Sandra Tipantaxi

REVSADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida

ANEXO E

ECUACIONES PLUVIOMÉTRICAS

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5 min < 130 min 130 min < 1440 min	ITR = 47.926 t ^ - 0.3387 IdTR ITR = 787.57 t ^ - 0.9154 IdTR
2	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	ITR = 19.305 t ^ - 0.1332 IdTR ITR = 115.4 t ^ - 0.6546 IdTR
3	5 min < 90 min 90 min < 1440 min	ITR = 53.369 t ^ - 0.3278 IdTR ITR = 639.52 t ^ - 0.8838 IdTR
4	5 min < 20 min 20 min < 1440 min	ITR = 56.507 t ^ - 0.2694 IdTR ITR = 247.71 t ^ - 0.7621 IdTR
5	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 54.719 t ^ - 0.3875 IdTR ITR = 197.81 t ^ - 0.7378 IdTR
6	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 57.598 t ^ - 0.4267 IdTR ITR = 344.08 t ^ - 0.7982 IdTR
7	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 97.005 t ^ - 0.403 IdTR ITR = 869.87 t ^ - 0.9346 IdTR
8	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	ITR = 80.068 t ^ - 0.3683 IdTR ITR = 351.73 t ^ - 0.7977 IdTR
9	5 min < 116 min 116 min < 1440 min	ITR = 40.035 t ^ - 0.341 IdTR ITR = 355.49 t ^ - 0.8043 IdTR
10	5 min < 88 min 88 min < 1440 min	ITR = 40.414 t ^ - 0.3124 IdTR ITR = 356.17 t ^ - 0.8009 IdTR
11	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 137.27 t ^ - 0.5153 IdTR ITR = 578.56 t ^ - 0.8736 IdTR
12	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	ITR = 138.01 t ^ - 0.4882 IdTR ITR = 674.13 t ^ - 0.8935 IdTR
13	5 min < 36 min 36 min < 1440 min	ITR = 76.96 t ^ - 0.2953 IdTR ITR = 642.11 t ^ - 0.8898 IdTR
14	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 133.83 t ^ - 0.4283 IdTR ITR = 800.89 t ^ - 0.9189 IdTR
15	5 min < 230 min 230 min < 1440 min	ITR = 110.85 t ^ - 0.4943 IdTR ITR = 3197.1 t ^ - 1.1077 IdTR
16	5 min < 25 min 25 min < 1440 min	ITR = 76.946 t ^ - 0.4583 IdTR ITR = 174.47 t ^ - 0.7143 IdTR
17	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 201.28 t ^ - 0.4573 IdTR ITR = 1415.8 t ^ - 0.9947 IdTR
18	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	ITR = 69.036 t ^ - 0.335 IdTR ITR = 510.71 t ^ - 0.849 IdTR
19	5 min < 115 min 115 min < 1440 min	ITR = 115.98 t ^ - 0.4844 IdTR ITR = 1223.8 t ^ - 0.9751 IdTR
20	5 min < 40 min 40 min < 1440 min	ITR = 53.316 t ^ - 0.3021 IdTR ITR = 308.38 t ^ - 0.7782 IdTR
21	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 28.784 t ^ - 0.4507 IdTR ITR = 30.993 t ^ - 0.472 IdTR
22	5 min < 67 min 67 min < 1440 min	ITR = 48.772 t ^ - 0.3533 IdTR ITR = 266.64 t ^ - 0.7687 IdTR
23	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 54.246 t ^ - 0.4596 IdTR ITR = 89.858 t ^ - 0.6234 IdTR
24	5 min < 41 min 41 min < 1440 min	ITR = 177.26 t ^ - 0.5938 IdTR ITR = 446.46 t ^ - 0.843 IdTR
25	5 min < 60 min 60 min < 1440 min	ITR = 97.389 t ^ - 0.6117 IdTR ITR = 125.73 t ^ - 0.6643 IdTR
26	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 163.15 t ^ - 0.5018 IdTR ITR = 2477.3 t ^ - 1.007 IdTR
27	5 min < 46 min 46 min < 1440 min	ITR = 76.133 t ^ - 0.3477 IdTR ITR = 539 t ^ - 0.8634 IdTR
28	5 min < 81 min 81 min < 1440 min	ITR = 82.756 t ^ - 0.4722 IdTR ITR = 357.27 t ^ - 0.8077 IdTR
29	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	ITR = 75.204 t ^ - 0.4828 IdTR ITR = 371.89 t ^ - 0.8152 IdTR
30	5 min < 79min 79 min < 1440 min	ITR = 42.089 t ^ - 0.2952 IdTR ITR = 432.57 t ^ - 0.8304 IdTR
31	5 min < 49 min 49 min < 1440 min	ITR = 42.22 t ^ - 0.1828 IdTR ITR = 643.99 t ^ - 0.8852 IdTR
32	5 min < 155 min 155 min < 1440 min	ITR = 87.677 t ^ - 0.4796 IdTR ITR = 850.65 t ^ - 0.9257 IdTR
33	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	ITR = 170.39 t ^ - 0.5052 IdTR ITR = 515.76 t ^ - 0.8594 IdTR
34	5 min < 35 min 35 min < 1440 min	ITR = 147.98 t ^ - 0.4279 IdTR ITR = 882.9 t ^ - 0.9351 IdTR
35	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	ITR = 92.854 t ^ - 0.4083 IdTR ITR = 480.47 t ^ - 0.8489 IdTR

ANEXO F

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 1 **HOJA 1 de 14**
DETALLE: LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO **UNIDAD:** Ha
RENDIMIENTO: 3

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					3,475
Excavadora oruga	1,000	47,000	47,000	2,667	125,349
Cargadora frontal	1,000	35,200	35,200	2,667	93,878
Volqueta (8m³)	2,000	25,000	50,000	2,667	133,350
				SUBTOTAL M	356,053

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador tractor carriles o ruedas (C1)	1,000	3,570	3,570	2,667	9,521
Ay. Maquinaria (sin título) (C3)	1,000	3,220	3,220	2,667	8,588
Chofer Prof. Lic Tipo E camión art. y lo comprendido en calse B (C1)	2,000	4,670	9,340	2,667	24,910
Operador Cargadora Frontal (C1)	1,000	3,570	3,570	2,667	9,521
Peón (E2)	2,000	3,180	6,360	2,667	16,962
				SUBTOTAL N	69,502

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL O	

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	425,55
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	85,11
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	510,67
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**510,67**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 2 **HOJA 2 de 14**
DETALLE: REPLANTEO Y NIVELACIÓN **UNIDAD:** ml
RENDIMIENTO: 570

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,007
Equipo topográfico	1,000	20,000	20,000	0,014	0,280
				SUBTOTAL M	0,287

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topografo (C1)	1,000	3,570	3,570	0,014	0,050
Cadenero (D2)	2,000	3,220	6,440	0,014	0,090
				SUBTOTAL N	0,140

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Estacas de madera	u	0,070	1,500	0,105
Pintura de caucho	gl	0,020	12,500	0,250
			SUBTOTAL O	0,355

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	0,00

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	0,78
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0,16
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,94
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**0,94**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 3 **HOJA 3 de 14**
DETALLE: EXCAVACION SIN CLASIFICAR INCL. DESALOJO **UNIDAD:** m3
RENDIMIENTO: 500

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,021
Excavadora oruga	1,000	47,000	47,000	0,016	0,752
Cargadora Fortal	2,000	35,200	70,400	0,016	1,126
Volqueta (8m³)	2,000	25,000	50,000	0,016	0,800
				SUBTOTAL M	2,700

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador equipo pesado (CI)	3,000	3,570	10,710	0,016	0,171
Ayudante de maquinaria (C3)	2,000	3,220	6,440	0,016	0,103
Chofer Prof. Lic Tipo E camión art. y lo comprendido en calse B (C1)	2,000	4,670	9,340	0,016	0,149
				SUBTOTAL N	0,424

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL O	

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,12
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0,62
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,75
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**3,75**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 4 — **HOJA 4 de 14**
DETALLE: EXCAVACIÓN PARA CUNETAS INCL. DESALOJO — **UNIDAD:** m3
RENDIMIENTO: 80

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,059
Excavadora oruga	1,000	47,000	47,000	0,100	4,700
Cargadora Fortal	1,000	35,200	35,200	0,100	3,520
Volqueta (8m³)	1,000	25,000	25,000	0,100	2,500
				SUBTOTAL M	10,779

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador equipo pesado (CI)	2,000	3,570	7,140	0,100	0,714
Chofer Prof. Lic Tipo E camión art. y lo comprendido en calse B (C1)	1,000	4,670	4,670	0,100	0,467
				SUBTOTAL N	1,181

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL O	

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	11,96
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	2,39
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,35
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**14,35**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 5 **HOJA** 5 de 14
DETALLE: RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO **UNIDAD:** m3
RENDIMIENTO: 960

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,011
Motonoveladora	1,000	44,000	44,000	0,010	0,440
Rodillo vibratorio liso	1,000	7,500	7,500	0,010	0,075
Tanquero	1,000	12,000	12,000	0,010	0,120
				SUBTOTAL M	0,646

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Ay. Maquinaria (sin título) (C3)	2,000	3,220	3,010	0,010	0,030
Operador motoniveladora	1,000	3,570	3,570	0,010	0,036
Peón (E2)	2,000	3,180	6,360	0,010	0,064
Chofer Prof. Li. Tipo E camión art. Y lo comprendido en clase B (C1)	1,000	4,670	4,670	0,010	0,047
Operador de rodillo autopropulsado (C2)	1,000	3,390	3,390	0,010	0,034
				SUBTOTAL N	0,210

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL O	

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	0,86
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0,17
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,03
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**1,03**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 6 **HOJA 6 de 14**
DETALLE: LIMPIEZA DE DERRUMBES **UNIDAD:** m3
RENDIMIENTO: 400

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,023
Excavadora oruga	1,000	47,000	47,000	0,020	0,940
Volqueta 8m³	2,000	25,000	50,000	0,020	1,000
Cargadora frontal	1,000	35,200	35,200	0,020	0,704
				SUBTOTAL M	2,667

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador tractor carriles o ruedas (C1)	1,000	3,570	3,570	0,020	0,071
Ay. Maquinaria (sin título) (C3)	2,000	3,220	6,440	0,020	0,129
Chofer Prof. Li. Tipo E camión art. Y lo comprendido en clase B (C1)	2,000	4,670	9,340	0,020	0,187
Operador Cargadora Frontal (C1)	1,000	3,570	3,570	0,020	0,071
				SUBTOTAL N	0,458

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL O	

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,13
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	0,63
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,75
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**3,75**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 7 **HOJA 7 de 14**
DETALLE: PROVISIÓN, TENDIDO Y COMPACTACION DE BASE GRANULAR CLASE 2 **UNIDAD:** m3
RENDIMIENTO: 800

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,014
Motonoveladora	1,000	44,000	44,000	0,010	0,440
Rodillo vibratorio	1,000	40,000	40,000	0,010	0,400
Tanquero	1,000	37,000	37,000	0,010	0,370
Volqueta 8m³	1,000	25,000	25,000	0,010	0,250
				SUBTOTAL M	1,474

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador motoniveladora (C1)	1,000	3,570	3,570	0,010	0,036
Operador de rodillo autopropulsado (C2)	1,000	3,390	3,390	0,010	0,034
Chofer Prof. Li. Tipo E camión art. Y lo comprendido en clase B (C1)	2,000	4,670	9,340	0,010	0,093
Peón (E2)	2,000	3,180	6,360	0,010	0,064
Ay.Maquinaria (sin título) (C3)	1,000	3,220	6,020	0,010	0,060
				SUBTOTAL N	0,287

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Agua	m³	0,050	1,000	0,050
Material de Base Clase 2	m³	1,100	7,000	7,700
			SUBTOTAL O	7,750

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Material de Base Clase 2	m³	1,100	11,250	12,375
			SUBTOTAL P	12,38

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	21,89
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	4,38
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	26,26
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**26,26**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 8 **HOJA 8 de 14**
DETALLE: HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA INCL. IMPRIMACIÓN, e=5 cm **UNIDAD:** m2
RENDIMIENTO: 1160

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,050
Plt. De asfalto completa 110T	1,000	125,000	125,000	0,010	1,250
Cargadora Frontal 225 HP	2,000	35,200	70,400	0,010	0,704
Terminadora de asfalto 170 HP	1,000	47,000	47,000	0,010	0,470
Rodillo vibratorio liso 125 HP	2,000	40,000	80,000	0,010	0,800
Distribuidor de asfalto	2,000	47,000	94,000	0,010	0,940
Escoba mecánica	1,000	40,000	40,000	0,010	0,400
Volqueta 8m³	4,000	25,000	100,000	0,010	1,000
				SUBTOTAL M	5,614

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador planta asfáltica (C2)	1,000	3,390	3,390	0,010	0,034
Peón (E2)	12,000	3,180	38,160	0,010	0,382
Ay.Maquinaria (sin título) (C3)	4,000	3,220	12,880	0,010	0,129
Operador Cargadora Frontal (C1)	2,000	3,570	7,140	0,010	0,071
Operador Distribuidor de asfalto (C2)	2,000	3,390	6,780	0,010	0,068
Operador Barredora autopropulsada (C2)	1,000	3,390	3,390	0,010	0,034
Operador Rodillo autopropulsado (C2)	2,000	3,390	6,780	0,010	0,068
Chofer Prof. Li. Tipo E camión art. Y lo comprendido en clase B (C1)	4,000	4,670	18,680	0,010	0,187
Operador equipo pesado (C2)	1,000	3,390	3,390	0,010	0,034
				SUBTOTAL N	1,006

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Arena	m³	0,012	10,250	0,123
Asfalto	kg	5,000	0,300	1,500
Agregado para carpeta asfáltica	m³	0,060	4,000	0,240
Diesel	gl	0,350	1,250	0,438
			SUBTOTAL O	2,301

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Arena	m³	0,012	0,220	0,003
Asfalto	kg	5,000	0,150	0,750
Agregado para carpeta asfáltica	m³	0,060	0,220	0,013
Diesel	gl	0,350	0,050	0,018
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	8,92
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	1,78
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	10,70
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**10,70**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 9 **HOJA** 9 de 14
DETALLE: CUNETAS DE HORMIGÓN SIMPLE , f'c= 180 Kg/cm2, INCL. ENCOFRADO **UNIDAD:** ml
RENDIMIENTO: 42

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,700
Concretera	2,000	5,000	10,000	0,190	1,900
Vibrador	2,000	4,400	8,800	0,190	1,672
				SUBTOTAL M	4,272

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E2)	18,000	3,180	57,240	0,190	10,876
Ay. Albañil (E2)	2,000	3,220	6,440	0,190	1,224
Albañil (D2)	2,000	3,220	6,440	0,190	1,224
Maestro de obra (C2)	1,000	3,570	3,570	0,190	0,678
				SUBTOTAL N	14,001

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento Portland Tipo I	saco	1,590	7,020	11,162
Arena	m³	0,070	10,250	0,718
Ripio	m³	0,100	9,630	0,963
Agua	m³	0,020	0,800	0,016
Encofrado metálico	ml	0,500	6,000	3,000
			SUBTOTAL O	15,858

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	34,13
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	6,83
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	40,96
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**40,96**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 10 **HOJA** 10 de 14
DETALLE: HORMIGÓN SIMPLE , f'c= 180 Kg/cm2, INCL. ENCOFRADO **UNIDAD:** m3
RENDIMIENTO: 7

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					2,144
Concreta	1,000	5,000	5,000	1,140	5,700
Vibrador a gasolina	1,000	4,400	4,400	1,140	5,016
				SUBTOTAL M	12,860

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E2)	9,000	3,180	28,620	1,140	32,627
Ay. Albañil (E2)	1,000	3,220	3,220	1,140	3,671
Albañil (D2)	1,000	3,220	3,220	1,140	3,671
Maestro de obra (C2)	1,000	3,570	2,560	1,140	2,918
				SUBTOTAL N	42,887

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento Portland Tipo I	saco	6,690	7,020	46,964
Arena	m³	0,650	10,250	6,663
Ripio	m³	0,950	9,630	9,149
Agua	m³	0,226	2,000	0,452
Tabla de encofrado 20 cm	u	9,300	1,670	15,531
Puntales	ml	5,300	1,100	5,830
Alambre galvanizado # 12	kg	0,005	2,140	0,011
			SUBTOTAL O	84,599

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	140,35
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	28,07
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	168,41
VALOR OFERTADO	**168,41**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Latacunga, Noviembre de 2015

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 11 **HOJA** 11 de 14
DETALLE: TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO TIPO PVC ϕ 400 MM **UNIDAD:** ml
RENDIMIENTO: 24

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,328
Excavadora de oruga	1,000	35,000	35,000	0,330	11,550
				SUBTOTAL M	11,878

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E2)	3,000	3,180	9,540	0,330	3,148
Operador equipo pesado (CI)	1,000	3,570	3,570	0,330	1,178
Ay. Maquinaria (sin título) (C3)	1,000	3,220	3,220	0,330	1,063
Maestro de obra (C2)	1,000	3,570	3,570	0,330	1,178
				SUBTOTAL N	6,567

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tubera para alcantarillaTipo PVC ϕ 400 mm	ml	1,000	10,000	10,000
			SUBTOTAL O	10,000

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	0,00

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	28,45
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	5,69
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	34,13
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**34,13**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 12 **HOJA** 12 de 14
DETALLE: NIVELACIÓN DE POZOS DE REVISIÓN **UNIDAD:** u
RENDIMIENTO: 10

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,867
				SUBTOTAL M	0,867

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (E2)	5,000	3,180	15,900	0,800	12,720
Albañil (D2)	1,000	3,220	3,220	0,800	2,576
Maestro de obra (C2)	1,000	3,570	2,560	0,800	2,048
				SUBTOTAL N	17,344

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Cemento Portland Tipo I	kg	100,000	0,140	14,000
Arena	m³	0,250	10,250	2,563
Ripio	m³	0,400	9,630	3,852
Agua	m³	0,010	2,000	0,020
Ladrillo mambrón	u	30,000	0,240	7,200
			SUBTOTAL O	27,635

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	45,85
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	9,17
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	55,01
VALOR OFERTADO	**55,01**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Latacunga, Noviembre de 2015

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 13 **HOJA** 13 de 14
DETALLE: SEÑALIZACIÓN VERTICAL **UNIDAD:** u
RENDIMIENTO: 5

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					1,630
Aplicador pinta rayas vial	1,000	1,870	1,870	1,600	2,992
Cortadora de plancha	1,000	1,870	1,870	1,600	2,992
Cortadora mecánica	1,000	1,870	1,870	1,600	2,992
Soldadora eléctrica	1,000	3,000	1,980	1,600	3,168
				SUBTOTAL M	13,774

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro soldador esp. (C1)	2,000	3,570	7,140	1,600	11,424
Ay. soldador (E2)	1,000	3,220	3,220	1,600	5,152
Albañil (D2)	2,000	3,220	6,440	1,600	10,304
Maestro de obra (C2)	1,000	3,570	3,570	1,600	5,712
				SUBTOTAL N	32,592

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Tool galvanizao 0,75 „-galv	m²	0,700	6,100	4,270
Tubo galvanizado poste 2"	m	3,900	14,900	58,110
Perno inoxidable	u	2,100	0,500	1,050
Vinil Fondo	m	0,700	22,550	15,785
Vinil fondo opaco gráfico	gl	0,700	11,300	7,910
Diluyente	gl	0,050	7,320	0,366
Ángulo 30*30 mm	m	3,100	0,760	2,356
			SUBTOTAL O	89,847

