



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**Diseño Geométrico y de Pavimentos de la vía
"Camino A Ucholoma" de la Parroquia Baños,
cantón Cuenca**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Luis Marcelo Arévalo Zhagui

Director: Ing. Civ. Luis Mario Almache Sánchez, M.Sc.

CUENCA - 2018

DECLARACIÓN

Yo, **LUIS MARCELO ARÉVALO ZHAGUI**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

LUIS MARCELO ARÉVALO ZHAGUI

CI: 1400691786

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por LUIS MARCELO ARÉVALO ZHAGUI, bajo mi supervisión.

Ing. Msc. Luis Mario Almache Sánchez

DIRECTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado a Dios, a mis padres y hermanos, por todo el amor, sacrificio y confianza incondicional que me han brindado durante toda la etapa Universitaria, y que hoy se ve reflejado en este trabajo investigativo.

Además se lo dedico a mi hijo que está por nacer, me impulsa de alegría, fortaleza y confianza en esta última etapa, previo a la obtención del título.

Luis Marcelo Arévalo Zhagui

AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo del trabajo investigativo fue necesario el apoyo de varias personas e instituciones, que con su colaboración ayudaron a culminar la tesis, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

A Dios, por brindarme salud, compañía y sabiduría durante toda esta vida, y guiarme en cada paso que doy.

A mis padres y hermanos, por todo su amor, apoyo y confianza incondicional. De manera especial a mi madre Carmen y hermano Leonardo, que siempre influyeron para alcanzar mis metas y lograr ser una persona de bien.

A la Universidad Católica de Cuenca, por todos los conocimientos brindados durante mi vida universitaria. De manera muy especial a mi director de tesis, el Ing. Msc. Luis Mario Almache Sánchez, quien me brindo su tiempo, apoyo y experiencia profesional, para guiarme y dar soluciones que se presentaron durante el desarrollo de este trabajo

Al Gad Parroquial de Baños del cantón Cuenca, por permitirme realizar el trabajo investigativo y brindando información.

Finalmente a todas las personas quienes colaboraron de una u otra forma en el desarrollo de este trabajo, les quedo muy agradecido.

Luis Marcelo Arévalo Zhagui

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
INDICE DE TABLAS	XVI
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
CAPITULO I: ANTECEDENTES.	1
1.1 Diagnostico:	1
1.2 Alternativas:	2
1.3.- OBJETIVO	3
1.3.1.- Objetivo general.	3
1.3.2.- Objetivo específico.	3
1.4 Descripción del estudio	4
1.4.1 Descripción general	4
1.4.2 Ubicación y delimitación.	4
1.4.3. Acceso	6
1.4.3.1 Acceso 1	6

1.4.3.2 Acceso 2-----	6
1.4.4 Situación actual del tramo vial-----	7
1.4.5 Alcance-----	9
1.4.6 Planeamiento-----	9
1.5 Levantamiento topográfico del proyecto.-----	10
1.6 Aforo Vehicular-----	12
1.6.1 Caracterización Vehicular.-----	13
1.6.2 Conteo Vehicular.-----	13
1.7 Clasificación de vías según el MTOP -----	14
1.7.1 Clasificación por capacidad (función del TPDA)-----	15
1.7.2 Clasificación por jerarquía en la red vial -----	16
1.7.3 Clasificación por condiciones orográficas.-----	17
1.7.4 Clasificación por números de calzadas-----	17
1.7.5 Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento. -----	17
1.7.5.1 Pavimentos flexibles-----	18
1.7.5.2 Pavimentos rígidos -----	18
1.7.5.3 Afirmados -----	18
1.7.5.4 Superficial natural-----	18
1.7.6 Resultado: Clasificación vial del proyecto. -----	18
CAPÍTULO II: DISEÑO GEOMETRICO VIAL -----	20

2.1 Velocidad de diseño -----	20
2.2 Alineamiento Horizontal -----	20
2.2.1 Curvas circulares simples -----	20
2.2.2 Curvas circulares compuestas -----	21
2.2.3 Tangentes horizontales.-----	22
2.2.3.1 Entretangencia.-----	22
2.2.3.1.1 Entretangencia mínima.-----	22
2.2.3.1.2 Entretangencia máxima. -----	22
2.2.4 Peraltes -----	24
2.2.5 Radios mínimos -----	25
2.2.6 Fricción lateral. (f)-----	25
2.2.7 Bombeo -----	26
2.2.8 Transición del peralte. -----	27
2.2.8.1 Longitud de transición (Lt). -----	28
2.2.8.2 Longitud de aplanamiento (N). -----	29
2.3 Sobre Ancho.-----	30
2.4 Distancia de visibilidad de parada o frenado-----	30
2.5 Distancia de visibilidad de adelantamiento. -----	32
2.6 Alineamiento Vertical-----	33
2.6.1 Tangentes verticales-----	33

2.6.2 Curvas verticales	34
2.6.2.1 Curvas verticales convexas.	34
2.6.2.2 Curvas verticales cóncavas.	35
2.7 Diseño De Secciones Transversales	36
2.7.1 Veredas	36
2.7.2 Calzada	36
2.7.3 Taludes	36
2.7.4 Bordillos	39
2.7.5 Cunetas	39
2.8 Determinación de las Áreas de las Secciones Transversales, Volúmenes y Diagrama de masas.	39
2.8.1 Diagrama de masas	40
2.9 RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO.	41
2.9.1 Velocidad de diseño	41
2.9.2 Sumideros	41
2.9.3 Sección transversal	41
2.9.4 Áreas afectadas	42
CAPÍTULO III. ESTUDIO DE SUELOS, DISEÑO DE PAVIMENTOS Y SEÑALIZACION.	44
3.1 Parámetros de diseño.	44
3.2 Estudio de laboratorio: propiedades físico-mecánicas de la subrasante.	45

3.2.1 Obtención y ubicación de las calicatas. -----	46
3.2.2 Humedad Natural -----	47
3.2.3 Límites de Plasticidad (IP).-----	48
3.2.3.1 Límite líquido (LL) -----	48
3.2.3.2 Límite plástico (LP)-----	49
3.2.4 Resultados del Ensayo Límite de Plasticidad-----	50
3.2.5 Análisis Granulométrico.-----	51
3.2.6 Proctor modificado -----	55
3.2.6.1 Equipo -----	55
3.2.6.2 Procedimiento-----	56
3.2.7 CBR (California Bearing Ratio)-----	57
3.2.8 Resultados de los ensayos de laboratorio. -----	62
3.3 Propiedad de los materiales granulares de la estructura del pavimento. -----	62
3.3.1 Subrasante -----	63
3.3.2 Sub-bases -----	64
3.3.3 Base -----	65
3.4 Diseño de Pavimentos.-----	66
3.4.1 Introducción. -----	66
3.4.2 Determinación del Transito Promedio Diario Anual de diseño ($TPDA_{dis}$). -----	67
3.4.2.1 Trafico nocturno (TN)-----	67

3.4.2.2 Trafico desviado (TD)-----	67
3.4.2.3 Trafico existente (TE) -----	67
3.4.2.4 Tráfico generado (TG) -----	68
3.4.3 Determinación del Transito Promedio Diario Anual futuro ($TPDA_{fut}$). -----	68
3.4.3.1 Periodo de diseño (n) -----	69
3.4.3.2 Tasa de crecimiento (i) -----	69
3.4.4 Diseño de la estructura del pavimento flexible por el método ASSHTO-1993 - 70	
3.4.4.1 Número estructural del pavimento de tránsito SN_{trans} .. -----	71
3.4.4.1.1 Número de ejes equivalentes (Nt). -----	72
3.4.4.1.1.1 Determinación del Factor de Equivalencia (Fe).-----	74
3.4.4.1.1.2 Determinación de la tasa de crecimiento (r) y periodo de diseño (t). -----	76
3.4.4.1.1.3 Porcentaje de vehículos pesados. (A en %) -----	76
3.4.4.1.1.4 Factor de distribución por carril (B en %).-----	77
3.4.4.1.1.5 Resultado del cálculo del Nt.-----	77
3.4.4.1.2 Desviación normal estándar. (Zr).-----	78
3.4.4.1.3 Error normal combinado (So). -----	79
3.4.4.1.4 Nivel de serviciabilidad (ΔIPS). -----	80
3.4.4.1.4.1 Índice de serviciabilidad inicial (Po) -----	80
3.4.4.1.4.2 Índice de serviciabilidad final (Pt) -----	80
3.4.4.1.4.3 Resultados del índice de serviciabilidad ΔIPS .-----	81

3.4.4.1.5 Modulo resiliente de la subrasante (M_r). -----	81
3.4.4.1.6 Cálculo del Número estructural del pavimento de tránsito (SN_{trans}) --	82
3.4.4.2 Número estructural del espesor de las capas del pavimento (SN_{estruc}).----	83
3.4.4.2.1 Determinación del espesor de la capa (d_i) -----	83
3.4.4.2.2 Coeficiente estructural de las capas (a_i)-----	86
3.4.4.2.3 Coeficiente de drenaje de las capas granulares (m_i). -----	87
3.4.4.2.4 Determinación del valor SN_{estruc} y los espesores de las capas-----	88
3.5 Señalización -----	90
3.5.1 Definición.-----	90
3.5.2 Señalización horizontal-----	90
3.5.2.1 Ubicación.-----	91
3.5.2.2 Color.-----	91
3.5.2.3 Clasificación de señalización horizontal. -----	92
3.5.2.3.1 Líneas longitudinales. -----	92
3.5.2.3.2 Líneas transversales.-----	92
3.5.2.3.3 Símbolos y leyendas. -----	92
3.5.3 Señalización vertical -----	94
3.5.3.1 Definición -----	94
3.5.3.2 Ubicación.-----	94
3.5.3.3 Colocación lateral y altura.-----	94

3.5.3.4 Tipos de señales que se utilizaron en el diseño. -----	96
3.6 Drenaje -----	98
3.6.1 Alcantarillado-----	98
3.6.2 Sumideros.-----	98
3.7 Obras complementarias. -----	100
3.7.1 Muros de contención. -----	100
CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO -----	103
4.1 Presupuesto referencial -----	103
4.2 Análisis de precios unitarios. -----	103
4.3 Cantidades de obra. -----	103
4.4 Cronograma de actividades -----	103
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y ANEXOS -----	104
5.1 Conclusiones -----	104
5.2 Recomendaciones. -----	106
5.3 Bibliografía. -----	107
5.4 Anexos-----	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Identificación del tramo vial en estudio	1
Figura 2: Estimación de la estructura y espesores del pavimento	3
Figura 3: Asentamiento poblacional de la parroquia Baños	4
Figura 4: Ubicación del tramo vial.	5
Figura 5: Accesos al proyecto vial.....	6
Figura 6: Condiciones actuales de la vía Ucholoma.....	8
Figura 7: Ubicación de la estación 1 del aforo vehicular	12
Figura 8: Clasificación de las vías en base al TPDA	15
Figura 9: Clasificación vehicular por jerarquía en la red vial.....	16
Figura 10: Clasificación por condiciones orográficas.	17
Figura 11: Curva simple número 23 de la vía Ucholoma	21
Figura 12: Curva circular simple: peralte, zona de transición, sobre-ancho.....	24
Figura 13: Bombeo de la sección transversal de la vía.....	26
Figura 14: Transición de una curva circular simple.....	27
Figura 15: Distancia de visibilidad de parada o frenado.....	31
Figura 16: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	34
Figura 17: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava	35
Figura 18: Representación del talud de corte y relleno considerado para el tramo vial	37
Figura 19: Calculo del material de corte y relleno.....	40
Figura 20: Diagrama de masa de la vía "camino a Ucholoma"	40
Figura 21: Rejilla "Tipo", para la evacuación de las aguas	41
Figura 22: Determinación de la sección transversal de la vía.....	42

Figura 23: Áreas que afectan el diseño geométrico del proyecto vial	43
Figura 24: Ensayo de la capacidad soportante del suelo.	44
Figura 25: Ensayo de la capacidad soportante del suelo	45
Figura 26: Ensayo del límite líquido.....	49
Figura 27: Comportamiento de la humedad del suelo de la muestra 4.....	50
Figura 28: Equipos que se utilizaron para realizar el ensayo de densidad máxima seca...55	
Figura 29: Comportamiento de la humedad del suelo de la muestra 4.....	56
Figura 30: Comportamiento de la humedad del suelo de la muestra 4.....	59
Figura 31: Calculo del CBR con respecto a la densidad del 95% de la densidad seca máxima.....	60
Figura 32: Calculo del CBR de diseño.	61
Figura 33: Rango de espesores para la estructura del pavimento.	63
Figura 34: Comportamiento de la estructura del pavimento flexible a las cargas de tránsito.....	67
Figura 35: Representación de los diferentes tipos de ejes con las respectivas cargas estándar.	73
Figura 36: Cargas estándares para diferente tipos de vehículos.	75
Figura 37: Capa de mejoramiento existente actualmente en la vía Ucholoma.	85
Figura 38: Espesores del proyecto vial Ucholoma.	89
Figura 39: Tipos de señalizaciones horizontal.....	93
Figura 40: Colocación de la señalización vertical.	95
Figura 41: Señalización vertical: disco pare.	96
Figura 42: Señalización vertical: doble vía.....	96
Figura 43: Señalización vertical: disco curva cerrada.	97

Figura 44: Señalización vertical: disco curva abierta.	97
Figura 45: Secuencia de como irían conectadas entre sí los sumideros a la red de alcantarillado.....	100
Figura 46: Muro de contención tipo gavión.....	101
Figura 47: Dimensión propuesta y forma de cómo trabaja del muro de contención tipo gavión.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas referenciales del proyecto vial.	5
Tabla 2: Limitación sectorial del proyecto vial.	5
Tabla 3: Estaciones topográficas referenciales del tramo vial "Camino Ucholoma"	11
Tabla 4: Ubicación de la estación para el conteo vehicular	12
Tabla 5: Caracterización y conteo vehicular obtenidos desde la estación 1.	13
Tabla 6: Determinación del TPDA del proyecto vial	14
Tabla 7: Clasificación vial camino a Ucholoma.	19
Tabla 8: Longitud de tangentes intermedias para su respectiva velocidad de diseño.....	23
Tabla 9: Tasa de sobreelevación dependiendo del tipo de área.	24
Tabla 10: Cifras recomendadas para radios mínimos y grados.	26
Tabla 11: Valores máximos y mínimos de la pendiente relativa de los bordes de la calzada con respecto al eje.....	28
Tabla 12: Longitudes de desarrollo de la sobreelevación en carreteras de dos carriles (m)	29
Tabla 13: Distancias mínimas de adelantamiento para carreteras rurales de dos carriles. 33	33
Tabla 14: Taludes de corte recomendados para diferentes tipos de suelos.....	36
Tabla 15: Ubicación de donde se deben considerar la aplicabilidad del talud de corte y terraplén debido al poco espacio disponible.	38
Tabla 16: Número mínimo de calicatas dependiendo del proyecto vial.	45
Tabla 17: Ubicación del lugar de donde se obtuvieron las muestras.	46
Tabla 18: Resultado de la humedad natural de cada muestra	47
Tabla 19: Resultado del ensayo del límite líquido del pozo #5.	48

Tabla 20: Resultado del límite plástico del pozo #5	49
Tabla 21: Resultado del índice de plasticidad de cada muestra	50
Tabla 22: Clasificación del suelo por el método AASHTO.....	52
Tabla 23: Clasificación del suelo por el método SUCS.....	53
Tabla 24: Granulometría de la muestra número 5 del proyecto vial Ucholoma.....	54
Tabla 25: Clasificación de las muestras de la subrasante	54
Tabla 26: Clasificación del suelo de acuerdo con el CBR.....	57
Tabla 27: Determinación del CBR de los distintos números golpes.....	58
Tabla 28: Resultado del CBR de las 5 calicatas.....	60
Tabla 29: Determinación del CBR de diseño para pavimentos	61
Tabla 30: Clasificación de las muestras de la Subrasante.....	62
Tabla 31: Fajas granulométricas para diferentes clases de sub-base	64
Tabla 32: Recomendaciones para el uso de material de Base.....	65
Tabla 33: Fajas granulométricas para diferentes clases de sub-base	66
Tabla 34: Calculo del <i>TPDA_{dis}</i> del proyecto vial.....	68
Tabla 35: Tasa de crecimiento vehicular para la provincia del Azuay	69
Tabla 36: Cálculo de <i>TPDA_{fut.}</i> para los vehículos del proyecto vial.	70
Tabla 37: Clasificación vehicular según la NEVI-12 del proyecto vial Ucholoma.....	75
Tabla 38: Porcentaje de vehículos pesados del proyecto vial Ucholoma.	76
Tabla 39: Factor de repartición para vehículos pesados.	77
Tabla 40: Determinación del Número de Ejes Equivalentes.	77
Tabla 41: Niveles de confiabilidad sugeridos para varios tipos de carreteras.	78
Tabla 42: Valores de la desviación normal estándar que están en función de R.	79
Tabla 43: Error normal combinado para pavimentos flexibles.....	79

Tabla 44: Valores de índice de serviciabilidad.	80
Tabla 45: Valores de índice de serviciabilidad.	81
Tabla 46: Determinación del número estructural del pavimento de tránsito	82
Tabla 47: Espesores mínimos para el Concreto Asfáltico y la Base granular.	84
Tabla 48: Espesores de sustitución de Subrasante para alcanzar CBR de plataforma mínimo de 5%.	85
Tabla 49: Coeficiente de capas para el diseño de pavimentos flexibles, método AASHTO 93.....	86
Tabla 50: Calidad de drenaje de los materiales granulares.	87
Tabla 51: Valores de mi recomendados para corregir los coeficientes estructurales de Bases y Subbases granulares.....	88
Tabla 52: Determinación de los espesores de cada capa granular.	88
Tabla 53: Ubicación recomendado para la colocación de sumideros en ambos lados de la calzada.....	99
Tabla 54: Tramos donde se requiere la construcción de muros de contención.....	101

RESUMEN

La comunidad Ucholoma cuenta con asentamientos poblacionales de forma desordenada, lo cual ha condicionado geoméricamente las vías existentes

El proyecto vial "DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA CAMINO A UCHOLOMA DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA" consiste en realizar un estudio de tráfico, topografía de la zona y caracterización del suelo, con el fin de mejorar sus alineamientos, ampliar su sección y brindar seguridad a los transeúntes. La Universidad Católica de Cuenca, conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Baños, del Cantón Cuenca, han firmado un convenio de cooperación interinstitucional; con la finalidad de trabajar en beneficio de sus habitantes, se desarrolló el presente estudio vial, presentando como una alternativa de solución integral.

El presente documento expone los diferentes aspectos técnicos considerados para el diseño geométrico y señalización horizontal-vertical del tramo vial, basado en normas y especificaciones vigentes en el Ecuador. Para el diseño del pavimento se aplicó la norma AASHTO 93; "Diseño de Pavimentos Flexibles", que es adoptada en nuestro país por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), misma que cumple con el buen vivir de los habitantes, garantizando comodidad, seguridad y además disminuyendo tiempos de viaje para trasladarse a diferentes lugares.

PALABRAS CLAVE: DISEÑO GEOMÉTRICO, CORREDOR VIAL, SECCIÓN TRANSVERSAL, CURVA SIMPLE

ABSTRACT

The Ucholoma community has population settlements in a disorderly manner, which has geometrically conditioned existing roads

The road project "GEOMETRIC AND PAVEMENT DESIGN OF THE ROAD TO UCHOLOMA WAY OF THE PARISH BATHS, CANTON CUENCA" is to conduct a study of traffic, topography of the area and characterization of the soil, in order to improve their alignments, expand their section and provide security to passers-by. The Catholic University of Cuenca, together with the Decentralized Autonomous Government of the Parish of Baños, of the Cuenca Canton, have signed an inter-institutional cooperation agreement; In order to work for the benefit of its inhabitants, the present road study was developed, presenting it as an integral solution alternative.

This document presents the different technical aspects considered for the geometric design and vertical-horizontal signaling of the road section, based on standards and specifications in force in Ecuador. For the design of the pavement the AASHTO 93 standard was applied; "Design of Flexible Floors", which is adopted in our country by the Ministry of Transport and Public Works (MTOPE), which meets the good living of the inhabitants, ensuring comfort, safety and also reducing travel times to move to different places.

KEYWORDS: GEOMETRIC DESIGN, ROAD CORRIDOR, CROSS SECTION, SIMPLE CURVE

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.

CAPITULO I: ANTECEDENTES.

1.1 Diagnostico:

La comunidad Ucholoma, de la parroquia Baños del cantón Cuenca, se dedica al comercio y la ganadería. En los últimos años presenta un crecimiento poblacional, ocasionando el incremento de la comercialización de los productos, que conlleva a la necesidad de construcción de obras civiles básicas como agua potable, sistema de riego, alcantarillado, diseño vial, etc.

En la figura 1 se observa el proyecto vial que es objeto de estudio y su longitud aproximada.

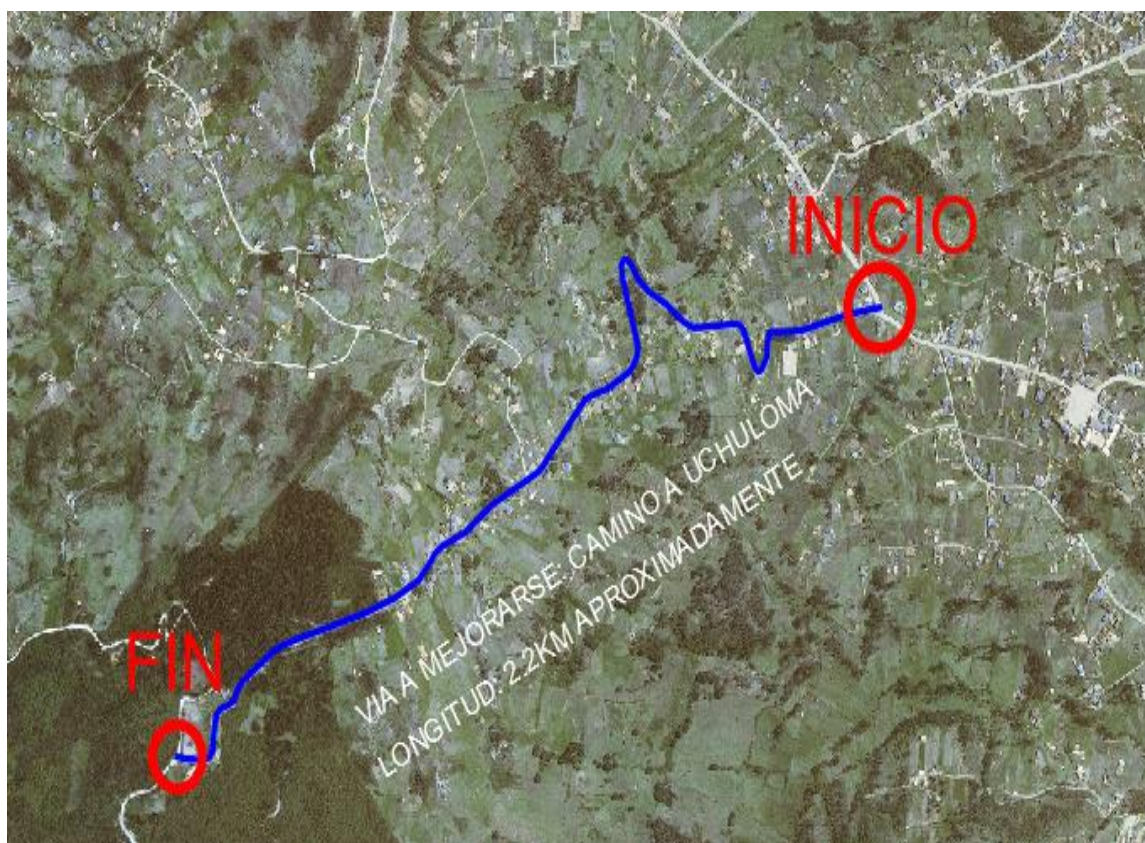


Figura 1: Identificación del tramo vial en estudio

Fuente: Orto foto – GAD Municipal de Cuenca

El diseño vial, se considera de vital importancia para el desarrollo de las demás obras civiles para su fácil accesibilidad, al igual para el fácil traslado de la población y comercialización de

los productos. La infraestructura vial debe brindar comodidad, seguridad y fácil maniobrabilidad de los transeúntes, con la finalidad de un mejor convivir entre los habitantes.

Se ha socializado con el GAD Parroquial de Baños, donde manifestaron las respectivas necesidades básicas que debe contar el proyecto vial:

- Ancho de vereda de 2 metros.
- Ancho de calzada de 4 metros por sentido.
- Pavimento flexible

1.2 Alternativas:

Existen diversos tipos de pavimentos, como el pavimento rígido, pavimento flexible, pavimento semirrígido y el pavimento articulado. Cada una de ellas varía en ciertas características como: el periodo de vida útil, variabilidad de materiales, resistencia, método de construcción y sobre todo el costo.

Entre los pavimentos más utilizados para los diseños viales en carreteras esta:

- Pavimento flexible
- Pavimento rígido.

Previo a la construcción de los proyectos viales, se deben analizar ciertos factores para ver si son o no factibles como: línea de ceros, socializar con el sector, anchos requeridos, clasificación vehicular, estructura que lo conforma, periodo de vida y costos.

El proyecto Ucholoma solo se enfocará en la elaboración del diseño de pavimento flexible, ya que es uno de los requerimientos del GAD Parroquial y el más factible en cuanto a costos, ya que la economía es un factor importante para la ejecución de los proyectos.

Generalmente, los pavimentos están conformados por una capa de Rodadura, capa Base, capa Sub-base, capa Subrasante. En la figura 2 se tiene una posible estructura de pavimento flexible.

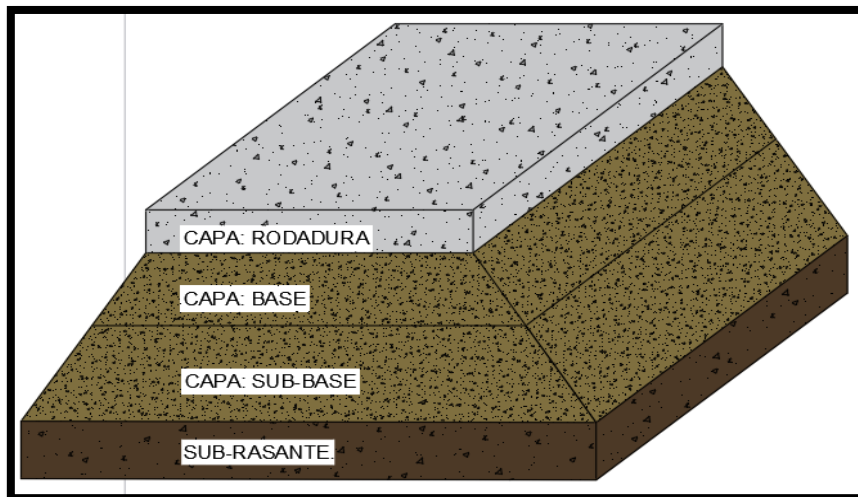


Figura 2: Estimación de la estructura y espesores del pavimento

Fuente: Propia, Cuenca-2018

1.3.- OBJETIVO

1.3.1.- Objetivo general.

Realizar el diseño geométrico y de pavimento de la vía "camino a Ucholoma" de la parroquia Baños, cantón Cuenca

1.3.2.- Objetivo específico.

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía que será objeto de estudio.
- Realizar diseños geométricos de la vía.
- Clasificar los vehículos que circulan en el tramo vial y cálculo del TPDA
- Determinar las propiedades de la subrasante del tramo de la vía que es objeto de estudio.
- Calcular la estructura del pavimento.
- Satisfacer las necesidades y expectativas de diseño del proyecto con el GAD Parroquial Rural Baños.

1.4 Descripción del estudio

1.4.1 Descripción general

La comunidad Ucholoma, de la parroquia Baños del cantón Cuenca, es un sector dedicado a la ganadería y a la agricultura, su principal fuente de ingresos económicos es la comercialización de sus productos, dicha actividad se dificulta debido a las escasas obras civiles básicas como: el alcantarillado, sistema de riego, agua potable, vías en malas condiciones, etc. Las carreteras son un factor importante para la fácil movilización de un sector a otro, de una forma cómoda y segura.

La figura 3 se observa la expansión poblacional y las vías de conexión a diferentes sectores.



Figura 3: Asentamiento poblacional de la parroquia Baños
Fuente: Google_Maps

1.4.2 Ubicación y delimitación.

El proyecto vial se encuentra ubicado en la comunidad Ucholoma, intersección con la vía "Camino a Narancay" hasta la casa comunal Ucholoma, perteneciente a la parroquia Baños del cantón Cuenca de la provincia del Azuay, a una altura aproximada de 2700 m.s.n.m.

En la tabla 1, están determinados las coordenadas del inicio y final del proyecto vial.

Tabla 1: Coordenadas referenciales del proyecto vial.

NOMBRE DE LA VÍA	COORDENADA INICIAL (UTM)		COORDENADA FINAL (UTM)	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
CAMINO A UCHOLOMA	716317.3172	9675944.3673	714769.9263	9675169.7474

Fuente: Orto foto – GAD Municipal de Cuenca

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

En la figura 4, están representadas dichas coordenadas de la tabla 1.

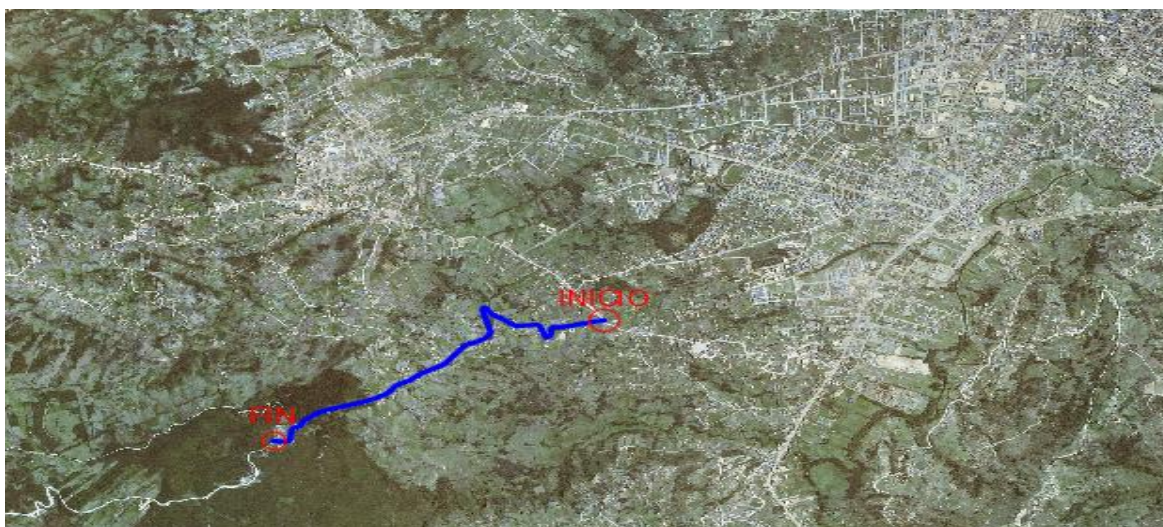


Figura 4: Ubicación del tramo vial.

Fuente: Orto foto – GAD Municipal de Cuenca

Dicha vía está limitada según como lo indica en la tabla 2:

Tabla 2: Limitación sectorial del proyecto vial.

REFERENCIA	DESCRIPCION
NORTE	Con el limite urbano de la ciudad de Cuenca
ESTE	Con la comunidad "Narancay Alto"
OESTE	Con la plaza de la parroquia Baños
SUR	Con el sector Guadalupano

Fuente: Orto foto – GAD Municipal de Cuenca

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

1.4.3. Acceso

1.4.3.1 Acceso 1

El acceso a la vía que es objeto de estudio se tomó como referencia, partiendo desde la intersección Av. de las Américas y Av. Panamericana Sur (E35), se continúa por la Av. Panamericana Sur (en dirección a Zhucay) aproximadamente 1 km, a mano derecha se ingresa por la vía "Camino a Narancay", recorrer aproximadamente 1.5 km (cruzar la plaza de Narancay Alto), hasta llegar a la intersección con la vía "camino a Ucholoma" que está a mano izquierda.

1.4.3.2 Acceso 2

Desde el Colegio Particular Borja, se recorre 1.9 km aproximadamente en dirección sur, hasta llegar a la intersección con la vía "Camino a Narancay", continuar a mano izquierda unos 0.4 km y a mano derecha está el proyecto.

Tales accesos antes mencionados están representados en la figura 5.