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	136,21
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	27,24
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	163,46
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**163,46**

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: 14 **HOJA** 14 de 14
DETALLE: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL **UNIDAD:** km
RENDIMIENTO: 8

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrmienta menor 5% de M.O.					0,322
Aplicador pinta rayas vial	1,000	2,450	2,450	1,000	2,450
Camioneta	1,000	5,000	5,000	1,000	5,000
				SUBTOTAL M	7,772

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	REQUERIMIENTO R	COSTO D=C*R
Pintor (D2)	2,000	3,220	6,440	1,000	6,440
				SUBTOTAL N	6,440

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
Microesferas de vidrio 25 Kg	kg	3,000	8,200	24,600
Varios	glb	1,500	1,130	1,695
Pintura de tráfico	gl	6,500	28,610	185,965
Diluyente	gl	0,200	7,450	1,490
			SUBTOTAL O	213,750

TRANSPORTE


DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P	

	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	227,96
	INDIRECTOS Y UTILIDAD 20%	45,59
	OTROS INDIRECTOS	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA	COSTO TOTAL DEL RUBRO	273,55
Latacunga, Noviembre de 2015	VALOR OFERTADO	**273,55**

ANEXO G

PLANOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.	ESCALA: EH - 1:1000, EV - 1:100	
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL	FECHA: NOVIEMBRE-2015	
ZONA: ONDULADO	CLASE: IV	PROYECTO: DEFINITIVO
PROVINCIA: COTOPAXI	ABSCISA: 0+000.00 - 1+000.00	
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	TRAMO: 1 — PLANO: 1/3



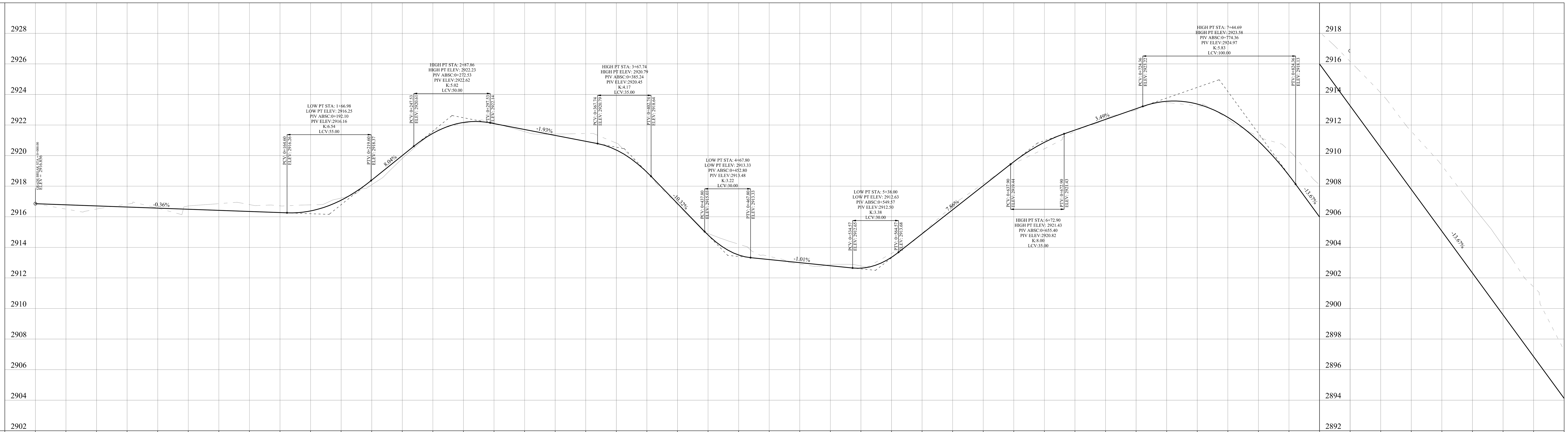
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
ESC: 1-50

DISEÑO HORIZONTAL

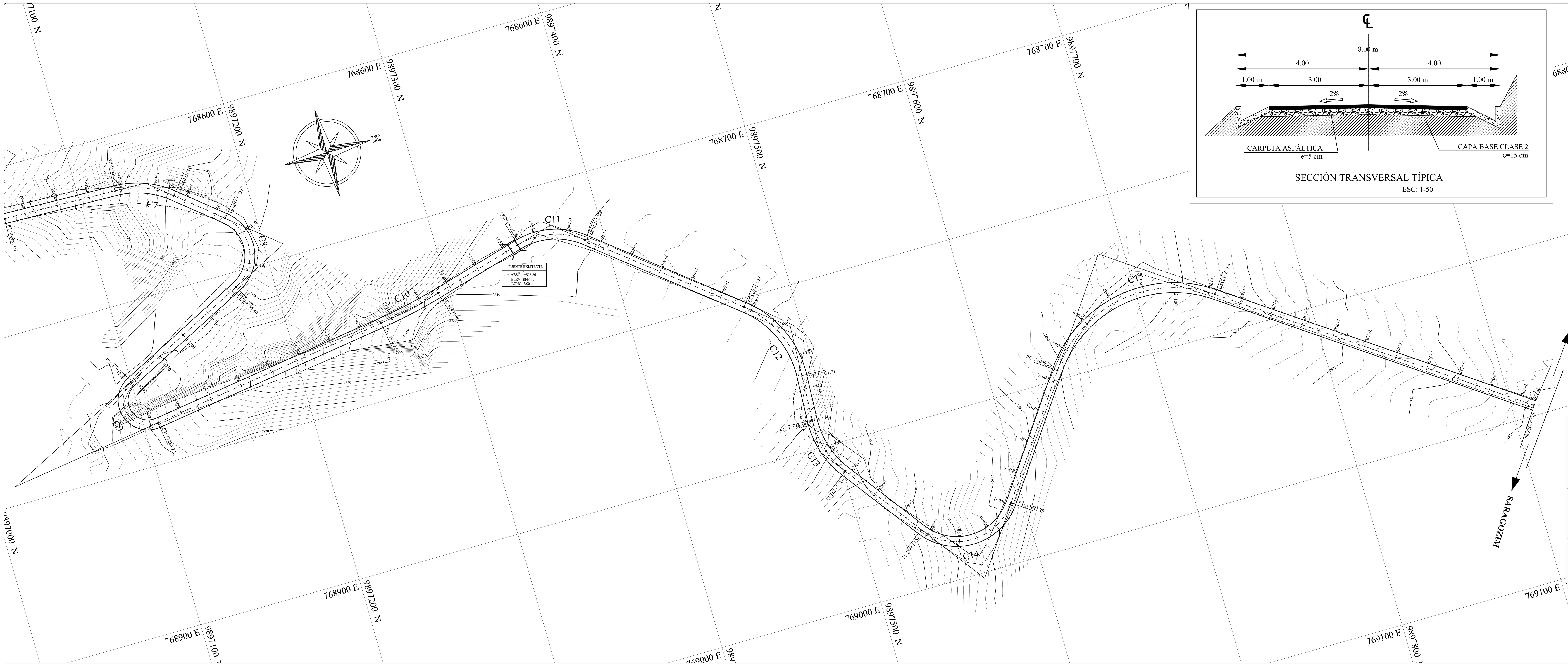
CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C1	560.00	41.04	0.376	20.529	4°11'55.89"	0+096.37	0+075.84	0+116.88	41.030
C2	125.00	71.85	5.347	36.950	32°56'08.53"	0+223.29	0+186.34	0+258.20	70.869
C3	175.00	47.52	1.625	23.906	15°33'26.77"	0+327.93	0+304.02	0+351.54	47.372
C4	150.00	30.87	0.798	15.488	11°47'25.42"	0+440.17	0+424.69	0+455.55	30.813
C5	135.00	31.36	0.916	15.749	13°18'28.38"	0+528.38	0+512.63	0+543.99	31.286
C6	165.00	33.05	0.831	16.582	11°28'40.02"	0+950.53	0+933.94	0+967.00	32.998
C7	55.00	36.42	3.159	18.907	37°56'33.06"	1+054.95	1+036.05	1+072.47	35.760

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	CORTE	RELLENO	TERRENO	PROYECTO
0+000	0.00	0.00	2916.86	2916.86
0+020		0.28	2916.50	2916.78
0+040		0.20	2916.51	2916.71
0+060	0.19		2916.82	2916.64
0+080	0.00	0.00	2916.56	2916.56
0+100	0.22		2916.71	2916.49
0+120	0.44		2916.86	2916.42
0+140	0.45		2916.80	2916.35
0+160	0.44		2916.71	2916.27
0+180	0.40		2916.78	2916.38
0+200	0.14		2917.23	2917.08
0+220		0.30	2918.09	2918.40
0+240		0.19	2919.82	2920.01
0+260	0.11		2921.57	2921.46
0+280		0.06	2922.11	2922.17
0+300	0.03		2922.12	2922.09
0+320		0.14	2921.57	2921.71
0+340	0.09		2921.41	2921.32
0+360	0.51		2921.45	2920.94
0+380	0.45		2920.82	2920.37
0+400	0.00	0.00	2918.91	2918.92
0+420		0.08	2916.78	2916.86
0+440	0.10		2914.91	2914.81
0+460	0.71		2914.21	2913.50
0+480	0.21		2913.41	2913.20
0+500		0.10	2912.90	2913.00
0+520	0.07		2912.87	2912.80
0+540	0.15		2912.79	2912.64
0+560	0.25		2913.60	2913.35
0+580	0.03		2914.92	2914.89
0+600	0.28		2916.74	2916.46
0+620	0.13		2918.16	2918.03
0+640		0.12	2919.48	2919.60
0+660		0.42	2920.45	2920.87
0+680		0.08	2921.59	2921.67
0+700	0.02		2922.39	2922.37
0+720		0.08	2922.99	2923.07
0+740		0.09	2923.46	2923.56
0+760		0.11	2923.26	2923.37
0+780		0.14	2922.37	2922.51
0+800	0.31		2921.26	2920.95
0+820	1.61		2920.32	2918.71
0+840	2.09		2918.08	2915.99
0+860	2.91		2916.16	2913.26
0+880	3.58		2914.10	2910.52
0+900	3.80		2911.59	2907.79
0+920	4.30		2909.35	2905.05
0+940	4.41		2906.73	2902.32
0+960	4.50		2904.08	2899.59
0+980	4.56		2901.41	2896.85
1+000	3.13		2897.24	2894.12



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

ESC: 1-50

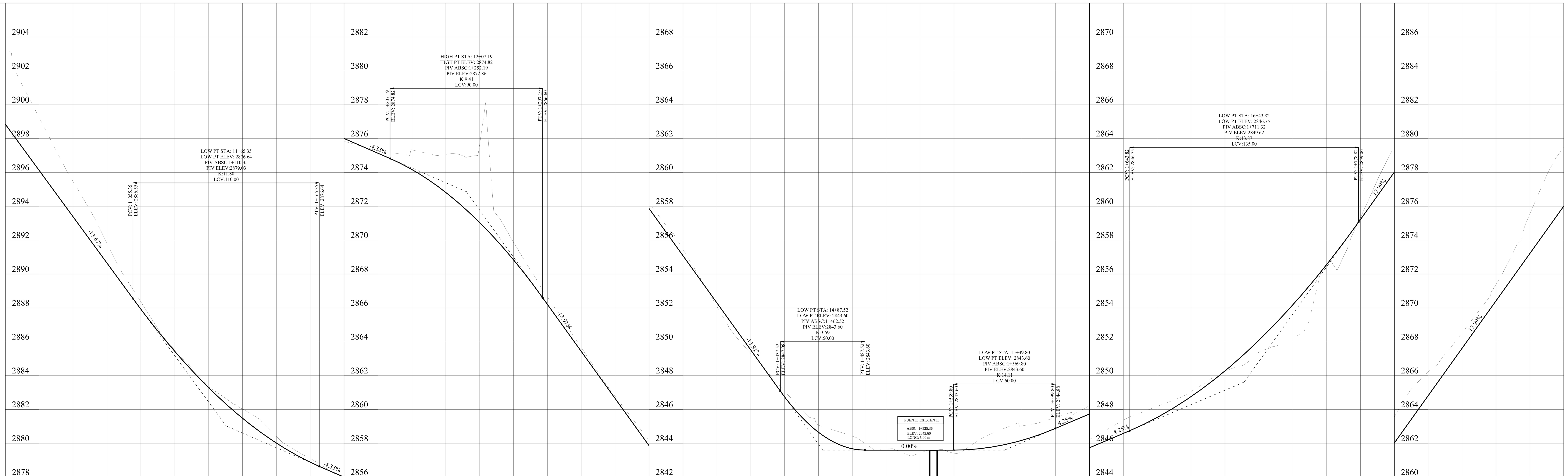
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.		ESCALA: EH - 1:1000 EV - 1:100
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL		FECHA: NOVIEMBRE-2015
ZONA: ONDULADO	CLASE: IV	PROYECTO: DEFINITIVO / PROVINCIA: COTOPAXI / ABSCISA: 1+000.00 - 1+900.00
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	TRAMO: 1 / PLANO: 2/3

DISEÑO HORIZONTAL

CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C7	55.00	36.42	3.159	18.907	37°56'33.06"	1+054.95	1+036.05	1+072.47	35.760
C8	25.00	49.77	20.944	38.547	114°04'06.37"	1+145.18	1+106.63	1+156.40	41.950
C9	15.00	42.40	80.628	94.445	161°57'03.44"	1+336.81	1+242.37	1+284.77	29.629
C10	315.00	38.97	0.604	19.511	7°05'19.31"	1+452.43	1+432.92	1+471.89	38.947
C11	45.00	42.50	5.531	22.987	54°07'01.55"	1+551.35	1+528.36	1+570.87	40.941
C12	60.00	56.40	7.298	30.480	53°51'39.39"	1+705.78	1+675.30	1+731.71	54.349
C13	55.00	37.68	3.392	19.612	39°15'01.70"	1+779.06	1+759.45	1+797.13	36.945
C14	35.00	66.11	24.711	48.377	108°13'47.97"	1+903.55	1+855.17	1+921.29	56.714
C15	75.00	117.65	30.951	74.838	89°52'33.73"	2+081.19	2+006.36	2+124.00	105.951

DISEÑO VERTICAL



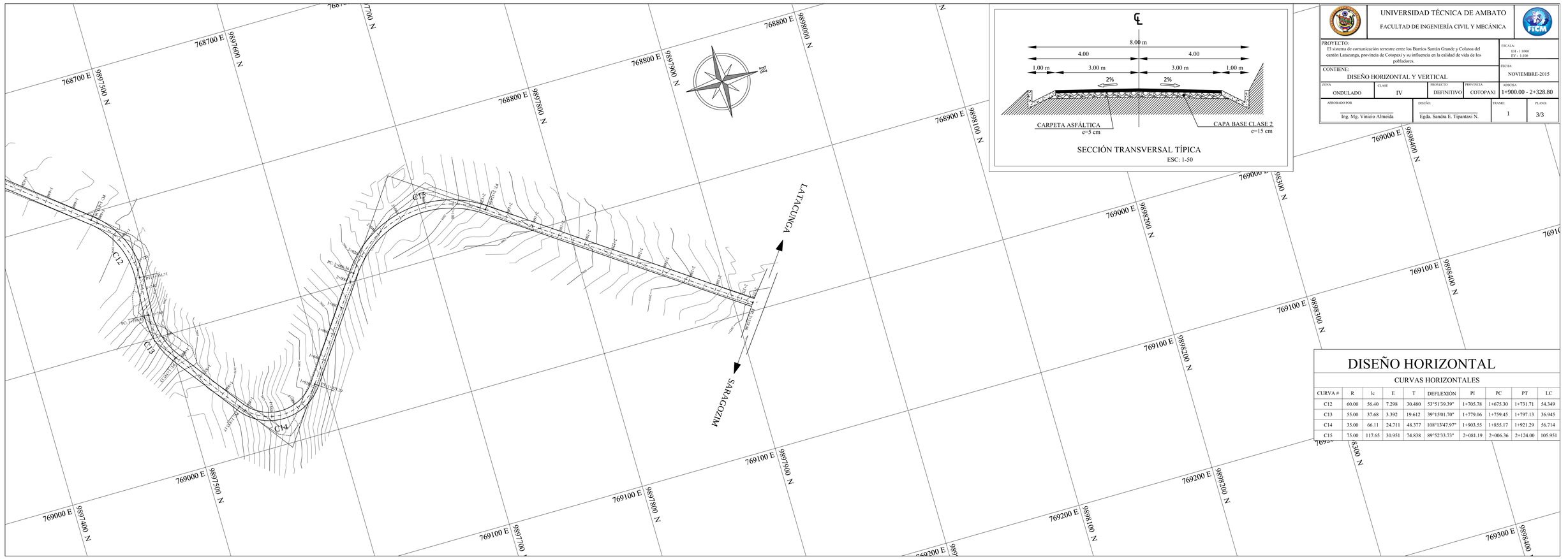
CORTE	3.13	2.08	1.18	0.44	0.07	0.04	0.54	0.41	0.22	
RELLENO										0.14
TERRENO	2897.24	2893.46	2889.83	2886.36	2883.51	2881.33	2880.02	2878.42	2877.10	2875.86
PROYECTO	2894.12	2891.38	2888.65	2885.92	2883.44	2881.29	2879.48	2878.01	2876.88	2876.00
ABSCISADO	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180

CORTE	0.16	1.16	2.25	4.62	1.04	0.44	0.23	0.13	0.31
RELLENO									
TERRENO	2875.30	2875.33	2875.07	2875.66	2869.88	2866.65	2863.66	2860.78	2858.18
PROYECTO	2875.13	2874.18	2872.82	2871.04	2868.84	2866.21	2863.43	2860.65	2857.86
ABSCISADO	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360

CORTE	0.37			0.34	0.41	0.74	0.05			0.73	0.85	0.65	0.49
RELLENO		0.21	0.21					0.17	0.18				
TERRENO	2855.45	2852.09	2849.31	2847.08	2845.07	2844.42	2843.65	2843.43	2843.41	2844.47	2845.03	2845.53	2846.23
PROYECTO	2855.08	2852.30	2849.52	2846.74	2844.65	2843.68	2843.60	2843.60	2843.60	2843.74	2844.17	2844.88	2845.73
ABSCISADO	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500	1+520	1+540	1+560	1+580	1+600	1+620

CORTE	0.78	0.65	0.30				0.01	0.13	1.52
RELLENO				0.02	0.70	1.98			
TERRENO	2847.36	2848.18	2849.06	2850.25	2851.38	2852.19	2856.57	2859.35	2863.55
PROYECTO	2846.58	2847.53	2848.76	2850.27	2852.08	2854.17	2856.56	2859.23	2862.02
ABSCISADO	1+640	1+660	1+680	1+700	1+720	1+740	1+760	1+780	1+800

CORTE	1.41	0.91	0.96	2.34	3.47
RELLENO					
TERRENO	2866.23	2868.53	2871.38	2875.56	2879.48
PROYECTO	2864.82	2867.62	2870.42	2873.21	2876.01
ABSCISADO	1+820	1+840	1+860	1+880	1+900



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

ESC: 1-50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

ESCALA:
EH - 1:1000
EV - 1:100

CONTIENE:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

FECHA:
NOVIEMBRE-2015

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	1+900.00 - 2+328.80

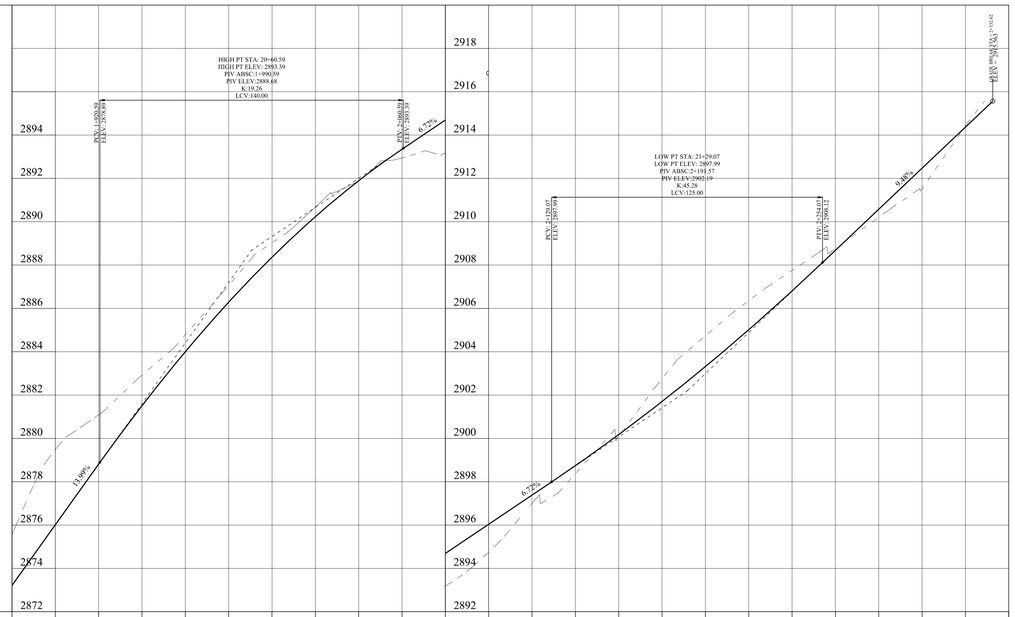
APROBADO POR	DISEÑO:	TRAMO	PLANO
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	1	3/3

DISEÑO HORIZONTAL

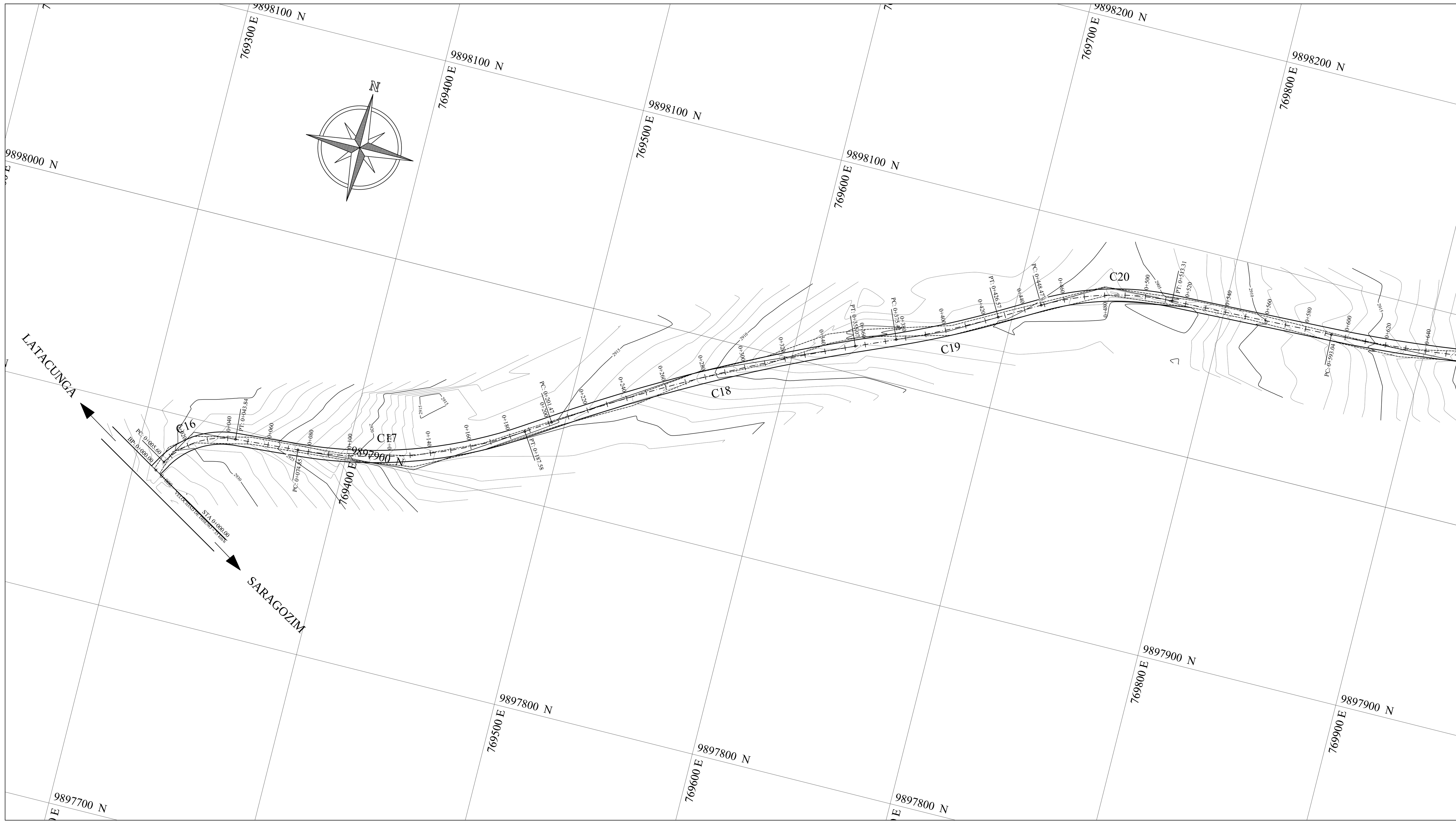
CURVAS HORIZONTALES

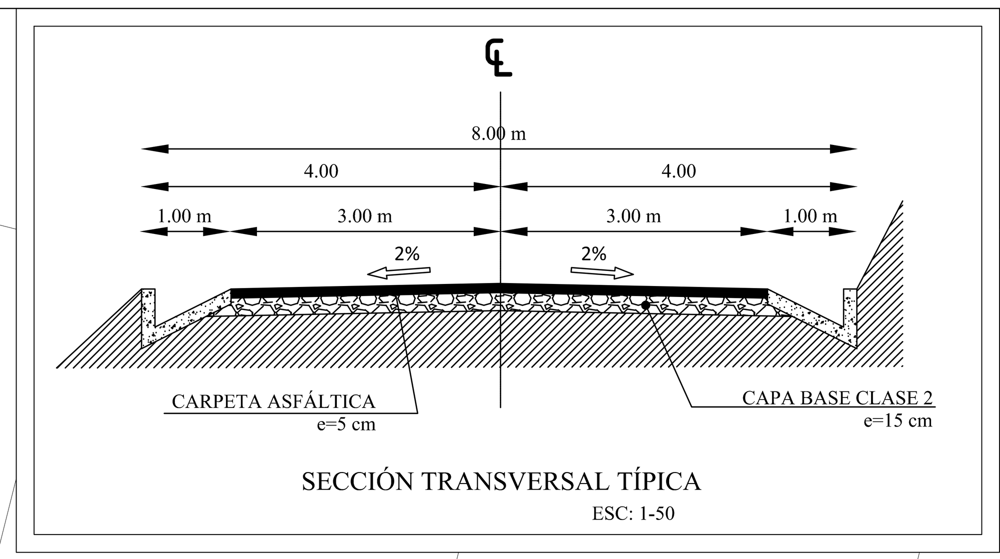
CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C12	60.00	56.40	7.298	30.480	53°51'39.39"	1+705.78	1+675.30	1+731.71	54.349
C13	55.00	37.68	3.392	19.612	39°15'01.70"	1+779.06	1+759.45	1+797.13	36.945
C14	35.00	66.11	24.711	48.377	108°13'47.97"	1+903.55	1+855.17	1+921.29	56.714
C15	75.00	117.65	30.951	74.838	89°52'33.73"	2+081.19	2+006.36	2+124.00	105.951

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	PROYECTO	TERRENO	RELLENO	CORTE
1+900	2876.01	2879.48		3.47
1+920	2878.81	2881.09		2.28
1+940	2881.51	2882.92		1.41
1+960	2884.00	2884.78		0.78
1+980	2886.29	2887.06		0.78
2+000	2888.36	2889.03		0.66
2+020	2890.23	2890.68		0.45
2+040	2891.89	2891.89	0.01	
2+060	2893.35	2892.94	0.40	
2+080	2894.69	2893.18	1.51	
2+100	2896.04	2894.75	1.29	
2+120	2897.38	2896.99	0.39	
2+140	2898.74	2898.36	0.38	
2+160	2900.17	2900.07	0.11	
2+180	2901.70	2902.75		1.06
2+200	2903.31	2904.73		1.42
2+220	2905.01	2906.36		1.34
2+240	2906.80	2907.75		0.95
2+260	2908.68	2908.76		0.09
2+280	2910.57	2910.21	0.37	
2+300	2912.47	2911.53	0.94	
2+320	2914.37	2914.42		0.06
2+340				





SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

ESC: 1-50

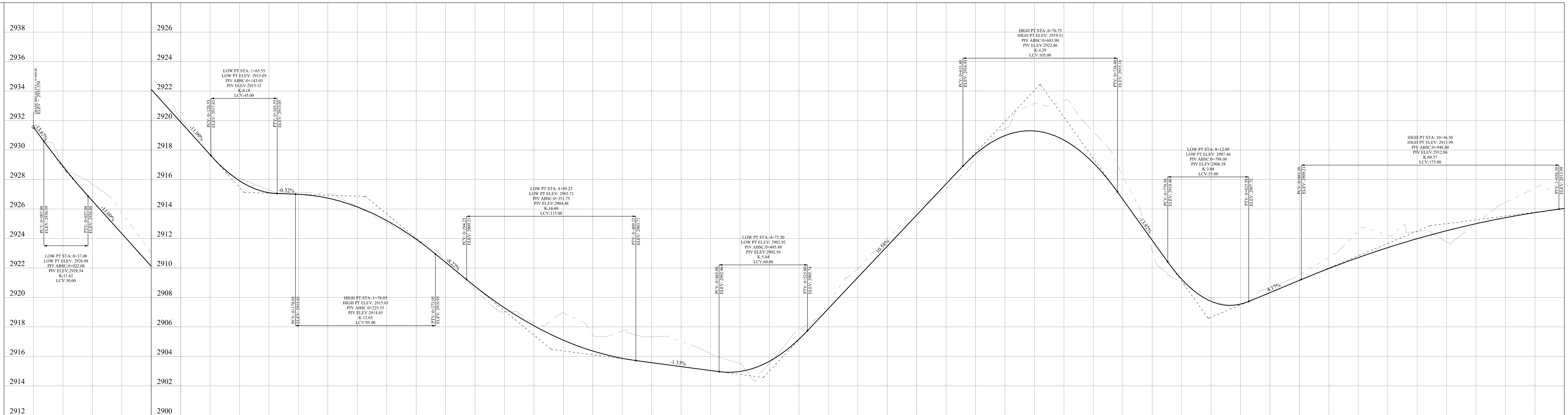
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.	ESCALA: EH - 1:1000, EV - 1:100	
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL	FECHA: NOVIEMBRE-2015	
ZONA: ONDULADO	CLASE: IV	PROYECTO: DEFINITIVO
PROVINCIA: COTOPAXI	ABSCISA: 0+000.00 - 1+040.00	
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	
TRAMO: 2	PLANO: 1/7	

DISEÑO HORIZONTAL

CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C16	40.00	38.24	5.049	20.722	54°46'18.36"	0+026.32	0+005.60	0+043.84	36.798
C17	225.00	112.73	7.250	57.575	28°42'24.84"	0+132.42	0+074.85	0+187.58	111.556
C18	895.00	153.59	3.305	76.986	9°49'57.64"	0+278.46	0+201.47	0+355.07	153.405
C19	455.00	51.15	0.720	25.603	6°26'28.46"	0+401.02	0+375.42	0+426.57	51.125
C20	135.00	64.83	3.988	33.054	27°30'56.90"	0+481.53	0+448.47	0+513.31	64.211
C21	680.00	181.19	6.080	91.136	15°16'01.45"	0+684.18	0+593.04	0+774.24	180.658
C22	390.00	55.48	0.989	27.786	8°09'02.00"	0+861.99	0+834.20	0+889.68	55.432
C23	295.00	61.51	1.611	30.869	11°56'50.25"	0+969.81	0+938.94	1+000.46	61.402

DISEÑO VERTICAL

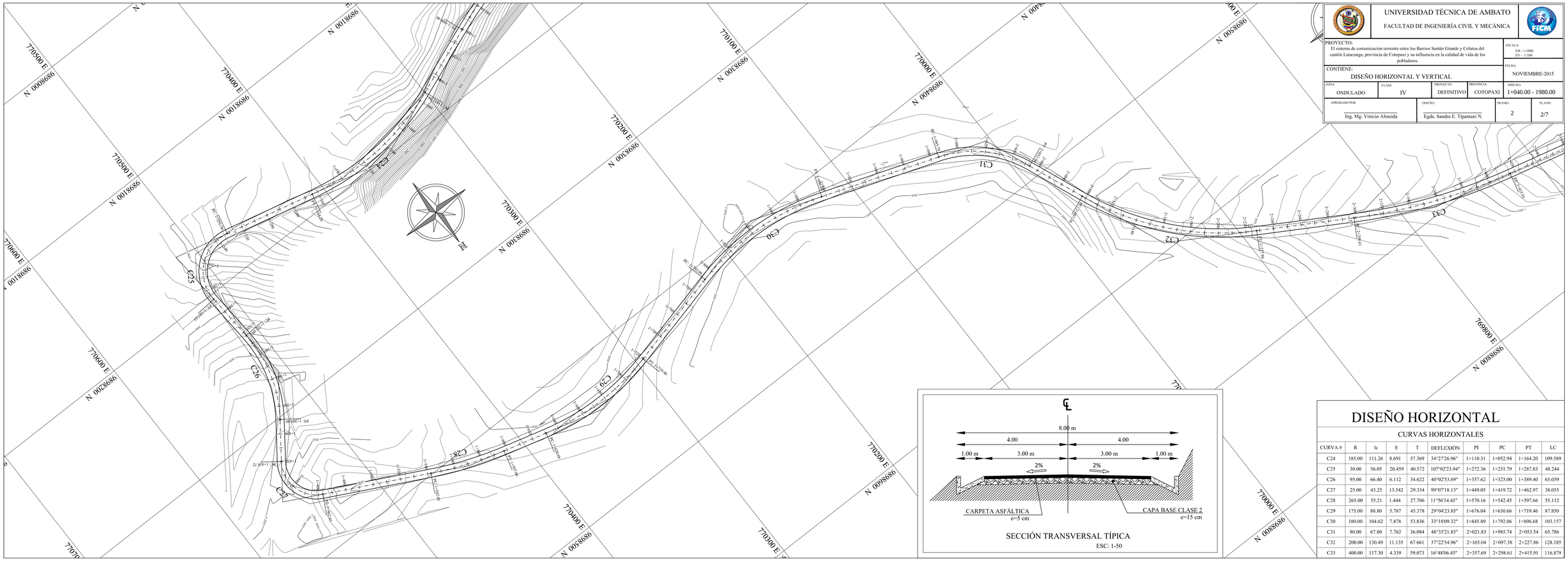


ABSCISADO	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240
CORTE	0.00	0.11	1.13	1.41	0.90	0.23	0.10	0.17	0.17	0.12	0.31	0.00	
RELLENO	0.00											0.00	0.16
TERRENO	2931.56	2929.01	2927.68	2925.75	2923.02	2920.13	2917.78	2916.09	2915.28	2915.12	2915.05	2914.14	2913.05
PROYECTO	2931.56	2928.90	2926.55	2924.33	2922.12	2919.90	2917.68	2915.91	2915.10	2915.00	2914.74	2914.14	2913.21

ABSCISADO	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500
CORTE	0.05	0.19			0.22	1.85	1.09	1.86	1.76	1.72	1.14	0.54	
RELLENO			0.19	0.27									0.17
TERRENO	2912.00	2910.57	2908.55	2907.01	2906.29	2906.94	2905.45	2905.72	2905.33	2905.02	2904.18	2903.51	2903.50
PROYECTO	2911.95	2910.38	2908.74	2907.29	2906.07	2905.10	2904.36	2903.86	2903.57	2903.31	2903.04	2902.97	2903.67

ABSCISADO	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760
CORTE	0.62	0.39	0.58	0.53	0.31			0.46	1.86	2.69	2.12	1.60	
RELLENO						0.29	0.34						0.70
TERRENO	2905.78	2907.63	2909.93	2912.01	2913.90	2915.41	2917.39	2919.44	2921.16	2921.36	2919.25	2916.26	2911.18
PROYECTO	2905.16	2907.24	2909.36	2911.47	2913.59	2915.70	2917.73	2918.98	2919.30	2918.68	2917.13	2914.66	2911.87

ABSCISADO	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000	1+020	1+040
CORTE		0.21		0.35	0.40	0.76	1.81	0.85	0.49		0.01	1.03	1.67	0.89
RELLENO	0.21		0.01							0.76				
TERRENO	2909.02	2907.94	2907.53	2908.67	2909.56	2910.73	2912.52	2912.23	2912.47	2911.77	2913.01	2914.44	2915.43	2914.93
PROYECTO	2909.24	2907.73	2907.54	2908.32	2909.16	2909.96	2910.70	2911.38	2911.99	2912.53	2913.00	2913.41	2913.76	2914.03



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.	ESCALA: EH - 1:1000 EV - 1:100
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL	FECHA: NOVIEMBRE-2015
ZONA: ONDULADO / CLASE: IV / PROYECTO: DEFINITIVO / PROVINCIA: COTOPAXI	ABSCISA: 1+040.00 - 1980.00
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida / DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	TRAMO: 2 / PLANO: 2/7

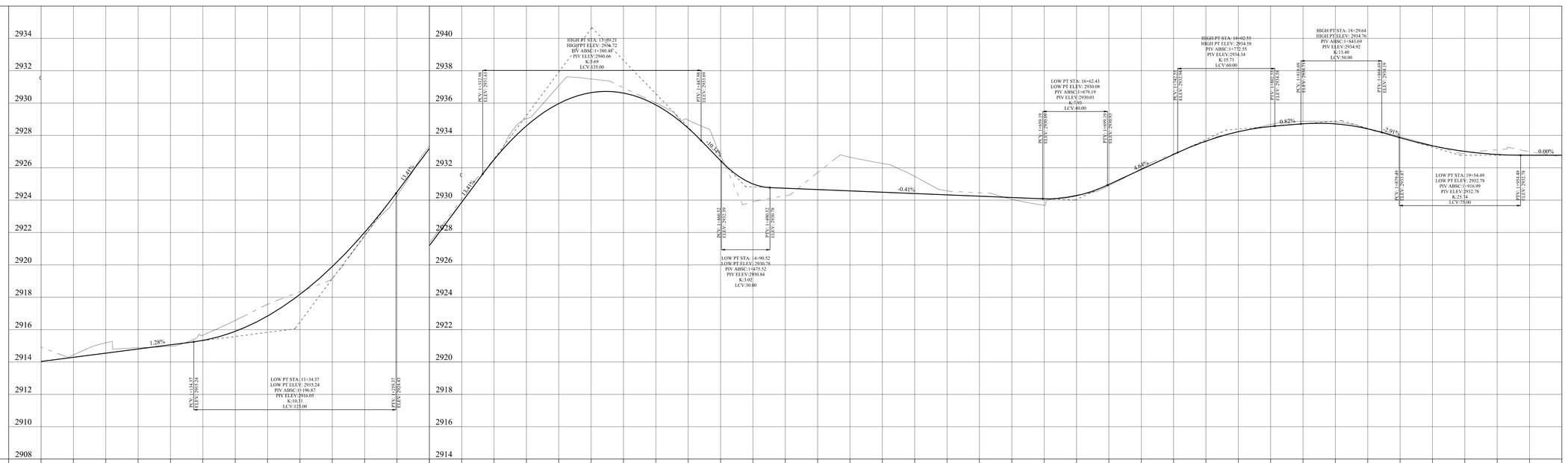
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
ESC: 1-50