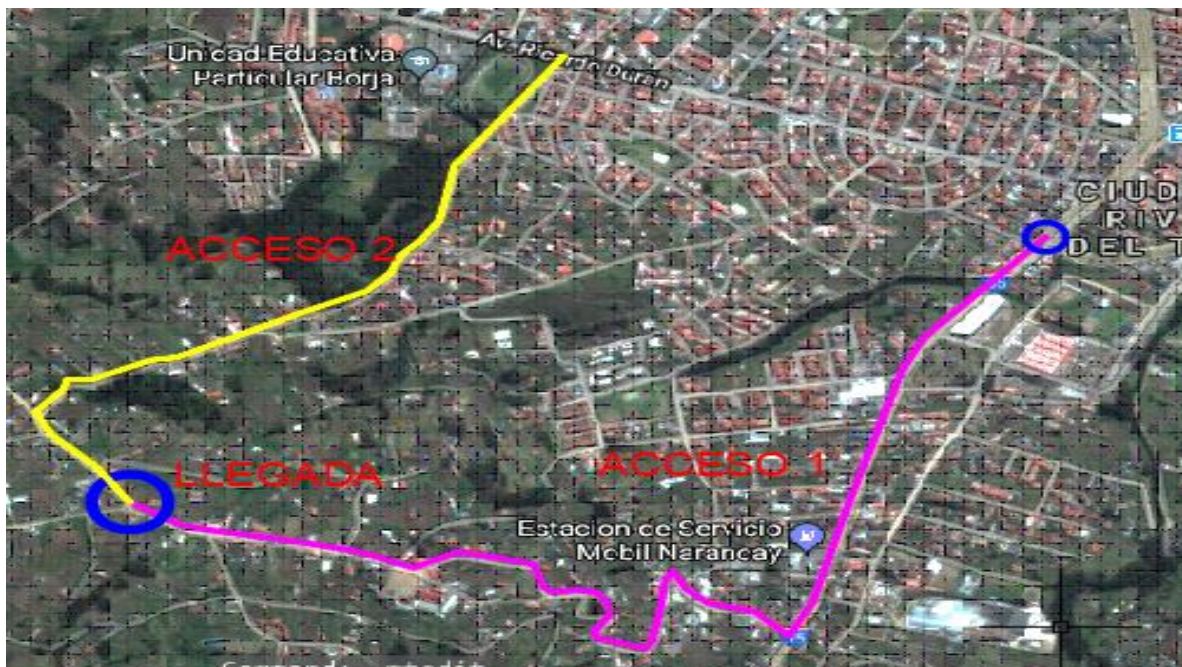


Figura 5: Accesos al proyecto vial.
Fuente: Google_Maps

1.4.4 Situación actual del tramo vial

El tramo vial actualmente está compuesto de material tipo lastre, según lo manifestado por el GAD Parroquial de Baños y observaciones en campo realizadas.

También dispone de una vía bidireccional, con ancho promedio de 7 metros para la circulación vehicular, pero en algunos lugares son muy angostos que apenas puede circular un vehículo al mismo tiempo.

La vía tiene diversas características geométricas, las mismas que no cumplen con las normas de vialidad, limitando la fácil circulación vehicular, afectando negativamente las actividades y desarrollo de la población. Ciertas limitaciones que se observó en campo son:

- Pendientes muy pronunciadas
- Radios de giros ineficientes.
- Distancias de visibilidad mínimos.
- Ancho de calzadas en ciertos puntos son muy angostos.
- Deficiente diseño geométrico horizontal y vertical.
- Escasa iluminación.
- No cuenta con señalización vial horizontal-vertical en todo el tramo.
- Hasta la fecha, no cuenta con una "planificación vial" por parte del GAD Municipal de Cuenca.

En la figura 6 se observa algunas problemáticas que tiene la vía actualmente como: "pendientes muy pronunciadas" (fotografía 1 y 2), "radios de giros pequeños" (fotografía 3 y 4), "asentamiento poblacional y secciones muy angostas" (fotografía 5 y 6)

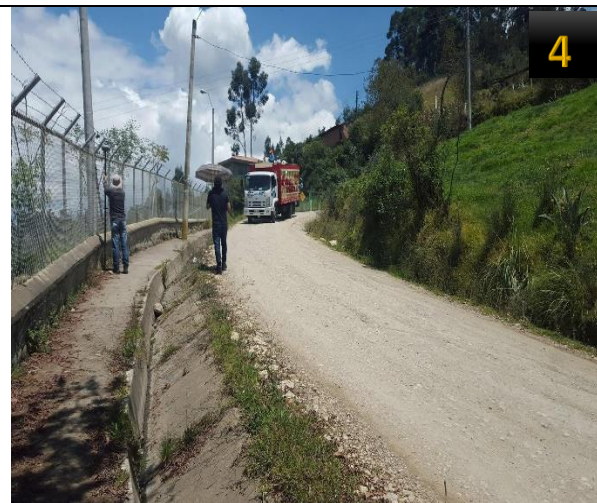
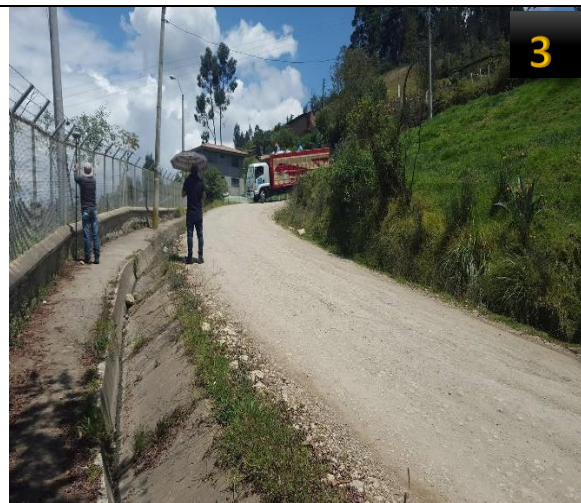
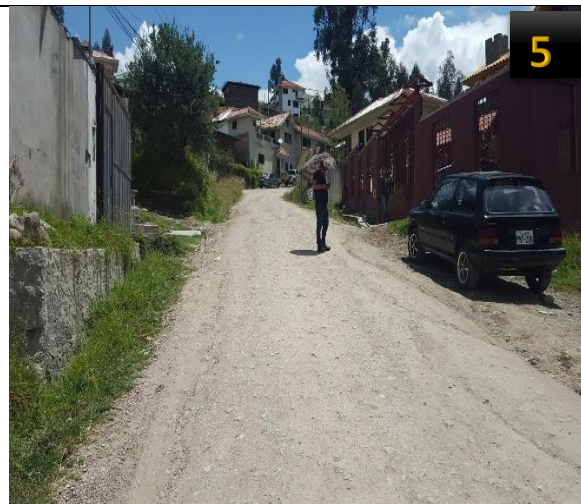
PENDIENTES MUY PRONUNCIADAS (foto 1 y 2)**RADIO DE GIRO PEQUEÑO (foto 3 y 4)****ASENTAMIENTOS Y SECCIÓN VIAL MUY ANGOSTOS (foto 5 y 6)**

Figura 6: Condiciones actuales de la vía Ucholoma
Fuente: Propia, Cuenca-2017

1.4.5 Alcance

El presente proyecto, proporcionará información y estudios técnicos al GAD Municipal de Cuenca y al GAD Parroquial de Baños, con la finalidad de brindar posibles soluciones a los diferentes problemas de vialidad tales como: el diseño de la estructura del pavimento, señalización, diseños geométricos horizontal-vertical, presupuesto y cronograma de actividades del proyecto vial.

La posible ejecución de esta obra, ayudará a reducir horas de viaje, mejorará las condiciones del buen vivir de los habitantes de la zona y a quienes lo visiten.

1.4.6 Planeamiento

El GAD Municipal de Cuenca es la rectora de la planificación vial en la ciudad, pero al no contar con dicha planificación la vía "Camino a Ucholoma", perteneciente a la Parroquia Baños, se procedió a consultar al GAD Parroquial de Baños los requerimientos para dicho tramo vial, donde supieron manifestar por escrito (ver anexo 7) la necesidad de un ancho de vía de 12 metros donde incluye, 2 metros de vereda por cada lado y ancho de calzada de 4 metros por sentido (bidireccional). Dicha propuesta fue acogida y puesta en práctica para su posterior diseño de la vía.

El ancho de vía antes propuesta de 12 metros, aumentará las afecciones a la propiedad privada desde el eje de la vía que se encuentra actualmente, por lo que se buscará trazar un nuevo eje por lugares que afecten lo menos posible las construcciones existentes, como los cerramientos, viviendas, etc. Esas afecciones influyen en la expropiación e indemnización, lo que aumenta considerablemente el costo del proyecto.

Tomando en cuenta estos factores, se deben considerar algunas recomendaciones para la sección de la vía como:

- Reducción del ancho de las veredas en tramos donde sea necesario.

- Diseño de vereda a un solo lado, tomando en cuenta áreas públicas.
- Limitaciones topográficas como laderas, etc.
- Asentamientos estrechos que condicionan el alineamiento horizontal-vertical.

Estas consideraciones no deben afectar los diseños geométricos y así brindar seguridad al transeúnte, que es la finalidad de este proyecto.

1.5 Levantamiento topográfico del proyecto.

El levantamiento topográfico de la franja vial, permite obtener a detalle las características físicas del terreno, construcciones existentes cercanas a la vía, postes de alumbrado eléctrico, muros, etc. Estos datos permiten tener con precisión la ubicación, los desniveles y la disponibilidad de espacio que existe, para posteriormente realizar los respectivos diseños geométricos

El levantamiento topográfico se realizó con la estación diferencial TRIMBLE R8, que cuenta con las siguientes características:

- Conexión satelital directa.
- Alcance de conexión con el bastón de 5 kilómetros de radio.
- Fácil toma de puntos topográficos.
- Debido a su gran alcance, se reduce considerablemente la necesidad de realizar cambios de estaciones.
- Precisión de 0.02 segundos.

Se tomó con precisión las construcciones cercanas a la vía, calzada existente y los demás detalles que puedan afectar al diseño de vial como: árboles, postes, quebradas, etc.

La metodología del levantamiento topográfico fue la siguiente:

- Reconocimiento de la zona.

- Ubicación de la estación diferencial en un lugar alto y despejado, para no tener interferencias de señal con la estación y el bastón. Esta ubicación de preferencia debe estar cercano del tramo vial.
- Levantamiento topográfico de todos los detalles que existan.
- Como referencia se procedió a ubicar cuatro estaciones topográficas en el campo.

En la tabla 3 está Georeferenciado dichas estaciones que se colocó en el proyecto.

Tabla 3: Estaciones topográficas referenciales del tramo vial "Camino Ucholoma"

ESTACION	COORDENADAS UTM		
	ESTE	NORTE	ELEVACION
RF1	716307.845	9675947.530	2694.750
RF2	716306.255	9675935.789	2694.634
RF3	715490.529	9675610.293	2854.188
RF4	715484.330	9675608.082	2854.322

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Desde el punto de vista topográfico realizado, la zona tiene como pendiente máxima transversal de 38% aproximadamente y según la NEVI-12, un terreno se considera montañoso cuando su pendiente transversal está dentro del 13 al 40%, por tal razón se concluyó que la zona Ucholoma es un terreno montañoso, y de acuerdo a la clasificación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador dicho terreno puede presentar ciertas características como:

La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno, por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación, al igual que pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 49)

1.6 Aforo Vehicular

Es el conteo y clasificación de los vehículos motorizados que circulan por un tramo vial durante un periodo de tiempo.

La estación fue ubicada en un solo punto estratégico (estación 1), debido a que ese lugar es el principal acceso desde la ciudad a la comunidad Ucholoma como se observa en la figura 7 y se busca obtener un mayor conteo vehicular, tratando de representar las condiciones más desfavorable a la que estaría expuesta la vía y así buscando obtener datos representativos del estudio de tráfico.



Figura 7: Ubicación de la estación 1 del aforo vehicular

Fuente: Google_Maps

La tabla 4 se observa las coordenadas de la estación para el conteo vehicular.

Tabla 4: Ubicación de la estación para el conteo vehicular

ESTACION DE AFORO VEHICULAR				
ESTACION	ABSCISA	COORDENADAS UTM		
		ESTE	NORTE	ELEVACION
1	0+097	716218.7642	9675917.7683	2710

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

1.6.1 Caracterización Vehicular.

“La caracterización permite verificar los diferentes tipos de vehículos que circulan por el tramo vial, esta información ayuda diseñar la estructura del pavimento mediante pesos estándares que presenta la Norma Ecuatoriana Vial” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

1.6.2 Conteo Vehicular.

El conteo vehicular es la obtención del número de vehículos que circulan por un cierto tramo vial determinado, durante un considerado periodo de tiempo. El conteo es uno de los primeros datos de campo importantes que se obtiene previo al diseño de pavimento.

La tabla 5 son datos obtenidos de la estación antes mencionada. Representa el conteo vehicular realizado durante los cinco días dentro del dicho tramo vial.

Tabla 5: Caracterización y conteo vehicular obtenidos desde la estación 1.

AFORO VEHICULAR

<ul style="list-style-type: none"> • HORAS DE CONTEO: 12 horas consecutivas • FECHA DE CONTEO. INICIO: Martes, 08/08/2017 FIN: Sábado, 12/08/2017 • HORARIO DE CONTEO. INICIO: 07:00 am FIN: 19:00 pm 					
<u>RESULTADOS:</u>					
TIPOS DE VEHICULOS	DIAS DE CONTEO				
	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
LIVIANOS	173	221	170	185	285
CAM. 2 EJES	15	17	16	14	20
VOLQUETA 2 EJES	8	8	9	9	2
Total	196	246	195	208	307

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Se observó tres tipos de vehículos que circulan en dicho tramo vial (livianos, camiones de 2 ejes, volquetas), no existe circulación de buses públicos de ningún tipo para la comunidad Ucholoma.

A continuación se calculará el Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), que consiste en el promedio de los siete días de conteo para cada tipo de vehículo. El conteo se realizó durante cinco días, los dos días faltantes se determinó considerando las siguientes recomendaciones:

- Para la determinación de algún día que este de lunes a viernes, se considera el promedio de dos días consecutivos posteriores/anteriores.
- Para la determinación de alguno de los dos días del fin semana (sábado o domingo), se considera el valor equivalente al día que si se realizó el conteo.

En la tabla 6 se calculó el TPDA del proyecto vial Ucholoma de acuerdo.

Tabla 6: Determinación del TPDA del proyecto vial

<u>TPDA</u>								
VEHICULO	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TPDA de conteo
Livianos	197	173	221	170	185	285	285	217
Camión grande, 2 ejes	16	15	17	16	14	20	20	17
Volqueta, 2 ejes	8	8	8	9	9	2	2	7
Total	221	196	246	195	208	307	307	241

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

1.7 Clasificación de vías según el MTOP

La clasificación permitirá determinar ciertos parámetros de diseño como: pendientes máximas, velocidad de diseño, etc. De acuerdo al MTOP, estas se clasifican de la siguiente manera.

- Clasificación por capacidad (función del TPDA)

- Clasificación por jerarquía en la red vial.
- Clasificación por condiciones orográficas.
- Clasificación por números de calzadas.
- Clasificación en función de la superficie de rodamiento” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 63)

1.7.1 Clasificación por capacidad (función del TPDA)

“Para normalizar, la estructura de la red vial del país de este siglo, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico que procesa o que se estima procesara en el año horizonte o de diseño” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 64) La figura 8, indica dicha clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos en función del $TPDA_d$

Clasificación Funcional de las Vías en base al $TPDA_d$			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Figura 8: Clasificación de las vías en base al TPDA
Fuente: MTOP.

Donde:

C1: equivale a carretera de mediana capacidad

C2: equivale a carretera convencional básica y camino básico.

C3: camino agrícola/forestal.

1.7.2 Clasificación por jerarquía en la red vial

“Según lo establecido en el plan estratégico de movilidad (PEM), según su desempeño se clasifican como indica la figura 9” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 64)

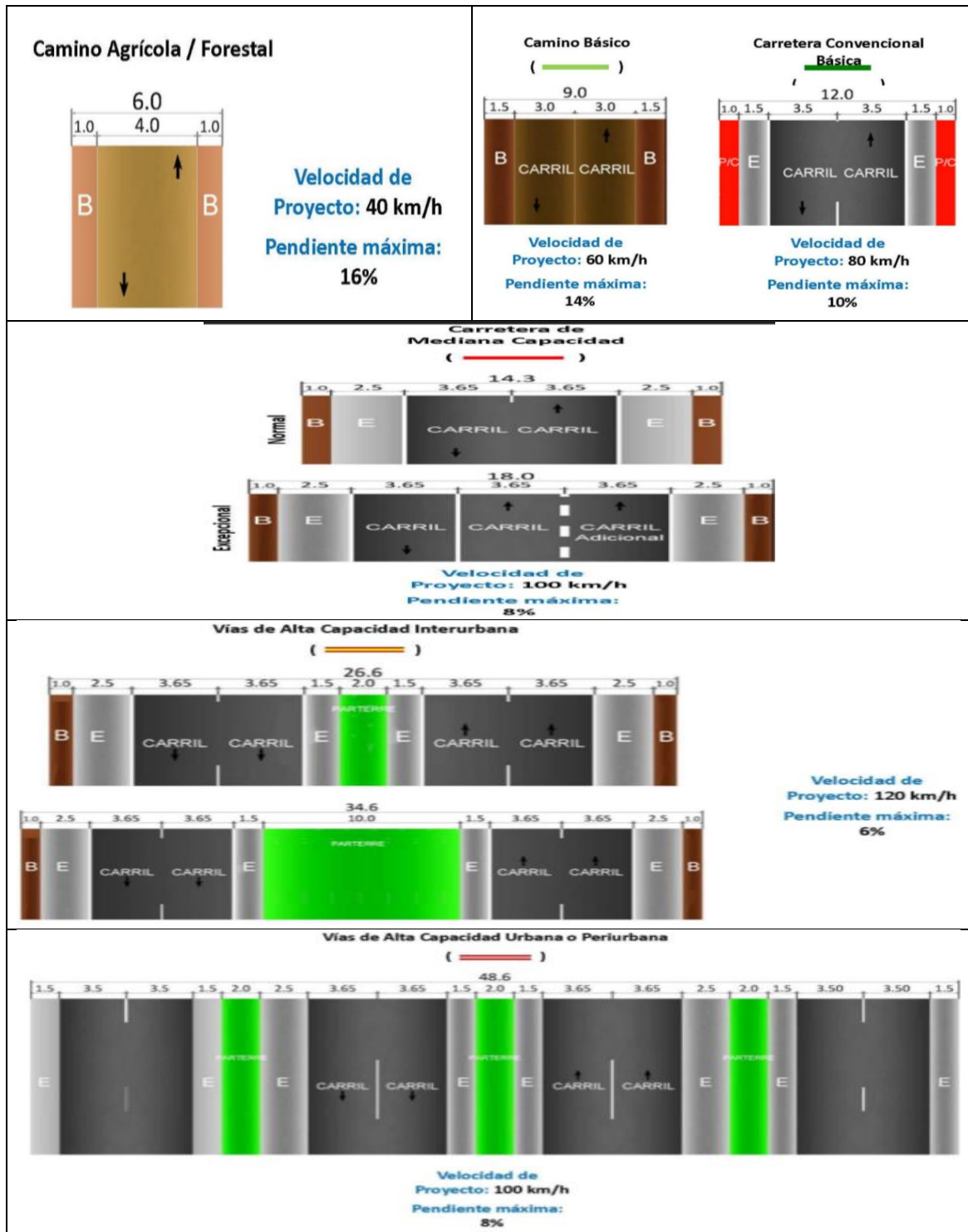


Figura 9: Clasificación vehicular por jerarquía en la red vial
Fuente: Ministerio De Transporte y Obras Públicas Del Ecuador.

1.7.3 Clasificación por condiciones orográficas.

Se tipificarán las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado indicado en la figura 10. En función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 69)

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Figura 10: Clasificación por condiciones orográficas.

Fuente: Ministerio De Transporte Y Obras Públicas Del Ecuador.

1.7.4 Clasificación por números de calzadas

“Carreteras de calzadas separadas: son las que tienen calzadas diferentes para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 69)

“No se considera como separación física la constituida exclusivamente por marcas viales sobre el pavimento o bordillos montables (altura inferior a 15cm)” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 69)

“Carreteras de calzada única: son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 70)

1.7.5 Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento.

“Los siguientes enunciados se obtuvieron del MTOP” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 70)

1.7.5.1 Pavimentos flexibles

Son aquellos que tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales

1.7.5.2 Pavimentos rígidos

Son aquellos donde la capa de rodadura está formado por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la sub-rasante de material granular

1.7.5.3 Afirmados

Son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas ($2\frac{1}{2}$ ") y con proporción de finos, debidamente compactado.

1.7.5.4 Superficial natural

Su capa de rodadura se compone del terreno natural del lugar, debidamente conformado.

1.7.6 Resultado: Clasificación vial del proyecto.

Considerando la clasificación recomendada por la NEVI-12, la vía "Camino a Ucholoma" es tipo "Agrícola/Forestal" con los siguientes parámetros máximos de diseño como:

- Pendiente máxima de 16%
- Velocidad de diseño de 40 km/h

La tabla 7, esta expresado más detalladamente como quedaría clasificada la vía, considerando el TPDA del proyecto que es objeto de estudio.

Tabla 7: Clasificación vial camino a Ucholoma.**PROYECTO: CAMINO A UCHOLOMA**

TPDA de conteo total	Num. de carriles	Superficie de rodadura	Clasificación según TPDA	Clasificación según desempeño	Velocidad de diseño	Pendiente máxima
241	2	Pav. flexible	C3	Agrícola/forestal	40 km/h	16%

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La clasificación de NEVI-12 recomienda la velocidad permitida de diseño de 40 km/h, pero debido a la topografía limitada en algunas tramos, pendientes altas, tangentes entre curvas muy cortos y radios de giros pequeños, como se indica más adelante (capítulo II), es recomendable disminuir la velocidad de diseño del proyecto, por lo que se trabajará con una velocidad de 30 km/h, y así garantizar una mayor seguridad vial e incrementando el tiempo de reacción de los transeúntes para evitar posibles desastres.

CAPÍTULO II: DISEÑO GEOMETRICO VIAL

2.1 Velocidad de diseño

Es la velocidad en la que los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineación horizontal y vertical (Cárdenas, 2013, pág. 174)

En el capítulo 1, se estableció la velocidad de diseño para proyecto es de 30km/h.

2.2 Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal está conformada de tangentes y curvas circulares que se encuentra proyectada en el plano horizontal. Dicho alineamiento, se realizara respetando la topografía de la zona, el espacio disponible y cumpliendo las normas de diseño.

2.2.1 Curvas circulares simples

Las curvas circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto, las curvas reales del espacio no necesariamente son circulares (Cárdenas, 2013, pág. 38)

En las zonas donde se consideró mayor dificultad, por la limitada topografía que existe debido a los asentamientos poblacionales, el alineamiento horizontal no presento una mayor dificultad con respecto a la vía ya existente, por tal motivo fue suficiente el diseño geométrico con curvas simples.

2.2.2 Curvas circulares compuestas

“Las curvas circulares compuestas son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples” (Cárdenas, 2013, pág. 145)

A pesar de que no son muy comunes, se pueden emplear en terrenos montañosos, cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno o topografía natural, lo cual reduce el movimiento de tierras. También se pueden utilizar cuando existen limitaciones de libertad en el diseño, como por ejemplo, en los accesos a puentes, en los pasos a desnivel y en las intersecciones (Cárdenas, 2013, pág. 145)

No se consideró necesario la aplicación de curvas compuestas en el diseño geométrico horizontal de la vía Ucholoma.

En la figura 11 se puede observar el alineamiento horizontal, curva simple con su respectivo radio de giro y los demás componentes que conforma dicha curva.

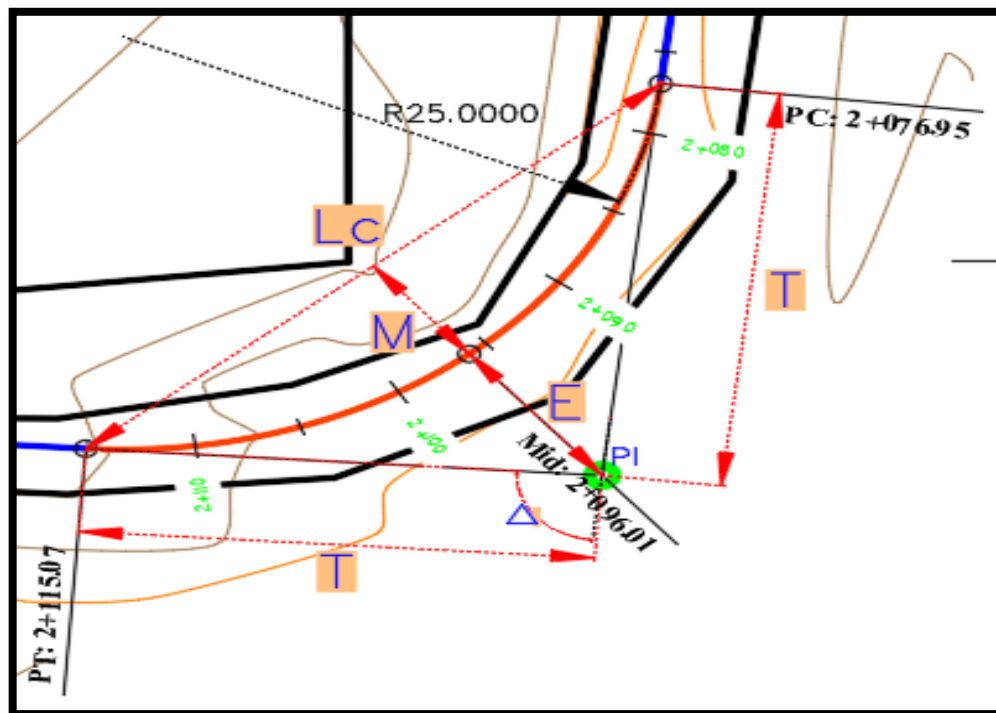


Figura 11: Curva simple número 23 de la vía Ucholoma
Fuente: Elaboración propia.

Donde:

PC: Punto de inicio de la curva

PI: punto de intersección

PT: punto de tangencia

E: distancia a externa (m)

M: distancia de la ordenada media (m)

R: longitud del radio de la curva (m)

T: longitud de la subtangente (PC a PI a PT) (m)

Lc: longitud de la cuerda (m)

Δ : Angulo de deflexión

2.2.3 Tangentes horizontales.

En el plano horizontal, son tramos rectos que unen dos curvas consecutivas.

2.2.3.1 Entretangencia.

Son tramos rectos donde cuyas longitudes se encuentran limitadas por dos curvas en sus extremos.

2.2.3.1.1 Entretangencia mínima.

- "Para curvas de igual o distinto sentido, es la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos a la menor de las velocidades, expresadas en kilómetros por hora (km/h)" (Cárdenas, 2013, pág. 267)

2.2.3.1.2 Entretangencia máxima.

- "Para curvas de igual o distinto sentido, es la distancia recorrida en un tiempo de 15 segundos a la menor de las velocidades, expresadas en kilómetros por hora (km/h)" (Cárdenas, 2013, pág. 268)

La distancia mínima para curvas igual o distinto sentido es:

$$\text{Longitud}_{min} = (\text{Velocidad}) \times (\text{tiempo})$$

$$\text{Longitud}_{min} = \left(30 \frac{km}{h}\right) (5 s) \left(\frac{1000m}{1km}\right) \left(\frac{1h}{3600s}\right)$$

Aplicando los datos del proyecto y realizando la transformación de unidades para expresar en metros se obtiene el siguiente resultado

$$\text{Longitud}_{min} = 41.67m$$

De igual manera se obtiene la distancia máxima para curvas igual o distinto sentido con la excepción que ahora el tiempo es de 15 segundos.

$$\text{Longitud}_{max} = (\text{Velocidad}) \times (\text{tiempo}) = \left(30 \frac{km}{h}\right) (15 s) \left(\frac{1000m}{1km}\right) \left(\frac{1h}{3600s}\right)$$

$$\text{Longitud}_{max} = 125m$$

En la tabla 8 se puede observar el resultado de las distancias mínimas y máximas para tangentes intermedias con curvas de igual o diferente sentido.

Tabla 8: Longitud de tangentes intermedias para su respectiva velocidad de diseño.

Velocidad (km/h)	Tangente mínima, curvas de igual o diferente sentido (m)	Tangente máxima, curvas de igual o diferente sentido (m)
30	41.7	125

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

2.2.4 Peraltes

Sobreelevación o peralte, siempre se necesita cuando un vehículo viaja al entrar en una curva cerrada a una velocidad determinada, para contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto adverso de la fricción que se produce entre la llanta y el pavimento (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 132)

La figura 12 se observa la transición que realiza las curvas.

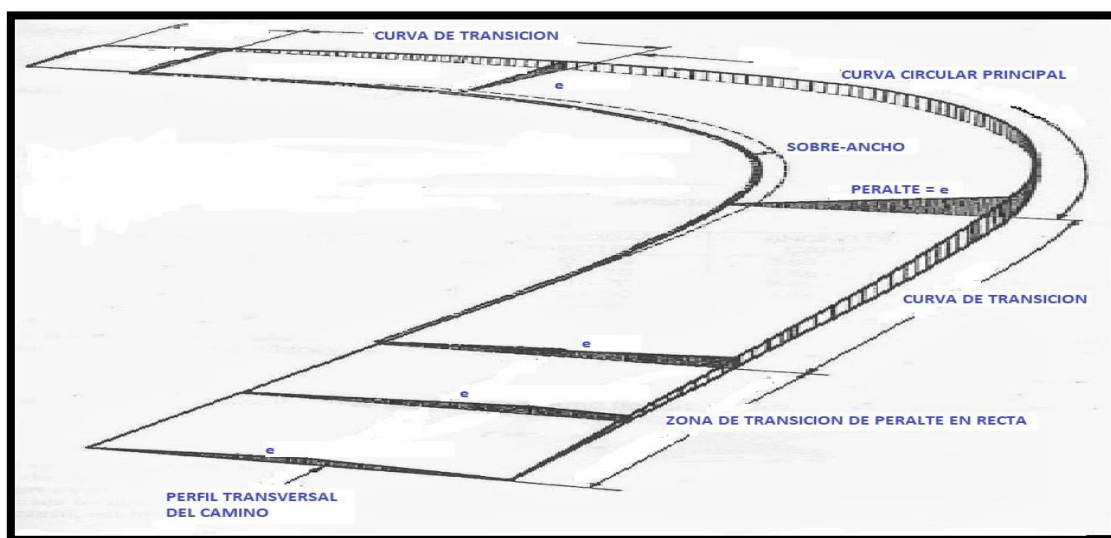


Figura 12: Curva circular simple: peralte, zona de transición, sobre-ancho

Fuente: Elaboración propia.

Anteriormente se definió una topografía montañosa, por tal motivo y considerando la recomendación de NEVI-12, se tiene un peralte (e) máximo de 10%, de acuerdo a la tabla 9 de sobreelevación.

Tabla 9: Tasa de sobreelevación dependiendo del tipo de área.

TASA DE SOBREELEVACION "e" en (%)	TIPO DE AREA
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbanas

Fuente: NEVI-12

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

2.2.5 Radios mínimos

Es el valor límite de la curva que permite la circulación de una forma segura para una determinada velocidad especificada de 30 km/h, con peraltes máximos y la fricción transversal adoptado respectivamente.

Según la tabla 10, el radio mínimo recomendado por la NEVI-12 con el peralte máximo es de 25 metros.

Debido a las limitaciones topográficas, la curva 4, 5 y 10 se diseñaron con radios inferiores a lo recomendado por la NEVI-12, con la finalidad de no afectar las construcciones existentes se respetó el espacio disponible en esos sectores.

2.2.6 Fricción lateral. (f)

Es un factor que ayuda evitar el deslizamiento desarrollado entre las llantas y el pavimento, este factor depende principalmente de las condiciones de las llantas de los vehículos, el tipo y estado de la superficie de rodamiento y de la velocidad del vehículo. En carreteras rurales, urbanas y vías de alta velocidad se recomienda el uso de factores de fricción (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 132)

Existen varios factores de fricción lateral (f), que están en función de las velocidades, pero acorde a la velocidad de diseño del proyecto de 30 km/h, la NEVI-12 recomienda un valor de $f = 0.17$.

A continuación se muestra la tabla 10 para radios mínimos, considerando la velocidad de diseño de 30 km/h, y un factor de fricción máxima (f) de 0.17.

Tabla 10: Cifras recomendadas para radios mínimos y grados.

VALORES TOMADOS DE LA NEVI-12					
Velocidad de diseño (km/h)	Factor de fricción máxima.	Peralte máximo (%)	Radio (m)		Grado de curva
			calculado	Recomendado	
30	0.17	4	33.7	35	32°44´
30	0.17	6	30.8	30	38°12´
30	0.17	8	28.3	30	38°12´
30	0.17	10	26.2	25	45°50´

Fuente: NEVI-12.

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

2.2.7 Bombeo

El bombeo son pendientes que tiene la calzada para la evacuación de aguas lluvias hacia los bordes, con el fin de evitar acumulación de agua en la calzada, y así prevenir posible deterioro al pavimento y sobre todo brindar seguridad al transeúnte. El bombeo es también conocido como pendiente transversal.

El bombeo recomendado por la NEVI-12, para vías de dos carriles, es de 2%. En la figura 13 está representado dicho bombeo.

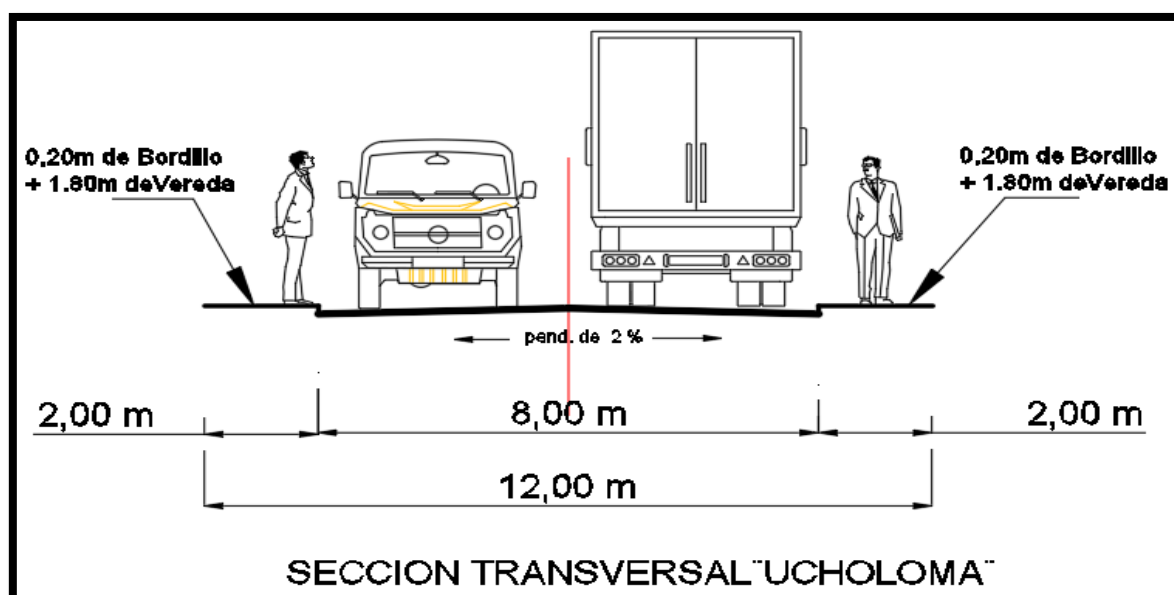


Figura 13: Bombeo de la sección transversal de la vía

Fuente: Elaboración propia

2.2.8 Transición del peralte.

Los vehículos requieren hacerlo en forma gradual la circulación de un tramo en tangente a otro en curva circular, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobreelevación y a la ampliación necesaria.