DISEÑO HORIZONTAL

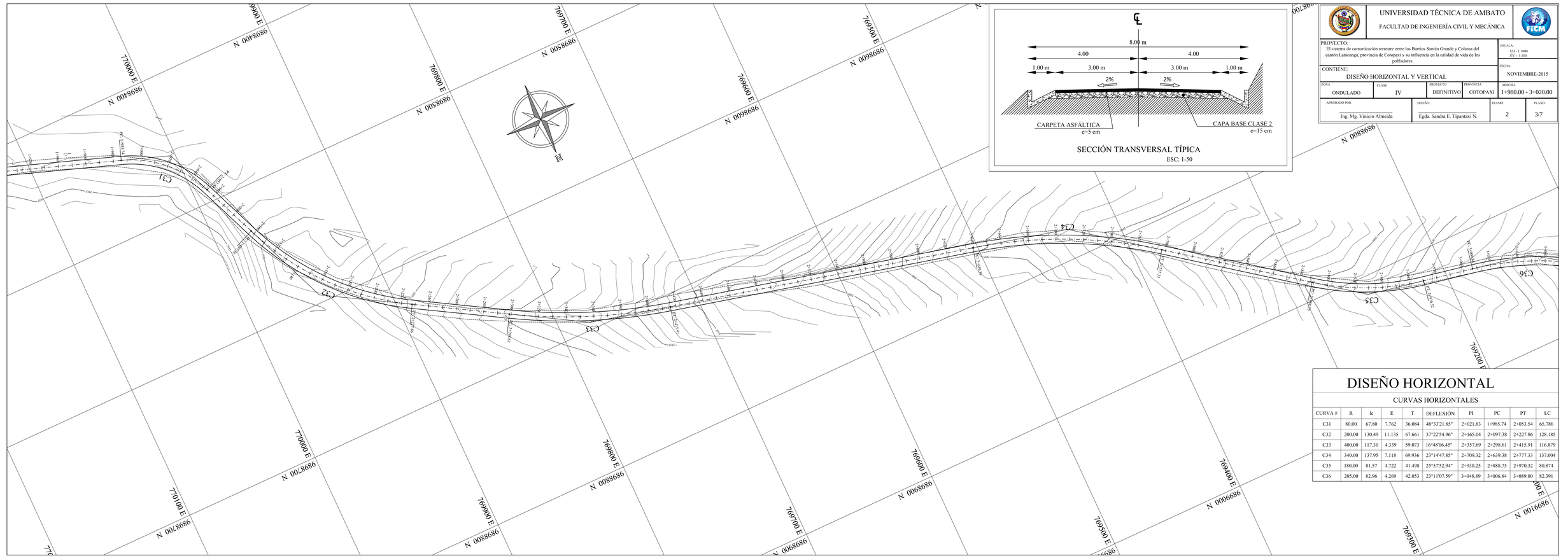
CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C24	185.00	111.26	8.691	57.369	34°27'26.96"	1+110.31	1+052.94	1+164.20	109.589
C25	30.00	56.05	20.459	40.572	107°02'23.94"	1+272.36	1+231.79	1+287.83	48.244
C26	95.00	66.40	6.112	34.622	40°02'53.69"	1+357.62	1+323.00	1+389.40	65.059
C27	25.00	43.25	13.542	29.334	99°07'18.13"	1+449.05	1+419.72	1+462.97	38.055
C28	265.00	55.21	1.444	27.706	11°56'14.41"	1+570.16	1+542.45	1+597.66	55.112
C29	175.00	88.80	5.787	45.378	29°04'23.85"	1+676.04	1+630.66	1+719.46	87.850
C30	180.00	104.62	7.878	53.836	33°18'09.32"	1+845.89	1+792.06	1+896.68	103.157
C31	80.00	67.80	7.762	36.084	48°33'21.85"	2+021.83	1+985.74	2+053.54	65.786
C32	200.00	130.49	11.135	67.661	37°22'54.96"	2+165.04	2+097.38	2+227.86	128.185
C33	400.00	117.30	4.339	59.073	16°48'06.45"	2+357.69	2+298.61	2+415.91	116.879

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	PROYECTO	TERRENO	RELLENO	CORTE
1+040	2914.03	2914.93		0.89
1+060	2914.29	2914.44		0.15
1+080	2914.55	2915.19		0.64
1+100	2914.80	2914.88		0.08
1+120	2915.06	2914.97	0.09	
1+140	2915.33	2915.65		0.31
1+160	2915.89	2916.57		0.68
1+180	2916.84	2917.57		0.73
1+200	2918.18	2918.34		0.17
1+220	2919.90	2919.17	0.73	
1+240	2922.01	2921.79	0.22	
1+260	2924.51	2924.26	0.25	
1+280	2927.19	2927.35		0.15
1+300	2929.87	2930.08		0.21
1+320	2932.51	2932.53		0.02
1+340	2934.59	2935.04		0.45
1+360	2935.97	2937.07		1.10
1+380	2936.65	2937.49		0.84
1+400	2936.62	2936.95		0.33
1+420	2935.89	2936.01		0.12
1+440	2934.45	2934.95		0.50
1+460	2932.44	2932.77		0.33
1+480	2931.00	2929.90	1.11	
1+500	2930.74	2930.28	0.46	
1+520	2930.66	2931.71		1.05
1+540	2930.58	2932.65		2.08
1+560	2930.49	2932.27		1.78
1+580	2930.41	2931.47		1.06
1+600	2930.33	2930.58		0.25
1+620	2930.25	2930.46		0.21
1+640	2930.17	2930.06	0.11	
1+660	2930.09	2929.69	0.40	
1+680	2930.28	2930.31		0.04
1+700	2930.97	2930.90	0.08	
1+720	2931.90	2931.94		0.04
1+740	2932.83	2932.87		0.04
1+760	2933.66	2933.62	0.04	
1+780	2934.23	2934.23	0.01	
1+800	2934.56	2934.68		0.12
1+820	2934.72	2934.88		0.16
1+840	2934.72	2934.82		0.11
1+860	2934.41	2934.41	0.00	
1+880	2933.86	2933.93		0.07
1+900	2933.36	2933.38		0.02
1+920	2933.01	2932.90	0.12	
1+940	2932.82	2933.11		0.29
1+960	2932.78	2933.00		0.22
1+980	2932.78	2932.68	0.10	



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

ESC: 1-50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

ESCALA:
EH - 1: 1000
EV - 1: 100

CONTIENE:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

FECHA:
NOVIEMBRE-2015

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	1+980.00 - 3+020.00

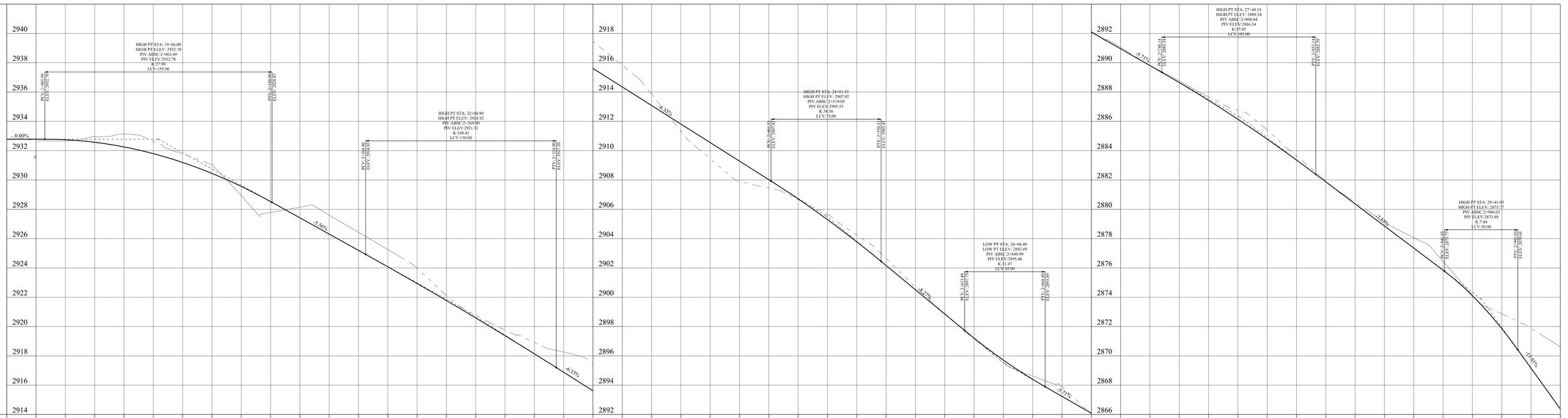
APROBADO POR	DISEÑO:	TRAMO:	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	2	3/7

DISEÑO HORIZONTAL

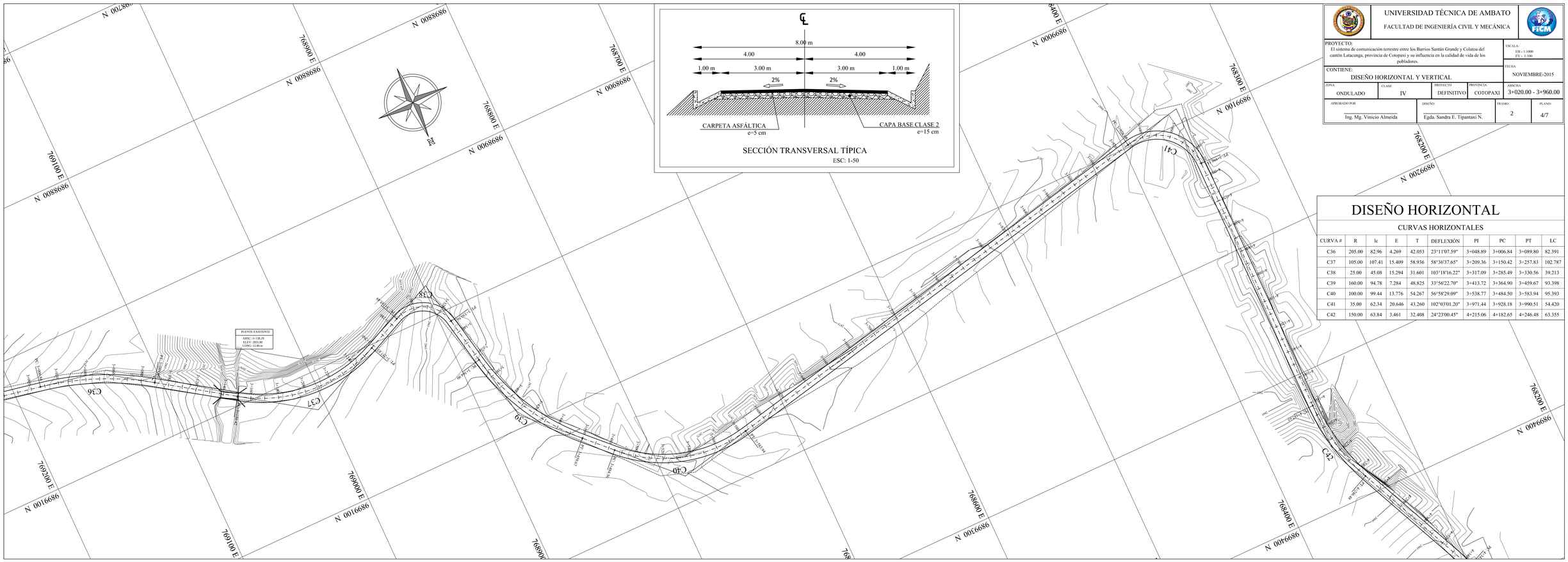
CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C31	80.00	67.80	7.762	36.084	48°33'21.85"	2+021.83	1+985.74	2+053.54	65.786
C32	200.00	130.49	11.135	67.661	37°22'54.96"	2+165.04	2+097.38	2+227.86	128.185
C33	400.00	117.30	4.339	59.073	16°48'06.45"	2+357.69	2+298.61	2+415.91	116.879
C34	340.00	137.95	7.118	69.936	23°14'47.85"	2+709.32	2+639.38	2+777.33	137.004
C35	180.00	81.57	4.722	41.498	25°57'52.94"	2+930.25	2+888.75	2+970.32	80.874
C36	205.00	82.96	4.269	42.053	23°11'07.59"	3+048.89	3+006.84	3+089.80	82.391

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	PROYECTO	TERRENO	RELLENO	CORTE
1+980	2932.78	2932.68	0.10	
2+000	2932.75	2932.66	0.09	
2+020	2932.57	2932.96		0.39
2+040	2932.26	2933.14		0.88
2+060	2931.80	2932.64		0.84
2+080	2931.20	2931.77		0.57
2+100	2930.45	2931.05		0.60
2+120	2929.56	2928.93	0.63	
2+140	2928.53	2927.78	0.75	
2+160	2927.42	2928.14		0.72
2+180	2926.31	2927.60		1.29
2+200	2925.20	2926.44		1.24
2+220	2924.08	2925.26		1.18
2+240	2922.94	2923.98		1.04
2+260	2921.77	2922.11		0.34
2+280	2920.58	2920.77		0.18
2+300	2919.37	2919.76		0.38
2+320	2918.14	2918.91		0.78
2+340	2916.88	2918.26		1.38
2+360	2915.61	2917.45		1.84
2+380	2914.35	2915.83		1.48
2+400	2913.08	2913.87		0.79
2+420	2911.82	2911.33	0.49	
2+440	2910.55	2909.44	1.11	
2+460	2909.28	2907.90	1.38	
2+480	2908.02	2907.44	0.58	
2+500	2906.71	2906.66	0.05	
2+520	2905.30	2905.65		0.35
2+540	2903.78	2904.24		0.46
2+560	2902.16	2902.64		0.48
2+580	2900.51	2900.69		0.19
2+600	2898.85	2898.89		0.04
2+620	2897.21	2897.14	0.07	
2+640	2895.71	2895.54	0.16	
2+660	2894.39	2894.62		0.23
2+680	2893.23	2893.89		0.65
2+700	2892.09	2892.14		0.05
2+720	2890.95	2891.04		0.10
2+740	2889.81	2889.80	0.01	
2+760	2888.65	2888.76		0.11
2+780	2887.43	2887.67		0.23
2+800	2886.15	2886.76		0.61
2+820	2884.79	2885.40		0.62
2+840	2883.36	2883.63		0.27
2+860	2881.87	2881.93		0.06
2+880	2880.36	2880.48		0.12
2+900	2878.86	2879.14		0.28
2+920	2877.35	2878.06		0.71
2+940	2875.84	2876.44		0.60
2+960	2874.11	2874.13		0.03
2+980	2871.86	2872.87		1.01
3+000	2869.16	2871.87		2.71
3+020	2866.38	2870.63		4.25



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

ESCALA:
EH - 1:1000
EV - 1:100

CONTIENE:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

FECHA:
NOVIEMBRE-2015

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	3+020.00 - 3+960.00

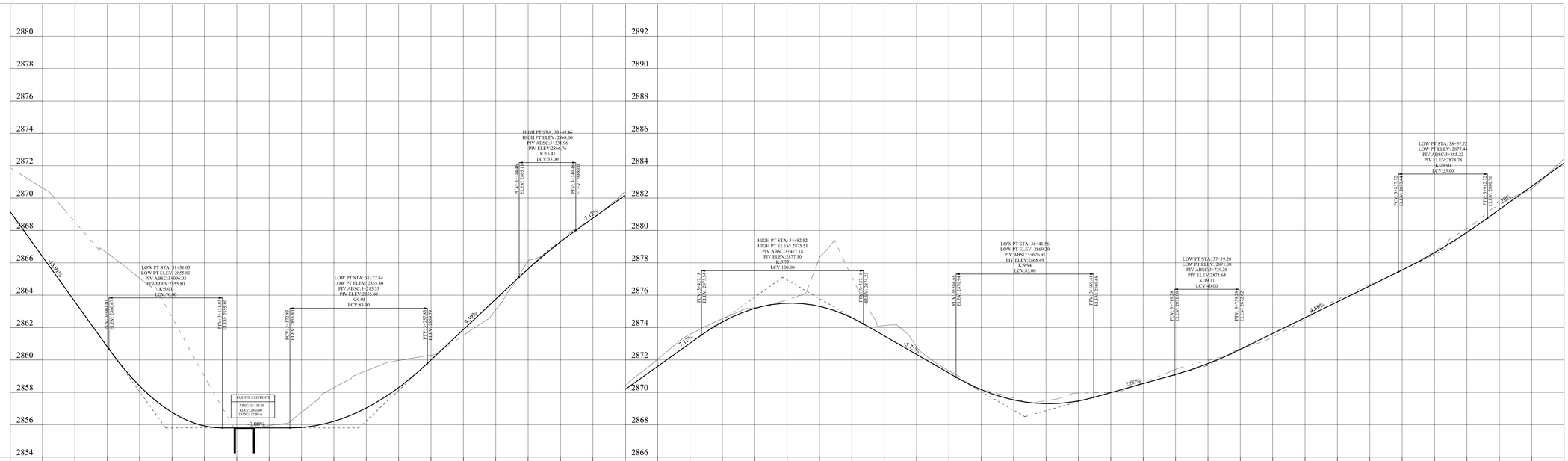
APROBADO POR	DISEÑO:	TRAMO	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	2	4/7

DISEÑO HORIZONTAL

CURVAS HORIZONTALES

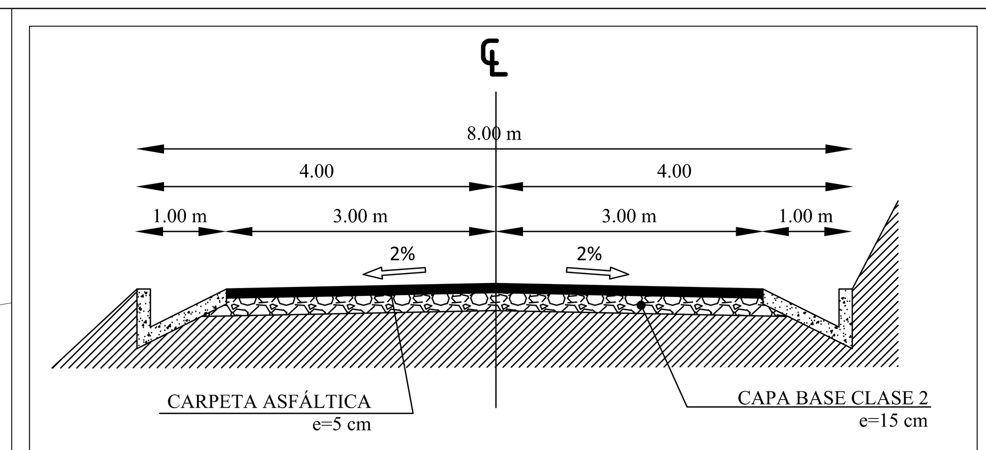
CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C36	205.00	82.96	4.269	42.053	23°11'07.59"	3+048.89	3+006.84	3+089.80	82.391
C37	105.00	107.41	15.409	58.936	58°36'37.65"	3+209.36	3+150.42	3+257.83	102.787
C38	25.00	45.08	15.294	31.601	103°18'16.22"	3+317.09	3+285.49	3+330.56	39.213
C39	160.00	94.78	7.284	48.825	33°56'22.70"	3+413.72	3+364.90	3+459.67	93.398
C40	100.00	99.44	13.776	54.267	56°58'29.09"	3+538.77	3+484.50	3+583.94	95.393
C41	35.00	62.34	20.646	43.260	102°03'01.20"	3+971.44	3+928.18	3+990.51	54.420
C42	150.00	63.84	3.461	32.408	24°23'00.45"	4+215.06	4+182.65	4+246.48	63.355