A continuación se observa en la gráfica 14 la transición del peralte en una curva circular simple, rotando la calzada alrededor de su eje central. Los segmentos A'-A-A'', B'-B-B'', C'-C-C'', D'-D-D'', E'-E-E'' se observa cómo va cambiando el peralte hasta llegar a su inclinación máxima conforme ingresa a la curva, para posterior hacer el proceso inverso cuando va saliendo de dicha curva.

Esta transición está conformada por: Longitud de transición (Lt), Longitud de aplanamiento (N), Longitud de la curva circular (L) y Peralte necesario de la curva circular (e)

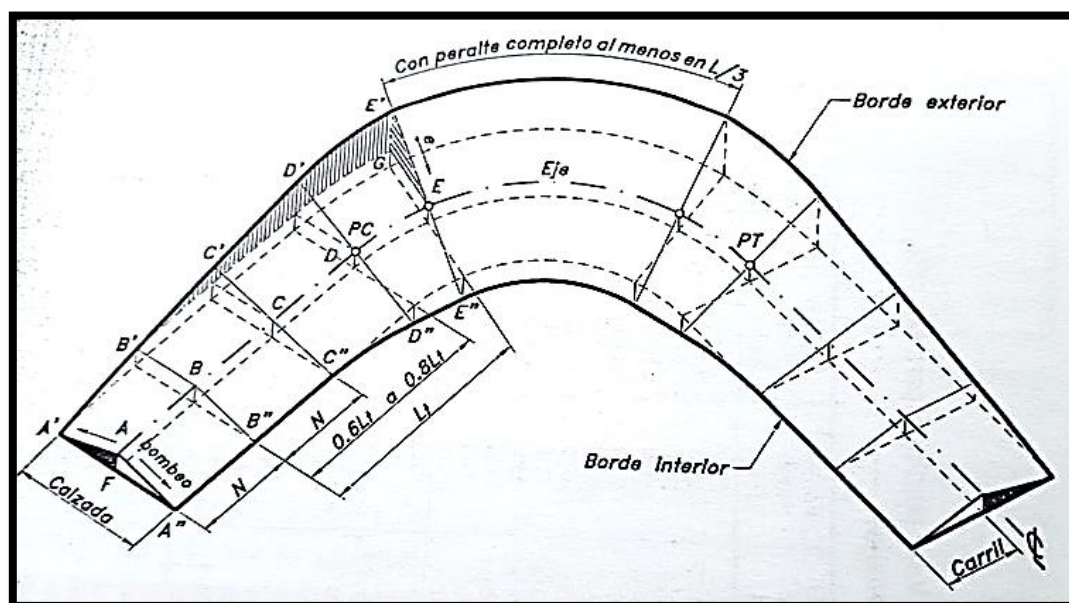


Figura 14: Transición de una curva circular simple

Fuente: James Cárdenas (2013).

Más adelante se va realizando la explicación de cada uno de los elementos de la gráfica 14 al igual que los cálculos.

2.2.8.1 Longitud de transición (Lt).

La longitud de transición es la longitud de la carretera en la cual se cambia de la sección con pendientes transversales normales que corresponde a una sección en tangente, a una sección con pendiente sobre elevada en un solo sentido. Igualmente, la curva de transición ofrece una distancia apropiada de transición para la construcción de los sobre anchos exigidos por la curva circular (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 135)

La transición del peralte se desarrolla una parte en la tangente y la otra en la curva, exigiéndose en el PC y en el PT de la misma entre un 60% y un 80% del peralte total, prefiriéndose valores promedio de este rango (ver grafica 14) (Cárdenas, 2013, pág. 201)

Por comodidad y apariencia, se recomienda que la longitud del tramo donde se realiza la transición del peralte debe ser tal que la pendiente longitudinal de los bordes relativa a la pendiente longitudinal del eje de la vía no debe ser mayor que un valor “m” (ver tabla11). En este sentido, “m” se define como la máxima diferencia algebraica entre las pendientes longitudinales de los bordes de la calzada y el eje de la misma (Cárdenas, 2013, pág. 201)

Tabla 11: Valores máximos y mínimos de la pendiente relativa de los bordes de la calzada con respecto al eje.

VELOCIDAD ESPECIFICA Vch (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LOS BORDES CON RESPECTO AL EJE DE LA VIA (m)	
	MAXIMA (%)	MINIMA (%)
20	1.35	
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.35	

Fuente: James Cárdenas Grisales, 2013.

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

De acuerdo a James Cárdenas se obtiene la longitud de transición con respecto a los datos del proyecto y la tabla 11 con la siguiente formula:

$$L_t = \frac{\text{ancho de carril } x \text{ (peralte)}}{\text{pendiente relativa max.}} \quad (1)$$

$$L_t = \frac{4m \times (10\%)}{1.28\%} = 31.25m$$

La Norma Ecuatoriana recomienda valores de longitudes de transición como en la tabla 12. Se consideró para el diseño los valores acorde al peralte y velocidad de diseño del proyecto. (Al no existir valores para V=30km/h, el inmediato superior de la tabla)

Tabla 12: Longitudes de desarrollo de la sobreelevación en carreteras de dos carriles (m)

Peralte (%)	Longitud de transición y velocidades de diseño (km/h)							
	40	50	60	70	80	90	100	110
2	25	30	35	40	50	55	60	65
4	25	30	35	40	50	55	60	65
6	35	35	40	40	50	55	60	65
8	45	45	50	55	60	60	65	70
10	55	55	60	65	75	75	80	85
12	65	65	75	80	90	90	95	105

Fuente: NEVI-12.

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La tercera parte central de la longitud de la curva debe contener el peralte completo.

2.2.8.2 Longitud de aplanamiento.

“Es la longitud necesaria para que el carril exterior pierda su bombeo normal o se aplane”

(Cárdenas, 2013, pág. 200)

Se calcula la longitud de aplanamiento (N), acorde a los valores correspondientes a la velocidad de diseño del proyecto, mediante la fórmula de James Cárdenas:

$$N = \frac{\text{ancho de carril } x \text{ (bombeo)}}{\text{pendiente relativa max.}} \quad (2)$$

$$N = \frac{4m \times (2\%)}{1.28\%} = 6.25m$$

2.3 Sobre Ancho.

Los sobre anchos se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura y cómoda. Los sobre anchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. En las carreteras modernas con carriles de 3.65 metros y buen alineamiento, la necesidad de sobre anchos en curvas se ha disminuido a pesar de las velocidades, aunque tal necesidad se mantiene para otras condiciones de la vía (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 140)

Debido a que se tiene velocidad pequeña de diseño y ancho de calzada solicitada de 4 metros (sobredimensionado), no se consideró sobre anchos, ya que el vehículo tiene el espacio, si es necesario, de invadir la otra calzada para poder girar con seguridad

2.4 Distancia de visibilidad de parada o frenado (D).

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido. Esta distancia se calcula para que un conductor y su vehículo por debajo del promedio, alcance a detenerse ante el peligro u obstáculo (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 125)

Dicha distancia de parada tiene dos etapas (ver figura 15), que son:

- “La distancia de percepción y reacción del conductor, que está regida por el estado de alerta y la habilidad del conductor, y se identifica como d_1 .
- La distancia de frenado que se denomina d_2 ” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 125)

Por lo tanto la distancia de parada es la suma de la distancia d_1 y d_2 ($D = d_1 + d_2$)

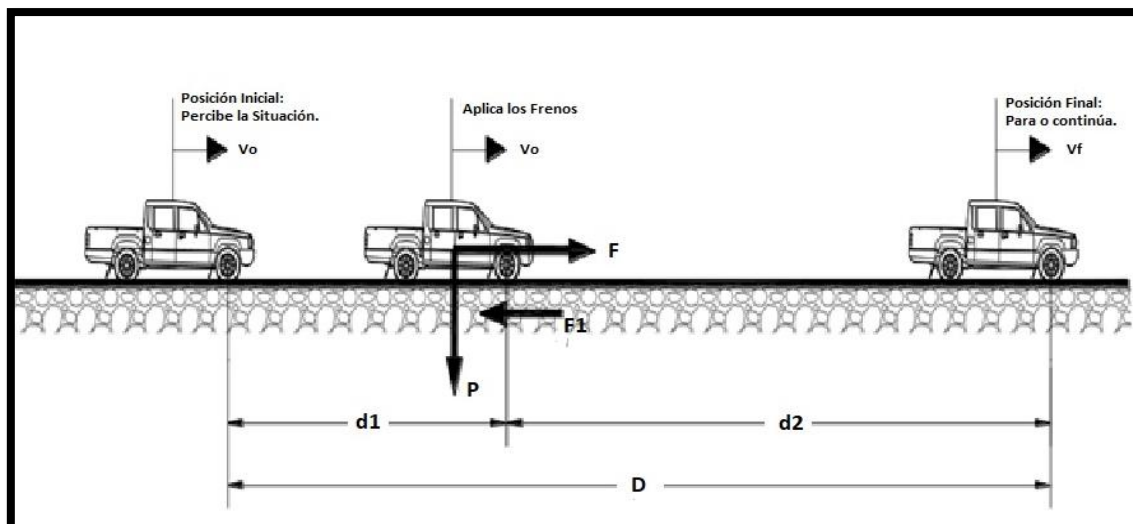


Figura 15: Distancia de visibilidad de parada o frenado.
Fuente: NEVI-12

De acuerdo a la complejidad del obstáculo y las características del conductor, el tiempo de percepción-reacción puede variar de 0.5 a 4.0 segundos. Para fines de proyecto, se emplea un valor medio de 2.5 segundos (Cárdenas, 2013, pág. 359)

Aplicando la metodología de James Cárdenas, obtenemos las siguientes fórmulas para el cálculo de d_1 y d_2 :

$$d_1 = 0.278(t_{pr})V_o \quad (3)$$

Donde:

d_1 = distancia de percepción-reacción. (Metros)

t_{pr} = tiempo de percepción-reacción (segundos), 2.5 segundos

V_o = velocidad inicial del vehículo, cte. (km/h), para la vía Ucholoma es de 30 km/h

Reemplazando los datos en la fórmula, de forma directa obtenemos d_1 en metros:

$$d_1 = 0.278(2.5s) \left(30 \frac{km}{h} \right) = 20.85m$$

Mientras la distancia de frenado esta expresado por:

$$d_2 = 0.039 \left(\frac{V_o^2}{a} \right) \quad (4)$$

Donde:

d_2 = distancia de frenado (metros).

V_o = velocidad diseño (30 km/h).

a = desaceleración de los vehículos. (m/s^2)

Las investigaciones realizadas de la AASHTO, muestra que la mayoría de los conductores desaceleran sus vehículos (a) a tasas mayores de $4.5 m/s^2$. Aproximadamente el 90% de todos los conductores desaceleran a tasas mayores de $3.4 m/s^2$, donde tienen la capacidad de permanecer en su carril y mantener el control durante las maniobras de frenado sobre pavimentos húmedos. Por lo tanto; es recomendable utilizar la tasa de desaceleración (a) de $3.4 m/s^2$ (Cárdenas, 2013, pág. 365)

Reemplazando los datos en la fórmula, de forma directa obtenemos d_1 en metros:

$$d_2 = 0.039 \left(\frac{(30 \text{ km/h})^2}{3.4 \text{ m/s}^2} \right) = 10.32 \text{ m}$$

Por lo tanto la distancia de parada requerida del proyecto es de:

$$D = d_1 + d_2 = 20.85\text{m} + 10.32\text{m} = 31.17\text{m}$$

2.5 Distancia de visibilidad de adelantamiento.

La distancia de visibilidad de adelantamiento, se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario pero sin afectar la velocidad del otro vehículo

que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 128)

AASHTO sugiere distancias mínimas de adelantamiento para carreteras rurales de dos carriles y acorde a la velocidad del proyecto de 30 km/h, se consideró la tabla 13.

Tabla 13: Distancias mínimas de adelantamiento para carreteras rurales de dos carriles.

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidades (km/h)		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Fuente: NEVI-12.

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La distancia mínima para realizar una maniobra de adelantamiento es de 220 metros.

2.6 Alineamiento Vertical

Es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo, debido al paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía, a este eje también se le denomina rasante o sub-rasante. Al igual que el diseño en planta, el eje del alineamiento vertical está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes verticales, enlazados entre sí por curvas verticales (Cárdenas, 2013, pág. 307)

2.6.1 Tangentes verticales

“Las tangentes sobre un plano vertical se caracterizan por su longitud y su pendiente, y están limitadas por dos curvas sucesivas” (Cárdenas, 2013, pág. 308)

2.6.2 Curvas verticales

Son aquellas que enlazan dos tangentes verticales entre sí, que a lo largo de su longitud se efectuó un cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado (Cárdenas, 2013, pág. 313)

2.6.2.1 Curvas verticales convexas.

Este tipo de curvas convexas predomina el factor de distancia de visibilidad de parada y rebasamiento, así como seguridad y comodidad en el tráfico.

Para el cálculo de la longitud de una curva existen fórmulas simplificadas como la siguiente:

$$L_{CV} = KA \quad (5)$$

Donde:

L_{CV} = longitud de curva vertical

A = diferencia algebraica de gradientes.

K = factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

La NEVI-12 presenta los siguientes valores mínimos de K dependiendo la velocidad de diseño como se observa en la gráfica 16:

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0,6	-	-
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K= L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica

Figura 16: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa
Fuente: NEVI-12

Se utilizó como ejemplo los valores de la curva 2 del alineamiento vertical:

$$L_{CV} = KA = (18.74)(16.65-13.98)=50m$$

2.6.2.2 Curvas verticales cóncavas.

En términos generales, las curvas verticales cóncavas, por su forma, son de visibilidad completa durante el día, mas no así durante la noche. En este sentido, la longitud de carretera iluminada hacia adelante por la luz de los faros delanteros del vehículo deberá ser al menos igual a la distancia de visibilidad de parada (Cárdenas, 2013, pág. 380)

La NEVI-12 presenta los siguientes valores de K, dependiendo la velocidad de diseño como se observa en la gráfica 17:

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Figura 17: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava
Fuente: NEVI-12

Para el cálculo de la longitud de la curva vertical cóncava se utilizó la fórmula 5 que se expresó en "curvas verticales convexas" y se tomó como ejemplo de cálculo la curva 4.

$$L_{CV} = KA = (3.68) (16.26-5.40)=40m$$

En el anexo 3 se puede evidenciar los valores de la longitud de la curva vertical convexa y cóncava del proyecto.

2.7 Diseño De Secciones Transversales

La sección transversal básica está conformada por varios elementos como son:

2.7.1 Veredas

El ancho deseado por el Gad Parroquial Baños es de 2 metros, con un bombeo de 2%.

2.7.2 Calzada

Está compuesta por dos carriles, el ancho solicitada por el Gad Parroquial Baños es de 4 metros por sentido, con un bombeo de 2%.

2.7.3 Taludes

Es la inclinación de la superficie con respecto a la horizontal, ya sea con la estructura del suelo o de roca, adoptando una posición temporal o permanente.

La tabla 14 recomienda taludes de corte para diferentes tipos de suelos.

Tabla 14: Taludes de corte recomendados para diferentes tipos de suelos.

CLASE DE TERRENO	Talud de corte (V:H) para alturas <5m
Roca fija	10:1
Roca suelta	6:1 a 4:1
Conglomerados cementados	4:1
Suelos consolidados compactados	4:1
Conglomerados comunes	3:1
Tierra compacta	2:1 a 1:1
tierra suelta	1:1
Arenas sueltas	1:2
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1:2 a 1:3

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La topografía que se encuentra cercana a la franja vial no supera los 5 metros y además con el reconocimiento visual y de tacto del material se definió un suelo compacto, por lo tanto es factible la aplicabilidad de los taludes recomendados de la tabla 14 acorde al suelo de la zona.

- I. Talud de corte: 1:2 (H:V)
- II. Talud de terraplén: 2:1 (H:V)

La franja vial se encuentra muy limitada para la aplicación de los taludes antes mencionados en todo su tramo, debido a las construcciones existentes cercanas al proyecto, quebradas muy pronunciadas. Por tal razón se aplicarán los taludes antes recomendados en tramos donde es factible aplicar tales inclinaciones de corte y relleno como indica la tabla 15.

En la figura 18 se observa el talud que se aplicó dentro del tramo vial que posterior se justifica en la tabla 15. (Color rojo =talud corte, color verde=talud relleno)

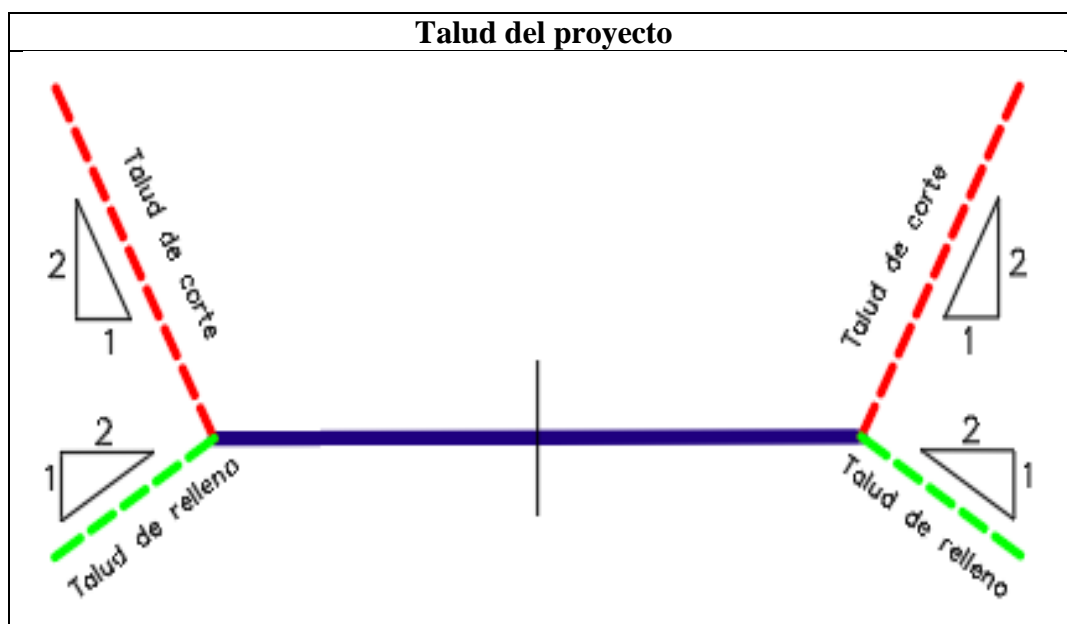


Figura 18: Representación del talud de corte y relleno considerado para el tramo vial
Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 detalla las abscisas donde existen limitaciones topográficas que se deben considerar para la aplicabilidad de los taludes.

Tabla 15: Ubicación de donde se deben considerar la aplicabilidad del talud de corte y terraplén debido al poco espacio disponible.

ABSCISA		JUSTIFICACIÓN
Inicio	Fin	
0+000	0+080	Talud de corte: Construcciones existentes para el lado derecho de la vía.
0+420	0+450	
1+400	1+540	
0+080	0+170	Talud de corte: Construcciones existentes en ambos lados de la vía.
0+450	0+500	
1+150	1+200	
0+170	0+320	Talud de corte: Construcciones existentes para el lado izquierdo de la vía.
0+500	0+540	
0+720	0+870	
0+900	1+150	
1+200	1+360	
0+320	0+350	Talud de corte y terraplén normales: Topografía no condicionada por construcciones en ningún lado de la vía.
0+370	0+420	
0+540	0+720	
1+360	1+400	
1+540	1+820	
1+860	2+156 (FIN)	
0+350	0+370	Talud de corte y terraplén: Topografía limitada. Quebrada muy pronunciada para el lado derecho, se necesita la construcción de muros de contención.
0+870	0+900	Talud de corte y terraplén: Topografía limitada. Quebrada muy pronunciada para el lado izquierdo, se necesita la construcción de muros de contención.
1+820	1+860	Talud de terraplén más pronunciado: Topografía limitada para el lado izquierdo de la vía. Quebrada muy pronunciada, necesita la construcción de muros de contención.

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Estas consideraciones se utilizaron debido a la limitada topografía que existe actualmente, evitando afectar las construcciones existentes o de no realizar grandes rellenos de tierra, con la finalidad de no incrementar costos del proyecto pero sin condicionar la seguridad de los transeúntes.

2.7.4 Bordillos

Tienen como función impedir que el agua drenada de la calzada mediante su bombeo, impidan el contacto con el peatón. También actúa como muro para los vehículos, reduciendo riesgos de invadir a la zona del peatón. Su espesor es 0.20 metros, una profundidad de 0.30 metros, que se trabajará con hormigón de 210 kg/cm^2 según lo recomendado por la Norma Ecuatoriana para bordillos en vías.

2.7.5 Cunetas

Son zanjas, generalmente triangulares, que tienen como finalidad recibir el agua de precipitaciones que se escurre de la corona de la vía, taludes o pequeñas áreas adjuntas a la vía, evacuando a un drenaje natural o alcantarillas ubicadas en la misma (Agudelo Ospina, 2002).

No se consideró diseño de cunetas para el proyecto vial. Para la captación, conducción y evacuación del agua se diseñó sumideros, más adelante se indica las características del sumidero.

2.8 Determinación de las Áreas de las Secciones Transversales, Volúmenes y Diagrama de masas.

Las áreas y volúmenes pueden ser calculados manualmente aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria, pero por facilidad y precisión en los cálculos se los realizo mediante la ayuda del programa AutoCAD CIVIL3D, ya que calcula de forma automática toda la información antes procesada en los alineamientos.

En la figura 19 está representado el corte (área de color rojo) y relleno (área de color verde) en la abscisa 0+870, que está justo en la curva #12

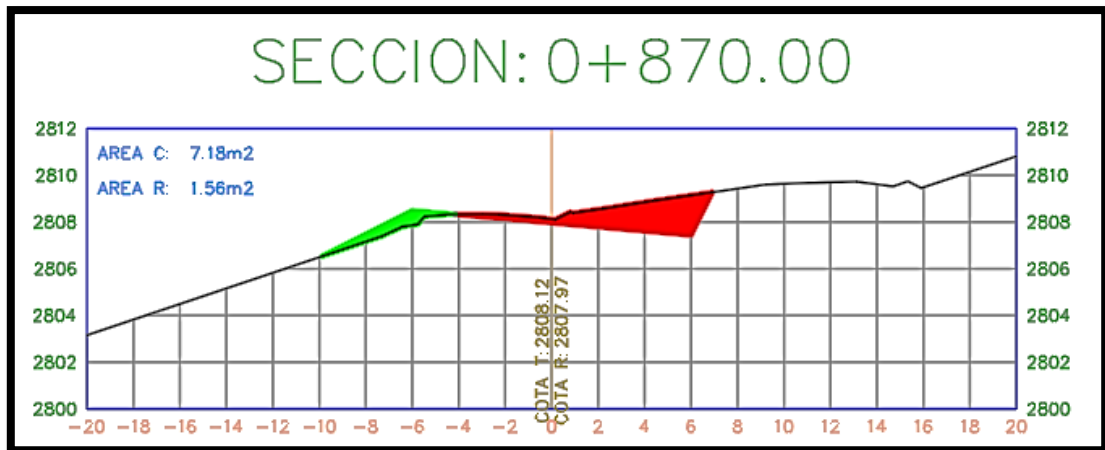


Figura 19: Calculo del material de corte y relleno
Fuente: Elaboración propia

2.8.1 Diagrama de masas

Permiten buscar un equilibrio entre el material proveniente de corte con el material necesario para el relleno con la finalidad de compensar sus volúmenes.

La figura 20 se observa el diagrama de masas del proyecto vial Ucholoma.

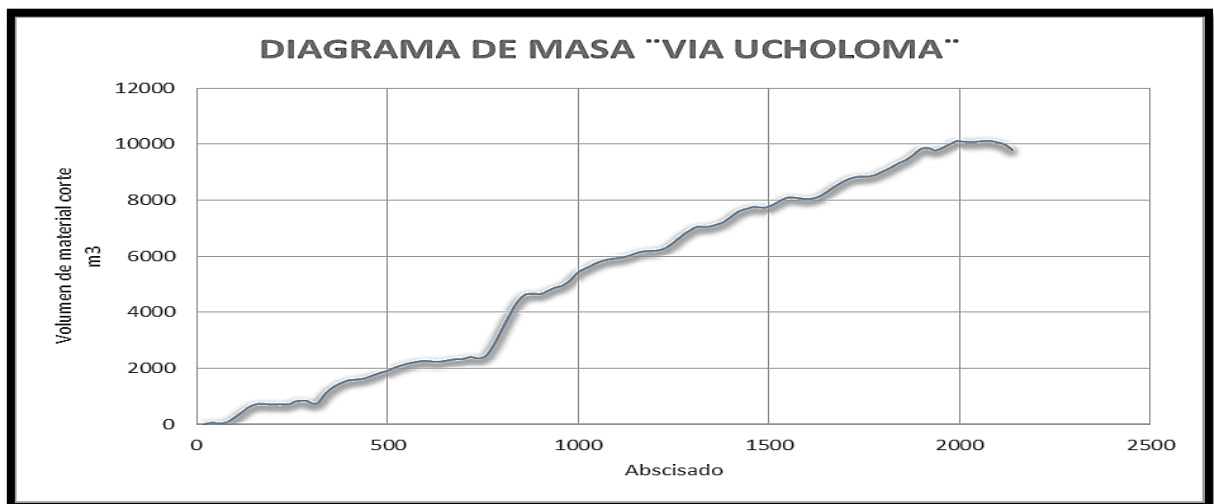


Figura 20: Diagrama de masa de la vía "camino a Ucholoma".
Fuente: Elaboración propia

El proyecto vial Ucholoma da como resultado un volumen de corte de 12955.92 m³ y un volumen de relleno de 3153.65 m³. En el anexo 3 se observa más detallado los resultados del movimiento de tierra del proyecto vial.

2.9 RESULTADOS OBTENIDOS DEL PROYECTO.

El proyecto vial Ucholoma quedó definido de la siguiente forma:

2.9.1 Velocidad de diseño

Considerando las limitaciones topográficas antes mencionadas, la velocidad de diseño para el proyecto quedo definido de 30 km/h.

2.9.2 Sumideros

Para la evacuación de las aguas lluvias que se precipitan dentro del proyecto vial, se diseñó sumideros con rejillas rectangulares, similar a la gráfica 21. Más adelante se indica la ubicación y dimensión de los sumideros considerados para el proyecto vial.



Figura 21: Rejilla "Tipo", para la evacuación de las aguas

Fuente: Elaboración propia

2.9.3 Sección transversal

Considerando los requerimientos solicitados por parte del GAD Parroquial Baños y el bombeo recomendado por la NEVI-12, la sección quedo definido como la figura 22.

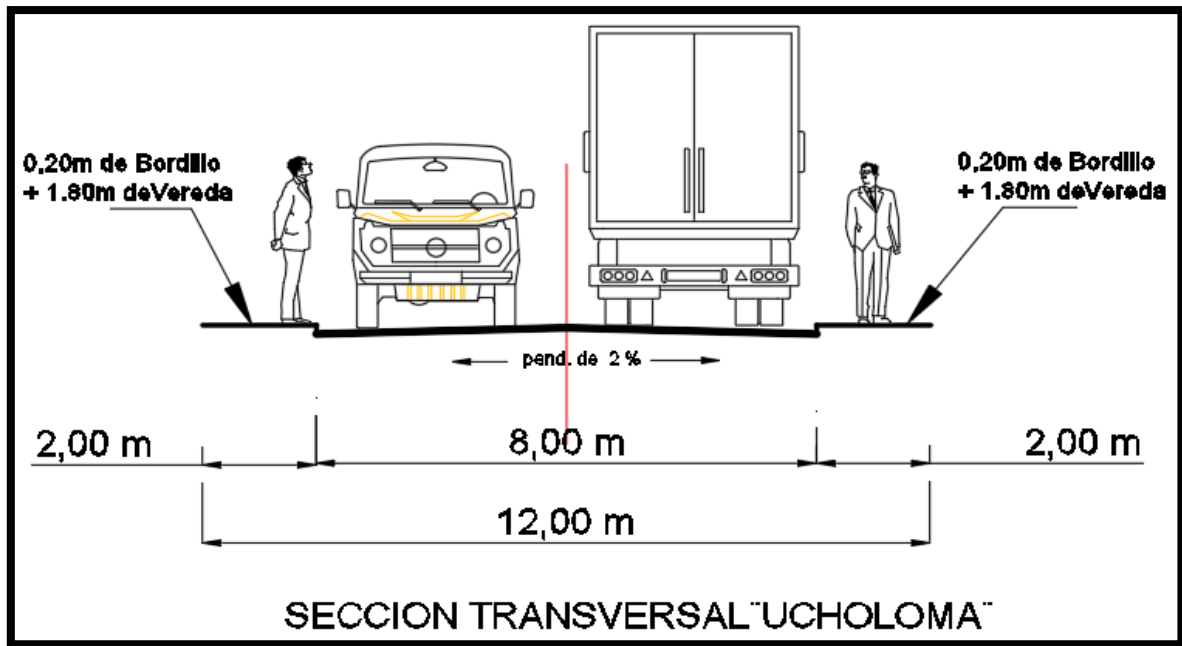


Figura 22: Determinación de la sección transversal de la vía.

Fuente: Elaboración propia

Para este tipo de vías la Norma Ecuatoriana recomienda un ancho de 3.50 metros de calzada por sentido, pero el ancho solicitado por parte del GAD Parroquial, es de 4 metros para el proyecto vial, esto da un espacio adicional de 0.50 metros por lado. Técnicamente, considerando que es una vía C3, ancho adicional de 0.50 metros por lado y una baja velocidad de diseño, no se consideró sobre-anchos en las curvas, ya que contaría con suficiente espacio para girar con seguridad.

2.9.4 Áreas afectadas

Ciertas áreas son estrechas, ocasionando que las viviendas afecten la sección transversal de la vía, pero la mayoría solo afecta la sección de la vereda y se pueden evitar la expropiación. Constructivamente se puede reducir la sección de la vereda en algunos tramos que lo requiera y así respetar dichas viviendas con el fin de no incrementar costos del proyecto vial.

Solo se presentó un caso donde los muros de las viviendas son muy estrechas, como se observa en la figura 23, llegando afectar la sección de la calzada y la seguridad de los transeúntes. Se recomienda la expropiación para lograr el espacio adecuado.

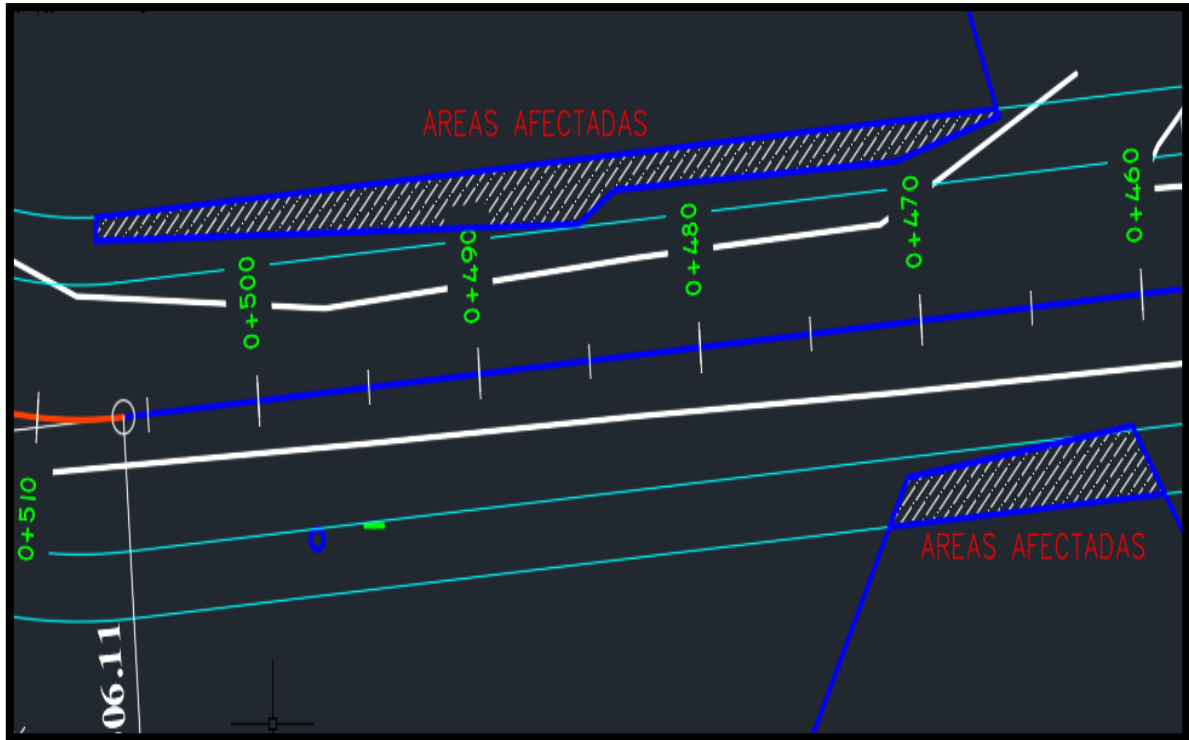


Figura 23: Áreas que afectan el diseño geométrico del proyecto vial
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. ESTUDIO DE SUELOS, DISEÑO DE PAVIMENTOS Y SEÑALIZACIÓN.

3.1 Parámetros de diseño.

Para el diseño de pavimentos influyen diversos parámetros, que tiene como función cumplir un periodo de vida útil, una capacidad soportante del suelo para distintas cargas máximas determinadas en el aforo vehicular. Todos estos parámetros están compuesto de distintas características que tiene cada capa de la estructura del pavimento o las propiedades del suelo donde se asienta dicha estructura.

Uno de los parámetros más importantes es determinar las propiedades del suelo, ya que de ello depende la fase de diseño de los taludes del proyecto, al igual la capa de mejoramiento del suelo si este fuera necesario para que resista las cargas del tránsito, conforme a la necesidad vial que se determine.

En la figura 24 se observa el ensayo de penetración, previamente calculado su humedad óptima y densidad máxima seca, para posterior determinar el CBR del suelo.



Figura 24: Ensayo de la capacidad soportante del suelo.

Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo de este capítulo se irán explicando los criterios que se consideraron para el diseño del pavimento flexible.

3.2 Estudio de laboratorio: propiedades físico-mecánicas de la subrasante.

Con el fin de determinar las características del suelo, la NEVI-12 recomienda un número de calicatas que se deben realizar por kilómetro de acuerdo a la importancia del proyecto vial que está en función del TPDA como se observa en la tabla 16.

Tabla 16: Número mínimo de calicatas dependiendo del proyecto vial.

SUBRASANTE – CALICATAS POR KM		
TIPO DE CARRETERA	NUMERO MINIMO DE CALICATAS	OBSERVACIÓN
-Autopistas TPDA>8000 VPD -Calzadas separadas >dos carriles por sentido	4 – 6 calicatas por km	Alternadas
-Vías con calzadas de dos carriles 1000<TPDA<8000 -Vías C1, C2, C3	2 – 4 calicatas por km	
TPDA < 1000	2 calicatas por km	

Fuente: NEVI-12

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

El TPDA del proyecto vial Ucholoma es de 241 vehículos/día y acorde a la tabla 16 se deben realizar 2 calicatas por kilómetro, dando como resultado un total de 5 calicatas en los 2.1 kilómetros que tiene todo el tramo vial.

En la figura 25 se observa el pozo 5, donde se extrajo la muestra para realizar los diferentes ensayos requeridos posteriormente.



Figura 25: Ensayo de la capacidad soportante del suelo

Fuente: Elaboración propia

El estudio se realizó con la colaboración de SUELOTEC S.A, donde ellos analizaron cuatro de las cinco muestras, y con la ayuda del laboratorio de suelos de la escuela de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, realice el análisis de una de las muestra bajo la ayuda y supervisión de los docentes de dicha institución (ver anexos 1)

- Sr. Atanasio Jara, laboratorista
- Ing. Luis Mario Almache, Jefe del laboratorio.

3.2.1 Obtención y ubicación de las calicatas.

La excavación para la obtención de las muestras se realizó a los laterales de vía actual y considerando las cargas de tránsito se transmiten hasta una profundidad de 1.50 metros, se obtuvo el material a dicha profundidad. Además las muestras fueron colocadas en sacos con forro plástico para evitar la variación de la humedad del suelo natural.

Cabe recalcar que la toma de muestras comenzó desde la abscisa 0+130 metros aproximadamente, debido a un proyecto vial de pavimento flexible recién ejecutado por parte del Gad Parroquial cuenta con estudios de suelo cercanos al proyecto y no es conveniente arrancar desde la abscisa 0+000 metros porque se consideró repetitivo e innecesario obtener la muestra en ese punto. En la tabla 17 está representado la ubicación de las 5 calicatas del proyecto vial Ucholoma.

Tabla 17: Ubicación del lugar de donde se obtuvieron las muestras.

N° DE CALICATA	COORDENADAS UTM		ABSCISA
	ESTE	NORTE	
1	716184	9675918	0+130
2	715779	9676006	0+676
3	715631	9675737	1+083
4	715326	9675491	1+500
5	714766	9675175	2+150

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Según el método AASHTO, requiere obtener el CBR de la subrasante para el diseño de pavimentos, pero previo a la determinación del CBR, este ensayo depende de varios ensayos que deben ser calculados tales como:

- Humedad natural
- Límites de plasticidad
- Análisis Granulométrico
- Proctor modificado
- Determinación del CBR

3.2.2 Humedad Natural

La humedad es muy importante determinar al momento de querer hacer cualquier obra civil en el suelo, ya que por medio de este estudio se obtiene la cantidad de agua que tiene el material en la zona y poder hacer un control de humedad requerida.

La tabla 18 se observa los resultados del ensayo de humedad realizada para las 5 muestras.

Tabla 18: Resultado de la humedad natural de cada muestra

N° MUESTRA	HUMEDAD NATURAL (%)
1	29.03
2	27.34
3	19.72
4	25.56
5	23.53

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.2.3 Límites de Plasticidad (IP).

Es la humedad que tiene el suelo donde se determina el comportamiento plástico. El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I_p = LL - LP \quad (6)$$

Donde:

LL = Límite Líquido

LP = Límite Plástico

I_p = Índice de plasticidad

3.2.3.1 Límite líquido (LL)

Es el punto de paso del estado líquido al plástico y se mide por la cantidad de agua que contiene el material en el momento en que se pierde la fluidez de un líquido denso. Esto disminuye la resistencia a los esfuerzos cortantes y es más propenso a deformaciones.

Dentro de este estado el suelo es ineficiente para soportar cargas externas ya que sufren deformaciones que no le permitirían volver a su estado normal y se recomienda mejorar la humedad del suelo.

La tabla 19 solo se observa el resultado del ensayo del límite líquido para la muestra 5.

Tabla 19: Resultado del ensayo del límite líquido del pozo #5.

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
40	33.63	29.36	22.50	62.24%
33	33.09	28.84	22.21	64.10%
16	33.15	28.71	22.22	68.41%
12	33.59	28.91	22.20	69.75%
LIMITE LIQUIDO				65.46%

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La figura 26 representa el límite líquido del pozo #5, lo cual se levanta una línea perpendicular desde el golpe #25 hasta intersectar la gráfica diseñada con los datos de la tabla 19, para luego proyectar una línea horizontal para el lado izquierda, y así obteniendo el límite líquido.

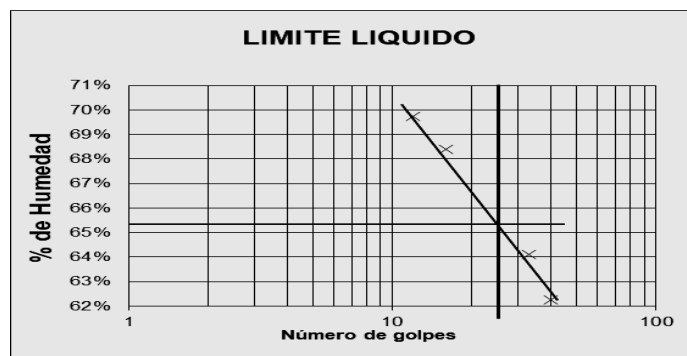


Figura 26: Ensayo del límite líquido.

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2 Límite plástico (LP)

Es el punto en el que se pasa del estado semi-sólido al plástico, y se mide por la cantidad de agua que contiene un material en el momento en se pierde la plasticidad y deja de ser moldeable.

Dentro de este estado el suelo puede seguir soportando las cargas externas que puede estar expuestas, pero tendería a posibles deformaciones que no recuperan su estado normal. Se recomienda controlar la humedad del suelo. La tabla 20 muestra el resultado del pozo 5.

Tabla 20: Resultado del límite plástico del pozo #5

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	24.35	23.75	21.80	30.77%
	24.33	23.85	22.21	29.27%
	24.25	23.78	22.10	27.98%
				29.34%

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.2.4 Resultados del Ensayo Límite de Plasticidad

La tabla 21 se observa la recopilación de los resultados obtenidos del ensayo de humedad natural y los límites de plasticidad de los 5 pozos.

Tabla 21: Resultado del índice de plasticidad de cada muestra

N° MUESTRA	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITES		IP
		LL	LP	
1	29.03	52.10	37.9	14.20
2	27.34	69.31	33.51	35.80
3	19.72	40.49	24.33	16.16
4	25.56	58.21	27.94	30.26
5	23.53	65.46	29.34	36.13

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Se debe saber interpretar el resultado obtenido de la tabla 21 para controlar la cantidad de agua de la subrasante y conseguir un suelo acorde a las características deseadas.

La grafica 27 está representado el resultado de la muestra 4 de la tabla 21, que indica el estado del suelo bajo condiciones de humedad.

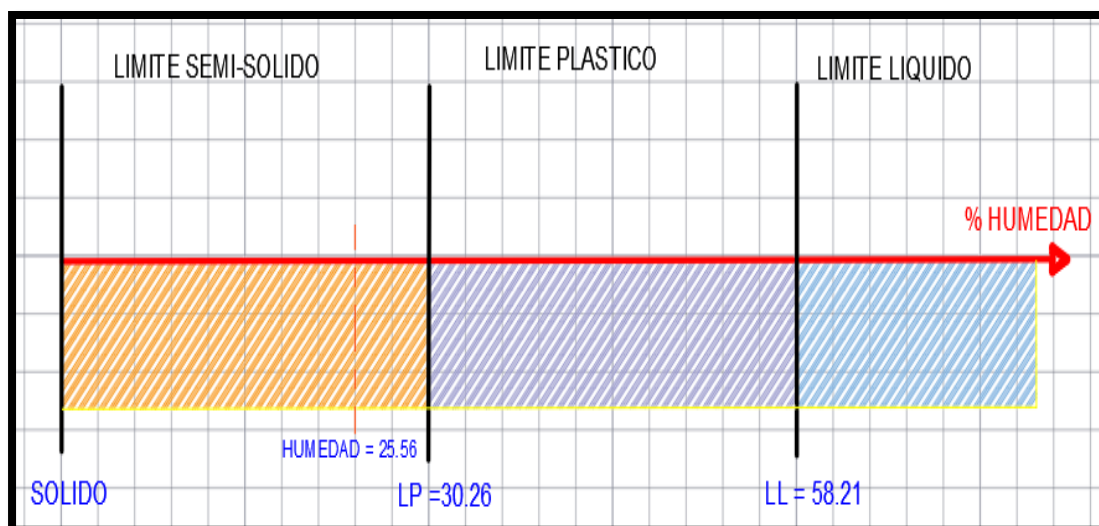


Figura 27: Comportamiento de la humedad del suelo de la muestra 4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados representados de la gráfica 27 se interpretan de la siguiente forma:

- En la gráfica se reemplaza los valores según la muestra 4, donde pasarían a diferentes estados
- Cuando se trata de exponer al suelo que soporte cargas externas, es importante determinar la humedad del suelo, con la finalidad de evitar deformaciones (hundimientos). Por tal razón el suelo debe trabajar dentro del estado sólido.
- Para este caso la humedad del suelo natural está dentro del rango del estado sólido pero muy cercano a pasar al estado plástico, por tal razón en esta zona hay que controlar el contenido de agua.

Para las demás muestras los valores son más distantes entre sí, pero se realiza el mismo análisis considerando la anterior gráfica.

3.2.5 Análisis Granulométrico.

Permite determinar la distribución de las partículas y la calidad del suelo con la ayuda de los tamices. Esta determinación ayuda a clasificar el suelo por el método AASHTO o SUCS (Sistema Unificador De Clasificación De Suelos) que es la más utilizada para en diseño de pavimentos.

Se observa en la tabla 22 la clasificación del por el método AASHTO, considerando los valores:

- Límite líquido (LL)
- Límite plástico (LP)
- Granulometría.

Tabla 22: Clasificación del suelo por el método AASHTO

SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS - METODO AASHTO											
clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N°200)						Materiales limoso arcillosos (más del 35% pasa el tamiz N°200)				
GRUPO	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje que pasa:											
N°10 (2mm)	50max	--	--	35 max				36 min			
N°40 (0.425mm)	30max	50max	51min								
N°200 (0.075mm)	15max	25max	10max								
Características de la fracción que pasa por el tamiz N°40											
límite líquido	--		--	40max	41min	40max	41min	40max	41min	40max	41min
límite de plasticidad	6 max		NP (1)	10max	10max	11min	11min	10max	10max	11min	11min
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calidad	Excelente a bueno						Pobre a malo				

Fuente: (AASHTO, 1993)

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

En la tabla 23 clasifica el suelo por el método SUCS, de igual manera considerando el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y su granulometría.

Tabla 23: Clasificación del suelo por el método SUCS.

Divisiones mayores			Símbolo del grupo	Nombre del grupo		
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz n°4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa		
			GP	grava pobremente graduada		
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM	grava limosa		
			GC	grava arcillosa		
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia	SW	Arena bien graduada, arena fina a gruesa.		
			SP	Arena pobremente graduada		
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SM	Arena limosa		
			SC	Arena arcillosa		
			Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML	limo
					CL	arcilla
	orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica			
Limos y arcillas límite líquido ≥ 50	inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico			
		CH	Arcilla de alta plasticidad			
	orgánico	OH	Arcilla orgánica, Limo orgánico			
Suelos altamente orgánicos			Pt	turba		

Fuente: (AASHTO, 1993)

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La tabla 24 se observa el resultado de la granulometría del pozo #5:

Tabla 24: Granulometría de la muestra número 5 del proyecto vial Ucholoma.

TAMIZ		P. RET.	P. RET.	%	%
M.M.	U.S	PARC. (GR.)	ACUM. (GR.)	RET.	PASA
76.200	3 "	0	0	0.00%	100.00%
63.500	2 1/2 "	0	0	0.00%	100.00%
50.800	2 "	0	0	0.00%	100.00%
38.100	1 1/2 "	0	0	0.00%	100.00%
25.400	1 "	0	0	0.00%	100.00%
19.050	3/4 "	875	875	3.01%	96.99%
12.700	1/2 "	1037	1912	6.58%	93.42%
9.525	3/8 "	775	2687	9.24%	90.76%
4.750	No. 4	338	3025	10.41%	89.59%
PASA No. 4		26,045			
TOTAL		29070			
2.000	No. 10	21.00	21	14.17%	85.83%
0.425	No. 40	53.00	74	23.67%	76.33%
0.075	No. 200	36.00	110	30.12%	69.88%
TOTAL		500.00			

Fuente: SUELOTEC

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

De acuerdo a la clasificación AASHTO y SUCS, se elaboró la tabla 25 con el tipo de suelo que se tiene cada 500 metros aproximadamente:

Tabla 25: Clasificación de las muestras de la subrasante

CLASIFICACION DEL SUELO				
N° Calicata	METODO			
	SUCS		AASHTO	
	Tipo	Propiedad	Tipo	Propiedad
1	SC	Arena arcillosa	A-7-6	Suelo arcilloso
2	CH	Arcilla de alta plasticidad	A-7-6	Suelo arcilloso
3	CH	Arcilla de alta plasticidad	A-7-6	Suelo arcilloso
4	SC	Arena arcillosa	A-7-6	Suelo arcilloso
5	MH	Limo de alta plasticidad/elástico	A-7-5	Suelo arcilloso

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.2.6 Proctor modificado

Es la relación que existe entre la magnitud de la masa seca de un material y el volumen que este material puede alcanzar al ser sometido a un esfuerzo de compactación definido. Este valor se determina mediante el pico de la curva de compactación para distintos contenidos de humedad. En esta curva de compactación existe un contenido de humedad óptimo para el cual la energía de compactación aplicada reduce los vacíos al mínimo e incrementa la densidad al máximo (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

La granulometría del material afecta el comportamiento, es decir, agregados con graduación uniforme producen una curva de compactación plana, esto indica que el contenido de agua adicionado al material no incide de manera influyente en la densidad del material. En cambio los agregados bien graduados y no uniformes producen una curva de compactación bien definida en el cual se puede observar un claro incremento de la densidad en función del contenido de agua hasta alcanzar un máximo (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

3.2.6.1 Equipo

El principal equipo para realizar este ensayo es un molde de 153mm de diámetro más molde y un martillo compactador de 10 libras de fuerza. En la figura 28 se observa dichos moldes.



Figura 28: Equipos que se utilizaron para realizar el ensayo de densidad máxima seca.
Fuente: Elaboración propia

3.2.6.2 Procedimiento

- Se sacan 5 muestras con la cantidad de agua asignada para cada muestra, material grueso y fino calculado, se mezcla para dar homogeneidad.
- Se coloca la muestra en el molde en porciones para que den 5 capas con el fin de reducir los espacios vacíos y lograr una mayor densidad. Con la ayuda del martillo cada capa de debe compactar con 56 golpes.
- Después de compactar se saca el collarín, se enrasa y se procede a pesar el molde + material para posterior calcular el porcentaje de humedad y densidad seca.

De igual manera va realizando para las demás muestras, solamente varia la cantidad de agua para cada muestra. El agua se debe ir aumentando o disminuyendo según como los anteriores valores vayan saliendo y así poder formar la curva de compactación.

En la gráfica 29 se observa la curva de compactación para la muestra 5 (densidad seca vs % humedad óptima), donde se puede determinar una densidad máxima representativa y un porcentaje de humedad óptima para dicha muestra. El valor se obtiene de la proyección horizontal y vertical del punto máximo de la curva.

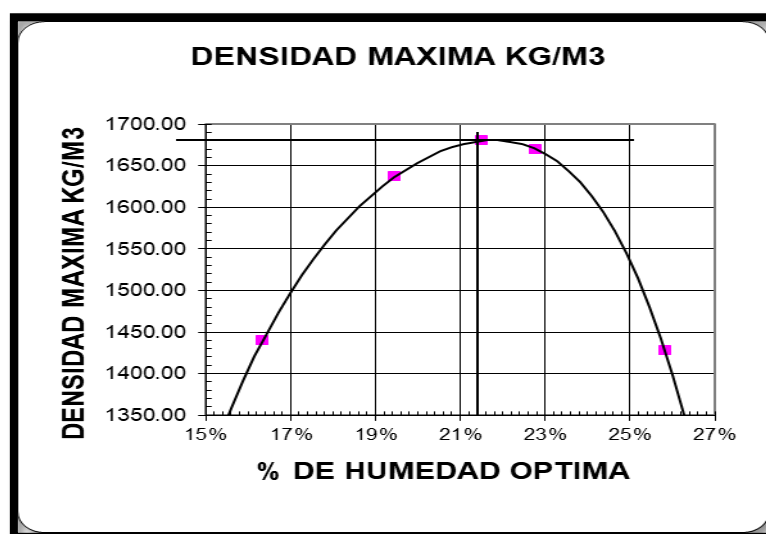


Figura 29: Comportamiento de la humedad del suelo de la muestra 4.

Fuente: Elaboración propia

La gráfica 29 indica una densidad máxima de 1680 kg/m³, con un porcentaje de humedad óptima de 21.50 aproximadamente.

3.2.7 CBR (California Bearing Ratio)

Este ensayo permite determinar la resistencia del suelo al esfuerzo cortante, el objetivo es asemejar la exposición de las 5 calicatas obtenidas del proyecto a condiciones máximas de saturación que está expuesta la subrasante insitu.

El suelo se puede clasificar dependiendo de los valores, y se puede dar diferentes usos como indica la tabla 26.

Tabla 26: Clasificación del suelo de acuerdo con el CBR.

CBR (%)	Clasificación general	Usos
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Afirmados o sub-base
20 – 50	Bueno	Sub-base y base
>50	Excelente	Base

Fuente: Invias, 1998

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Para el cálculo del CBR se realiza los siguientes pasos:

- Se empieza desde el porcentaje de humedad óptima obtenida en el anterior punto, que sirve para mezclar en las 3 muestras nuevas. Dichas muestras debe contener la misma distribución de material grueso-fino que se indicó en la sección de Proctor modificado.
- La muestra se debe compactar en 5 capas, pero cada muestra se debe realizar a los 10, 25 y 55 golpes

- Se enrasa el molde y se sumerge en un tanque de agua por 3 o 4 días con la finalidad de representar las máximas condiciones de humedad a las podría estar expuesta el suelo en la zona.
- Este ensayo también permite determinar el esponjamiento del suelo.
- Luego de retirar las muestras del estanque, se le añade una carga y se ubica en una prensa para luego ser penetrado mediante un pistón a velocidad constante. El valor del CBR se obtiene de la relación entre la presión requerida para que el pistón penetre a una profundidad deseada.

La tabla 27 se observa los valores del CBR a los 10, 25 y 55 golpes para el pozo 5

Tabla 27: Determinación del CBR de los distintos números golpes.

CONSTANTE DEL ANILLO					AREA DEL PISTON 3 PULG.^2							
PENET.	No. GOLPES/CAPA 55.00				No. GOLPES/CAPA 25.00				No. GOLPES/CAPA 10.00			
	EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STANDAR LB/PULG2
0	0	0			0	0			0	0		
25	31	10			20	7			11	4		
50	63	21			39	13			21	7		
75	94	31			59	20			30	10		
100	125	42	1,000	4.16%	78	26	1,000	2.59%	40	13	1,000	1.33%
150	156	52			97	32			50	17		
200	187	62			116	39			59	20		
250	218	73			136	45			69	23		
300	250	83			155	52			79	26		

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Los resultados del "Ensayo de Penetración" se observa en la gráfica 30 y se hace la respectiva corrección si este fuera necesario. Para la corrección se traza la tangente en el punto de inflexión de la curva hasta intersectar con el eje horizontal, tal intersección viene a ser el nuevo origen y se ajusta los valores.

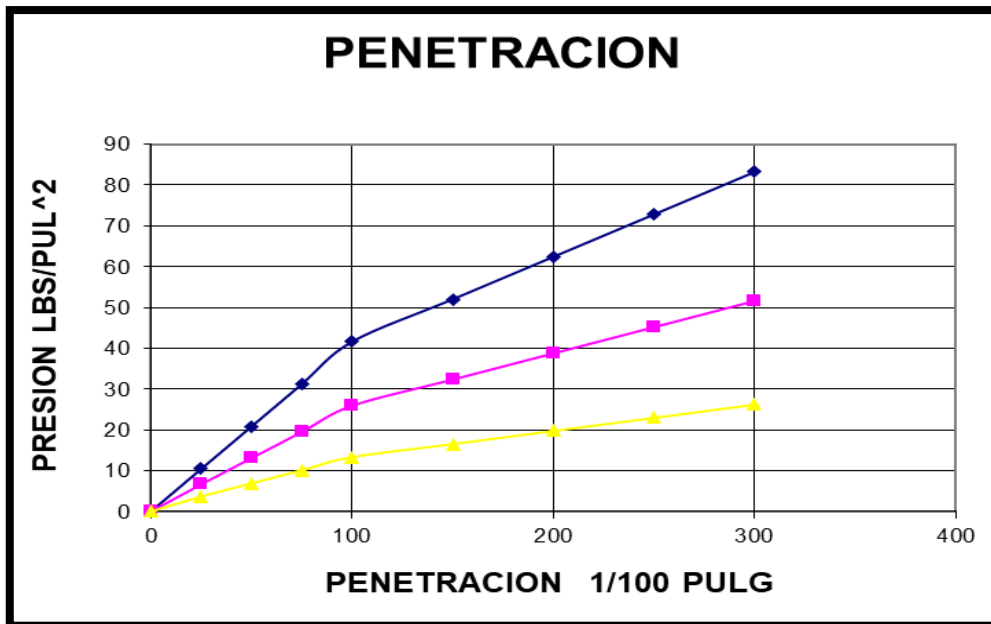


Figura 30: Comportamiento de la humedad del suelo de la muestra 4.

Fuente: Elaboración propia

La grafica no presenta ningún punto de inflexión y no es necesario realizar ninguna corrección.

Para obtener el CBR se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- Generalmente, la densidad que se selecciona para determinar el CBR es la correspondiente al 95% de la máxima obtenida según el método AASHTO. Sin embargo, puede especificarse una densidad diferente a la indicada (Valle, 1982)
- El valor que se obtiene al 95% se interpreta que el material estaría más suelto ya que en el material existen espacios vacíos y esta propenso a sufrir deformaciones.

Dicho las anteriores consideraciones, se obtiene el valor del CBR al 95% como evidencia la figura 31.

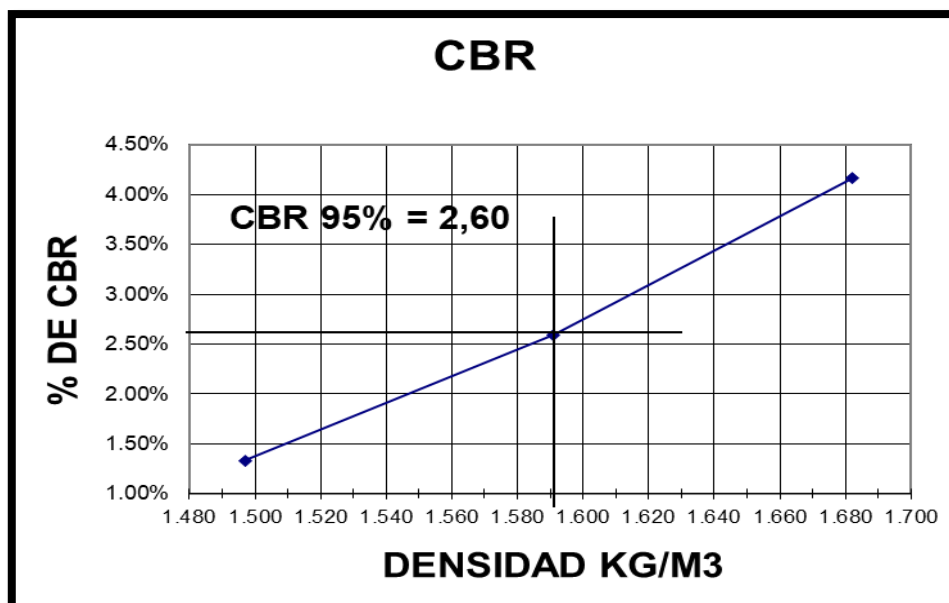


Figura 31: Cálculo del CBR con respecto a la densidad del 95% de la densidad seca máxima.

Fuente: Elaboración propia

La gráfica 31 da como resultado un CBR de 2.6 % correspondiente al 95% densidad seca máxima

El mismo procedimiento se realizó para las demás calicatas y el resultado final de los ensayos de CBR de las 5 muestras de la subrasante se ilustra en la tabla 28:

Tabla 28: Resultado del CBR de las 5 calicatas.

N° MUESTRA	CBR (%)
1	3.10
2	2.10
3	4.90
4	2.30
5	2.60

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Para el diseño de pavimentos se trabaja con el CBR percentil (CBR de diseño), que consiste básicamente realizar los siguientes pasos:

- Graficar los valores del “% de Números \geq al CBR vs % valores CBR”. Dichos valores están expresados en la tabla 29:

Tabla 29: Determinación del CBR de diseño para pavimentos

N° CALICATA	VALOR CBR (%)	NUMEROS \geq CBR	% NUMEROS \geq CBR	CBR de diseño (%)
2	2.10	5	100	2.4
3	2.30	4	80	
5	2.60	3	60	
1	3.10	2	40	
3	4.90	1	20	

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

- La NEVI-12 recomienda determinar el CBR de diseño de pavimentos al 75% del “porcentaje de números”, dando como resultado un CBR de diseño de 2.4%.

A continuación se demuestra gráficamente la obtención de dicho valor.

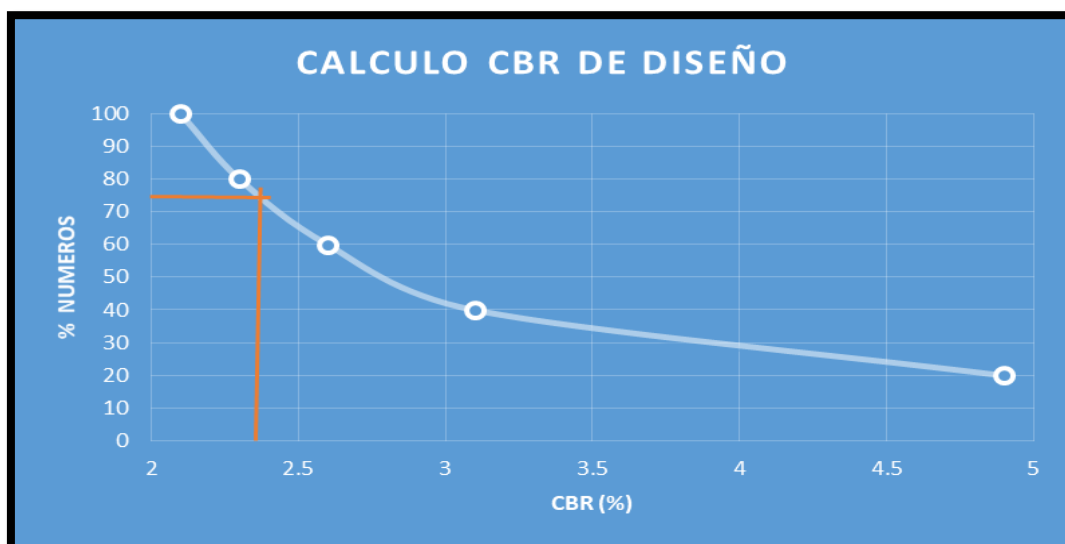


Figura 32: Cálculo del CBR de diseño.

Fuente: Elaboración propia

3.2.8 Resultados de los ensayos de laboratorio.

Los resultados obtenidos se basan a las normas SUCS y AASHTO, que ayuda clasificación de los suelos.

Estos resultados son de gran importancia para el diseño de pavimentos que se desarrollara más adelante.

Los resultados completos se encuentran en la parte de anexo 1, donde se pueden verificar los respectivos valores de cada ensayo realizados por el laboratorio SUELOTEC S.A y en el laboratorio de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA.

En la tabla 30 se observa la clasificación del suelo por los dos métodos antes mencionado para las 5 muestras obtenidas del proyecto vial Ucholoma.

Tabla 30: Clasificación de las muestras de la Subrasante

UBICACION		LIMITES			CLASIFICACION		CBR (%)		DESCRIPCION
N°	ABSC.	LL	LP	IP	SUCS	AASHTO	CBR	CBR _{dis}	
1	0+130	52.10	37.90	14.20	SC	A-7-6	3.10	2.4	Arena arcillosa
2	0+676	69.31	33.51	35.80	CH	A-7-6	2.10		Arcilla de alta plasticidad
3	1+083	40.49	24.33	16.16	CH	A-7-6	4.90		Arcilla de alta plasticidad
4	1+500	58.21	27.94	30.26	SC	A-7-6	2.30		Arena arcillosa
5	2+180	65.46	29.34	36.13	MH	A-7-5	2.60		Limo de alta plasticidad/elástico

Fuente: SUELOTEC y Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.3 Propiedad de los materiales granulares de la estructura del pavimento.

Por lo general la estructura del pavimento flexible está conformado por una capa de rodadura, capa base, sub-base y subrasante.

La grafica 33 indica los espesores mínimos y máximos recomendados por parte de la NEVI-12 que deben tener cada capa.

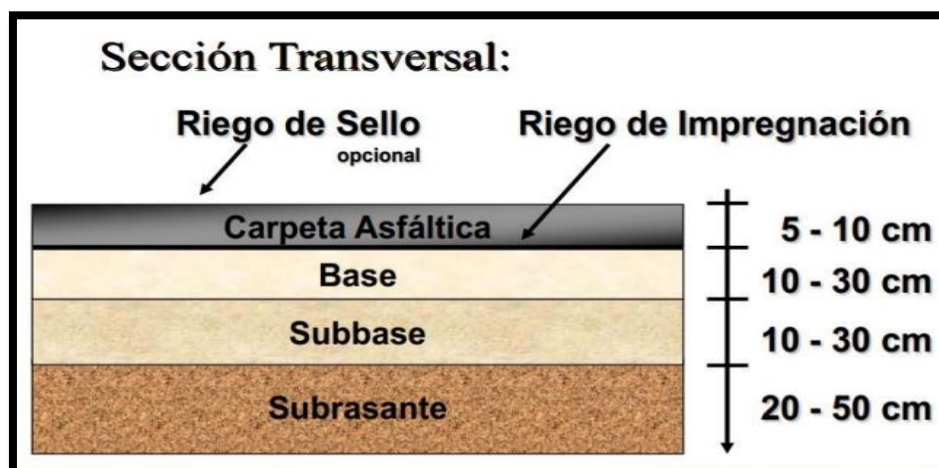


Figura 33: Rango de espesores para la estructura del pavimento.
Fuente: NEVI-12

3.3.1 Subrasante

Es la cimentación para el inicio de la construcción de la vía, pues es el resultado final del movimiento de tierras (corte, relleno, secciones) sobre el cual se colocaran las capas granulares. La Subrasante deberá ser perfilada y compactada al 95% de la máxima densidad seca como se dijo en la 3.2.7. A una profundidad no mayor a 0.60 metros, deberá tener el CBR>6%, caso contrario corresponde a estabilizar o reemplazar una capa de material inadecuado (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Si la Subrasante tiene mala calidad del material encontrado, se puede mejorar el suelo de distintas formas, por ejemplo:

- Suelo seleccionado
- Estabilización con cal
- Estabilización con material pétreo
- Membranas sintéticas
- Mezcla de materiales previamente seleccionados y calificados.