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	PROYECTO	TERRENO	RELLENO	CORTE
3+020	2866.38	2870.63		4.25
3+040	2863.60	2868.53		4.94
3+060	2860.81	2866.60		5.79
3+080	2858.39	2865.04		6.65
3+100	2856.76	2862.63		5.87
3+120	2855.92	2858.98		3.06
3+140	2855.80	2855.80	0.00	0.00
3+160	2855.80	2855.94		0.14
3+180	2855.83	2856.76		0.93
3+200	2856.21	2858.29		2.08
3+220	2857.03	2859.33		2.30
3+240	2858.29	2859.97		1.67
3+260	2860.00	2860.30		0.30
3+280	2861.88	2861.51	0.36	
3+300	2863.75	2863.11	0.65	
3+320	2865.62	2866.12		0.50
3+340	2867.30	2867.37		0.07
3+360	2868.75	2868.78		0.03
3+380	2870.18	2870.41		0.23
3+400	2871.60	2872.03		0.43
3+420	2873.03	2873.57		0.54
3+440	2874.35	2874.54		0.20
3+460	2875.18	2875.24		0.06
3+480	2875.51	2875.72		0.21
3+500	2875.31	2878.31		2.99
3+520	2874.61	2877.13		2.52
3+540	2873.49	2874.13		0.64
3+560	2872.34	2872.81		0.47
3+580	2871.19	2871.32		0.13
3+600	2870.16	2870.21		0.04
3+620	2869.53	2869.63		0.10
3+640	2869.30	2869.48		0.19
3+660	2869.47	2869.94		0.48
3+680	2869.98	2869.99	0.00	0.00
3+700	2870.54	2870.61		0.07
3+720	2871.10	2871.42		0.31
3+740	2871.77	2871.97		0.19
3+760	2872.66	2872.67		0.02
3+780	2873.63	2873.41	0.22	
3+800	2874.61	2874.49	0.12	
3+820	2875.59	2875.74		0.14
3+840	2876.57	2876.67		0.10
3+860	2877.55	2877.57		0.02
3+880	2878.63	2878.73		0.10
3+900	2879.88	2880.14		0.26
3+920	2881.29	2881.58		0.30
3+940	2882.73	2882.54	0.18	
3+960	2884.16	2884.43		0.26





SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
ESC: 1-50

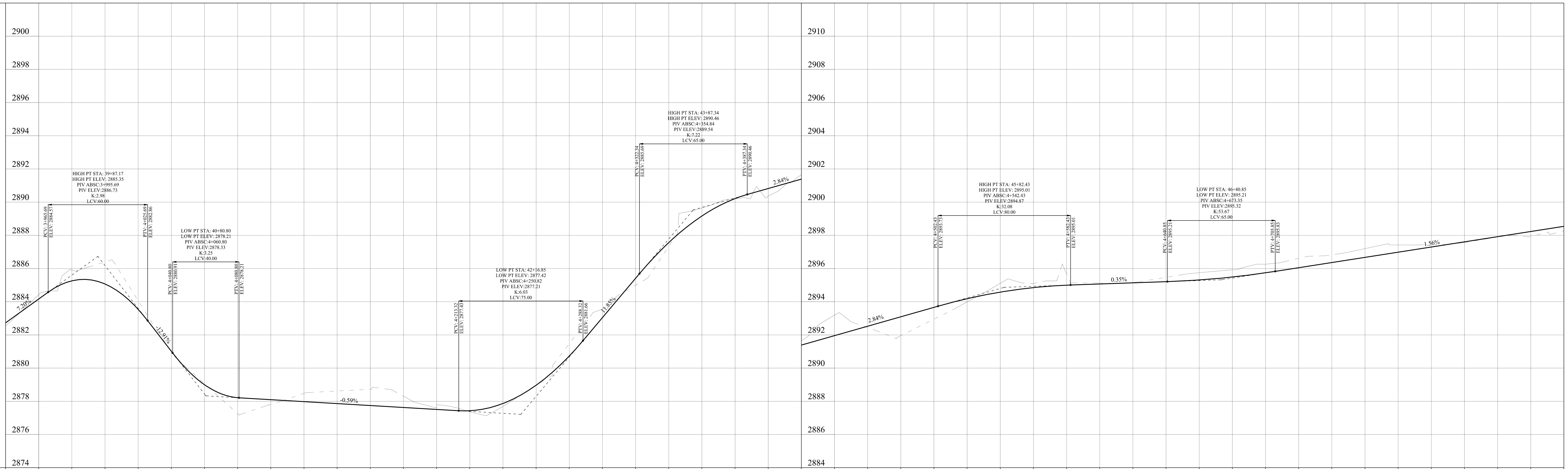
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.		ESCALA: EH - 1:1000 EV - 1:100
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL		FECHA: NOVIEMBRE-2015
ZONA: ONDULADO	CLASE: IV	PROYECTO: DEFINITIVO · PROVINCIA: COTOPAXI · ABSCISA: 3+960.00 - 4+880.00
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	TRAMO: 2 · PLANO: 5/7

DISEÑO HORIZONTAL

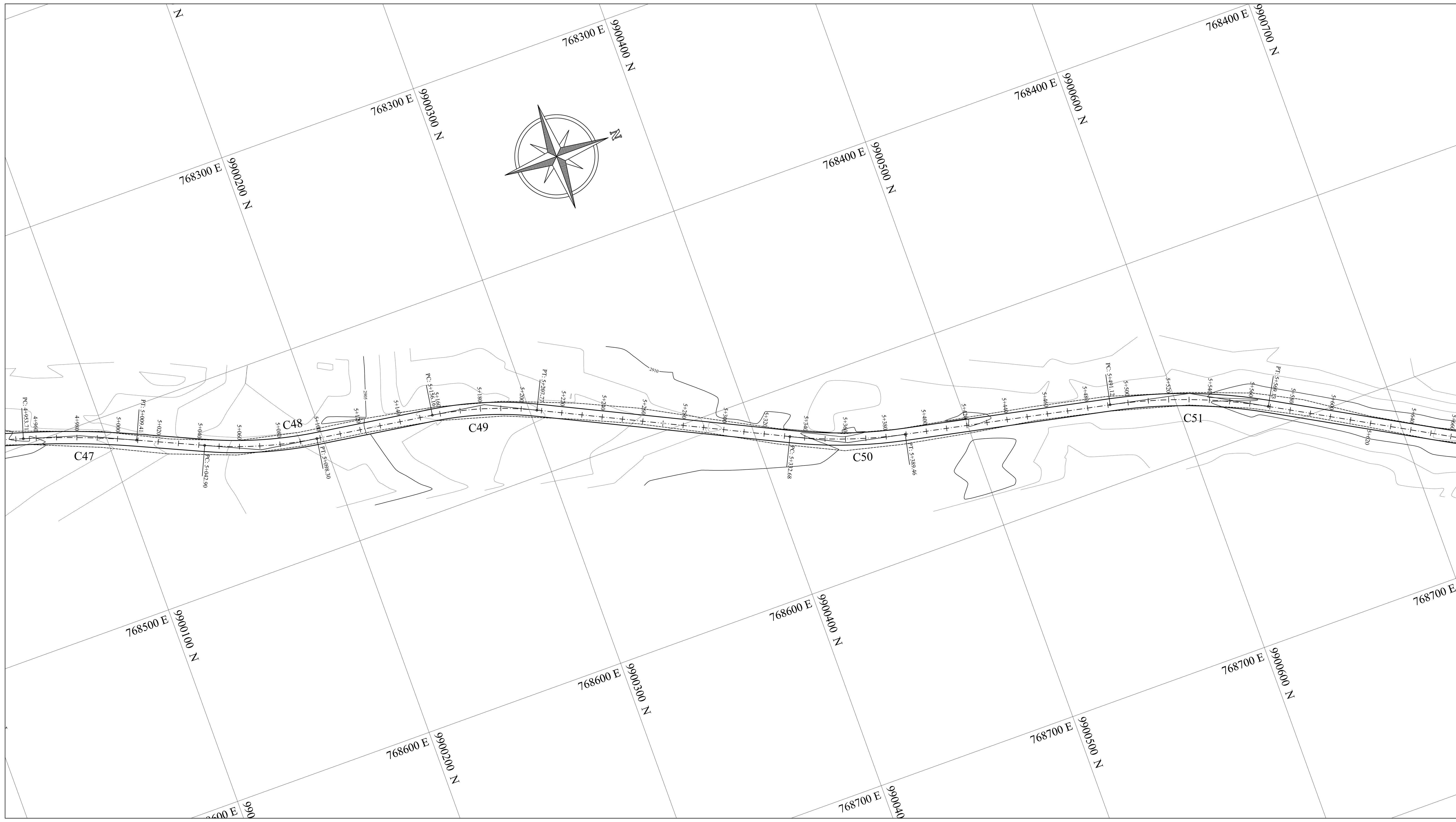
CURVAS HORIZONTALES

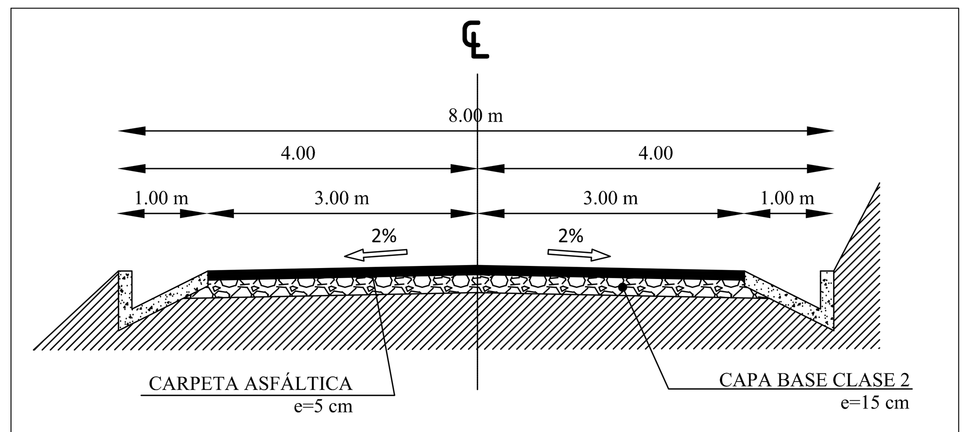
CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C41	35.00	62.34	20.646	43.260	102°03'01.20"	3+971.44	3+928.18	3+990.51	54.420
C42	150.00	63.84	3.461	32.408	24°23'00.45"	4+215.06	4+182.65	4+246.48	63.355
C43	280.00	105.71	5.064	53.492	21°37'52.64"	4+399.25	4+345.76	4+451.47	105.084
C44	125.00	34.74	1.217	17.482	15°55'22.98"	4+534.25	4+516.77	4+551.51	34.627
C45	290.00	61.14	1.619	30.685	12°04'48.52"	4+680.72	4+650.04	4+711.18	61.030
C46	310.00	45.84	0.849	22.961	8°28'19.13"	4+772.00	4+749.04	4+794.88	45.796
C47	430.00	55.70	0.903	27.890	7°25'18.98"	4+981.60	4+953.71	5+009.41	55.662
C48	200.00	55.40	1.934	27.880	15°52'17.45"	5+070.78	5+042.90	5+098.30	55.225

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	CORTE	RELLENO	TERRENO	PROYECTO
3+960	0.26		2884.43	2884.16
3+980	0.65		2885.91	2885.26
4+000	1.33		2886.40	2885.07
4+020	0.52		2884.06	2883.54
4+040	0.00	0.00	2881.01	2881.01
4+060	0.06		2879.06	2879.00
4+080		0.97	2877.25	2878.22
4+100		0.28	2877.82	2878.10
4+120	0.50		2878.48	2877.98
4+140	0.76		2878.62	2877.86
4+160	0.98		2878.72	2877.75
4+180	0.68		2878.31	2877.63
4+200	0.21		2877.72	2877.51
4+220		0.07	2877.36	2877.43
4+240		0.17	2877.69	2877.87
4+260		0.01	2878.95	2878.97
4+280	0.75		2881.47	2880.73
4+300	0.52		2883.56	2883.04
4+320		0.42	2884.99	2885.41
4+340		0.23	2887.33	2887.56
4+360	0.48		2889.64	2889.17
4+380	0.00	0.00	2890.22	2890.22
4+400		0.45	2890.37	2890.82
4+420	0.26		2891.65	2891.39
4+440	1.23		2893.19	2891.96
4+460		0.09	2892.44	2892.53
4+480		1.14	2891.95	2893.09
4+500		0.71	2892.95	2893.66
4+520		0.19	2893.99	2894.18
4+540	0.53		2895.11	2894.58
4+560	0.26		2895.10	2894.85
4+580	0.68		2895.67	2895.00
4+600	0.06		2895.13	2895.07
4+620	0.03		2895.16	2895.14
4+640	0.26		2895.47	2895.21
4+660	0.44		2895.75	2895.31
4+680	0.44		2895.92	2895.49
4+700	0.52		2896.26	2895.74
4+720	0.56		2896.61	2896.05
4+740	0.47		2896.83	2896.36
4+760	0.53		2897.20	2896.67
4+780	0.44		2897.42	2896.98
4+800	0.14		2897.44	2897.29
4+820		0.05	2897.56	2897.61
4+840		0.01	2897.90	2897.92
4+860		0.29	2897.94	2898.23
4+880		0.27	2898.27	2898.54





SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA
ESC: 1-50

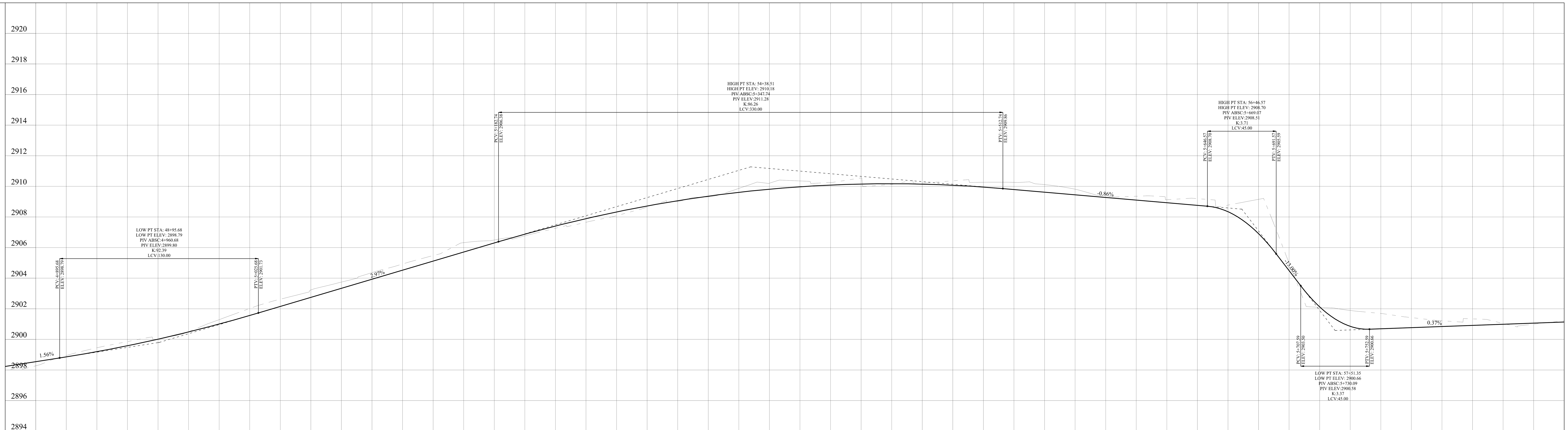
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.	ESCALA: EH - 1:1000, EV - 1:100	
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL	FECHA: NOVIEMBRE-2015	
ZONA: ONDULADO	CLASE: IV	PROYECTO: DEFINITIVO
PROVINCIA: COTOPAXI	ABSCISA: 4+880.00 - 5+880.00	
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	
TRAMO: 2	PLANO: 6/7	

DISEÑO HORIZONTAL

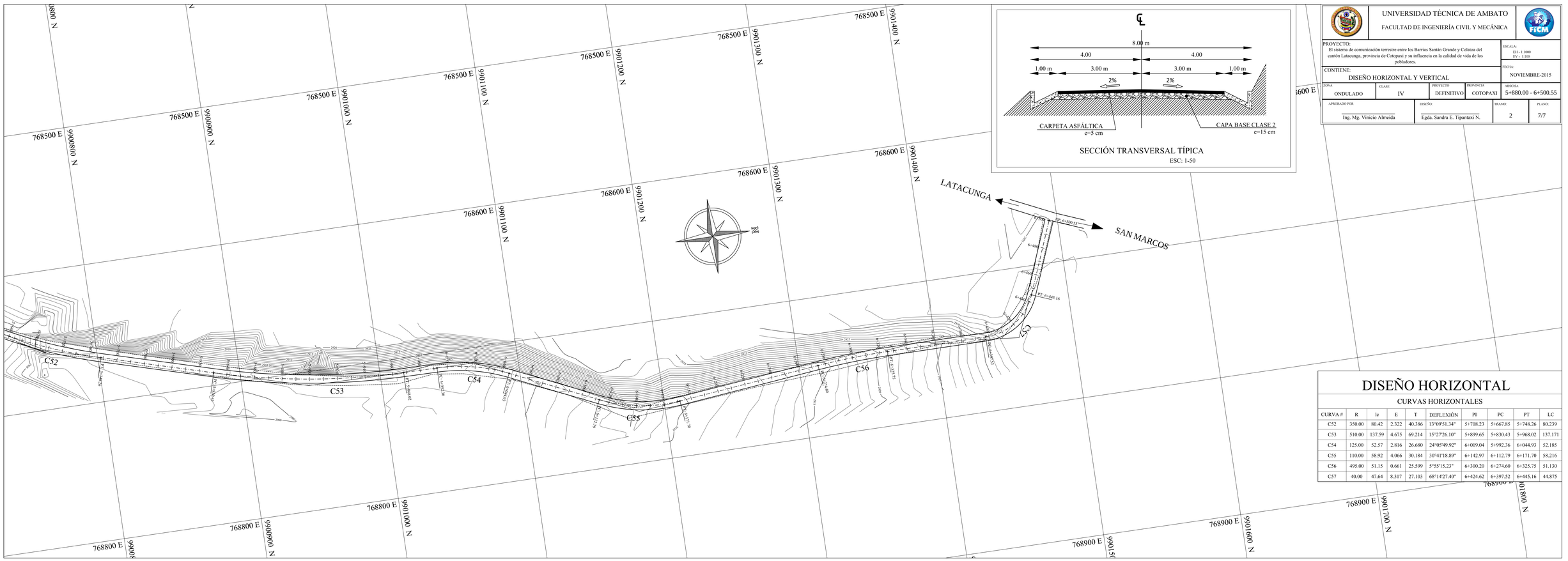
CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	lc	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C47	430.00	55.70	0.903	27.890	7°25'18.98"	4+981.60	4+953.71	5+009.41	55.662
C48	200.00	55.40	1.934	27.880	15°52'17.45"	5+070.78	5+042.90	5+098.30	55.225
C49	170.00	51.60	1.977	26.001	17°23'30.35"	5+182.16	5+156.16	5+207.77	51.405
C50	230.00	56.78	1.763	28.536	14°08'41.38"	5+361.21	5+332.68	5+389.46	56.637
C51	255.00	78.01	3.013	39.313	17°31'42.23"	5+530.43	5+491.12	5+569.13	77.708
C52	350.00	80.42	2.322	40.386	13°09'51.34"	5+708.23	5+667.85	5+748.26	80.239
C53	510.00	137.59	4.675	69.214	15°27'26.10"	5+899.65	5+830.43	5+968.02	137.171
C54	125.00	52.57	2.816	26.680	24°05'49.92"	6+019.04	5+992.36	6+044.93	52.185