3.3.2 Sub-bases

“Es el material granular colocado sobre la subrasante o sobre el material de terraplén en el caso de rellenos. Se colocara sobre una Subrasante previamente trabajada y aprobada en alineamiento, pendientes y secciones transversales” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Según NEVI-12, la Sub-base debe cumplir con ciertas características:

- Desgaste máximo 50% (abrasión/ángulos)
- Granulometría (deberá estar graduada de gruesos y finos de acuerdo a las especificaciones.
- Índice de plasticidad < 6
- Limite líquido < 25
- CBR > 30

La NEVI-12 establece tres clases de sub-base, donde si la granulometría de la sub-base del proyecto está dentro de cualesquiera de las tres fajas granulométricas que indica en la tabla 31, se puede determinar la clases de Sub-base.

Tabla 31: Fajas granulométricas para diferentes clases de sub-base

TAMIZ		SUB-BASE CLASE 1		SUB-BASE CLASE 2		SUB-BASE CLASE 3	
pulg.	mm.	Min	Max	Min	Max.	Min.	Max.
3	76.2	-	-	-	-	-	100
2	50.4	-	-	-	100	-	-
1 1/2	38.1	-	100	70	100	-	-
N° 4	4.75	30	70	30	70	30	70
N° 40	0.425	10	35	15	40	-	-
N° 200	0.075	0	15	0	20	0	20

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Se trabajará con una Sub-base clase 1, si más adelante la estructura del pavimento requiera de esta capa.

3.3.3 Base

“Son materiales granulares parcialmente o 100% triturados, estabilizados con agregado fino procedente de procesos de trituración. Se coloca encima de una sub-base terminada, compactada y aprobada” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Según la recomendación de la NEVI-12, la Base debe cumplir con ciertas características:

- Desgaste máximo 40% (abrasión/ángulos)
- Granulometría (graduada de gruesos y finos de acuerdo a las especificaciones).
- Índice de plasticidad < 6
- Limite líquido < 25
- CBR > 80
- Exentos de arcilla.

La NEVI-12, recomienda la utilización de una Base acorde al uso, importancia y demanda del proyecto vial como indica la tabla 32:

Tabla 32: Recomendaciones para el uso de material de Base.

Material	Tipo de Carretera	N° Carriles	TPDA	Característica
Clase 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico	8 a 12	>50.000	100% triturado
Clase 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.00 – 50.000	50% triturado
Clase 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico.	2 a 4	1.000 – 8.000	25% triturado
Clase 4	Caminos vecinales	2	<1.000	Triturado o cribado

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La clase y tipo de Base esta especificada de acuerdo al diseño específico y tipo de vía. La tabla 33 permite clasificar el material Base que se considerará para el diseño, donde la granulometría del proyecto debe estar dentro de algunas de las fajas granulométricas.

Tabla 33: Fajas granulométricas para diferentes clases de sub-base

<u>MATERIAL: BASE</u>											
TAMIZ		CLASE 1				CLASE 2		CLASE 3		CLASE 4	
		TIPO A		TIPO B							
Pulg	mm	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
2	50	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100
1 1/2	37.5	70	100	70	100	70	100	-	-	-	-
1	25	55	85	60	90	55	85	70	100	60	90
3/4	19	50	80	45	75	47	75	60	90	-	-
3/8	9.5	35	60	30	60	35	65	40	75	-	-
N°4	4.75	25	50	20	50	25	55	30	60	20	50
N°10	2	20	40	10	25	15	45	15	45	-	-
N°40	0.425	10	25	2	12	5	25	10	30	-	-
N°200	0.075	2	12	-	-	0	10	0	15	0	15

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Considerando el TPDA de 241 veh/día y vía bidireccional, la anterior tabla recomienda trabajar con una Base clase 4 pero normalmente para vías se trabaja con Base clase 2 en la ciudad de Cuenca, por lo tanto se trabajará con Base 2 para el diseño de la estructura del pavimento.

3.4 Diseño de Pavimentos.

3.4.1 Introducción.

La estructura del pavimento tiene como objetivo soportar las cargas repetitivas de tránsito, con la finalidad de distribuir los esfuerzos a las demás capas que lo conforman y terminar disipando dichos esfuerzos, durante su periodo de diseño. Por lo tanto, para lograr un buen diseño de pavimentos es necesario determinar los datos de campo y de laboratorio, como el conteo y clasificación del tránsito existen en la vía, y las propiedades de la subrasante.

La figura 34 se observa el comportamiento (deformación) de cada capa de la estructura del pavimento cuando actúa una carga externa

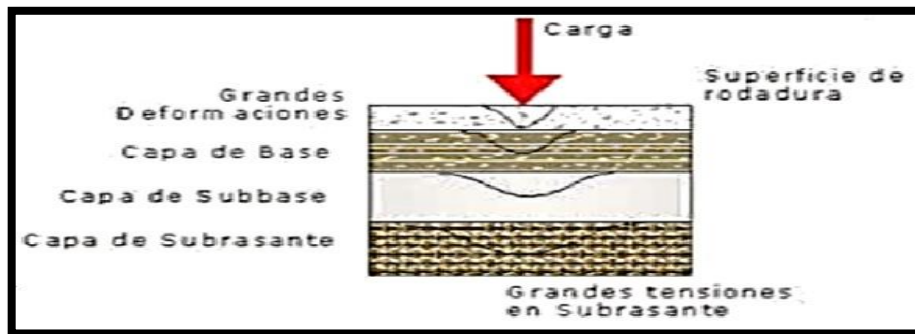


Figura 34: Comportamiento de la estructura del pavimento flexible a las cargas de tránsito.

Fuente: Material didáctico de vías, Ing. Cesar Maldonado

El conteo y clasificación vehicular se determinó en el capítulo 1, en cuanto a las características de la subrasante se determinó en la sección 3.2.8 de este mismo capítulo. Luego de obtener esta información, se procede a determinar los demás parámetros para el diseño de pavimento flexible.

3.4.2 Determinación del Transito Promedio Diario Anual de diseño (TPDA_{dis}).

El cálculo del TPDA_{dis} se realizara mediante la metodología del libro "Manual de Pavimentos en Carreteras" del Ing. Milton Torres, donde consiste la aplicación de la fórmula 7:

$$TPDA_{dis} = TN + TD + TE + TG \quad (7)$$

3.4.2.1 Trafico nocturno (TN)

Representa el 10% del TPDA, tanto para vehículos livianos y pesados. (Milton Torres, 2010)

3.4.2.2 Trafico desviado (TD)

Es el 10% de tráfico que se espera que sean atraídos (TPDA). (Milton Torres, 2010)

3.4.2.3 Trafico existente (TE)

Es el valor promedio entre los 7 días de la semana de conteo. (Milton Torres, 2010)

3.4.2.4 Tráfico generado (TG)

Es la décima parte de la suma del tráfico existente y el tráfico desviado. (Milton Torres, 2010)

A continuación se resuelve la fórmula 7 para el caso de vehículos livianos con $TPDA=217$ vehículos.

$$TPDA_{dis} = 10\%(217) + 10\%(217) + 217 + (217 + 10\%(217))/10 = 285 \text{ Vehículos}$$

En la tabla 34 se observa los valores de $TPDA_{dis}$ ya calculados para el proyecto vial Ucholoma

Tabla 34: Calculo del $TPDA_{dis}$ del proyecto vial

TPDA _{dis}						
VEHICULO	TPDA de conteo	TE	TN	TD	TG	TPDA _{dis}
Livianos	217	217	21.7	21.7	23.9	285
Camión grande, 2 ejes	17	17	1.7	1.7	1.9	23
Volqueta 2 ejes	7	7	0.7	0.7	0.8	10
Total	241	241	24.1	24.1	26.6	318

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.4.3 Determinación del Transito Promedio Diario Anual futuro (TPDA_{fut.}).

Es la proyección del tránsito esperado en cierto periodo de tiempo. Para la determinación del $TPDA_{fut.}$ queda expresado de la siguiente manera:

$$TPDA_{fut.} = TPDA_{dis}(1 + i)^n \quad (8)$$

Donde:

$TPDA_{dis}$ = tráfico promedio diario anual de diseño. (Antes calculado)

i = tasa de incremento vehicular anual

n = periodo de diseño

3.4.3.1 Periodo de diseño (n)

Es la proyección estimada de la vida útil del proyecto vial. La Norma Ecuatoriana considera para pavimentos un periodo de vida útil entre 10 a 30 años, bajo condiciones adecuadas de mantenimiento, normalmente se considera un periodo de diseño de 20 años. Pero dicha vida útil puede variar debido a distintos fenómenos naturales inesperados, variación vehicular, etc., que se puedan presentar a lo largo del tiempo.

Para el proyecto vial Ucholoma se consideró un periodo de diseño de 20 años a partir del 2018

3.4.3.2 Tasa de crecimiento (i)

Es una tasa de incremento vehicular esperado dentro de un periodo de tiempo. La tabla 35 fue adquirida durante la catedra de vías, se observa una tasa de incremento vehicular de la provincia del Azuay.

Tabla 35: Tasa de crecimiento vehicular para la provincia del Azuay

<u>TASA DE CRECIMIENTO (i)</u>		
Periodo	Livianos	Camión/volquetas
2010–2015	4.53	3.37
2016-2020	3.91	3.08
2021-2025	3.42	2.78
2026-2035	3.02	2.52
2036-2040	2.77	2.29

Fuente: Material Didáctico Vías, Ing. Cesar Maldonado

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

El alcance del proyecto es desde el 2018 hasta el 2038, donde se consideró los valores que están dentro del rango 2036-2040 de la tabla antes mencionada.

Por lo tanto, reemplazando datos de vehículos livianos en la fórmula 8 el resultado es:

$$TPDA_{fut.} = 285(1 + 2.77/100)^{20} = 493 \text{ veh.}$$

La tabla 36 se observa el cálculo del $TPDA_{fut.}$ para los demás tipos de vehículos:

Tabla 36: Cálculo de $TPDA_{fut.}$ para los vehículos del proyecto vial.

VEHICULOS	$TPDA_{dis.}$ (veh.)	TASA CRECIMIENTO.	$TPDA_{fut.}$ (veh.)
Livianos	285	2.77	493
Camión grande, 2 ejes	23	2.29	37
Volquetas, 2 ejes	10	2.29	16
TOTAL	318		546

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.4.4 Diseño de la estructura del pavimento flexible por el método ASSHTO-1993

El método de la "American Association of State Highway Transportation Officials" (AASHTO), considera los siguientes parámetros de cálculo:

- Tránsito, especificado como el número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño durante el período de diseño.
- El nivel de confianza con que se desea calcular el pavimento
- El error normal combinado
- El nivel de serviciabilidad
- El módulo resiliente de la subrasante
- El número estructural del pavimento
- La calidad del drenaje
- Los módulos dinámicos de las diferentes capas de la estructura del pavimento

Dicho diseño de pavimento, consiste en hacer cumplir la siguiente desigualdad:

$$SN_{trans.} \leq SN_{estruc.} \quad (9)$$

Donde:

$SN_{trans.}$ = Numero estructural del pavimento de transito

$SN_{estruc.}$ = Número estructural para la selección del espesor de las capas del pavimento.

Si la condición se cumple, los espesores adoptados en el modelo estructural son adecuados y se pasa a buscar la optimización de la estructura. Si no se cumple esta condición, se deben modificar los espesores de las capas o sus coeficientes estructurales o plantear otras alternativas de capas. La solución no es única, y depende de las alternativas de diseño, de los materiales, de los espesores y calidades de las capas consideradas. (AASHTO, 1993)

A continuación se procederá a determinar cada una de las incógnitas de la desigualdad

3.4.4.1 Número estructural del pavimento de tránsito $SN_{trans.}$.

El número estructural del pavimento es una cifra abstracta que representa la resistencia total de un pavimento para unas determinadas condiciones de subrasante, transito, índice de servicio y condiciones ambientales. (AASHTO, 1993)

La ecuación básica de AASHTO para determinar el número estructural es:

$$\log(\Sigma Nt) = Zr * So + 9.36 * \log(SN_{trans.} + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta IPS}{4.2 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN_{trans.} + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \log(Mr) - 8.07 \quad (10)$$

Donde:

ΣNt = Es la sumatoria de el número de ejes equivalentes de 18,000 libras (8.2 toneladas) en el carril de diseño, durante el periodo de diseño.

Z_r = Desviación normal estándar

S_o = Error normal combinado de la previsión del tránsito y del comportamiento

ΔIPS = Nivel de serviciabilidad.

M_r = Módulo resiliente de la subrasante ($lb/pulg^2 = PSI$)

$SN_{trans.}$ = Número estructural del pavimento de tránsito.

3.4.4.1.1 Número de ejes equivalentes (Nt).

De acuerdo con el método de diseño de la AASHTO, ejes con diferentes magnitudes y número de repeticiones, se convierten a un número de repeticiones equivalentes de carga de un eje estándar que causa el mismo daño. (AASHTO, 1993).

Como se puede observar en la sección de aforo vehicular, se determinó diferentes tipos de vehículos con distintas cargas que transmiten al suelo, pero dichas cargas se requiere transformar a un único tipo de carga estándar.

Existen diferentes tipos de ejes que transmiten las cargas, entre los más comunes y observados dentro del proyecto vial son:

- Ejes Sencillos (simple)
- Ejes Tándem
- Ejes Tridem

En la siguiente figura están representado los tipos de ejes, con el respectivo peso equivalente recomendado por la AASHTO.

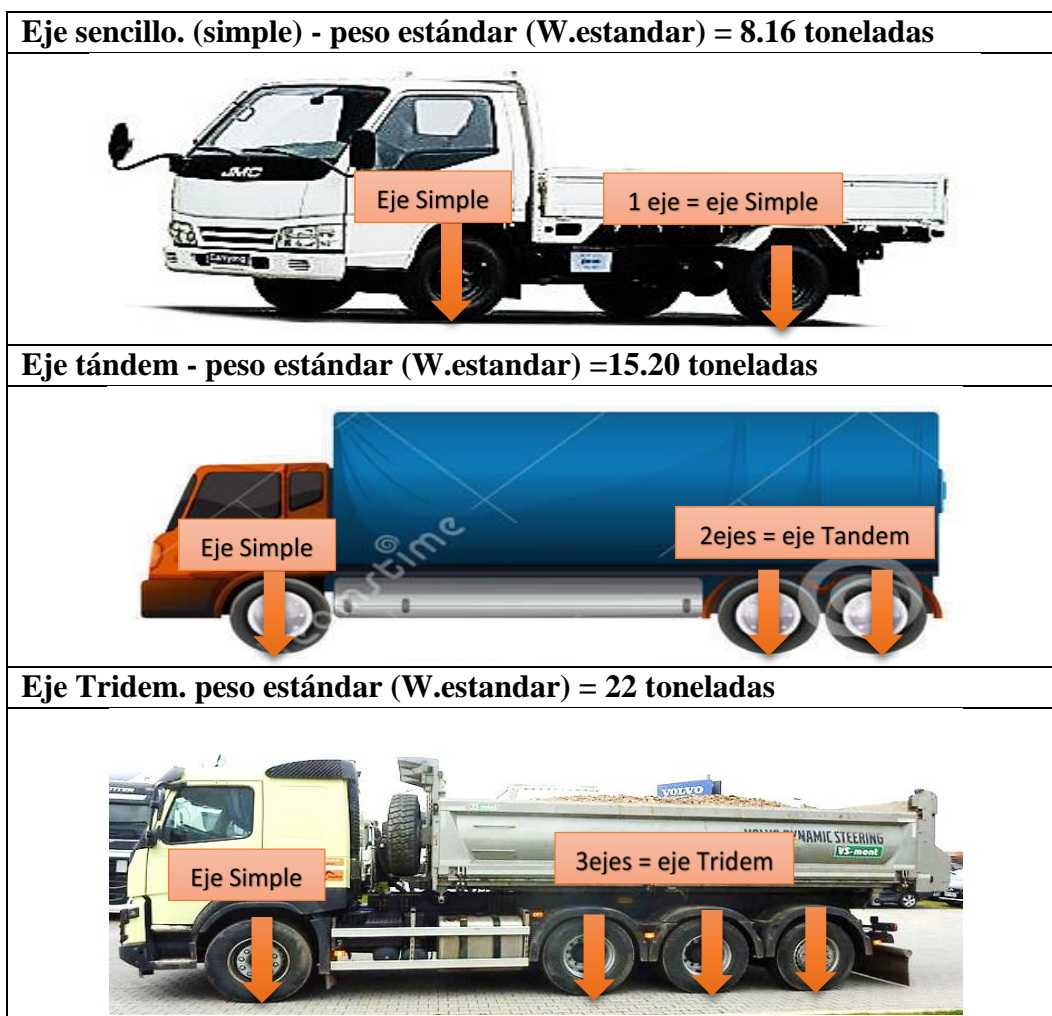


Figura 35: Representación de los diferentes tipos de ejes con las respectivas cargas estándar.
Fuente: Elaboración propia

Según AASHTO, la fórmula para calcular el N_t solo para vehículos livianos esta expresado de la siguiente forma:

$$N_t = (\text{numero dias del año})(F_e)(TPDA_{\text{dis}}) \left(\frac{A}{100}\right) \left(\frac{B}{100}\right) \quad (11)$$

Para los demás tipos de vehículos la formula queda expresado de la siguiente forma:

$$N_t = (\text{numero dias del año})(F_e)(TPDA_{\text{dis}}) \left[\frac{(1+r)^t - 1}{\ln(1+r)}\right] \left(\frac{A}{100}\right) \left(\frac{B}{100}\right) \quad (12)$$

Donde:

Número de días del año = 365 días

$TPDA_{dis}$ = tráfico promedio diario anual de diseño. (Valor del proyecto antes ya calculado)

Fe = factor de equivalencia

r = tasa de crecimiento (Los mismos valores que se consideraron en el cálculo del $TPDA_{fut}$)

t = periodo de diseño de la vía. (El mismo periodo de la vía antes seleccionado, 20años)

A = porcentaje de vehículos pesados.

B = factor de distribución por carril.

Ln = logaritmo natural

3.4.4.1.1 Determinación del Factor de Equivalencia (Fe).

Durante el desarrollo del conteo vehicular, se pudo observar la circulación de diferentes tipos de vehículos pero solo de ejes tipo sencillo, por ese motivo los siguientes cálculos se basarán en la aplicación del peso estándar para ejes sencillos.

En la sección de aforo vehicular se determinó los siguientes tipos de vehículos: livianos, camiones de 2 ejes grandes y volquetas de 2 ejes de 8 metros cúbicos de capacidad. Solo para los vehículos livianos la NEVI-12 considera $Fe=1$, para los demás tipos de vehículos se aplica la fórmula 13:

$$Fe = \left(\frac{W.eje}{W.estandar} \right)^{4.3} \quad (13)$$

Donde:

$W.eje$ = Es el peso de la "Distribución máxima de carga por Eje", que se obtiene de la siguiente figura de la NEVI-12.

$W.estandar$ = Es el peso considerado de cada tipo. (Sencillo, Tándem, Tridem)

Los diferentes valores de "W.eje" se obtienen de la figura 36, que son los pesos representativos de cada eje, para luego poder calcular los valores de Fe.



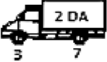

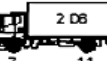

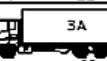

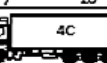

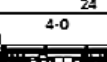







CUADRO DEMOSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES								
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)				
				largo	Ancho	Alto		
2 D			7	5,00	2,60	3,00		
2DA			10	7,50	2,60	3,50		
2DB			18	12,20	2,60	4,10		
3-A			27	12,20	2,60	4,10		
4-C			31	12,20	2,60	4,10		
4-0			32	12,20	2,60	4,10		
V2DB			18	12,20	2,60	4,10		
V3A			27	12,20	2,60	4,10		
VZS			27	12,20	2,60	4,10		

Figura 36: Cargas estándares para diferente tipos de vehículos.

Fuente: NEVI-12

Considerando la clasificación y cargas estándares de la NEVI-12, el proyecto vial Ucholoma queda expresado en la tabla 37:

Tabla 37: Clasificación vehicular según la NEVI-12 del proyecto vial Ucholoma.

VEHICULOS	Tipo	TIPO DE EJE		Carga por eje (W.eje)	
		Delantero	Trasero	Delantero	Trasero
Livianos	--	--	--	--	--
Camión grande, 2 ejes	2DB	Sencillo	Sencillo	7	11
Volquetas, 2 ejes	V2DB	Sencillo	Sencillo	7	11

Fuente: NEVI-12

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Entonces aplicando la fórmula 13 y la tabla 37 para el caso de "camiones grandes de 2 ejes", donde cuenta con dos ejes (Fe=sencillo + sencillo), el resultado es:

$$Fe = \left(\frac{W. \text{ eje}}{W. \text{ estandar}} \right)^{4.3} + \left(\frac{W. \text{ eje}}{W. \text{ estandar}} \right)^{4.3} = \left(\frac{7}{8.16} \right)^{4.3} + \left(\frac{11}{8.16} \right)^{4.3}$$

$$Fe = 4.13$$

Como se observa en la tabla 37, los valores del W.eje es igual para camiones de 2 ejes como para volquetas de 2 ejes de $8m^3$ de capacidad, por lo tanto el valor de "Fe" es igual que al de camiones (Fe=4.13).

3.4.4.1.1.2 Determinación de la tasa de crecimiento (r) y periodo de diseño (t).

Estos valores son los mismo que se consideró en la sección del cálculo del TPDA futuro solo con diferentes nomenclaturas ($r = i$, $t = n$).

3.4.4.1.1.3 Porcentaje de vehículos pesados. (A en %)

Es el porcentaje calculado de la sumatoria de todos los vehículos, excepto los livianos. Ese valor viene a ser el valor de "A" cómo se observa en la tabla 38.

Tabla 38: Porcentaje de vehículos pesados del proyecto vial Ucholoma.

VEHICULOS	TPDA _{dis} (veh.)	% de livianos.	% de pesados (A)
Livianos	285	89.62	10.38
Camión grande, 2ejes	23		
Volquetas, 2ejes	10		
TOTAL	318		

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.4.4.1.1.4 Factor de distribución por carril (B en %).

Generalmente, para la mayoría de las carreteras se considera una distribución por carril de 0.5 (50%), salvo que la información obtenida indique otro comportamiento. (AASHTO, 1993). Además se debe considerar que el proyecto vial cuenta con 2 carriles y según la tabla 39 justifica el valor 0.5

Tabla 39: Factor de repartición para vehículos pesados.

N° de carriles	Repartición de acuerdo al número de carriles en porcentajes. (B)
2	50
4	45
6 o mas	40

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

De acuerdo a la tabla 39 el valor de B es de 50%

3.4.4.1.1.5 Resultado del cálculo del Nt.

Recopilando todos los datos obtenidos anteriormente y reemplazando en la fórmula 12 de Nt, se determinó los valores de la tabla 40.

Tabla 40: Determinación del Número de Ejes Equivalentes.

VEHICULOS	Tipo	Fe	r (%)	t (años)	A (%)	B (%)	Nt
Livianos	--	1	2.77	20	10.38	50	5397.52
Camión grande, 2ejes	2DB	4.13	2.29				19781.43
Volquetas, 2ejes	V2DB	4.13	2.29				45497.29
$\Sigma Nt = 70676$							

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

3.4.4.1.2 Desviación normal estándar. (Z_r).

Para determinar Z_r , primero se calculará el "Nivel de confianza" (R en %) que es básicamente una medida que incluye algún grado de seguridad en el proceso de diseño y que permite asegurar que las alternativas de diseño duren el periodo de análisis. (AASHTO, 1993)

En la tabla 41, AASHTO presentan niveles de confianza recomendado para diferentes tipos de carreteras.

Tabla 41: Niveles de confiabilidad sugeridos para varios tipos de carreteras.

Tipo de carretera	Nivel de confianza (R en %)	
	Urbana	Interurbana
Autopista y carreteras importantes	85.0-99.9	80.0-99.9
Arterias principales	80.0-99.0	75.0-95.0
Colectoras	80.0-95.0	75.0-95.0
Locales	50.0-80.0	50.0-80.0

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

De acuerdo al proyecto vial Ucholoma, se consideró una carretera Local-Urbana, con un valor de confianza máximo de 80% y así aportar un mayor grado de seguridad para ese tipo de carretera.

Después se procedió a determinar " Z_r " que está en función del nivel de confianza antes obtenido como se puede observar en la tabla 42.

Tabla 42: Valores de la desviación normal estándar que están en función de R.

VALOR DE R%	VALOR DE Zr
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Según la tabla 42, el valor asignado para R de 80% es $Z_r = -0.841$

3.4.4.1.3 Error normal combinado (So).

El error normal combinado tiene en cuenta el error o desviación del diseño, la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las propiedades de la subrasante, la variación en la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas y la variación en la calidad de la construcción. (AASHTO, 1993)

Los valores que recomienda la AASHTO para "So" se presentan en la tabla 43.

Tabla 43: Error normal combinado para pavimentos flexibles.

Proyecto de pavimento	Error normal combinado So
Rango para pavimentos flexibles	0.40-0.50
Construcción nueva	0.45
Sobre-capas	0.50

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Al no existir evidencias de algún tipo de estructura de pavimento dentro del proyecto vial Ucholoma, se consideró una "Construcción nueva" con el respectivo valor de $S_o=0.45$

3.4.4.1.4 Nivel de serviciabilidad (ΔIPS).

El índice de serviciabilidad presente, tiene en cuenta el comportamiento del pavimento y queda definido por una calificación de 1 a 5. Su cálculo es la diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P_o) y final (P_t) como se presenta en la siguiente formula. (AASHTO, 1993)

$$\Delta IPS = P_o - P_t \quad (14)$$

3.4.4.1.4.1 Índice de serviciabilidad inicial (P_o)

La tabla 44 indica valores de índice de serviciabilidad inicial dependiendo del tipo de pavimento que se va utilizar según AASHTO

Tabla 44: Valores de índice de serviciabilidad.

TIPO DE PAVIMENTO	P_o
CONCRETO	4.5
ASFALTO	4.2

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Todo el tramo vial se va realizar de pavimento flexible, por tal razón $P_o = 4.2$

3.4.4.1.4.2 Índice de serviciabilidad final (P_t)

La tabla 45 se observa valores de índice de serviciabilidad inicial dependiendo del tipo de vía o las zonas de ubicación según AASHTO.

Tabla 45: Valores de índice de serviciabilidad.

TIPO DE VIA	Pt
Autopista	2.50 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5
ZONAS INDUSTRIALES	
Pavimento urbano principal	1.5 - 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 - 2.0

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La vía es tipo carretera y se tomó un valor de $Pt = 2.2$ que está dentro del rango de la tabla 45

3.4.4.1.4.3 Resultados del índice de serviciabilidad ΔIPS .

Para pavimentos flexibles AASHTO dice, que se parte de un valor inicial de $Po=4.2$ y se determina el valor donde ocurre la falla funcional del pavimento $Pt=2.2$. Tales sugerencias se consideraron para la vía que es objeto de estudio.

Entonces considerando los anteriores valores, se procede a reemplazar en la fórmula:

$$\Delta IPS = Po - Pt = 4.2 - 2.2 = 2$$

3.4.4.1.5 Modulo resiliente de la subrasante (Mr).

Este ensayo se desarrolló con el fin de estudiar el comportamiento de los suelos bajo la acción de las cargas dinámicas impuestas por las cargas de los vehículos, vinculando las sollicitaciones aplicadas y las deformaciones recuperables al suprimirse el estado de tensión impuesto. El módulo resiliente representa la relación entre el esfuerzo y la deformación recuperable de los materiales y es un parámetro utilizado en el análisis estructural de sistemas estratificados. Se constituye así en un medio para evaluar los materiales de construcción de pavimentos, incluyendo suelos de subrasante bajo una variedad de condiciones ambientales y estados de esfuerzos, que simulan las características que existen en los pavimentos sometidos a cargas por una rueda (Higuera Sandoval, 2011)

El Mr se puede calcular de acuerdo a las fórmulas de Heukelom y Klomp, que están en función de la capacidad soportante del suelo (CBR), donde presenta las siguientes condiciones de aplicabilidad de la fórmula:

$$\text{si CBR} < 10\% \quad \text{entonces} \quad M_r = (\text{CBR}) * (1500) \quad (15)$$

$$\text{si } 10\% \leq \text{CBR} \leq 20\% \quad \text{entonces} \quad M_r = (\text{CBR})^{0.65}(3000) \quad (16)$$

$$\text{si CBR} \geq 20\% \quad \text{entonces} \quad M_r = 4326 * \ln(\text{CBR}) + 421 \quad (17)$$

Cabe recalcar que en las anteriores fórmulas, el valor del CBR se reemplaza en porcentajes y el resultado de unidades del Mr es de forma directa en libras por pulgadas cuadradas ($\text{lb/pul}^2 = \text{PSI}$).

El proyecto vial Ucholoma tiene un CBR de 2.40%, que es menor al 10% entonces se aplicó la fórmula 15 y reemplazando los datos el resultado es:

$$M_r = (\text{CBR}) * (1500) = (2.40) * (1500) = 3600 \text{ lb/pul}^2$$

3.4.4.1.6 Cálculo del Número estructural del pavimento de tránsito (SN_{trans})

Una vez determina todas las incógnitas que integra la fórmula de SN_{trans} , se procede a realizar la tabla 46, recopilación de las variables antes calculadas y la aplicabilidad de la fórmula.

Tabla 46: Determinación del número estructural del pavimento de tránsito

VEHICULOS	Nt	Zr	So	ΔIPS	Mr (PSI)	SN_{trans}
Livianos	5397.52	-0.841	0.45	2	3600	2.71
Camión grande, 2 ejes	19781.43					
Volquetas, 2 ejes	45497.29					
TOTAL	$\sum N_t = 70676$					

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

En la fórmula 10 se aplicó los valores de la tabla 46 y despejando el valor de SN_{trans} se obtiene el siguiente resultado:

$$\log(\sum Nt) = Zr * So + 9.36 * \log(SN_{trans.} + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta IPS}{4.2 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN_{trans.} + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \log(Mr) - 8.07$$

$$\log(70676) = (-0.841) * (0.45) + 9.36 * \log(SN_{trans.} + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{2}{4.2 - 1.50}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN_{trans.} + 1)^{5.19}}} \right] + 2.32 * \log(3600) - 8.07$$

$$SN_{trans.} = 2.71$$

Adimensional

3.4.4.2 Número estructural del espesor de las capas del pavimento (SN_{estruc}).

En cuanto al número estructural de diseño de pavimento inicial, es necesario identificar un conjunto de espesores de capa de pavimento que, combinados, suministrarán la capacidad de carga que corresponde al SN de diseño. La fórmula 18 proporciona el fundamento para convertir el SN en el espesor real de la capa de rodadura, base y sub-base (AASHTO, 1993, pág. 91)

$$SN_{estruc} = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3 \quad (18)$$

Donde:

SN_{estruc} = Numero estructural del espesor del pavimento.

a_i = Coeficiente estructural de la capa (pulgada)

d_i = Espesor de la capa (pulgada)

m_i = Coeficiente de drenaje de las capas granulares

3.4.4.2.1 Determinación del espesor de la capa (d_i)

AASHTO recomienda espesores mínimos para el concreto asfáltico (d_1), y para la Base granular (d_2) que están en función del Número de Ejes Equivalentes (Nt).

La tabla 47 se observa los rangos de Nt, con los respectivos espesores mínimos para cada tipo de capa.

Tabla 47: Espesores mínimos para el Concreto Asfáltico y la Base granular.

Tránsito de Diseño Ejes equivalentes (Nt)	Concreto asfáltico	Base granular
	d_1 (pulg)	d_2 (pulg)
Menor a 50,000	1 o tratamiento superficial	4.0
50,001-150,000	2.0	4.0
150,001 – 500,000	2.5	4.0
50,001 – 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, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

El valor obtenido de Nt es 70,676 y de acuerdo a la tabla los espesores mínimos son:

- $d_1 = 2 \text{ pulg} = 5.1 \text{ cm}$
- $d_2 = 4 \text{ pulg} = 10.2 \text{ cm}$

Estos valores son espesores mínimos que recomienda AASHTO para la capa de Rodadura (d_1) y para la capa Base (d_2). Si de ser necesario de capas adicionales se pueden ir añadiendo y dando espesores arbitrariamente para aumentar el valor de SN_{estruc} hasta lograr cumplir la desigualdad de la fórmula considerando los espesores mínimos antes mencionados.

El suelo debe contar con una capa adicional de "Mejoramiento", producto a la baja capacidad soportante del suelo (CBR) de 2.40% y AASHTO recomienda espesores mínimos para la subrasante con el fin de alcanzar un CBR de 5% y lograr mejorar el suelo. La tabla 48 se observa dichos espesores mínimos para la subrasante.

Tabla 48: Espesores de sustitución de Subrasante para alcanzar CBR de plataforma mínimo de 5%.

CBR de subrasante (%)	Espesor de sustitución (d4)	
	Centímetros	Pulgadas
< 1	Mínimo 60	Mínimo 24
1	55	22
2	35	14
3	25	10
4	15	6

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Por lo tanto el espesor de mejoramiento recomendado correspondiente al CBR de 2.40% es de 25 centímetros. Más adelante se considerará esta capa de mejoramiento en el proyecto vial.

La vía actualmente cuenta con una capa de 25 cm aproximadamente de lastre en todo el tramo como se observa en la figura 37, pero se encuentra deteriorada, por tal razón no se consideró la capa existen como un aporte al diseño del pavimento. En la sección 3.4.4.2.4 se define la estructura del pavimento acorde a las cargas repetidas de tránsito.



Figura 37: Capa de mejoramiento existente actualmente en la vía Ucholoma.

Fuente: Propia, 2018

Para el espesor total del pavimento y alineamiento se consideró las alturas de las entradas a las viviendas, tratando de evitar en afectar dichos accesos.

3.4.4.2.2 Coeficiente estructural de las capas (a_i)

La estructura se plantea según requisitos del solicitante o probabilidad de obtener materiales en la zona del proyecto y cercanía de plantas productoras de mezclas asfálticas. Se puede utilizar un gran gama de alternativas, como concretos asfálticos, bases estabilizadas con asfalto o cemento, bases granulares y subbases granulares. (AASHTO, 1993)

Según el Manual de Pavimentos de la AASHTO, tiene estimados coeficientes estructurales para las distintas capas como se observa en la tabla 49.

Tabla 49: Coeficiente de capas para el diseño de pavimentos flexibles, método AASHTO 93

CAPAS	CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE (cm)
CAPA DE SUPERFICIE (a1)	Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000-1800 lbs	0.134-0.173
	Arena asfáltica	Estabilidad de Marshall 500-800 lbs	0.079-0.118
	Carpeta bituminosa mezclada en el camino	Estabilidad de Marshall 300-600 lbs	0.059-0.098
CAPA DE BASE (a2)	Agregados triturados, graduados uniformemente	PI 0-4 CBR > 100%	0.047-0.055
	Grava graduada uniformemente	PI 0-4 CBR 30-80%	0.026-0.051
	Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1000-1800 lbs	0.098-0.138
	Arena asfáltica	Estabilidad de Marshall 500-800 lbs	0.059-0.098
	Agregado grueso estabilizado con cemento	Resistencia a la compresión 28-46 kg/cm ²	0.079-0.138
	Agregado grueso estabilizado con cal	Resistencia a la compresión 28-46 kg/cm ²	0.059-0.118
	Suelo-cemento	Resistencia a la compresión 18-32 kg/cm ²	0.047-0.079
CAPA DE SUB-BASE (a3)	Arena – Grava graduada uniformemente	PI 0-6 >30%	0.035-0.043
	Suelo – Cemento	Resistencia a la compresión 18-32 kg/cm ²	0.059-0.071
	Suelo – Cal	Resistencia a la compresión 7 kg/cm ²	0.059-0.071
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE (a4)	Arena o suelo seleccionado	PI 0 – 10	0.020-0.035
	Suelo con cal	3% mínimo de cal en peso de los suelos	0.028-0.069
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO	Triple riego	-	+0.40
	Doble riego	-	+0.25
	Simple riego	-	+0.15

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

El análisis de estas propiedades se deberán hacer en laboratorios, previo a la colocación-tendido-compactado del material granular, donde deben cumplir los "coeficientes de capas" acorde a la tabla 49. En la ciudad de Cuenca dispone de buenos materiales granulares para la construcción, es por ellos que se consideró altos coeficientes de capas para el proyecto.

Las capas están conformado por las siguientes características de materiales para el diseño de la estructura del pavimento:

- $a_1 = 0.17$: concreto asfáltico – estabilidad de Marshall de 1000 a 1800 lbs.
- $a_2 = 0.050$: Grava graduada uniformemente - PI 0-4 CBR 30-80%
- $a_3 = 0.040$: Arena-Grava graduada uniformemente - PI 0-6 CBR>30%

3.4.4.2.3 Coeficiente de drenaje de las capas granulares (m_i).

Los coeficientes de drenaje para las capas de Base y Subbase granular se seleccionan de acuerdo con las características del material, la calidad de drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación (AASHTO, 1993, pág. 90)

La tabla 50 es de la AASHTO y expresa los tiempos expuestos a la saturación

Tabla 50: Calidad de drenaje de los materiales granulares.

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada.
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

La tabla 51 presenta los valores del coeficiente de drenaje (m_i), que están en función de la calidad del drenaje y del grado de saturación a que estará expuesta la estructura del pavimento según (AASHTO, 1993, pág. 91)

Tabla 51: Valores de m_i recomendados para corregir los coeficientes estructurales de Bases y Subbases granulares.

CARACTERISTICAS DE DRENAJE	% DE TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A GRADOS DE HUMEDAD PROMIXOS A LA SATURACION (m_i)			
	< del 1%	1-5 %	5-25 %	> 25%
EXCELENTE	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.2
BUENO	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.0
REGULAR	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.8
POBRE	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.6
MUY MALO	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.4

Fuente: AASHTO, 1993

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Para este proyecto se consideró los siguientes parámetros de diseño: una calidad de drenaje "Bueno" con un porcentaje de tiempo de exposición a grados de humedad próximos de 1.15%.

3.4.4.2.4 Determinación del valor $SN_{estruct}$ y los espesores de las capas

Una vez calculado los respectivos parámetros de diseño, se obtuvo la tabla 52, donde se procedió calcular el valor $SN_{estruct}$ de la fórmula 18 para posterior comprobar la desigualdad y la determinación de los espesores.

Tabla 52: Determinación de los espesores de cada capa granular.

CAPA	Coeficiente estructural de capa. (cm)			Coef. de drenaje. (m_i)	Espesor de capa. (cm)			SN_{trans}	SN_{estr}	$SN_{trans} < SN_{estr}$
	a_1	a_2	a_3		d_1	d_2	d_3			
C. Asfalto (a1)	0.17	0.05	0.04	1.15	5	18	20	2.71	2.81	cumple
C. Base (a2)										
C. Subbase (a3)										

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

En la tabla 52 quedaron definidos los espesores que conforma la estructura del pavimento.

La figura 38 se observa los espesores de cada capa que está conformado la estructura del pavimento flexible.

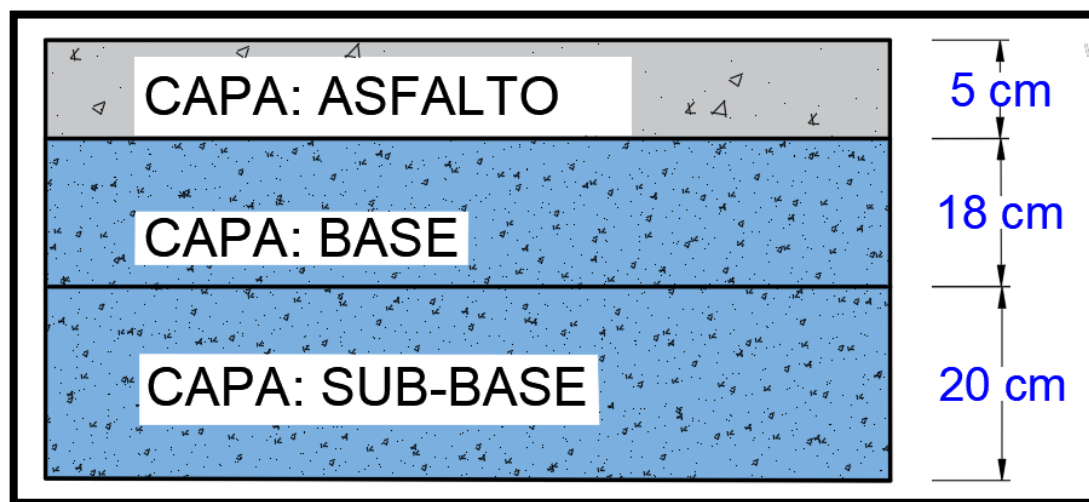


Figura 38: Espesores del proyecto vial Ucholoma.

Fuente: Propia, 2018

La estructura del pavimento quedó definido por una capa de Asfalto, Base y Subbase. Los espesores antes mencionados cumplen la función de soportar las cargas repetidas de tránsito que se obtuvo en el aforo vehicular, por tal razón no se consideró la capa de mejoramiento dentro del diseño de la estructura del pavimento, pero para garantizar la estabilidad del suelo donde va a ir colocado el ancho total del proyecto vial, se recomienda al GAD Parroquial de Baños la colocación de una capa de mejoramiento con el espesor antes definido de 25 centímetros y así evitando posibles deformaciones en la estructura del pavimento.

Dentro del presupuesto referencial está considerado la capa de mejoramiento. (ver anexo 2)

3.5 Señalización

3.5.1 Definición.

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que esta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. En efecto, a través de la señalización se indica a los usuarios de las vías la forma correcta y segura de transitar por ellas, con el propósito de prevenir riesgos para la salud, la vida y el medio ambiente (INEN, 2011, pág. 2)

El presente proyecto vial Ucholoma se realizará una valoración técnica sobre la señalización en carreteras, con la finalidad de brindar un tránsito fluido y una reducción de accidentes.

En el anexo 6 se observa la ubicación de cada tipo de señalización, acorde al abscisado de la vía expresado en el plano.

3.5.2 Señalización horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetivos que se colocan sobre la superficie de rodadura con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos (INEN, 2011, pág. 2)

Según la Norma Inen, la señalización de tránsito debe satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo:

- Debe ser necesaria
- Debe ser visible y llamar la atención
- Debe ser legible y fácil de entender

- Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente
- Debe infundir respeto
- Debe ser creíble.

3.5.2.1 Ubicación.

Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de los usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a estos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia. Un conductor que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, debe tener siempre el tiempo suficiente para realizar todas estas acciones (INEN, 2011, pág. 4)

3.5.2.2 Color.

La señalización en general son blancas y amarillas. Estos colores deben ser uniformes a lo largo de la señalización. Las señalizaciones complementarias pueden ser blancas, amarillas, o rojas, debiendo coincidir el color de la línea con el del cuerpo del elemento que la contiene, con la excepción de las tachas bicolor (INEN, 2011)

Los siguientes colores en la señalización vial tienen diferente funciones:

- “El blanco: Se utiliza el blanco para indicar líneas que pueden ser traspasadas.
- El amarillo es para señalar líneas que pueden o no ser traspasadas.
- El rojo: se instalan exclusivamente junto a la línea de borde derecho, que significan peligro y no deben ser cruzadas” (INEN, 2011, pág. 8)

3.5.2.3 Clasificación de señalización horizontal.

3.5.2.3.1 Líneas longitudinales.

Se emplean para delimitar 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. Las líneas dependiendo de su forma y color, señalan los sectores donde se permite o prohíbe adelantar, virar a la izquierda, virar en "U" o donde se prohíbe estacionar. Además las líneas pueden ser continuas, segmentadas y zigzag, las primeras y las zigzag indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, y las segmentadas indican donde dichas maniobras están permitidas (INEN, 2011, pág. 9)

3.5.2.3.2 Líneas transversales.

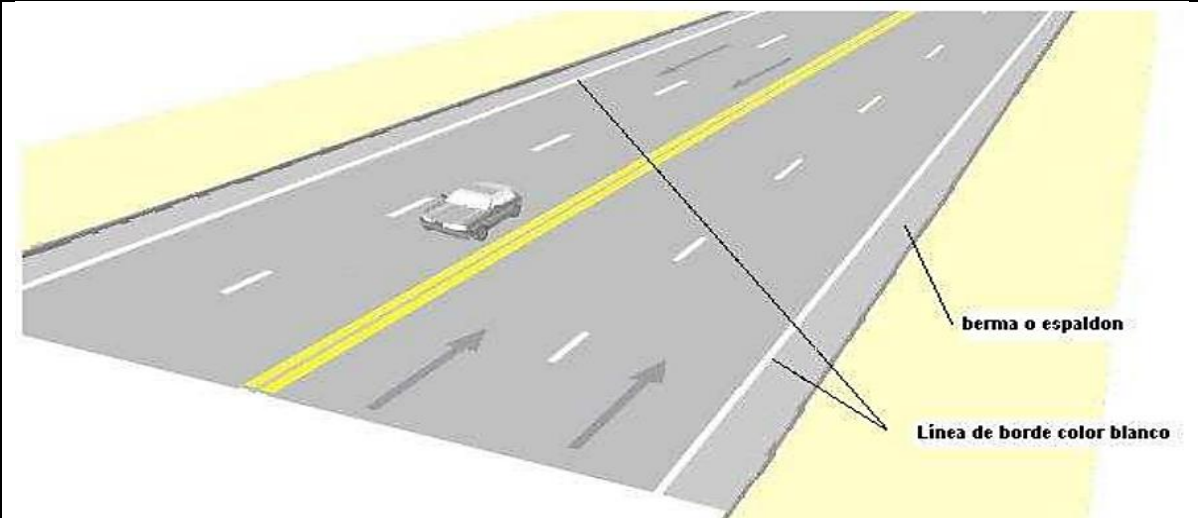
Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones, etc. (INEN, 2011, pág. 27)

3.5.2.3.3 Símbolos y leyendas.

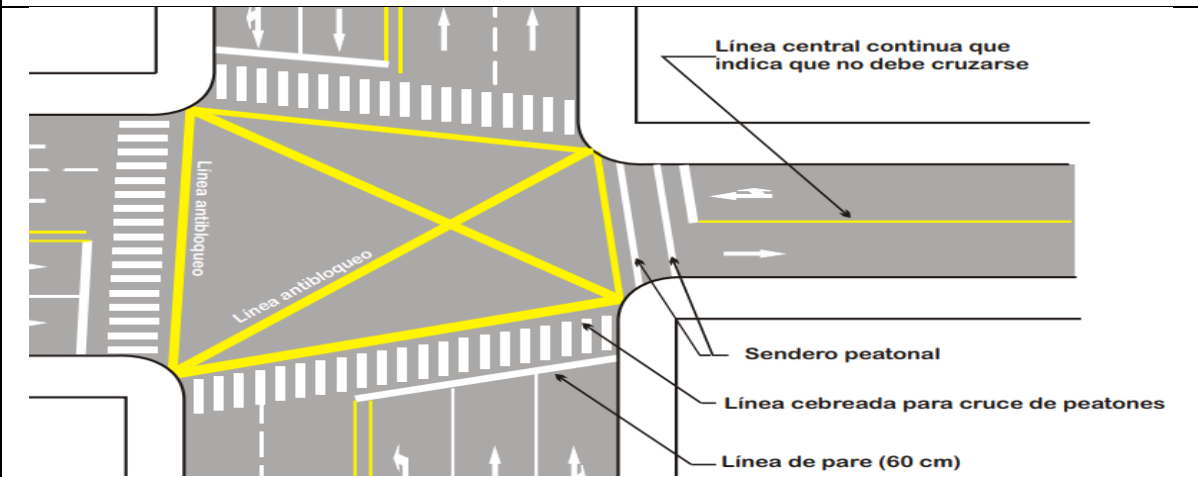
Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como: pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada de bus, entre otros. (INEN, 2011, pág. 49)

La grafica 39 se observa algunas de las señales horizontales que recomienda la Norma Inen 2011 para proyectos viales.

LINEAS CONTINUAS



LINEAS TRANSVERSALES



SIMBOLOS Y LEYENDAS

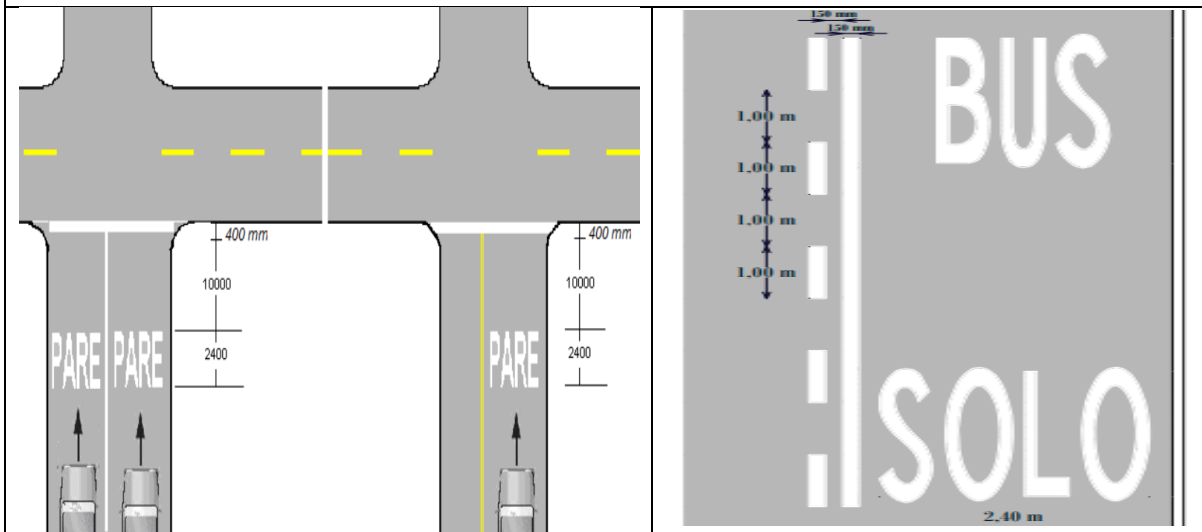


Figura 39: Tipos de señalizaciones horizontal.
Fuente: Inen, 2011

3.5.3 Señalización vertical

3.5.3.1 Definición

“Se define como señalización vertical el conjunto de placas, debidamente sustentadas, que tienen por misión advertir, regular e informar a los usuarios en relación con la circulación o con los itinerarios” (INEN PARTE 1, 2011)

3.5.3.2 Ubicación.

Las señales se deben instalar en el lado derecho de las vías. En circunstancias especiales y que se especifican en este Reglamento, las mismas pueden duplicarse al lado izquierdo o colocarse elevadas sobre la calzada. Hay que tomar precauciones cuando se instalan señales, para asegurar que estas no se obstruyen unas a otras o que su visibilidad sea reducida, especialmente en intersecciones (INEN PARTE 1, 2011, pág. 11)

“Si la señal se ubica en una posición expuesta a impactos, es necesario considerar el uso de un tipo de construcción flexible de amortiguamiento contra golpes u otros medios de protección de seguridad para el usuario de la vía” (INEN PARTE 1, 2011, pág. 11)

3.5.3.3 Colocación lateral y altura.

Las reglas para la ubicación lateral de señales al costado de las vías, soportes de estructuras para señales aéreas y, altura de montajes de estas señales son las siguientes:

- “Colocación lateral se mide desde el filo de la vía al borde de la señal más cercano a la vía
- La altura debe ser desde la proyección de la superficie de la calzada al lado inferior de la señal o del filo inferior de la señal más baja en poste con varias señales” (INEN PARTE 1, 2011, pág. 12)

Estas reglas se aplican a señales de naturaleza permanente, e incluyen señales para trabajos en la vía y en propósitos especiales en los que están montadas en postes anclados en el terreno.

“Sin embargo, puede haber excepciones donde las condiciones existentes no permitan aplicar estas reglas. En estos casos, la ubicación o altura se modifican hasta cumplir estas condiciones especiales” (INEN PARTE 1, 2011, pág. 12)

Considerando lo antes mencionado y además considerando la ubicación del proyecto vial Ucholoma está en una zona rural, la Norma INEN da las siguientes recomendaciones de colocación:

- En vías sin bordillos, la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara de riel o guardavía de protección. En caso de existir cuneta, la distancia se considera desde el borde externo de la misma (INEN PARTE 1, 2011, pág. 12)
- La separación no debe ser menor de 2m ni mayor de 5m del borde del pavimento.

La figura 40 se observa la aplicabilidad de la colocación antes mencionado.

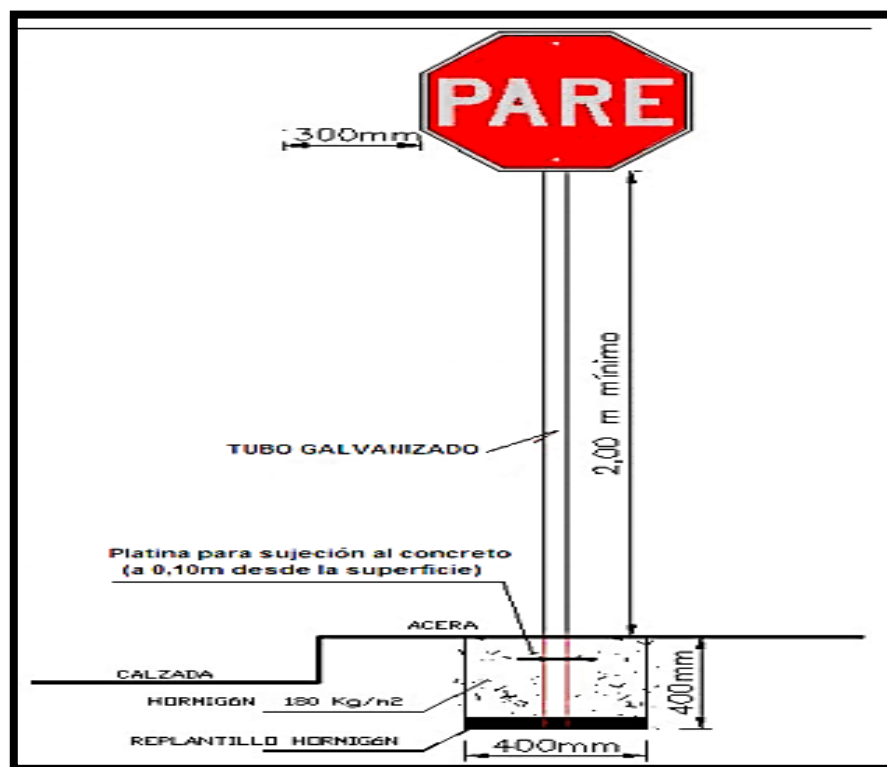


Figura 40: Colocación de la señalización vertical.

Fuente: Propia, 2018

3.5.3.4 Tipos de señales que se utilizaron en el diseño.

A continuación se observa algunas de las tantas señales verticales recomendadas por la Norma INEN, 2011.

- **“Pare:** se instala en las aproximaciones a las intersecciones donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección” (INEN PARTE 1, 2011, pág. 16)



Figura 41: Señalización vertical: disco pare.

Fuente: (INEN PARTE 1, 2011, pág. 16)

- **Doble vía (R2-2):** Esta señal se utiliza para indicar que en una vía el tránsito puede fluir en dos direcciones, debe ubicarse en el comienzo de una calzada o calle de doble vía y repetirse en todas las intersecciones y cruces. Siempre las señales deben colocarse en ambos lados de la calle (INEN PARTE 1, 2011, pág. 20)



Figura 42: Señalización vertical: doble vía.

Fuente: (INEN PARTE 1, 2011, pág. 20)

- **“Curva cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D):** Estas señales indican la aproximación a curvas cerradas y se instalan antes de una curva con ángulo de viraje $\leq 90^\circ$ (INEN PARTE 1, 2011, pág. 51)

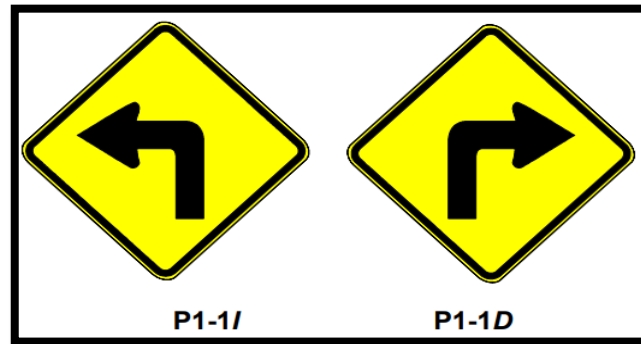


Figura 43: Señalización vertical: disco curva cerrada.

Fuente: (INEN PARTE 1, 2011, pág. 51)

- **“Curva abierta izquierda (P1-2I), derecha (P1-2D):** Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha. De acuerdo a las circunstancias puede complementarse con una señal aconsejada de velocidad” (INEN PARTE 1, 2011, pág. 21)

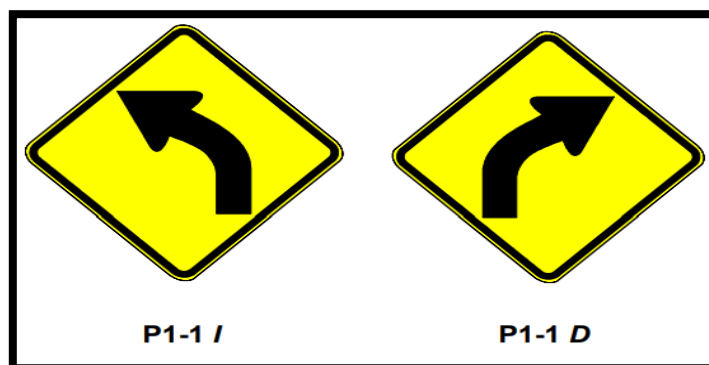


Figura 44: Señalización vertical: disco curva abierta.

Fuente: (INEN PARTE 1, 2011, pág. 52)

La representación de las señalizaciones horizontal y vertical, se podrán evidenciar en el anexo 6.

3.6 Drenaje

El drenaje tiene como función la evacuación de las aguas lluvias y superficiales que se precipitan dentro del proyecto vial, con la finalidad de evitar el desgaste-deterioro, y así prolongar la vida útil de la estructura vial.

Todas estas aguas recolectadas deben ser transportas y evacuadas, es por ello que se necesita de elementos de drenaje que faciliten dicha función. Estos elementos pueden ser cunetas, alcantarillas o sumidero.

3.6.1 Alcantarillado

Según lo manifestado por el GAD Parroquial de Baños, el sector Ucholoma cuenta con un alcantarillado mixto (domiciliario y pluvial), desde la abscisa 0+000 del proyecto hasta la abscisa 1+700, donde en la abscisa 0+000 se une a la red de alcantarillado perteneciente a la vía "camino a Narancay". En la actualidad dicho alcantarillado solo se está dando uso para la parte domiciliaria, debido a la limitación de recursos en esos tiempos no se realizó la parte pluvial, según manifestado por el GAD Parroquial.

Cabe mencionar que el alcantarillado está ubicado por el eje de la carretera actual y debido a la colocación de lastre consecutivo durante varios años, no se pueden visualizar los pozos del alcantarillado. Además se recomienda el diseño y la construcción del alcantarillado para la longitud faltante, previa a la ejecución del proyecto vial.

3.6.2 Sumideros.

Debido a que el sector cuenta con alcantarillado mixto (domiciliario/pluvial) hasta la abscisa 1+700 metros, y además no existe la posibilidad de evacuar el agua hacia algún cauce natural, se aprovechó dicho alcantarillado para evacuar las aguas lluvias y para el tramo faltante se recomienda la complementación del alcantarillado.

En la tabla 53 se observa la recomendación de la ubicación para la colocación de sumideros teniendo en cuenta el alineamiento horizontal-vertical, donde limitaría las construcciones existentes, donde se diseñaron las curvas cóncavas/convexas y donde puede existir acumulación de agua.

Tabla 53: Ubicación recomendado para la colocación de sumideros en ambos lados de la calzada.

N° sumidero	Abscisa
1	0+070
2	0+170
3	0+260
4	0+340
5	0+420
6	0+520
7	0+650
8	0+730
9	0+840
10	0+910
11	1+100
12	1+210
13	1+350
14	1+440
15	1+530
16	1+630
17	1+740
18	1+860
19	1+920
20	2+030
21	2+110

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

En la figura 45 se observa la red de alcantarillado por el eje de la vía (fotografía 1 y 2), las conexiones entre sí de los sumideros hacia la red principal (fotografía 3) y como estaría colocado la caja del sumidero al costado de la vía (fotografía 4). Cabe recalcar que la figura 45 es un ejemplo con fines didácticos y no pertenece al proyecto vial.

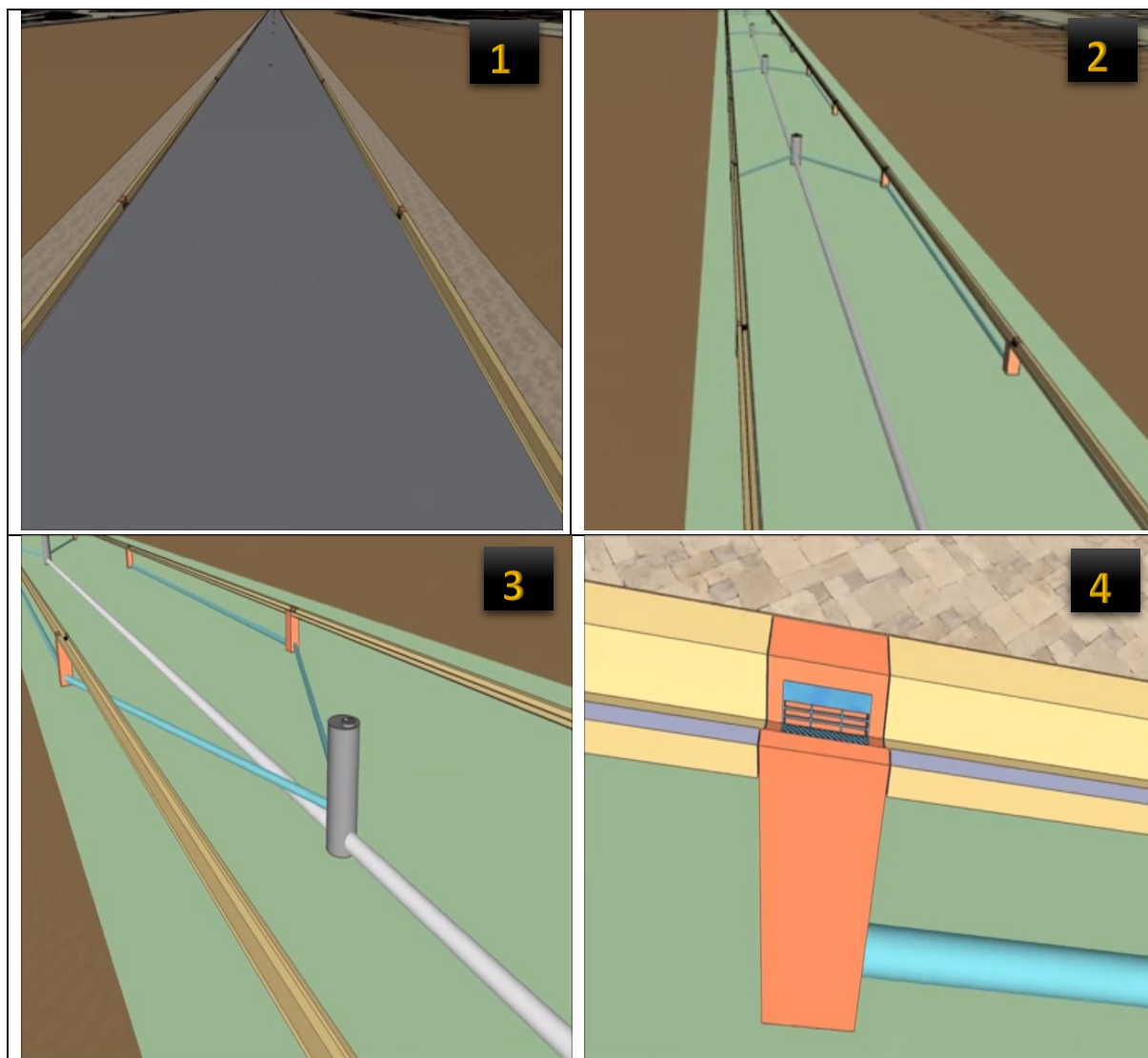


Figura 45: Secuencia de como irían conectados entre sí los sumideros a la red de alcantarillado.

Fuente: Propia, Cuenca-2018

3.7 Obras complementarias.

3.7.1 Muros de contención.

Existe la necesidad de realizar obras que no están previstas dentro del proyecto. La necesidad de construir muros es para completar la sección requerida del proyecto vial y garantizar estabilidad a la estructura, con el objetivo de evitar rellenar grandes cantidades de material y no afectar las construcciones existentes en quebradas cercanas a la vía.

En la sección 2.7.3, se analizó los tramos donde se necesita la construcción de muros de contención. La tabla 54 recopila solo la información de esos tramos.

Tabla 54: Tramos donde se requiere la construcción de muros de contención.

ABSCISA		JUSTIFICACIÓN
Inicio	Fin	
0+350	0+370	Talud de corte y terraplén: Topografía limitada. Quebrada muy pronunciada para el lado derecho, se necesita la construcción de muros de contención.
0+870	0+900	Talud de corte y terraplén: Topografía limitada. Quebrada muy pronunciada para el lado izquierdo, se necesita la construcción de muros de contención.
1+820	1+860	Talud de terraplén: Topografía limitada para el lado izquierdo de la vía. Quebrada muy pronunciada, necesita la construcción de muros de contención.

Fuente: Propia, Cuenca-2018

Elaboración: Propia, Cuenca-2018

Se recomienda la construcción de muros tipo Gaviones, debido a su bajo costo de elaboración y además resisten fácilmente en soportar la sección faltante de la vía. Los muros propuestos tendría una altura máximo de 3 metros de altura, esta altura varía dependiendo en el tramo que se aplique.

Cabe mencionar que estos muros propuestos deben realizar una serie de estudios como el deslizamiento, volcamiento, etc. El GAD Parroquial de Baños deberá realizar tales estudios y si es factible la aplicabilidad del muro propuesto más adelante.

En la figura 46 se indica un muro de contención tipo gavión,



Figura 46: Muro de contención tipo gavión.

Fuente: Propia, Cuenca-2018

En la figura 47 se propone las dimensiones del muro de contención tipo gavión y como llegaría a trabajar una vez construido en dichos tramos.

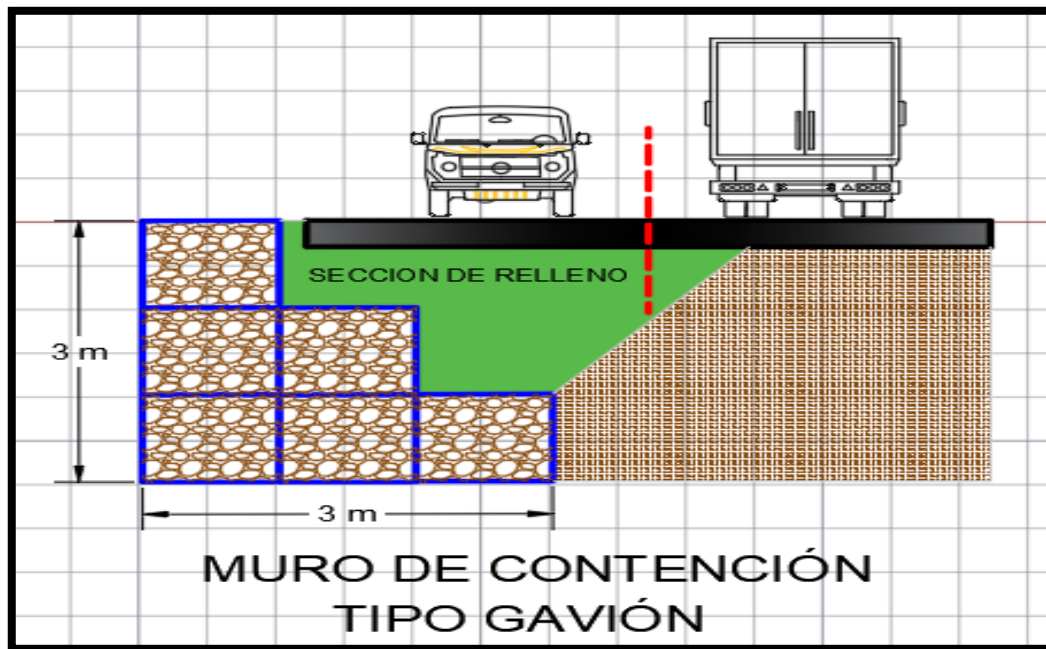


Figura 47: Dimensión propuesta y forma de cómo trabaja del muro de contención tipo gavión.
Fuente: Propia, Cuenca-2018

CAPÍTULO IV: PRESUPUESTO

Uno de los factores importantes para ver si es factible la ejecución de las obras civiles, teniendo en cuenta los recursos de cada entidad, es el costo, con el fin de determinar la cantidad de dinero que requiere para solventar los proyectos.