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	PROYECTO	TERRENO	RELLENO	CORTE
4+880	2898.54	2898.27	0.27	
4+900	2898.85	2898.95		0.09
4+920	2899.20	2899.45		0.25
4+940	2899.58	2899.85		0.27
4+960	2900.01	2900.01	0.00	0.00
4+980	2900.48	2900.50		0.01
5+000	2901.00	2901.29		0.29
5+020	2901.56	2902.02		0.46
5+040	2902.15	2902.62		0.47
5+060	2902.74	2903.23		0.48
5+080	2903.34	2903.74		0.41
5+100	2903.93	2904.36		0.43
5+120	2904.52	2904.93		0.40
5+140	2905.12	2905.48		0.36
5+160	2905.71	2906.32		0.61
5+180	2906.30	2906.49		0.19
5+200	2906.88	2906.77	0.11	
5+220	2907.41	2907.26	0.14	
5+240	2907.89	2907.65	0.24	
5+260	2908.33	2908.08	0.24	
5+280	2908.72	2908.65	0.07	
5+300	2909.06	2909.02	0.04	
5+320	2909.36	2909.31	0.05	
5+340	2909.61	2909.87		0.26
5+360	2909.82	2910.21		0.39
5+380	2909.98	2910.35		0.38
5+400	2910.09	2910.25		0.17
5+420	2910.16	2910.55		0.40
5+440	2910.17	2910.14	0.04	
5+460	2910.15	2910.22		0.07
5+480	2910.08	2910.36		0.29
5+500	2909.96	2910.27		0.31
5+520	2909.79	2910.26		0.47
5+540	2909.62	2910.12		0.49
5+560	2909.45	2909.82		0.37
5+580	2909.28	2909.36		0.09
5+600	2909.10	2909.36		0.25
5+620	2908.93	2909.13		0.20
5+640	2908.76	2909.20		0.44
5+660	2908.35	2908.77		0.43
5+680	2906.91	2909.15		2.24
5+700	2904.49	2904.99		0.49
5+720	2902.12	2902.10	0.03	
5+740	2900.85	2901.89		1.03
5+760	2900.69	2901.69		1.00
5+780	2900.77	2901.42		0.66
5+800	2900.84	2901.22		0.38
5+820	2900.91	2901.34		0.43
5+840	2900.99	2901.04		0.06
5+860	2901.06	2900.99	0.07	
5+880	2901.13	2901.22		0.08



SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

ESC: 1-50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

ESCALA:
EH - 1:1000
EV - 1:100

CONTIENE:
DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL

FECHA:
NOVIEMBRE-2015

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	5+880.00 - 6+500.55

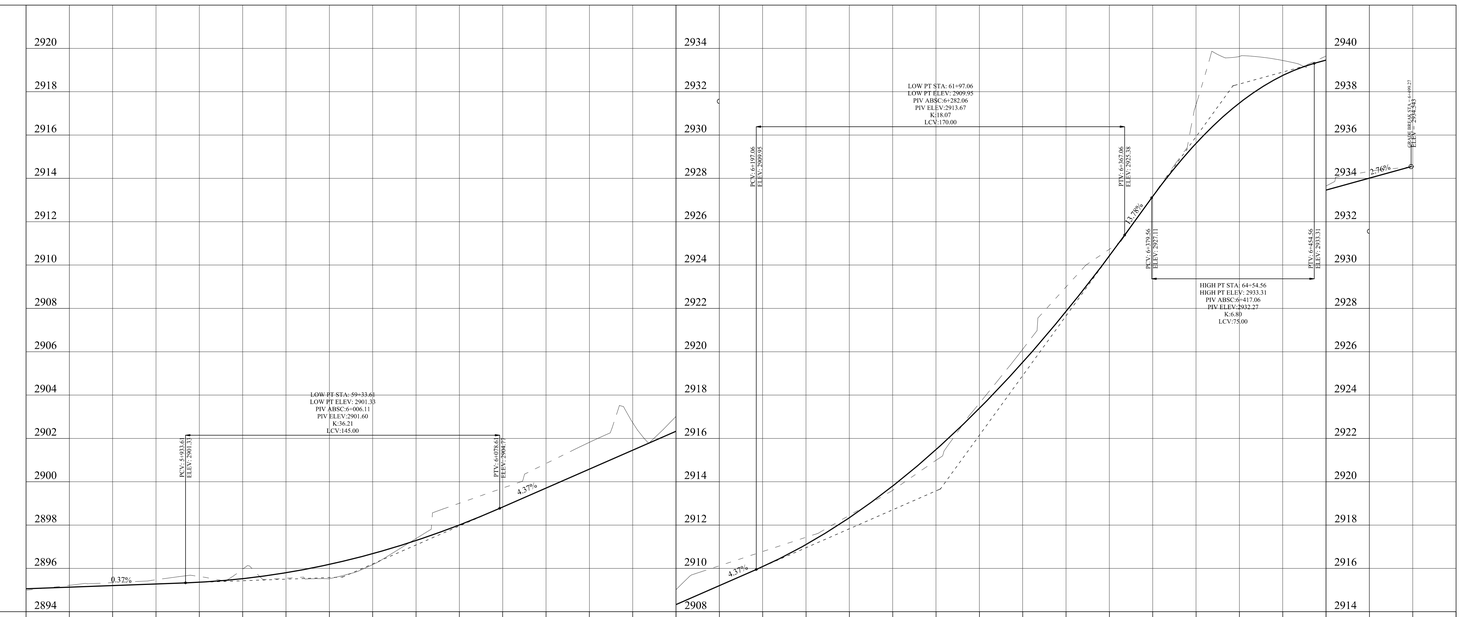
APROBADO POR	DISEÑO:	TRAMO:	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	2	7/7

DISEÑO HORIZONTAL

CURVAS HORIZONTALES

CURVA #	R	Ic	E	T	DEFLEXIÓN	PI	PC	PT	LC
C52	350.00	80.42	2.322	40.386	13°09'51.34"	5+708.23	5+667.85	5+748.26	80.239
C53	510.00	137.59	4.675	69.214	15°27'26.10"	5+899.65	5+830.43	5+968.02	137.171
C54	125.00	52.57	2.816	26.680	24°05'49.92"	6+019.04	5+992.36	6+044.93	52.185
C55	110.00	58.92	4.066	30.184	30°41'18.89"	6+142.97	6+112.79	6+171.70	58.216
C56	495.00	51.15	0.661	25.599	5°55'15.23"	6+300.20	6+274.60	6+325.75	51.130
C57	40.00	47.64	8.317	27.103	68°14'27.40"	6+424.62	6+397.52	6+445.16	44.875

DISEÑO VERTICAL



ABSCISADO	CORTE	RELLENO	TERRENO	PROYECTO
5+880	0.08		2901.22	2901.13
5+900	0.13		2901.34	2901.21
5+920	0.19		2901.48	2901.28
5+940	0.26		2901.63	2901.36
5+960	0.44		2901.97	2901.53
5+980		0.25	2901.55	2901.80
6+000		0.66	2901.52	2902.19
6+020		0.51	2902.17	2902.68
6+040	0.09		2903.38	2903.29
6+060	1.00		2905.01	2904.00
6+080	0.88		2905.71	2904.83
6+100	1.13		2906.84	2905.71
6+120	1.24		2907.82	2906.58
6+140	1.27		2908.73	2907.46
6+160	0.69		2909.02	2908.33
6+180	0.92		2910.12	2909.20
6+200	0.70		2910.78	2910.08
6+220	0.34		2911.44	2911.10
6+240	0.11		2912.45	2912.34
6+260		0.19	2913.61	2913.80
6+280		0.49	2914.99	2915.48
6+300	0.24		2917.62	2917.38
6+320	0.61		2920.12	2919.51
6+340	1.13		2922.99	2921.86
6+360	0.31		2924.73	2924.42
6+380	0.02		2927.18	2927.17
6+400	1.79		2931.41	2929.62
6+420	2.15		2933.63	2931.48
6+440	0.69		2933.44	2932.75
6+460	0.19		2933.65	2933.46
6+480	0.31		2934.32	2934.01
6+500			2934.54	
6+520				

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

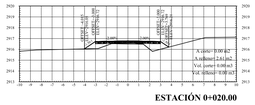
ESCALA: 1:200

FECHA: NOVIEMBRE-2015

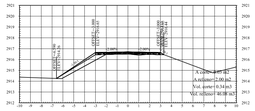
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	0+020.00 - 1+260.00

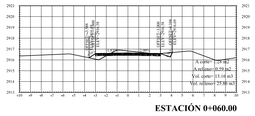
APROBADO POR:	DISEÑO:	TRAMO:	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	1	1/2



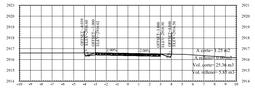
ESTACIÓN 0+020.00



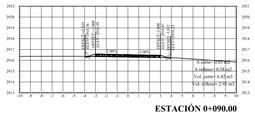
ESTACIÓN 0+040.00



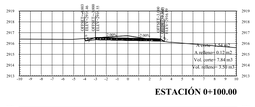
ESTACIÓN 0+060.00



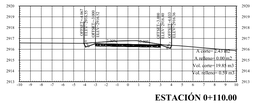
ESTACIÓN 0+080.00



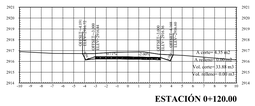
ESTACIÓN 0+090.00



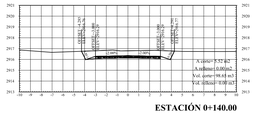
ESTACIÓN 0+100.00



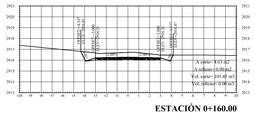
ESTACIÓN 0+110.00



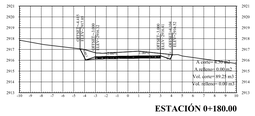
ESTACIÓN 0+120.00



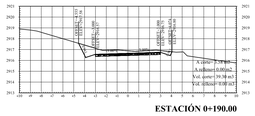
ESTACIÓN 0+140.00



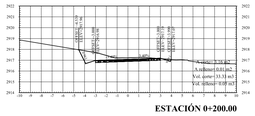
ESTACIÓN 0+160.00



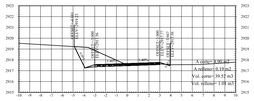
ESTACIÓN 0+180.00



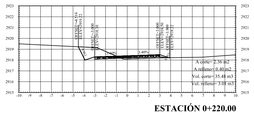
ESTACIÓN 0+190.00



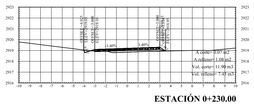
ESTACIÓN 0+200.00



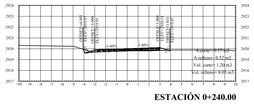
ESTACIÓN 0+210.00



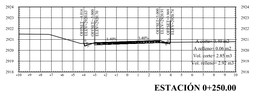
ESTACIÓN 0+220.00



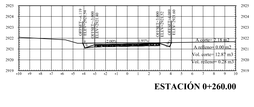
ESTACIÓN 0+230.00



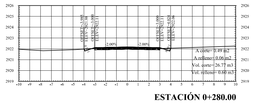
ESTACIÓN 0+240.00



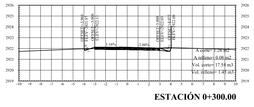
ESTACIÓN 0+250.00



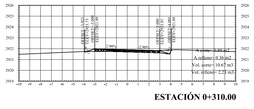
ESTACIÓN 0+260.00



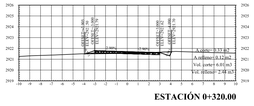
ESTACIÓN 0+280.00



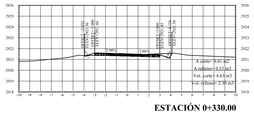
ESTACIÓN 0+300.00



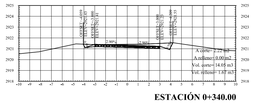
ESTACIÓN 0+310.00



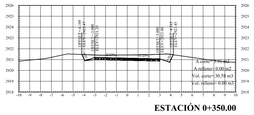
ESTACIÓN 0+320.00



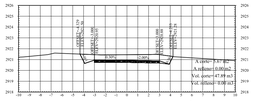
ESTACIÓN 0+330.00



ESTACIÓN 0+340.00



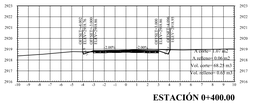
ESTACIÓN 0+350.00



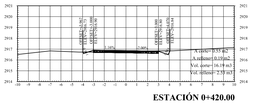
ESTACIÓN 0+360.00



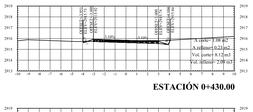
ESTACIÓN 0+380.00



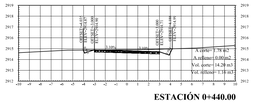
ESTACIÓN 0+400.00



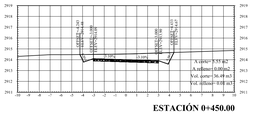
ESTACIÓN 0+420.00



ESTACIÓN 0+430.00



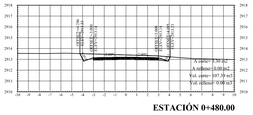
ESTACIÓN 0+440.00



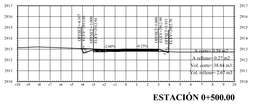
ESTACIÓN 0+450.00



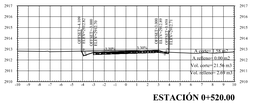
ESTACIÓN 0+460.00



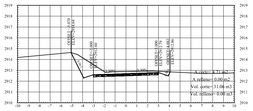
ESTACIÓN 0+480.00



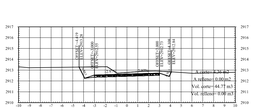
ESTACIÓN 0+500.00



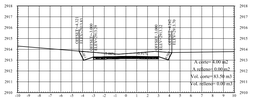
ESTACIÓN 0+520.00



ESTACIÓN 0+530.00



ESTACIÓN 0+540.00



ESTACIÓN 0+560.00

ESTACIÓN 0+580.00

ESTACIÓN 0+600.00

ESTACIÓN 0+620.00

ESTACIÓN 0+640.00

ESTACIÓN 0+660.00

ESTACIÓN 0+680.00

ESTACIÓN 0+700.00

ESTACIÓN 0+720.00

ESTACIÓN 0+740.00

ESTACIÓN 0+760.00

ESTACIÓN 0+780.00

ESTACIÓN 0+800.00

ESTACIÓN 0+820.00

ESTACIÓN 0+840.00

ESTACIÓN 0+860.00

ESTACIÓN 0+880.00

ESTACIÓN 0+900.00

ESTACIÓN 0+920.00

ESTACIÓN 0+940.00

ESTACIÓN 0+950.00

ESTACIÓN 0+960.00

ESTACIÓN 0+980.00

ESTACIÓN 1+000.00

ESTACIÓN 1+020.00

ESTACIÓN 1+040.00

ESTACIÓN 1+050.00

ESTACIÓN 1+060.00

ESTACIÓN 1+070.00

ESTACIÓN 1+080.00

ESTACIÓN 1+100.00

ESTACIÓN 1+110.00

ESTACIÓN 1+120.00

ESTACIÓN 1+130.00

ESTACIÓN 1+140.00

ESTACIÓN 1+150.00

ESTACIÓN 1+160.00

ESTACIÓN 1+180.00

ESTACIÓN 1+200.00

ESTACIÓN 1+220.00

ESTACIÓN 1+240.00

ESTACIÓN 1+250.00

ESTACIÓN 1+260.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

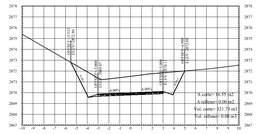
ESCALA: 1:200

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES

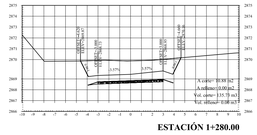
FECHA: NOVIEMBRE-2015

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	1+270.00 - 2+320.00

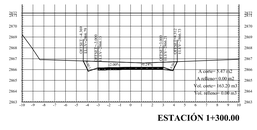
APROBADO POR	DISEÑO.	TRAMO	PLANO.
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	1	2/2