Para poder lograr dichas estimaciones, es necesario determinar las cantidades obra que requiere el proyecto, al igual que los precios unitarios para poder estimar un presupuesto referencial.

4.1 Presupuesto referencial

El presupuesto referencial representa el costo total en dólares que requiere el contratista para ejecución y culminación de la obra.

También es donde vienen detallado los precios unitarios, cantidades requeridas para cumplir la obra. (Ver anexo 2 el presupuesto referencial)

4.2 Análisis de precios unitarios.

Los precios unitarios se obtuvieron de presupuestos viales realizados por el GAD Municipal de Cuenca. Se trabajó con los valores referenciales con el fin de obtener costos apegados a la realidad de la ciudad.

4.3 Cantidades de obra.

Son rubros que se extrae o requiere el proyecto. En la sección de anexos se especifica dichos rubros de obra

4.4 Cronograma de actividades

Es la duración total del proyecto en ejecutarse durante cierto periodo de tiempo. El GAD Parroquial Baños como entidad contratante establecerá el plazo del proyecto.

En el anexo 2 se puede evidenciar el costo total del proyecto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y ANEXOS

5.1 Conclusiones

Una vez reconocido la topografía de la franja vial, propiedades físico-mecánicas del suelo y elaboración de los diseños de la vía Ucholoma se llegó a las siguientes conclusiones:

- Hasta la culminación de este estudio vial, la comunidad Ucholoma no cuenta con una planificación vial (línea de fábrica) por parte del Departamento de Planificación del GAD Municipal de Cuenca, ocasionando un crecimiento desordenado de obras civiles en la zona.
- Actualmente la topografía indica anchos angostos en muchos tramos de la vía y obras civiles muy cercanas a la calzada, poniendo en riesgo la seguridad de los transeúntes.
- Para el diseño geométrico horizontal se realizó acorde a la sección requerida por parte de GAD Parroquial de Baños, que implicó diseñar un nuevo eje de vía acorde a las limitaciones topográficas, con la finalidad de evitar afectar al máximo las construcciones existentes. Para el diseño geométrico vertical se consideró los niveles a los accesos de las viviendas y tratando de evitar generar grandes movimientos de tierra, dando como pendiente máxima del proyecto de 16.7% desde la abscisa 0+120m hasta la abscisa 0+285m (165m).
- Durante el aforo vehicular, se observó tres tipos de vehículos que circulan dentro del proyecto vial Ucholoma, según la clasificación de la Norma NEVI-12 son: vehículos livianos, camiones grandes de 2 ejes y volquetas de 2 ejes. En el conteo se determinó un $TPDA_{dis} = 318$ vehículos.
- Durante el estudio de suelos se determinó un "suelo arcilloso" en la zona, según el método AASHTO y con una variación de CBR entre 2 a 5 % para cada calicata, dando un CBR percentil de 2.4% que indica la necesidad de una capa de material de

mejoramiento. La vía actualmente cuenta con material lastre tendido en toda la longitud.

- De acuerdo a la necesidad de soportar las cargas repetidas de tráfico, la estructura del pavimento está conformado por: capa de Asfalto (5cm), capa de Base (18cm), capa de Sub-base (20cm).
- El proyecto que es objeto de estudio cumple con diseños geométricos y de pavimento acorde a la necesidad vehicular, al igual que su respectiva señalización horizontal-vertical, garantizando una movilidad más segura para los habitantes de la zona.

5.2 Recomendaciones.

Para una mejor ejecución y periodo de vida del proyecto vial Ucholoma, considerar las siguientes recomendaciones:

- Previo a la construcción del proyecto vial; diseñar y construir el alcantarillado para el tramo faltante, con la finalidad de evacuar el agua y evitar daños a la estructura del pavimento.
- Sustituir el material existente actualmente en la vía por una capa de mejoramiento de 25 centímetros de espesor, con el fin de garantizar una mayor capacidad soportante del suelo a las cargas de tránsito.
- Debido a las limitaciones de espacios en ciertos tramos, se recomienda realizar taludes de corte-relleno más pronunciados.
- El proyecto vial en su mayor parte esta sobre el nivel de la vía actual, se recomienda primero la construcción de las veredas y para posterior construir las capas de la estructura del pavimento, según las dimensiones establecidas en los planos.
- Cumplir con las normas de diseño y calidad de los materiales utilizados para la construcción del proyecto.
- Desarrollar un plan de mantenimiento vial, con el fin de lograr una mayor durabilidad del proyecto.
- Socializar el proyecto vial con la comunidad Ucholoma, previo a la ejecución de la vía.

5.3 Bibliografía.

- AASHTO. (1993). *GIA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS.* .
WASHINGTON, DC: ASOCIACION AMERICANA DE CARRETERA ESTATAL
Y FUNCIONARIOS DE TRANSPORTE.
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras.* Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Higuera Sandoval, C. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras.* Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- INEN. (2011). *SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.* Quito.
- INEN PARTE 1. (2011). *Señalización Vial. PART 1. Señalización Vertical.* Quito.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial -12 (Vol. 2A).* Quito.
- Das, Braja M. (2000). *Fundamentos De Ingeniería Geotécnica (4ª Edición).* México: Cengage Learning
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2012). *Plan estratégico de Movilidad.*
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2012). *Norma para estudios y diseños viales: NEVI-12, Volumen 2B.*
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2012). *Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes: NEVI-12, Volumen 3.*

5.4 Anexos

Anexo 1: Estudios de suelo.

Anexo 2: Presupuesto referencial.

Anexos 3: Resultados de movimiento de material, Alineamiento horizontal y vertical.

Anexo 4: Perfil estratigráfico.

Anexo 5: Planos del diseño geométrico horizontal-vertical.

Anexo 6: Planos de señalización.

Anexo 7: Oficio de sección requerida por parte del GAD Parroquial Baños

ANEXO 1: ESTUDIOS DE SUELO.

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:
SECTOR:
SOLICITADO POR:

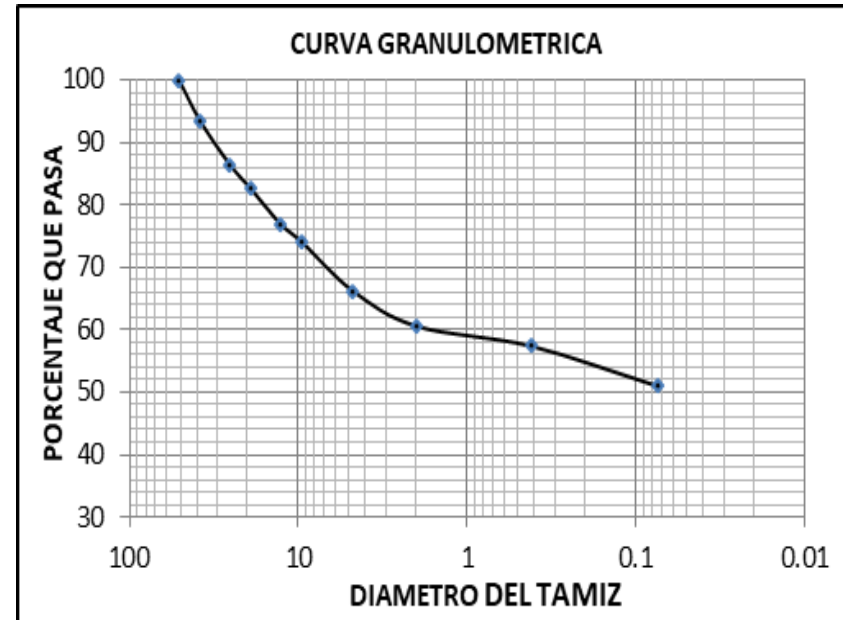
Diseño vial Ucholoma
Baños-Cuenca
GAD Parroquial de Baños

POZO **1**
PROF. 1.5
FECHA 13/10/2017



Análisis granulométrico

FRACCION GRUESA					
PESO RECIPIENTE + MUESTRA					12139.50
PESO RECIPIENTE					2462.00
PESO MUESTRA					9677.500
HUMEDAD MATERIAL QUE PASA N°4 EN %					9677.50
PESO DESPUES DEL ENSAYO					9661.00
TAMIZ		PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACU	%RETENID	% QUE PASA
N°	mm.				
3	76.2	0	0	0.00	100.00
2	50.8	0	0	0.00	100.00
1½	38.1	636.5	636.5	6.59	93.41
1	25.4	674	1310.5	13.56	86.44
¾	19.1	374	1684.5	17.44	82.56
½	12.7	549.5	2234	23.12	76.88
¼	9.52	274.5	2508.5	25.97	74.03
N°4	4.76	755	3263.5	33.78	66.22
PASA EL N°4		6397.5	9661		
FRACCION FINA					
PESO MUESTRA					1000
PESO RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA					1696.00
PESO RECIPIENTE + MUESTRA SECA					1096.80
PESO RECIPIENTE					696.00
PESO MUESTRA DESPUES DEL LAVADO					400.800
TAMIZ		PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACU	%RETENID	% QUE PASA
N°	mm.				
10	2	85.26	85.26	39.43	60.57
40	0.42	140.90	226.16	42.61	57.39
200	0.074	164.78	390.94	49.04	50.96
FONDO		9.09	400.03		



GRAVA G	33.78
ARENA S	15.26
FINOS F	50.96

CLASIFICACION	
SUCS	SC
AASHO	A-7-6

LABORATORIO DE SUELOS

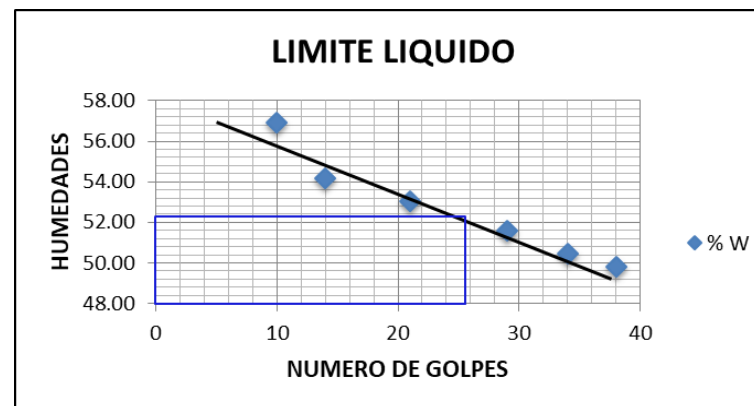
PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
 SECTOR: Baños-Cuenca
 SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

POZO: **1**
 PROF.: 1.5
 FECHA: 13/10/2017



Humedad y límites de plasticidad

MUESTRA 1		
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL	
Tarro N°	R - 10	R - 12
Peso Tarro	68.20	69.60
M. Humeda + Tarro	182.30	196.00
M. Seca + Tarro	156.60	167.60
% Humedad	29.07	28.98
HUMEDAD PROMEDIO	29.03	



LIMITE LIQUIDO

N° TARRO	1	11	17	20	29	53
<i>N. de Golpes</i>	21	38	34	29	14	10
<i>Peso del Tarro</i>	20.95	22.03	21.24	22.01	20.86	20.68
<i>PT. + Muestra Húmeda</i>	36.53	35.99	36.3	35.12	34.83	34.3
<i>PT. + Muestra Seca</i>	31.13	31.35	31.25	30.66	29.92	29.36
<i>Muestra Seca</i>	10.18	9.32	10.01	8.65	9.06	8.68
<i>Peso de Agua</i>	5.4	4.64	5.05	4.46	4.91	4.94
% W	53.05	49.79	50.45	51.56	54.19	56.91

LIMITE PLASTICO

N° TARRO	56	1	17	29
<i>Peso del Tarro</i>	21.98	20.97	21.27	20.87
<i>PT. + Muestra Húmeda</i>	26.24	23.36	23.24	23.17
<i>PT. + Muestra Seca</i>	25.07	22.69	22.72	22.53
<i>Muestra Seca</i>	3.09	1.72	1.45	1.66
<i>Peso de Agua</i>	1.17	0.67	0.52	0.64
% W	37.86	38.95	35.86	38.55
Total	37.81			

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
 SECTOR: Baños-Cuenca
 SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

POZO 1
 PROF. 1.5
 FECHA 13/10/2017



Ensayo de compactación.

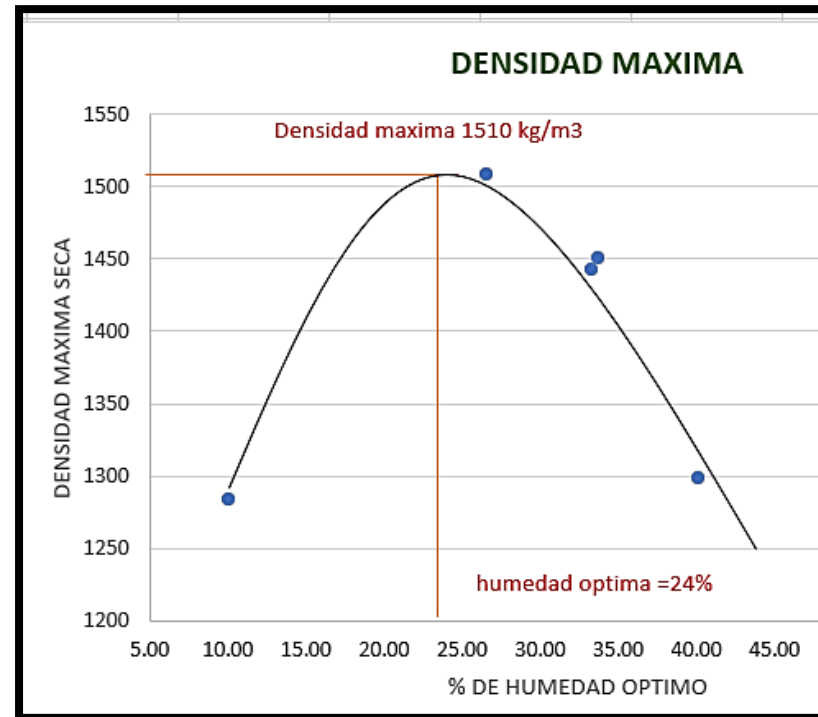
AASHTO T 180-D						
No. DE CAPAS	P. MARTILLO					ALT. CAIDA
	10 LBS					18 PULG.
5	1	2	3	4	5	6
MOLDE No.	1	2	3	4	5	6
agua aumentada	360	480	600	720	840	0
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9,869.50	9,901.50	9,931.00	9,741.00	9,674.00	8,807.00
PESO MOLDE (GR)	5,780.00	5,780.00	5,780.00	5,780.00	5,780.00	5,780
PESO SUELO HUMEDO (GR)	4,089.50	4,121.50	4,151.00	3,961.00	3,894.00	3,027.00
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2,142.05	2,142.05	2,142.05	2,142.05	2,142.05	2,142.05
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1,909.15	1,924.09	1,937.86	1,849.16	1,817.88	1,413.13

MOLDE No.	1	2	3	4	5	6
P. CAPSULA+SUELO HUM	100.10	117.40	119.80	126.50	126.10	95.48
P. CAPSULA+SUELO SECO	91.20	101.50	103.20	100.30	105.30	91.67
PESO CAPSULA	57.65	53.80	53.90	53.40	53.40	53.93
PORCENTAJE DE HUMEDAD	26.53%	33.33%	33.67%	55.86%	40.08%	10.10%

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1,509	1,443	1,450	1,186	1,298	1,284
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1,510
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	24%
----------------	-----



LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO:

Diseño vial Ucholoma

POZO

1

SECTOR:

Baños-Cuenca

PROF.

1.5

SOLICITADO POR:

GAD Parroquial de Baños

FECHA

13/10/2017



ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Tiempo transcurrido (Días)	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
	Lectura dial (pulg)	Altura muestra (pulg)	Esponjamiento		Lectura dial (pulg)	Altura muestra (pulg)	Esponjamiento		Lectura dial (pulg)	Altura muestra (pulg)	Esponjamiento	
			pulg	%			pulg	%			pulg	%
0	0	5.000	0.000	0.00	0	5.000	0.000	0.00	0	5.000	0.000	0.00
1	148	5.148	0.148	2.96	100	5.100	0.100	2.00	90	5.090	0.090	1.80
2	260	5.260	0.260	5.20	143	5.143	0.143	2.86	173	5.173	0.173	3.46
3	325	5.325	0.325	6.50	215	5.215	0.215	4.30	230	5.230	0.230	4.60
4	363	5.363	0.363	7.26	245	5.245	0.245	4.90	280	5.280	0.280	5.60

Ensayo de Penetración.

Penetración (pulg)	MOLDE N° 56					MOLDE N° 25					MOLDE N° 12				
	Carga (lbs) (valores x)	Presiones (lbs/pulg2)	Presiones corregidas (lbs/pulg2)	Presiones estándar	Valores de CBR	Carga (lbs) (valores x)	Presiones (lbs/pulg2)	Presiones corregidas (lbs/pulg2)	Presiones estándar	Valores de CBR	Carga (lbs) (valores x)	Presiones (lbs/pulg2)	Presiones corregidas (lbs/pulg2)	Presiones estándar	Valores de CBR
0	0	0.00				0	0.00				0	0.00			
25	8	21.27				5	15.75				3	12.06			
50	13	30.47				9	23.11				6	17.59			
75	18	39.68				12	28.63				8	21.27			
100	20	43.36	43.36	1000	4.34	15	34.16	34.16	1000	3.42	10	24.95	24.95	1000	2.50
150	22	47.04				18	39.68				13	30.47			
200	25	52.56	52.56	1500	3.50	20	43.36	43.36	1500	2.89	15	34.16	34.16	1500	2.28
250	29	59.93				24	50.72				17	37.84			
300	32	65.45	65.45	1900	3.44	27	56.25	56.25	1900	2.96	19	41.52	41.52	1900	2.19
400	33	67.29				28	58.09				22	47.04			
500	34	69.13				28	58.09				23	48.88			

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma POZO **1**
 SECTOR: Baños-Cuenca PROF. 1.5
 SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños FECHA 13/10/2017



Ensayo de CBR

Molde N°	173	143	260
Numero de capas	5	5	5
Numero de golpes por Molde	12	25	56

	Antes Remojo	Después Remojo	Antes Remojo	Después Remojo	Antes Remojo	Después Remojo
P.muestra Hum + Molde	8889.50	9727.00	10260.00	11078.00	9332.00	10079.00
P. del molde	5823.50	5823.50	6924.50	6924.50	5786.50	5786.50
P.muestra Hum	3066.00	3903.50	3335.50	4153.50	3545.50	4292.50
Volumen de la muestra	2315.00	2315.00	2315.00	2315.00	2315.00	2315.00
Densidad Humeda	1324.4	1686.2	1440.8	1794.2	1531.5	1854.2
Densidad seca	1143	1165	1247	1248	1330	1303

Contenido de agua (antes del remojo)

Tarro N°	32	23	20	18	25	3
P.muestra Humeda + Tarro	96.80	79.50	93.70	110.70	107.60	106.50
P.muestra Seca + Tarro	88.85	74.64	87.02	102.75	99.95	100.02
P. del agua	7.95	4.86	6.68	7.95	7.65	6.48
P. del tarro	40.30	43.20	43.30	52.70	53.00	53.70
P. muestra seca	48.55	31.44	43.72	50.05	46.95	46.32
Contenido de agua en %	16.37	15.46	15.28	15.88	16.29	13.99
Promedio	15.92		15.58		15.14	

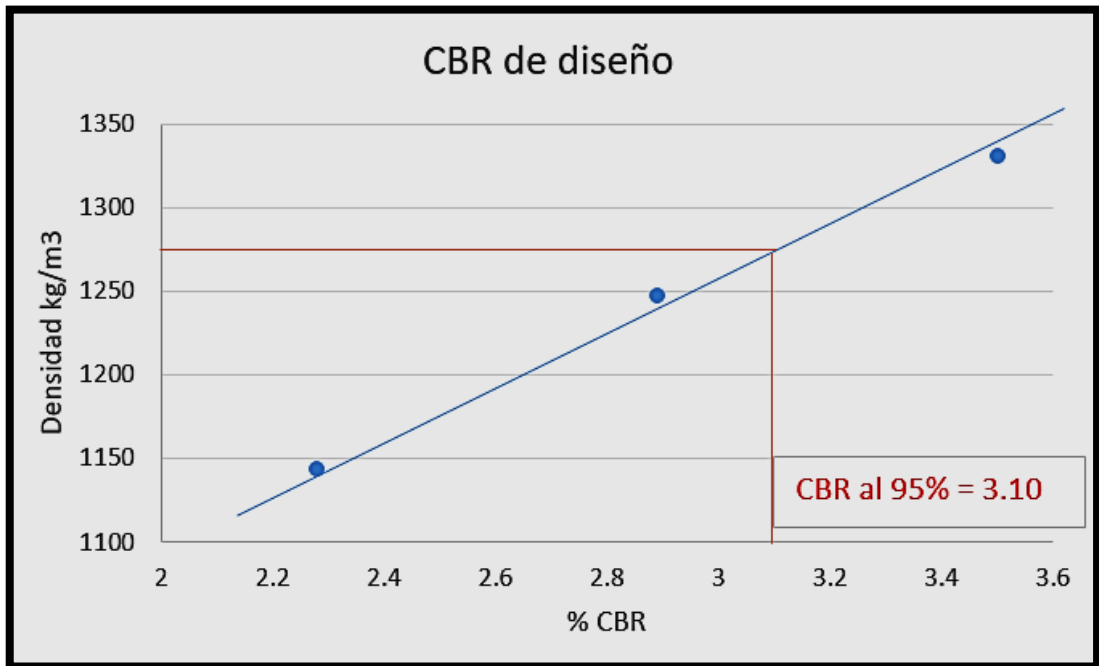
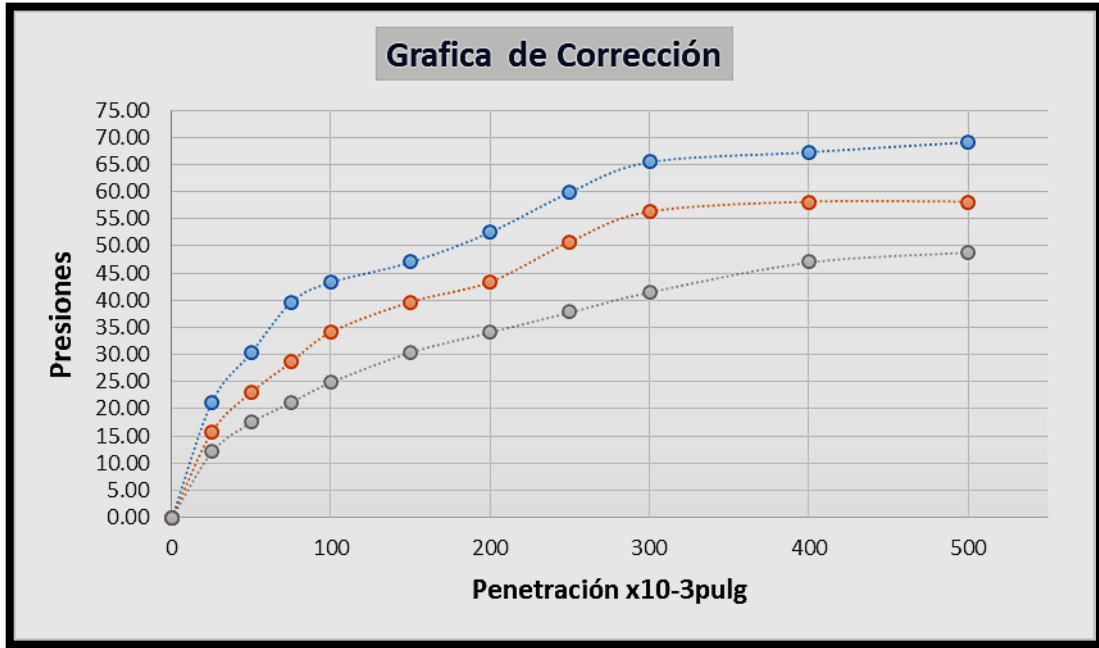
Contenido de agua (después del remojo)

Tarro N°	33	2	28	20	31	35
P.muestra Humeda + Tarro	123.92	116.49	105.41	131.44	117.31	121.96
P.muestra Seca + Tarro	102.18	93.66	86.36	107.44	95.29	101.37
P. del agua	21.74	22.83	19.05	24.00	22.02	20.59
P. del tarro	53.03	43.25	43.20	52.26	43.62	52.29
P. muestra seca	49.15	50.41	43.16	55.18	51.67	49.08
Contenido de agua en %	44.23	45.29	44.14	43.49	42.62	41.95
Promedio	44.76		43.82		42.28	

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
 SECTOR: Baños-Cuenca
 SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

POZO 1
 PROF. 1.5
 FECHA 13/10/2017



LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO: "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

POZO N 1

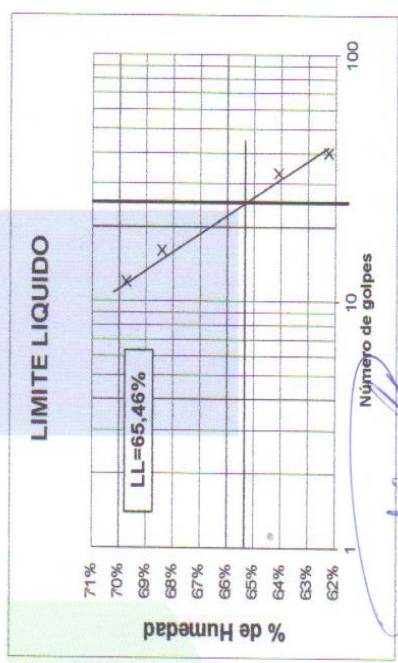
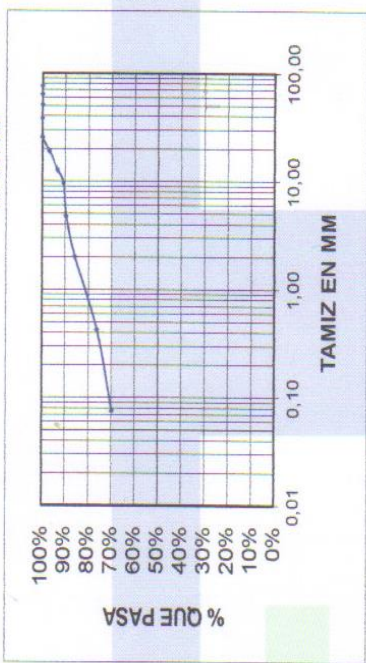
COORDENADAS UTM-WGS84
714766E Dirección: CachiQue Chamba 1-71 y Juan de Velasco
9675175N Telf: 072-866383 Cuenca - Ecuador

TAMIZ	P. RET.		P. RET. ACUM. (GR.)	% RET.	% PASA
	M.M.	U.S			
76,200	3"	0	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2"	0	0	0,00%	100,00%
50,800	2"	0	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2"	0	0	0,00%	100,00%
25,400	1"	0	0	0,00%	100,00%
19,050	3/4"	875	875	3,01%	96,99%
12,700	1/2"	1037	1912	6,58%	93,42%
9,525	3/8"	775	2687	9,24%	90,76%
4,750	No. 4	338	3025	10,41%	89,59%
PASA No. 4		26.045			
TOTAL		29070			
2,000	No. 10	21,00	21	14,17%	85,83%
0,425	No. 40	53,00	74	23,67%	76,33%
0,075	No. 200	36,00	110	30,12%	69,88%
TOTAL		500,00			

HUMEDAD NATURAL	PESO		CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	HUM.(GR.)	SECO.(GR.)		
	51,63	45,80	21,50	23,99%
	48,45	43,40	21,51	23,07%

NUMERO GOLPES	PESO		CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	HUM.(GR.)	SECO.(GR.)		
40	33,63	29,36	22,50	62,24%
33	33,09	28,84	22,21	64,10%
16	33,15	28,71	22,22	68,41%
12	33,59	28,91	22,20	69,75%
LIMITE LIQUIDO				65,46%

LIMITE PLASTICO	PESO		CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	HUM.(GR.)	SECO.(GR.)		
	24,35	23,75	21,80	30,77%
	24,33	23,85	22,21	29,27%
	24,25	23,78	22,10	27,98%
				29,34%



GRAVA G =	10,41%
ARENA S =	19,71%
FINOS F =	69,88%

HN =	23,53%
LL =	65,46%
LP =	29,34%
IP =	36,13%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	18


ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

"VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N 1

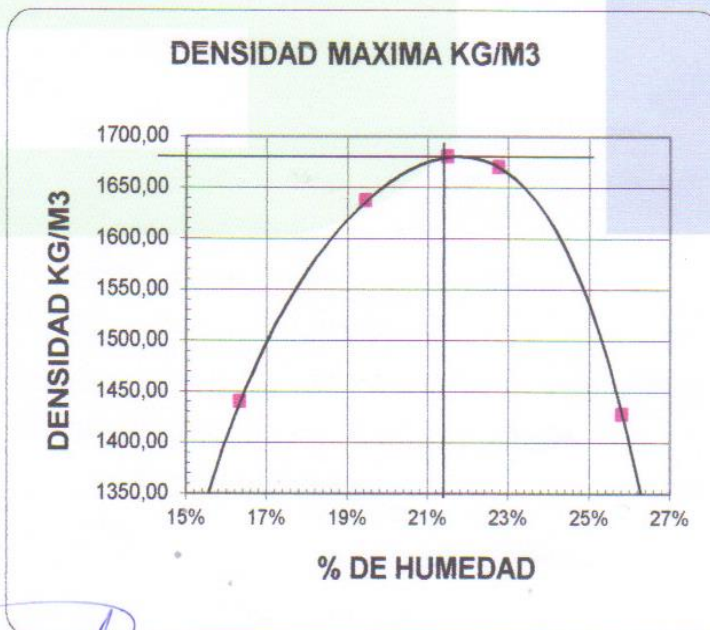
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.201	9.791	9.991	9.456	
PESO MOLDE (GR)	5.675	5.675	5.675	5.675	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.526	4.116	4.316	3.781	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.105	2.105	2.105	2.105	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.675	1.955	2.050	1.796	

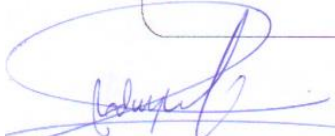
MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,38	62,99	52,00	53,50	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,45	53,85	43,65	43,90	
PESO CAPSULA	6,80	6,89	6,98	6,73	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	16,34%	19,46%	22,77%	25,83%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.440	1.637	1.670	1.428	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.680
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	21,50%
----------------	--------




ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

SUELOTEC

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

"VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYO DE CBR


POZO N 1

NUMERO DE CAPAS	5		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.477	13527	13.082	13.217	12.887	13.086
PESO MOLDE	9.181	9.181	9.018	9.018	9.055	9.055
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.103	2.103	2.101	2.101	2.100	2.100

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,19	72,32	71,25	67,25	78,09	75,19
P. MUESTRA SECA + TARRO	64,00	60,42	60,00	55,51	65,42	60,92
PESO DEL TARRO	7,20	7,81	7,79	7,56	7,65	8,31
% DE HUMEDAD	21,46%	22,62%	21,55%	24,48%	21,93%	27,12%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,16%		2,93%		5,19%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,043	2,067	1,934	1,999	1,825	1,920
DENSIDAD SECA	1,682	1,686	1,591	1,606	1,497	1,510


 ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"



ASESORIA EN INGENIERIA
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan
 Tall.: 072 868383 Cuenca - Ecu

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

POZO N 1

ALT. DEL MOLDE	4,5 PULG.				25,00				3 PULG.^2			
	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA
	0,00	0,000	4,500	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	10,00
	1,00	41,000	4,541	4,574	0,91%	74,000	4,574	1,64%	110,000	4,610	2,44%	
	2,00	62,000	4,562	4,610	1,38%	110,000	4,610	2,44%	147,000	4,647	3,27%	
	3,00	63,000	4,563	4,620	1,40%	120,000	4,620	2,67%	158,000	4,658	3,51%	

ENSAYO DE PENETRACION

CONSTANTE DEL ANILLO	55,00				25,00				3 PULG.^2			
	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	31	10		20	20	7		11	11	4		4
50	63	21		39	39	13		21	21	7		7
75	94	31		59	59	20		30	30	10		10
100	125	42	1,000	4,16%	78	26	1,000	2,59%	40	13	1,000	1,33%
150	156	52		97	97	32		50	50	17		17
200	187	62		116	116	39		59	59	20		20
250	218	73		136	136	45		69	69	23		23
300	250	83		155	155	52		79	79	26		26