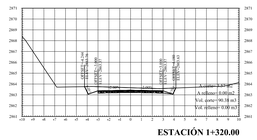
ESTACIÓN 1+270.00



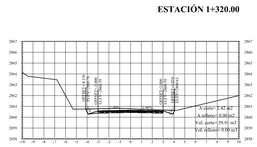
ESTACIÓN 1+280.00



ESTACIÓN 1+300.00



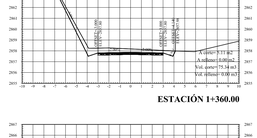
ESTACIÓN 1+320.00



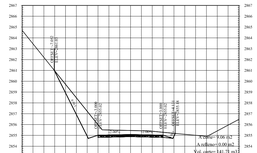
ESTACIÓN 1+340.00



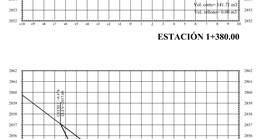
ESTACIÓN 1+360.00



ESTACIÓN 1+380.00



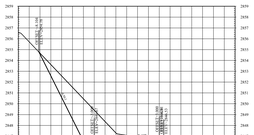
ESTACIÓN 1+400.00



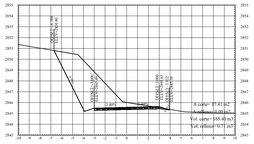
ESTACIÓN 1+420.00



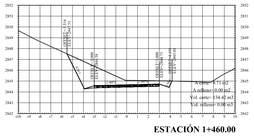
ESTACIÓN 1+440.00



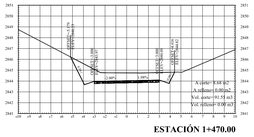
ESTACIÓN 1+450.00



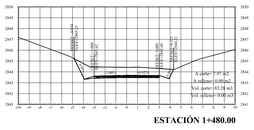
ESTACIÓN 1+460.00



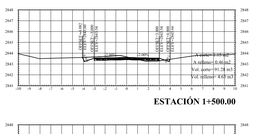
ESTACIÓN 1+470.00



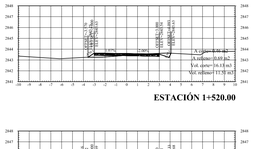
ESTACIÓN 1+480.00



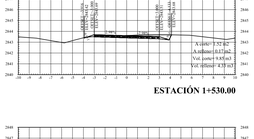
ESTACIÓN 1+500.00



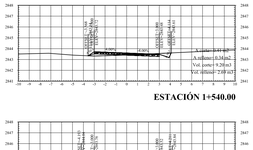
ESTACIÓN 1+520.00



ESTACIÓN 1+530.00



ESTACIÓN 1+540.00



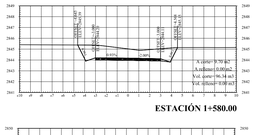
ESTACIÓN 1+550.00



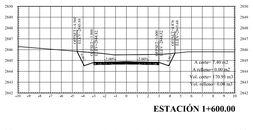
ESTACIÓN 1+560.00



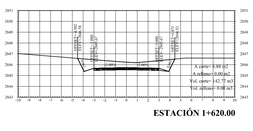
ESTACIÓN 1+570.00



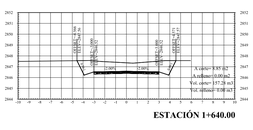
ESTACIÓN 1+580.00



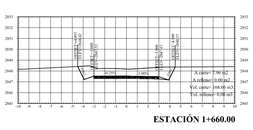
ESTACIÓN 1+600.00



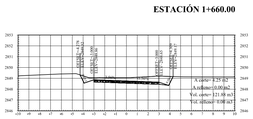
ESTACIÓN 1+620.00



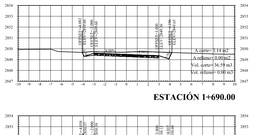
ESTACIÓN 1+640.00



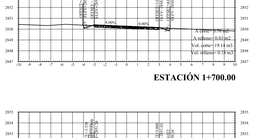
ESTACIÓN 1+660.00



ESTACIÓN 1+680.00



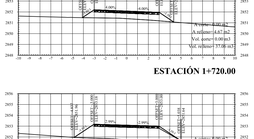
ESTACIÓN 1+690.00



ESTACIÓN 1+700.00



ESTACIÓN 1+710.00



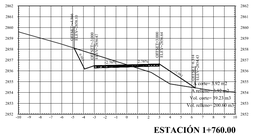
ESTACIÓN 1+720.00



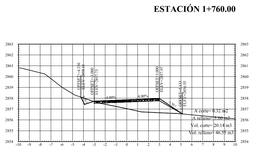
ESTACIÓN 1+730.00



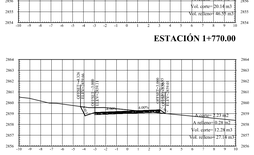
ESTACIÓN 1+740.00



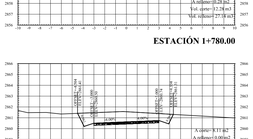
ESTACIÓN 1+760.00



ESTACIÓN 1+770.00



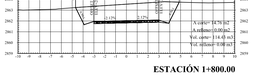
ESTACIÓN 1+780.00



ESTACIÓN 1+790.00



ESTACIÓN 1+800.00



ESTACIÓN 1+820.00



ESTACIÓN 1+840.00

ESTACIÓN 1+860.00

ESTACIÓN 1+870.00

ESTACIÓN 1+880.00

ESTACIÓN 1+890.00

ESTACIÓN 1+900.00

ESTACIÓN 1+910.00

ESTACIÓN 1+920.00

ESTACIÓN 1+930.00

ESTACIÓN 1+940.00

ESTACIÓN 1+960.00

ESTACIÓN 1+980.00

ESTACIÓN 1+000.00

ESTACIÓN 1+010.00

ESTACIÓN 1+020.00

ESTACIÓN 2+030.00

ESTACIÓN 2+040.00

ESTACIÓN 2+050.00

ESTACIÓN 2+060.00

ESTACIÓN 2+070.00

ESTACIÓN 2+080.00

ESTACIÓN 2+090.00

ESTACIÓN 2+100.00

ESTACIÓN 2+110.00

ESTACIÓN 2+120.00

ESTACIÓN 2+140.00

ESTACIÓN 2+160.00

ESTACIÓN 2+180.00

ESTACIÓN 2+200.00

ESTACIÓN 2+220.00

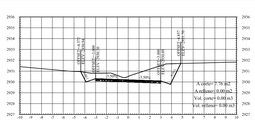
ESTACIÓN 2+240.00

ESTACIÓN 2+260.00

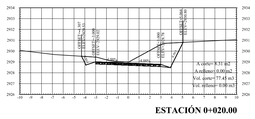
ESTACIÓN 2+280.00

ESTACIÓN 2+300.00

ESTACIÓN 2+320.00



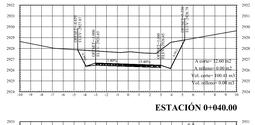
ESTACIÓN 0+010.00



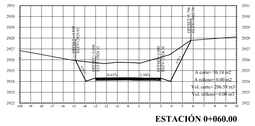
ESTACIÓN 0+020.00



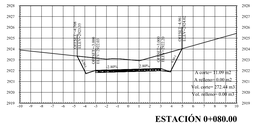
ESTACIÓN 0+030.00



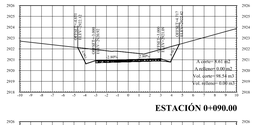
ESTACIÓN 0+040.00



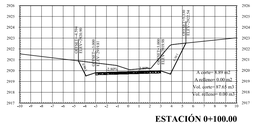
ESTACIÓN 0+060.00



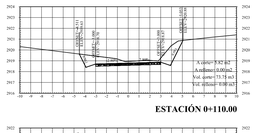
ESTACIÓN 0+080.00



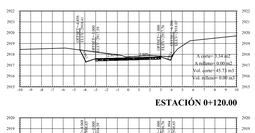
ESTACIÓN 0+090.00



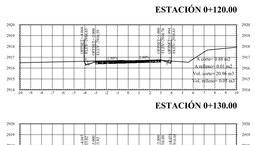
ESTACIÓN 0+100.00



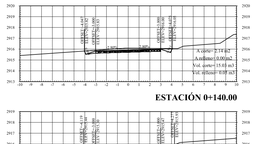
ESTACIÓN 0+110.00



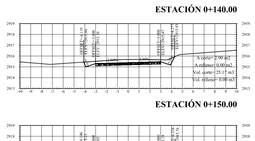
ESTACIÓN 0+120.00



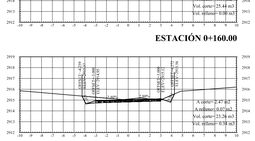
ESTACIÓN 0+130.00



ESTACIÓN 0+140.00

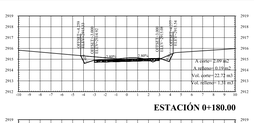


ESTACIÓN 0+150.00

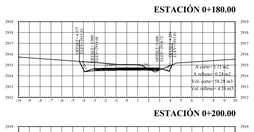


ESTACIÓN 0+160.00

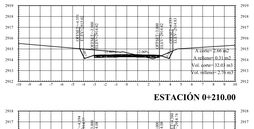
ESTACIÓN 0+170.00



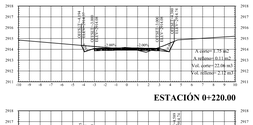
ESTACIÓN 0+180.00



ESTACIÓN 0+200.00



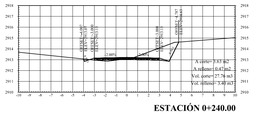
ESTACIÓN 0+210.00



ESTACIÓN 0+220.00



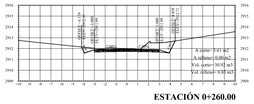
ESTACIÓN 0+230.00

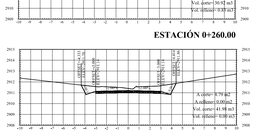


ESTACIÓN 0+240.00

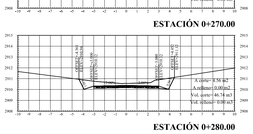


ESTACIÓN 0+250.00

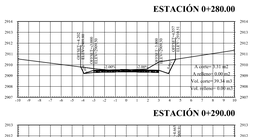




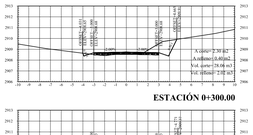
ESTACIÓN 0+260.00



ESTACIÓN 0+270.00



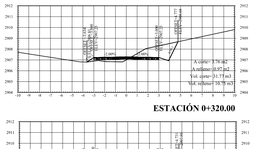
ESTACIÓN 0+280.00



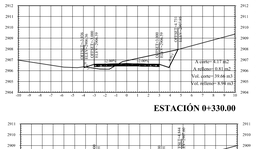
ESTACIÓN 0+290.00



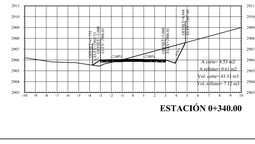
ESTACIÓN 0+300.00



ESTACIÓN 0+310.00

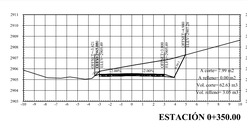


ESTACIÓN 0+320.00

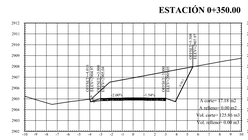


ESTACIÓN 0+330.00

ESTACIÓN 0+340.00



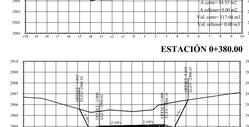
ESTACIÓN 0+350.00



ESTACIÓN 0+360.00



ESTACIÓN 0+380.00



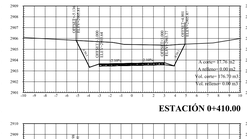
ESTACIÓN 0+390.00



ESTACIÓN 0+400.00



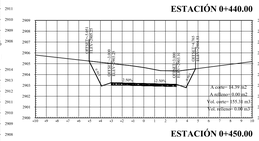
ESTACIÓN 0+410.00



ESTACIÓN 0+420.00



ESTACIÓN 0+440.00



ESTACIÓN 0+450.00

ESTACIÓN 0+460.00

ESTACIÓN 0+470.00

ESTACIÓN 0+480.00

ESTACIÓN 0+490.00

ESTACIÓN 0+500.00

ESTACIÓN 0+510.00

ESTACIÓN 0+520.00

ESTACIÓN 0+540.00

ESTACIÓN 0+560.00

ESTACIÓN 0+580.00

ESTACIÓN 0+600.00

ESTACIÓN 0+610.00

ESTACIÓN 0+620.00

ESTACIÓN 0+630.00

ESTACIÓN 0+640.00

ESTACIÓN 0+650.00

ESTACIÓN 0+660.00

ESTACIÓN 0+670.00

ESTACIÓN 0+680.00

ESTACIÓN 0+690.00

ESTACIÓN 0+700.00

ESTACIÓN 0+710.00

ESTACIÓN 0+720.00

ESTACIÓN 0+730.00

ESTACIÓN 0+740.00

ESTACIÓN 0+750.00

ESTACIÓN 0+760.00

ESTACIÓN 0+770.00

ESTACIÓN 0+780.00

ESTACIÓN 0+800.00

ESTACIÓN 0+820.00

ESTACIÓN 0+840.00

ESTACIÓN 0+850.00

ESTACIÓN 0+860.00

ESTACIÓN 0+870.00

ESTACIÓN 0+880.00

ESTACIÓN 0+900.00

ESTACIÓN 0+920.00

ESTACIÓN 0+940.00

ESTACIÓN 0+950.00

ESTACIÓN 0+960.00

ESTACIÓN 0+970.00

ESTACIÓN 0+980.00

ESTACIÓN 0+990.00

ESTACIÓN 1+000.00

ESTACIÓN 1+020.00

ESTACIÓN 1+040.00

ESTACIÓN 1+060.00

ESTACIÓN 1+070.00

ESTACIÓN 1+080.00

ESTACIÓN 1+090.00

ESTACIÓN 1+100.00

ESTACIÓN 1+110.00

ESTACIÓN 1+120.00

ESTACIÓN 1+130.00

ESTACIÓN 1+140.00

ESTACIÓN 1+150.00

ESTACIÓN 1+160.00

ESTACIÓN 1+180.00

ESTACIÓN 1+200.00

ESTACIÓN 1+220.00

ESTACIÓN 1+240.00

ESTACIÓN 1+250.00

ESTACIÓN 1+260.00

ESTACIÓN 1+270.00

ESTACIÓN 1+280.00

ESTACIÓN 1+300.00

ESTACIÓN 1+320.00

ESTACIÓN 1+330.00

ESTACIÓN 1+340.00

ESTACIÓN 1+350.00

ESTACIÓN 1+360.00

ESTACIÓN 1+370.00

ESTACIÓN 1+380.00

ESTACIÓN 1+400.00

ESTACIÓN 1+420.00

ESTACIÓN 1+430.00

ESTACIÓN 1+440.00

ESTACIÓN 1+450.00

ESTACIÓN 1+460.00

ESTACIÓN 1+480.00

ESTACIÓN 1+500.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

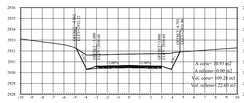
ESCALA: 1:200

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES

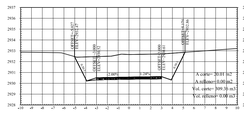
FECHA: NOVIEMBRE-2015

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	0+000.00 - 1+500.00

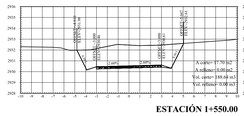
APROBADO POR:	DISEÑO:	TRAMO:	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	2	1/4



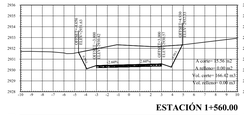
ESTACIÓN 1+520.00



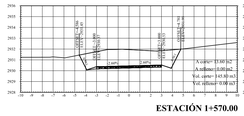
ESTACIÓN 1+540.00



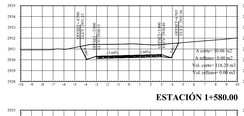
ESTACIÓN 1+550.00



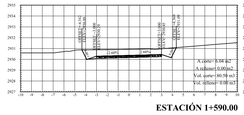
ESTACIÓN 1+560.00



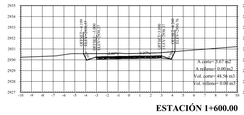
ESTACIÓN 1+570.00



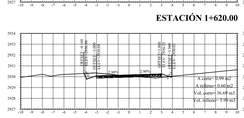
ESTACIÓN 1+580.00



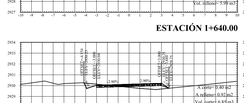
ESTACIÓN 1+590.00



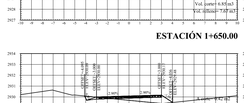
ESTACIÓN 1+600.00



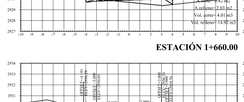
ESTACIÓN 1+620.00



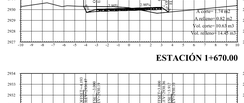
ESTACIÓN 1+640.00



ESTACIÓN 1+650.00



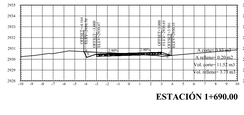
ESTACIÓN 1+660.00



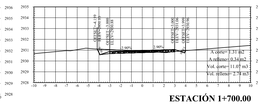
ESTACIÓN 1+670.00



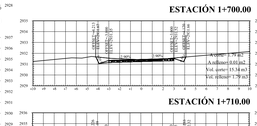
ESTACIÓN 1+680.00



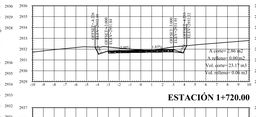
ESTACIÓN 1+690.00



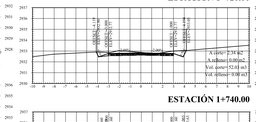
ESTACIÓN 1+700.00



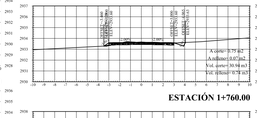
ESTACIÓN 1+710.00



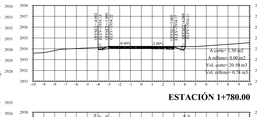
ESTACIÓN 1+720.00



ESTACIÓN 1+740.00



ESTACIÓN 1+760.00



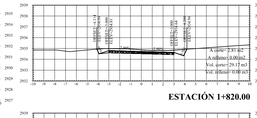
ESTACIÓN 1+780.00



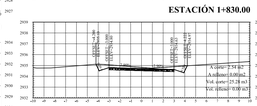
ESTACIÓN 1+800.00



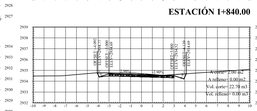
ESTACIÓN 1+810.00



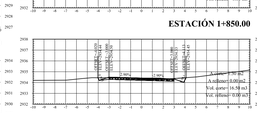
ESTACIÓN 1+820.00



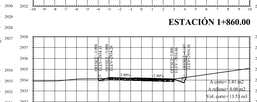
ESTACIÓN 1+830.00



ESTACIÓN 1+840.00



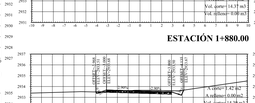
ESTACIÓN 1+850.00



ESTACIÓN 1+860.00



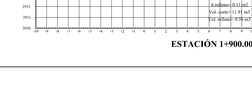
ESTACIÓN 1+870.00



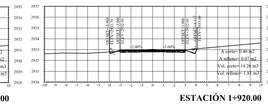
ESTACIÓN 1+880.00



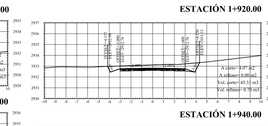
ESTACIÓN 1+890.00



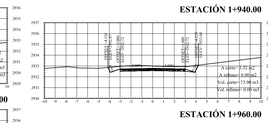
ESTACIÓN 1+900.00



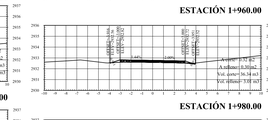
ESTACIÓN 1+920.00



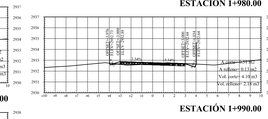
ESTACIÓN 1+940.00



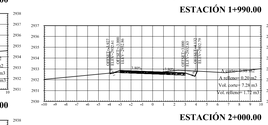
ESTACIÓN 1+960.00



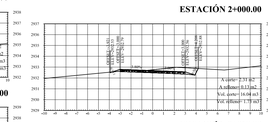
ESTACIÓN 1+980.00



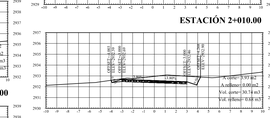
ESTACIÓN 1+990.00



ESTACIÓN 2+000.00



ESTACIÓN 2+010.00



ESTACIÓN 2+020.00

ESTACIÓN 2+030.00

ESTACIÓN 2+040.00

ESTACIÓN 2+050.00

ESTACIÓN 2+060.00

ESTACIÓN 2+080.00

ESTACIÓN 2+100.00

ESTACIÓN 2+110.00

ESTACIÓN 2+120.00

ESTACIÓN 2+130.00

ESTACIÓN 2+140.00

ESTACIÓN 2+150.00

ESTACIÓN 2+160.00

ESTACIÓN 2+170.00

ESTACIÓN 2+180.00

ESTACIÓN 2+190.00

ESTACIÓN 2+200.00

ESTACIÓN 2+210.00

ESTACIÓN 2+220.00

ESTACIÓN 2+240.00

ESTACIÓN 2+260.00

ESTACIÓN 2+280.00

ESTACIÓN 2+300.00

ESTACIÓN 2+310.00

ESTACIÓN 2+320.00

ESTACIÓN 2+330.00

ESTACIÓN 2+340.00

ESTACIÓN 2+350.00

ESTACIÓN 2+360.00

ESTACIÓN 2+370.00

ESTACIÓN 2+380.00

ESTACIÓN 2+390.00

ESTACIÓN 2+400.00

ESTACIÓN 2+410.00

ESTACIÓN 2+420.00

ESTACIÓN 2+440.00

ESTACIÓN 2+460.00

ESTACIÓN 2+480.00

ESTACIÓN 2+500.00

ESTACIÓN 2+520.00

ESTACIÓN 2+540.00

ESTACIÓN 2+560.00

ESTACIÓN 2+580.00

ESTACIÓN 2+600.00

ESTACIÓN 2+620.00

ESTACIÓN 2+640.00

ESTACIÓN 2+650.00

ESTACIÓN 2+660.00

ESTACIÓN 2+670.00

ESTACIÓN 2+680.00

ESTACIÓN 2+690.00

ESTACIÓN 2+700.00

ESTACIÓN 2+710.00

ESTACIÓN 2+720.00

ESTACIÓN 2+730.00

ESTACIÓN 2+740.00

ESTACIÓN 2+750.00

ESTACIÓN 2+760.00

ESTACIÓN 2+770.00

ESTACIÓN 2+780.00

ESTACIÓN 2+800.00

ESTACIÓN 2+820.00

ESTACIÓN 2+840.00

ESTACIÓN 2+860.00

ESTACIÓN 2+880.00

ESTACIÓN 2+890.00

ESTACIÓN 2+900.00

ESTACIÓN 2+910.00

ESTACIÓN 2+920.00

ESTACIÓN 2+930.00

ESTACIÓN 2+940.00

ESTACIÓN 2+950.00

ESTACIÓN 2+960.00

ESTACIÓN 2+970.00

ESTACIÓN 2+980.00

ESTACIÓN 3+000.00

ESTACIÓN 3+010.00

ESTACIÓN 3+020.00

ESTACIÓN 3+030.00

ESTACIÓN 3+040.00

ESTACIÓN 3+050.00

ESTACIÓN 3+060.00

ESTACIÓN 3+070.00

ESTACIÓN 3+080.00

ESTACIÓN 3+100.00

ESTACIÓN 3+120.00

ESTACIÓN 3+140.00

ESTACIÓN 3+160.00

ESTACIÓN 3+170.00

ESTACIÓN 3+180.00

ESTACIÓN 3+190.00

ESTACIÓN 3+200.00

ESTACIÓN 3+210.00

ESTACIÓN 3+220.00

ESTACIÓN 3+230.00

ESTACIÓN 3+240.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santín Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

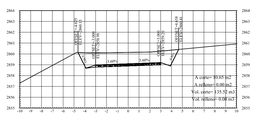
ESCALA: 1:200

FECHA: NOVIEMBRE-2015

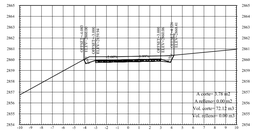
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	1+520.00 - 3+240.00

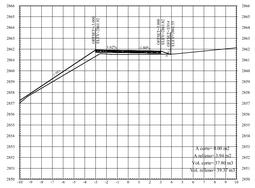
APROBADO POR	DISEÑO:	TRAMO:	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	2	2/4



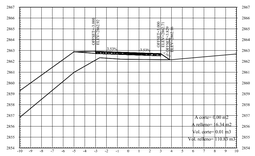
ESTACIÓN 3+250.00



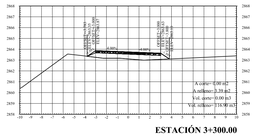
ESTACIÓN 3+260.00



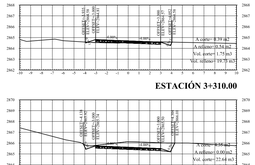
ESTACIÓN 3+280.00



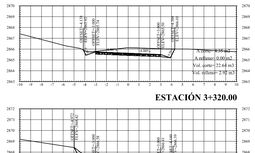
ESTACIÓN 3+290.00



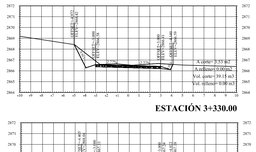
ESTACIÓN 3+300.00



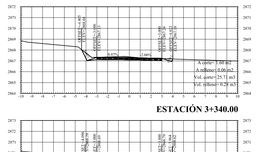
ESTACIÓN 3+310.00



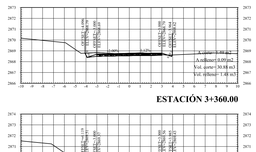
ESTACIÓN 3+320.00



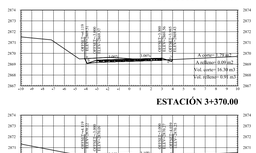
ESTACIÓN 3+330.00



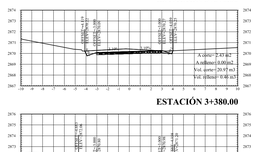
ESTACIÓN 3+340.00



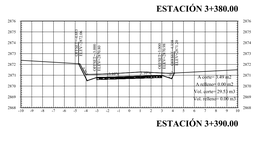
ESTACIÓN 3+360.00



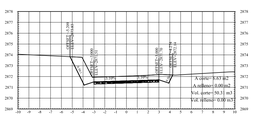
ESTACIÓN 3+370.00



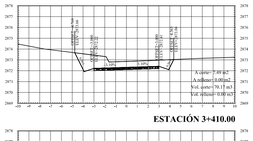
ESTACIÓN 3+380.00



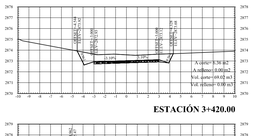
ESTACIÓN 3+390.00



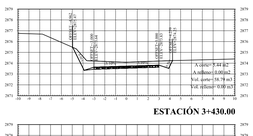
ESTACIÓN 3+400.00



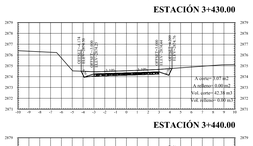
ESTACIÓN 3+410.00



ESTACIÓN 3+420.00



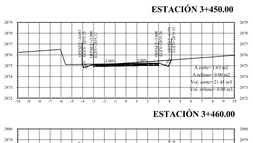
ESTACIÓN 3+430.00



ESTACIÓN 3+440.00



ESTACIÓN 3+450.00



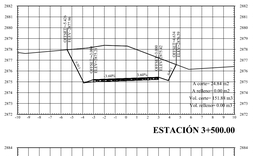
ESTACIÓN 3+460.00



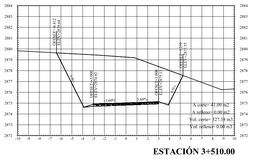
ESTACIÓN 3+480.00



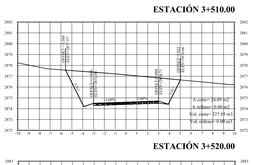
ESTACIÓN 3+490.00



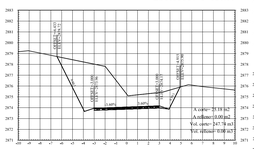
ESTACIÓN 3+500.00



ESTACIÓN 3+510.00



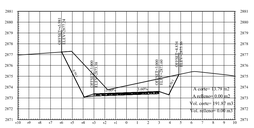
ESTACIÓN 3+520.00



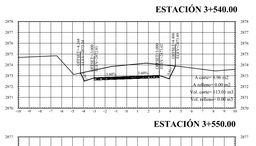
ESTACIÓN 3+530.00



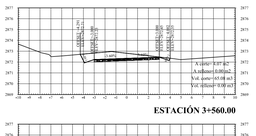
ESTACIÓN 3+540.00



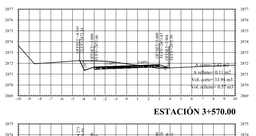
ESTACIÓN 3+550.00



ESTACIÓN 3+560.00



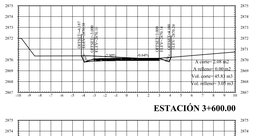
ESTACIÓN 3+570.00



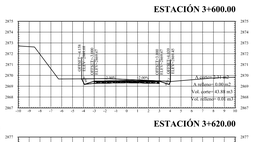
ESTACIÓN 3+580.00



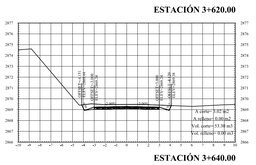
ESTACIÓN 3+600.00



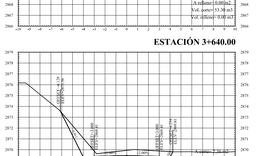
ESTACIÓN 3+620.00



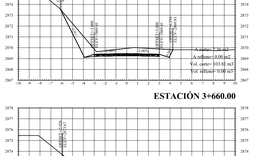
ESTACIÓN 3+640.00



ESTACIÓN 3+660.00



ESTACIÓN 3+680.00



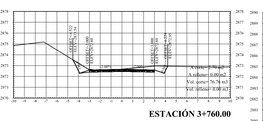
ESTACIÓN 3+700.00



ESTACIÓN 3+720.00



ESTACIÓN 3+740.00



ESTACIÓN 3+760.00

ESTACIÓN 3+780.00

ESTACIÓN 3+800.00

ESTACIÓN 3+820.00

ESTACIÓN 3+840.00

ESTACIÓN 3+860.00

ESTACIÓN 3+880.00

ESTACIÓN 3+900.00

ESTACIÓN 3+920.00

ESTACIÓN 3+930.00

ESTACIÓN 3+940.00

ESTACIÓN 3+950.00

ESTACIÓN 3+960.00

ESTACIÓN 3+970.00

ESTACIÓN 3+980.00

ESTACIÓN 3+990.00

ESTACIÓN 4+000.00

ESTACIÓN 4+020.00

ESTACIÓN 4+040.00

ESTACIÓN 4+060.00

ESTACIÓN 4+080.00

ESTACIÓN 4+100.00

ESTACIÓN 4+120.00

ESTACIÓN 4+140.00

ESTACIÓN 4+160.00

ESTACIÓN 4+180.00

ESTACIÓN 4+190.00

ESTACIÓN 4+200.00

ESTACIÓN 4+210.00

ESTACIÓN 4+220.00

ESTACIÓN 4+230.00

ESTACIÓN 4+240.00

ESTACIÓN 4+260.00

ESTACIÓN 4+280.00

ESTACIÓN 4+300.00

ESTACIÓN 4+320.00

ESTACIÓN 4+340.00

ESTACIÓN 4+350.00

ESTACIÓN 4+360.00

ESTACIÓN 4+370.00

ESTACIÓN 4+380.00

ESTACIÓN 4+390.00

ESTACIÓN 4+400.00

ESTACIÓN 4+410.00

ESTACIÓN 4+420.00

ESTACIÓN 4+430.00

ESTACIÓN 4+440.00

ESTACIÓN 4+450.00

ESTACIÓN 4+460.00

ESTACIÓN 4+480.00

ESTACIÓN 4+500.00

ESTACIÓN 4+520.00

ESTACIÓN 4+530.00

ESTACIÓN 4+540.00

ESTACIÓN 4+550.00

ESTACIÓN 4+560.00

ESTACIÓN 4+580.00

ESTACIÓN 4+600.00

ESTACIÓN 4+620.00

ESTACIÓN 4+640.00

ESTACIÓN 4+660.00

ESTACIÓN 4+670.00

ESTACIÓN 4+680.00

ESTACIÓN 4+690.00

ESTACIÓN 4+700.00

ESTACIÓN 4+710.00

ESTACIÓN 4+720.00

ESTACIÓN 4+740.00

ESTACIÓN 4+750.00

ESTACIÓN 4+760.00

ESTACIÓN 4+770.00

ESTACIÓN 4+780.00

ESTACIÓN 4+790.00

ESTACIÓN 4+800.00

ESTACIÓN 4+820.00

ESTACIÓN 4+840.00

ESTACIÓN 4+860.00

ESTACIÓN 4+880.00

ESTACIÓN 4+900.00

ESTACIÓN 4+920.00

ESTACIÓN 4+940.00

ESTACIÓN 4+960.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:
El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santín Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.

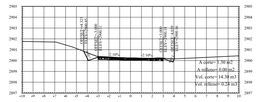
ESCALA: 1:200

FECHA: NOVIEMBRE-2015

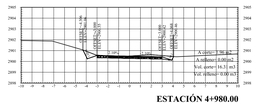
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES

ZONA	CLASE	PROYECTO	PROVINCIA	ABSCISA
ONDULADO	IV	DEFINITIVO	COTOPAXI	3+250.00 - 4+960.00

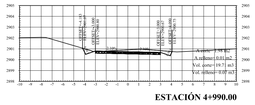
APROBADO POR	DISEÑO:	TRAMO:	PLANO:
Ing. Mg. Vinicio Almeida	Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	2	3/4



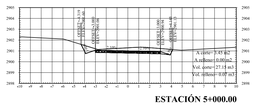
ESTACIÓN 4+970.00



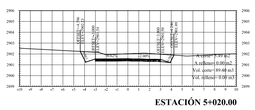
ESTACIÓN 4+980.00



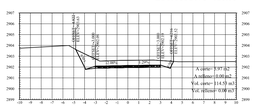
ESTACIÓN 4+990.00



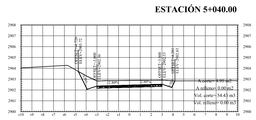
ESTACIÓN 5+000.00



ESTACIÓN 5+020.00



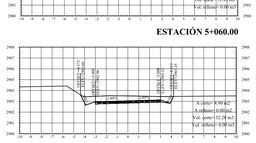
ESTACIÓN 5+040.00



ESTACIÓN 5+050.00



ESTACIÓN 5+060.00



ESTACIÓN 5+070.00



ESTACIÓN 5+080.00



ESTACIÓN 5+090.00



ESTACIÓN 5+100.00



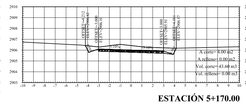
ESTACIÓN 5+120.00



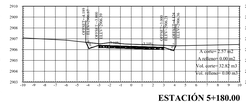
ESTACIÓN 5+140.00



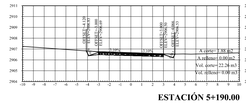
ESTACIÓN 5+160.00



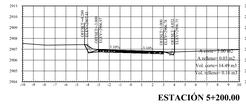
ESTACIÓN 5+170.00



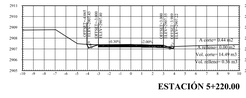
ESTACIÓN 5+180.00



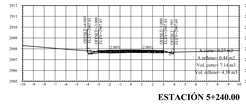
ESTACIÓN 5+190.00



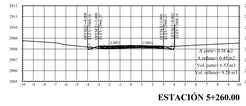
ESTACIÓN 5+200.00



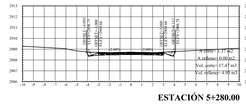
ESTACIÓN 5+220.00



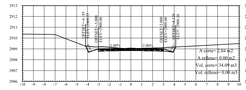
ESTACIÓN 5+240.00



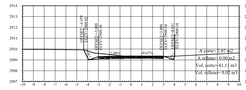
ESTACIÓN 5+260.00



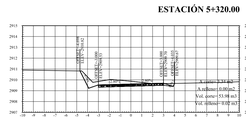
ESTACIÓN 5+280.00



ESTACIÓN 5+300.00



ESTACIÓN 5+320.00



ESTACIÓN 5+340.00



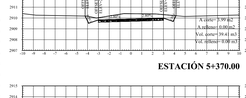
ESTACIÓN 5+350.00



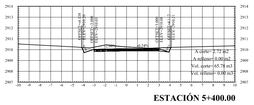
ESTACIÓN 5+360.00



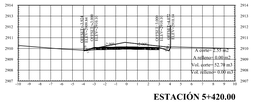
ESTACIÓN 5+370.00



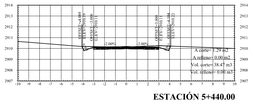
ESTACIÓN 5+380.00



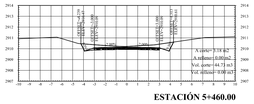
ESTACIÓN 5+400.00



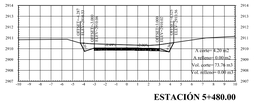
ESTACIÓN 5+420.00



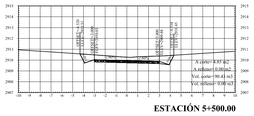
ESTACIÓN 5+440.00



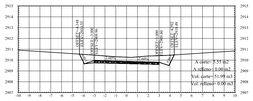
ESTACIÓN 5+460.00



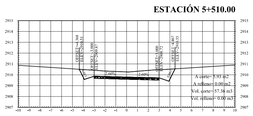
ESTACIÓN 5+480.00



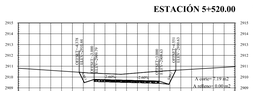
ESTACIÓN 5+500.00



ESTACIÓN 5+510.00



ESTACIÓN 5+520.00



ESTACIÓN 5+530.00



ESTACIÓN 5+540.00

ESTACIÓN 5+550.00

ESTACIÓN 5+560.00

ESTACIÓN 5+580.00

ESTACIÓN 5+600.00

ESTACIÓN 5+620.00

ESTACIÓN 5+640.00

ESTACIÓN 5+660.00

ESTACIÓN 5+670.00

ESTACIÓN 5+680.00

ESTACIÓN 5+690.00

ESTACIÓN 5+700.00

ESTACIÓN 5+710.00

ESTACIÓN 5+720.00

ESTACIÓN 5+730.00

ESTACIÓN 5+740.00

ESTACIÓN 5+760.00

ESTACIÓN 5+780.00

ESTACIÓN 5+800.00

ESTACIÓN 5+820.00

ESTACIÓN 5+840.00

ESTACIÓN 5+850.00

ESTACIÓN 5+860.00

ESTACIÓN 5+870.00

ESTACIÓN 5+880.00

ESTACIÓN 5+890.00

ESTACIÓN 5+900.00

ESTACIÓN 5+910.00

ESTACIÓN 5+780.00

ESTACIÓN 5+800.00

ESTACIÓN 5+820.00

ESTACIÓN 5+840.00

ESTACIÓN 5+850.00

ESTACIÓN 5+860.00

ESTACIÓN 5+870.00

ESTACIÓN 5+880.00

ESTACIÓN 5+890.00

ESTACIÓN 5+900.00

ESTACIÓN 5+910.00

ESTACIÓN 5+780.00

ESTACIÓN 5+920.00

ESTACIÓN 5+930.00

ESTACIÓN 5+940.00

ESTACIÓN 5+950.00

ESTACIÓN 5+960.00

ESTACIÓN 5+980.00

ESTACIÓN 6+000.00

ESTACIÓN 6+010.00

ESTACIÓN 6+020.00

ESTACIÓN 6+030.00

ESTACIÓN 6+160.00

ESTACIÓN 6+170.00

ESTACIÓN 6+040.00

ESTACIÓN 6+180.00

ESTACIÓN 6+060.00

ESTACIÓN 6+200.00

ESTACIÓN 6+080.00

ESTACIÓN 6+220.00

ESTACIÓN 6+240.00

ESTACIÓN 6+260.00

ESTACIÓN 6+280.00

ESTACIÓN 6+300.00

ESTACIÓN 6+320.00

ESTACIÓN 6+330.00

ESTACIÓN 6+340.00

ESTACIÓN 6+350.00

ESTACIÓN 6+360.00

ESTACIÓN 6+380.00

ESTACIÓN 6+400.00

ESTACIÓN 6+410.00

ESTACIÓN 6+420.00

ESTACIÓN 6+430.00

ESTACIÓN 6+440.00

ESTACIÓN 6+460.00

ESTACIÓN 6+480.00

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
PROYECTO: El sistema de comunicación terrestre entre los Barrios Santán Grande y Colatoa del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y su influencia en la calidad de vida de los pobladores.		ESCALA: 1:200	
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES		FECHA: NOVIEMBRE-2015	
ZONA: ONDULADO	CLASE: IV	PROYECTO: DEFINITIVO	PROVINCIA: COTOPAXI
ABSCISA: 4+970.00 - 6+480.00			
APROBADO POR: Ing. Mg. Vinicio Almeida	DISEÑO: Egda. Sandra E. Tipantaxi N.	TRAMO: 2	PLANO: 4/4