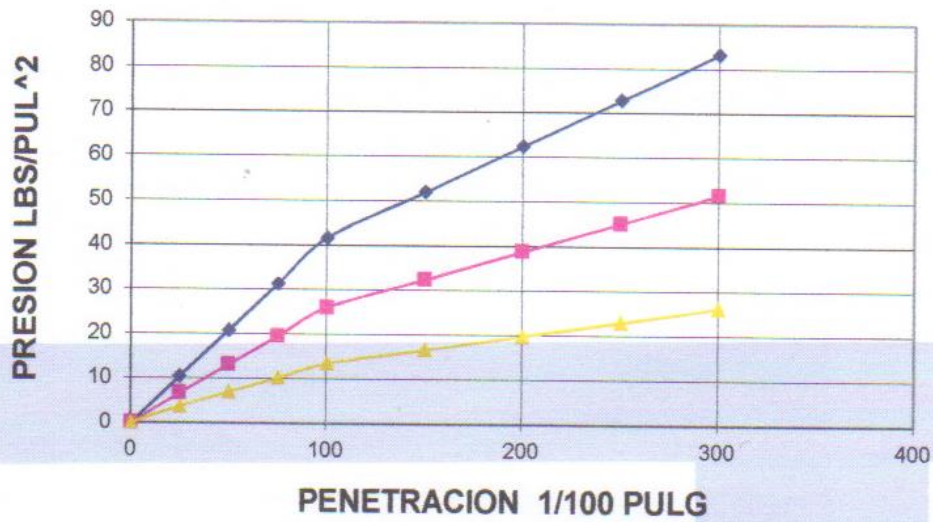
[Handwritten signature]

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

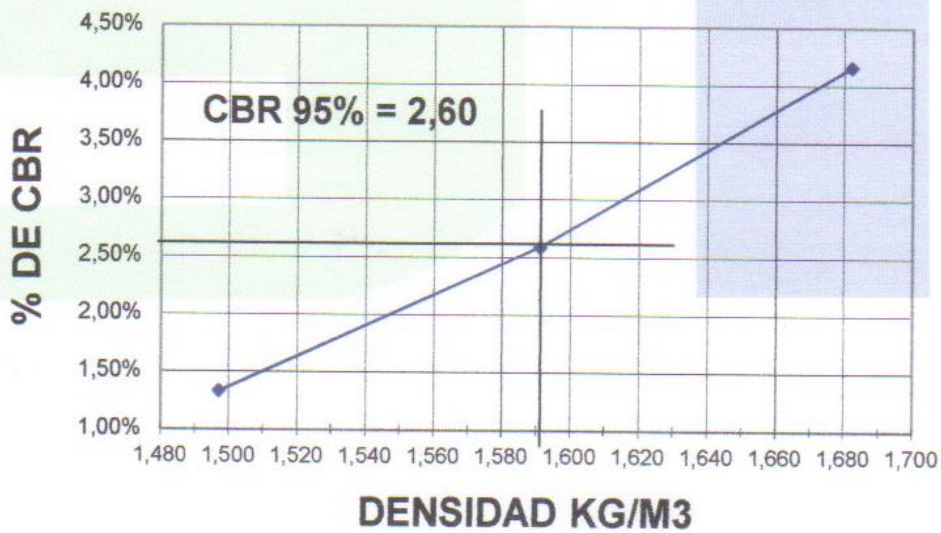
ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE


LABORATORIO DE SUELOS

PENETRACION



CBR

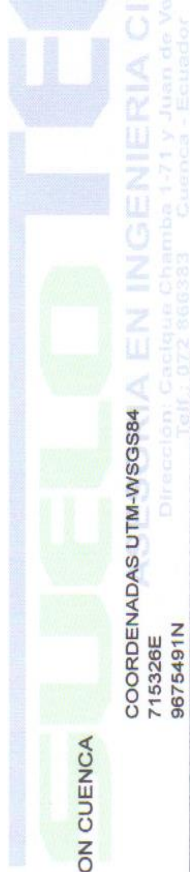



ING. RODRIGO RESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.S.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA



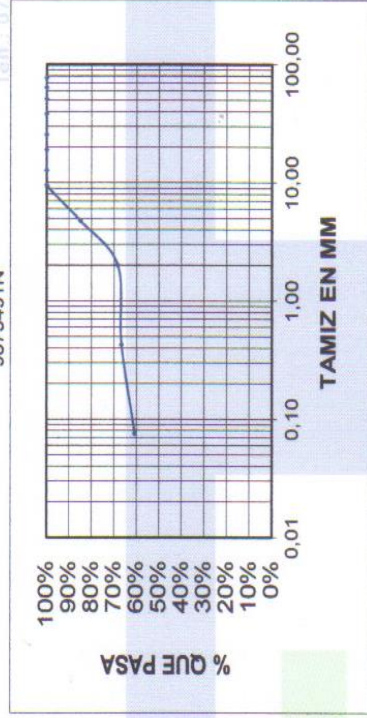
POZO Nº 2

COORDENADAS UTM-WGS84
715326E
9675491N

DIRECCIÓN: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Vó
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	RET. %	% PASA
76,200	3"	0	0	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
50,800	2"	0	0	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
25,400	1"	0	0	0	0,00%	100,00%
19,050	3/4"	0	0	0	0,00%	100,00%
12,700	1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
9,525	3/8"	0	0	0	0,00%	100,00%
4,750	No. 4	3001	3001	3001	15,12%	84,88%
PASA No. 4		16.852				
TOTAL		19853				
2,000	No. 10	97,00	97	31,58%	68,42%	
0,425	No. 40	10,00	107	33,28%	66,72%	
0,075	No. 200	35,00	142	39,22%	60,78%	
TOTAL		500,00				

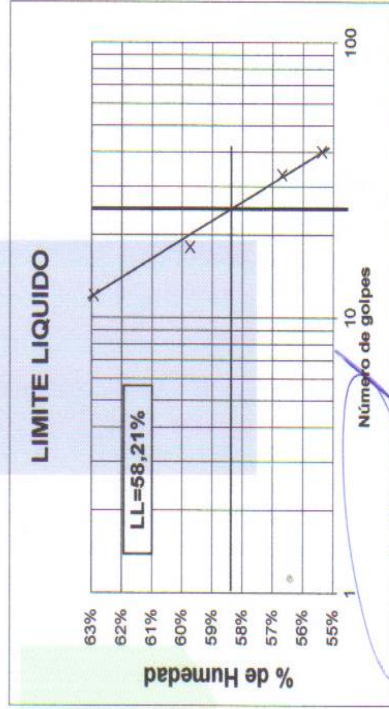


GRAVA G =	15,12%
ARENA S =	24,11%
FINOS F =	60,78%

HN =	25,56%
LL =	58,21%
LP =	27,94%
IP =	30,26%

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	16

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	22,25	18,96	6,36	26,11%
	23,25	19,80	6,00	25,00%



LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
40	19,75	15,63	8,19	55,38%	
33	19,25	15,31	8,36	56,69%	
18	19,20	15,15	8,37	59,73%	
12	19,67	15,29	8,33	62,93%	
LIMITE LIQUIDO					58,21%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	11,31	10,00	5,41	28,54%
	11,65	10,30	5,54	28,36%
	10,94	9,75	5,33	26,92%
LIMITE LIQUIDO				27,94%

ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE



SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.S.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 2

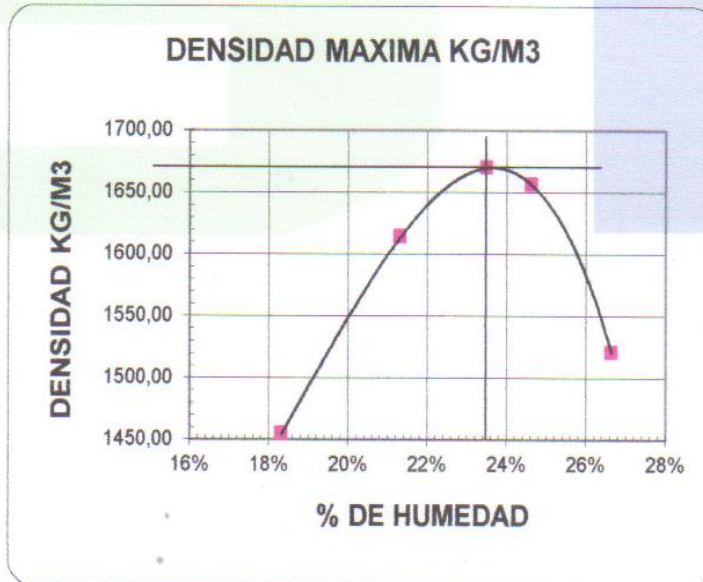
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	10.078	10.577	10.800	10.508	
PESO MOLDE (GR)	6.458	6.458	6.458	6.458	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.620	4.119	4.342	4.050	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.103	2.103	2.103	2.103	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.721	1.959	2.065	1.926	


MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	25,29	23,41	28,30	19,29	
P. CAPSULA+SUELO SECO	22,51	20,78	24,11	16,74	
PESO CAPSULA	7,34	8,45	7,10	7,17	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	18,33%	21,33%	24,63%	26,65%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.455	1.614	1.657	1.521	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.670
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	23,50%
----------------	--------




ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

CIPAFITAFI

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 2

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.454	13592	13.319	13.521	13.004	13.304
PESO MOLDE	9.160	9.160	9.219	9.219	9.160	9.160
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.107	2.107	2.112	2.112	2.112	2.112

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	47,36	49,60	49,78	51,82	53,62	63,20
P. MUESTRA SECA + TARRO	40,27	41,04	42,08	42,32	45,27	50,22
PESO DEL TARRO	8,46	7,82	8,13	8,12	8,40	7,90
% DE HUMEDAD	22,29%	25,77%	22,68%	27,78%	22,65%	30,67%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	3,48%		5,10%		8,02%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,038	2,103	1,941	2,037	1,820	1,962
DENSIDAD SECA	1,667	1,672	1,582	1,594	1,484	1,501



ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.S.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

ASESORIA EN INGENIERIA
 Dirección: Cachaque Chamba 1-71 y Jujo
 Telf.: 072 866383 Cuenca - Ec

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

POZO N° 2

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				25,00				3 PULG.^2			
ALT. DEL MOLDE		AREA DEL PISTON				25,00				10,00			
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %
	0,00	0,000	4,500	4,551	0,00%	0,000	4,500	4,576	0,00%	0,000	4,500	4,610	0,00%
	1,00	51,000	4,551	4,581	1,13%	76,000	4,576	4,632	1,69%	110,000	4,610	4,673	2,44%
	2,00	81,000	4,581	4,600	1,80%	132,000	4,632	4,651	2,93%	173,000	4,673	4,680	3,84%
	3,00	100,000	4,600		2,22%	151,000	4,651		3,36%	180,000	4,680		4,00%

ENSAYO DE PENETRACION

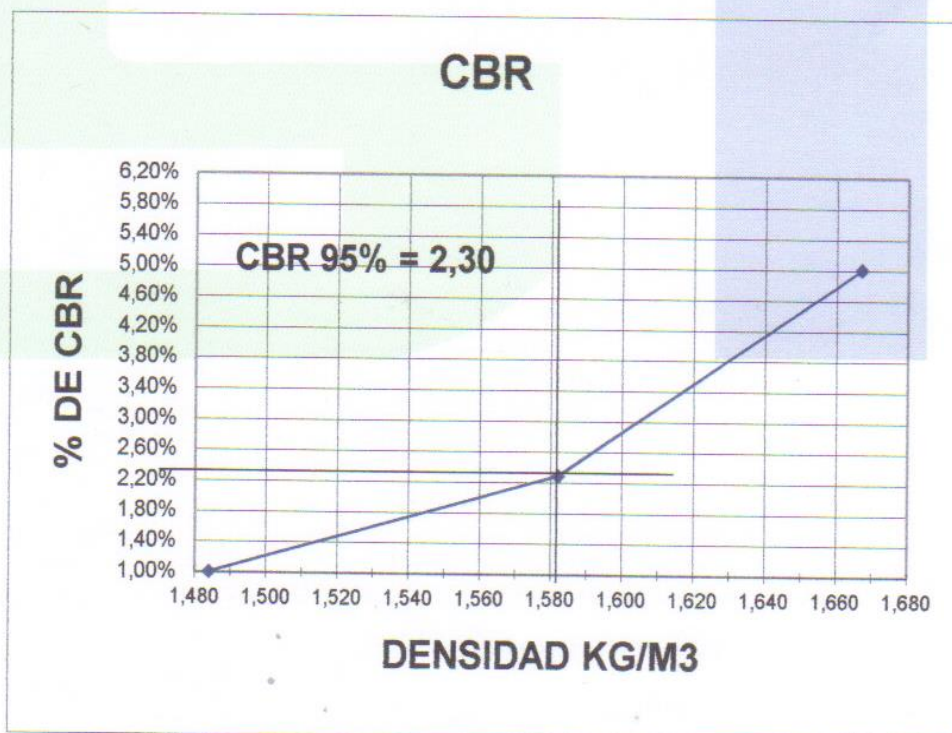
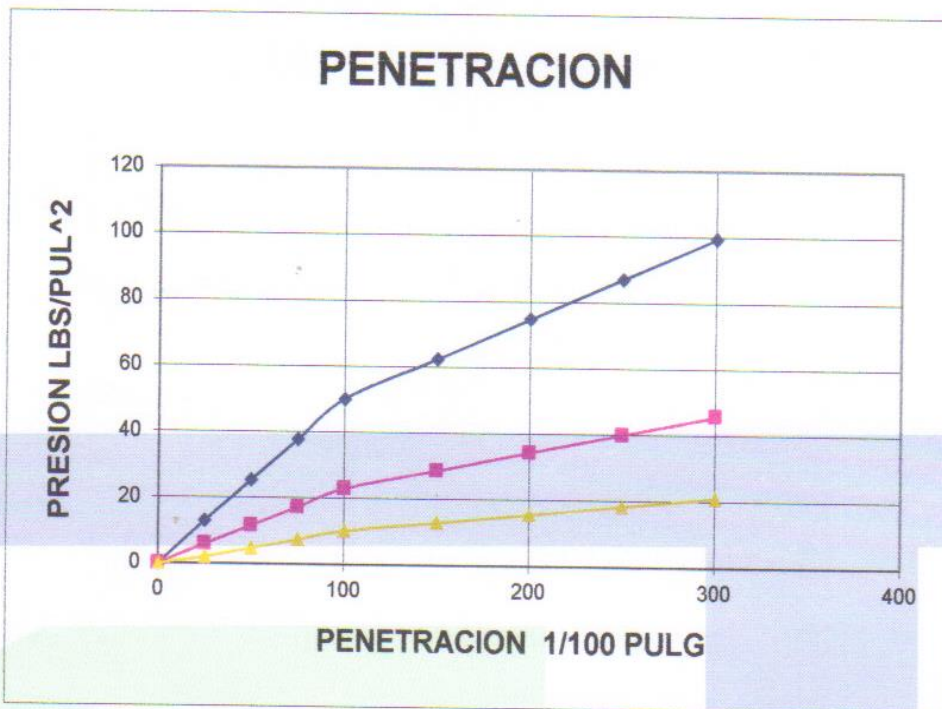
CONSTANTE DEL ANILLO		55,00				25,00				10,00			
PENET. EN PULG.		AREA DEL PISTON				25,00				10,00			
CARGA LBS	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	39	13	18	6	2	6	6	2	2	6	6	2	2
50	76	25	35	12	5	12	12	14	5	14	14	5	5
75	113	38	52	17	7	17	17	22	7	22	22	7	7
100	150	50	69	23	10	23	23	30	10	30	30	10	10
150	187	62	86	29	13	29	29	39	13	39	39	13	13
200	224	75	103	34	16	34	34	47	16	47	47	16	16
250	261	87	120	40	18	40	40	55	18	55	55	18	18
300	298	99	137	46	21	46	46	63	21	63	63	21	21

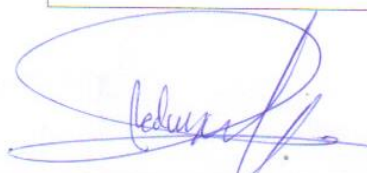
Rodrigo Pesantez

ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"




ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

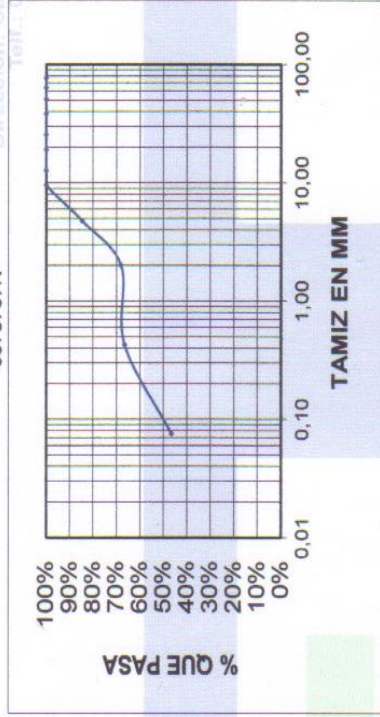
PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

POZO N° 3

COORDENADAS UTM-WGS84
715631E
9675737N

ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC.(GR.)	P. RET. ACUM.(GR.)	% RET.	% PASA
	76,200	3"	0	0	0,00%	100,00%
	63,500	2 1/2"	0	0	0,00%	100,00%
	50,800	2"	0	0	0,00%	100,00%
	38,100	1 1/2"	0	0	0,00%	100,00%
	25,400	1"	0	0	0,00%	100,00%
	19,050	3/4"	0	0	0,00%	100,00%
	12,700	1/2"	0	0	0,00%	100,00%
	9,525	3/8"	0	0	0,00%	100,00%
	4,750	No. 4	3651	3651	15,34%	84,66%
		PASA No. 4	20,145			
		TOTAL	23796			
	2,000	No. 10	98,00	98	31,94%	68,06%
	0,425	No. 40	9,00	107	33,46%	66,54%
	0,075	No. 200	118,00	225	53,44%	46,56%
		TOTAL	500,00			

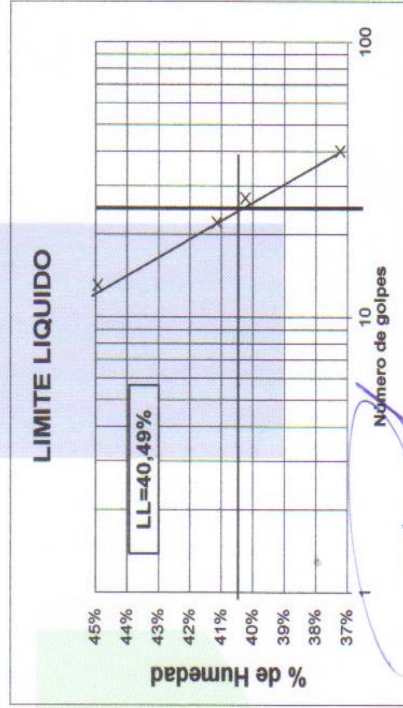


GRAVA G =	15,34%
ARENA S =	38,10%
FINOS F =	46,56%

HN =	19,72%
LL =	40,49%
LP =	24,33%
IP =	16,16%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	SC
AASHO	A-7-6
IG	4

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	23,70	21,00	7,20	19,57%
	25,75	22,65	7,05	19,87%



NUMERO GOLFES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
13	29,50	22,71	7,60	44,94%
22	26,60	20,93	7,15	41,15%
27	28,39	22,31	7,20	40,24%
40	27,15	21,71	7,10	37,23%
		LIMITE LIQUIDO		40,49%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13,58	12,43	7,60	23,81%
	19,90	17,39	7,65	25,77%
	13,11	12,08	7,68	23,41%
				24,33%

[Firma manuscrita]
ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N° 3

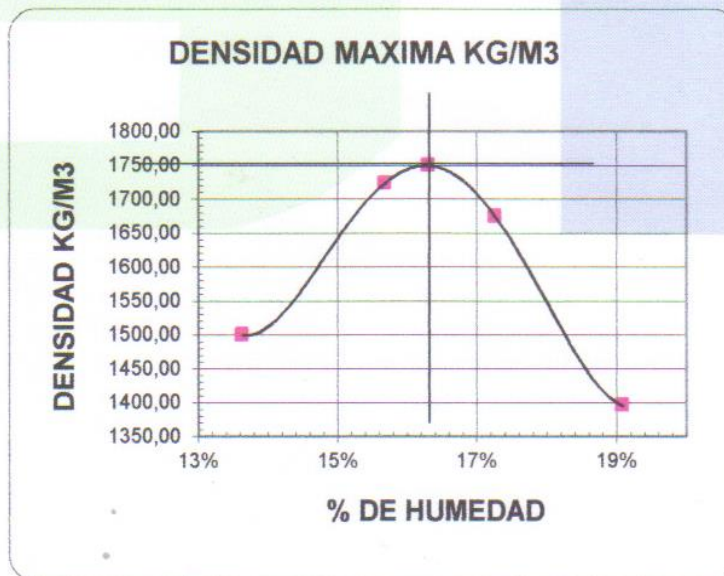
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.504	10.114	10.050	9.415	
PESO MOLDE (GR)	5.912	5.912	5.912	5.912	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.592	4.202	4.138	3.503	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.107	2.107	2.107	2.107	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.705	1.994	1.964	1.663	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	69,09	61,80	50,92	52,28	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,69	54,44	44,54	45,08	
PESO CAPSULA	7,40	7,50	7,58	7,35	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	13,63%	15,68%	17,26%	19,08%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.500	1.724	1.675	1.396	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.750
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	16,30%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 3

NUMERO DE CAPAS	5					
	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.526	13.572	13.147	13.226	13.137	13.278
PESO MOLDE	9.318	9.318	9.067	9.067	9.312	9.312
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.077	2.077	2.130	2.130	2.115	2.115

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	72,44	68,57	67,49	63,54	74,30	71,47
P. MUESTRA SECA + TARRO	63,28	59,85	59,47	55,31	64,98	61,31
PESO DEL TARRO	6,33	7,00	6,89	6,69	6,79	7,45
% DE HUMEDAD	16,08%	16,50%	15,25%	16,93%	16,02%	18,86%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	0,42%		1,68%		2,84%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,026	2,048	1,915	1,953	1,809	1,875
DENSIDAD SECA	1,745	1,758	1,662	1,670	1,559	1,577


 ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"



ASESORIA EN INGENIERIA
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan C
 Telf.: 072-860383 Cuenca - Ecuador

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

POZO Nº 3

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				25,00 No. GOLPES/CAPA				3 PULG.^2			
		ALT. DEL MOLDE		No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA	
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%
	1,00	7,000	4,507	0,16%	5,000	4,505	0,11%	10,000	4,510	0,22%	25,000	4,525	0,56%
	2,00	15,000	4,515	0,33%	10,000	4,510	0,22%	25,000	4,525	0,56%	45,000	4,545	1,00%
	3,00	30,000	4,530	0,67%	40,000	4,540	0,89%	45,000	4,545	1,00%			

ENSAYO DE PENETRACION

CONSTANTE DEL ANILLO		AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON				3 PULG.^2												
		No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA		P. STAND. LB/PULG2		VALOR CARGA LBS		P. STAND. LB/PULG2		VALOR CARGA LBS		P. STAND. LB/PULG2		VALOR CARGA LBS
EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR		
0	0	0			0	0			0	0			0	0			0	0			0	0
25	46	15			47	16			19	6			34	11			50	17			65	22
50	97	32			81	27			34	11			50	17			81	27			96	32
75	148	49			114	38			50	17			65	22			81	27			112	37
100	199	66	1.000	6,64%	147	49	1.000	4,91%	65	22	1.000	1,000	81	27	1.000	1,000	96	32	1.000	1,000	112	37
150	250	83			181	60			65	22			81	27			96	32			112	37
200	301	100			214	71			65	22			81	27			96	32			112	37
250	353	118			247	82			65	22			81	27			96	32			112	37
300	404	135			281	94			65	22			81	27			96	32			112	37

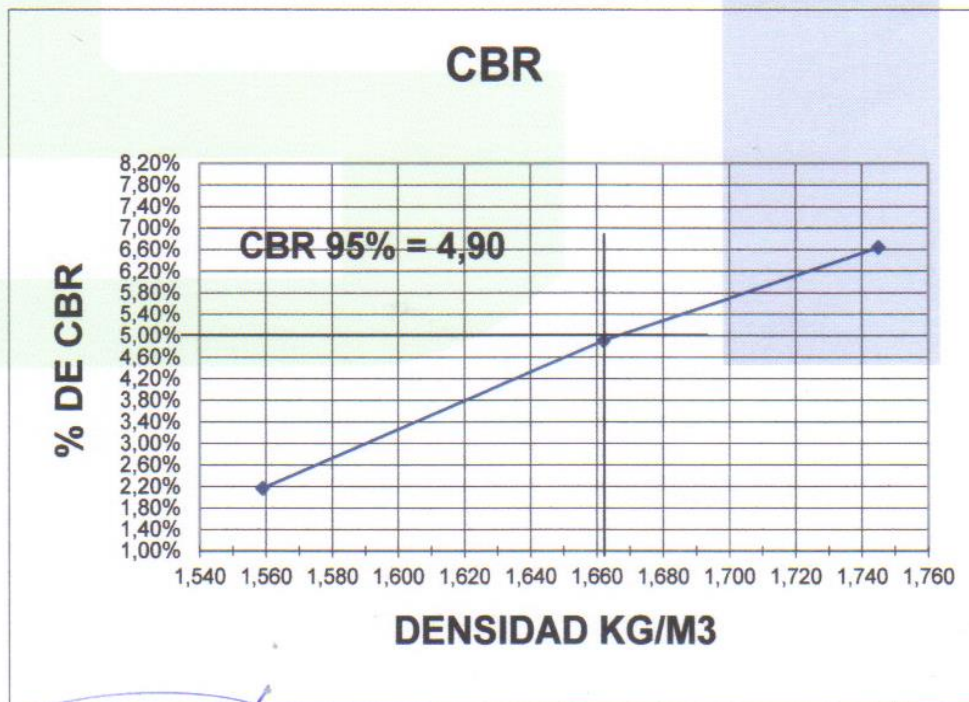
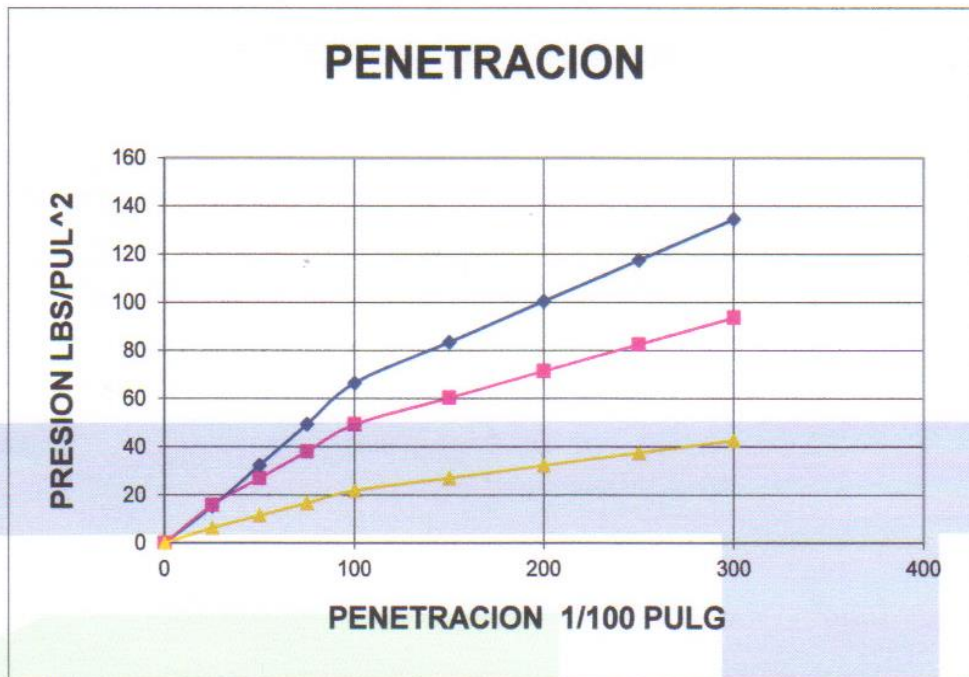
Rodrigo Pesantez

ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE



ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"




ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

SUELOTEC

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA
POZO Nº 4

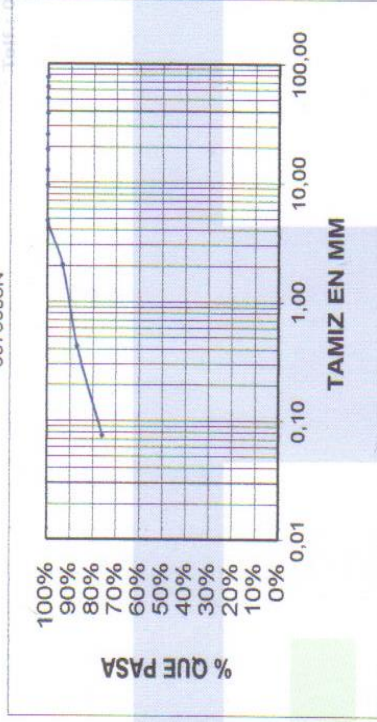
ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	RET. %	% PASA
76,200	3"	0	0	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
50,800	2"	0	0	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
25,400	1"	0	0	0	0,00%	100,00%
19,050	3/4"	0	0	0	0,00%	100,00%
12,700	1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
9,525	3/8"	0	0	0	0,00%	100,00%
4,750	No. 4	0	0	0	0,00%	100,00%
PASA No. 4		0	0	0	0,00%	100,00%
TOTAL		0	0	0		
2,000	No. 10	33,00	33	6,60%	93,40%	
0,425	No. 40	32,00	65	13,00%	87,00%	
0,075	No. 200	55,00	120	24,00%	76,00%	
TOTAL		500,00				

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	23,75	20,40	8,00	27,02%
	25,42	21,50	7,33	27,66%

LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
13	29,59	20,17	7,45	74,06%	
20	25,70	17,99	7,27	71,92%	
29	28,49	19,90	7,29	68,12%	
40	27,29	19,34	7,15	65,22%	
LIMITE LIQUIDO					69,31%

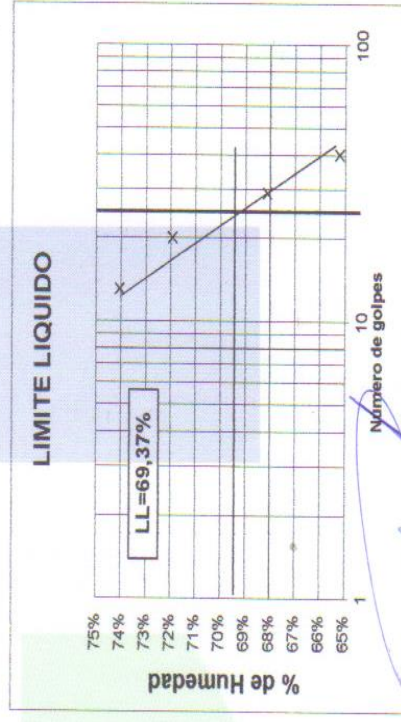
LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13,20	12,20	9,30	34,48%
	13,56	12,00	7,40	33,91%
	12,90	11,55	7,35	32,14%
				33,51%



GRAVA G =	0,00%
ARENA S =	24,00%
FINOS F =	76,00%

HN =	27,34%
LL =	69,31%
LP =	33,51%
IP =	35,80%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	MH
AASHO	A-7-5
IG	20



Número de golpes

[Firma]

ING. RODRIGO PESANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N° 4

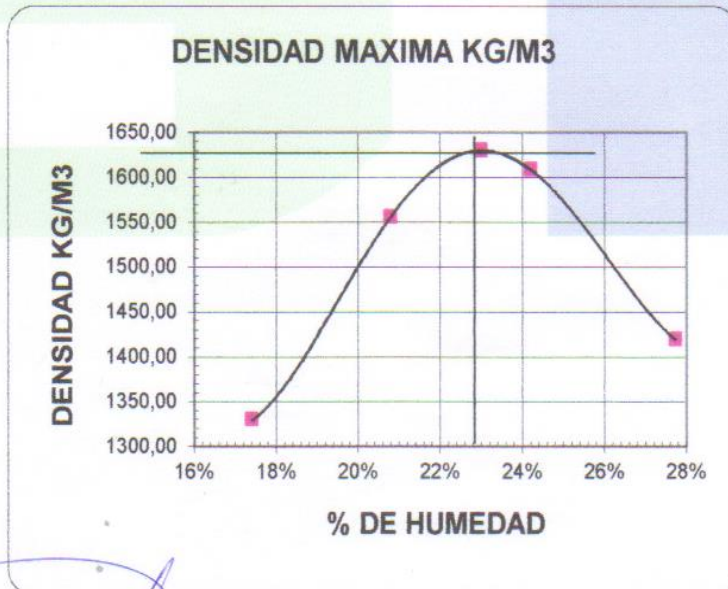
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.287	9.957	10.207	9.817	
PESO MOLDE (GR)	5.997	5.997	5.997	5.997	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.290	3.960	4.210	3.820	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.107	2.107	2.107	2.107	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.561	1.879	1.998	1.813	


MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,87	63,68	52,78	54,46	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,47	54,02	43,98	44,22	
PESO CAPSULA	7,49	7,57	7,63	7,30	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	17,41%	20,80%	24,21%	27,74%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.330	1.556	1.609	1.419	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.630
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	23,00%
----------------	--------




ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYO DE CBR


POZO Nº 4

NUMERO DE CAPAS	5					
	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.688	13752	13.135	13.250	13.110	13.279
PESO MOLDE	9.413	9.413	9.090	9.090	9.315	9.315
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.115	2.115	2.109	2.109	2.106	2.106

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,90	73,05	71,90	67,95	78,77	75,89
P. MUESTRA SECA + TARRO	63,63	60,15	59,73	55,42	65,38	61,33
PESO DEL TARRO	7,95	8,54	8,45	8,28	8,35	9,06
% DE HUMEDAD	23,83%	25,00%	23,73%	26,58%	23,48%	27,86%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,17%		2,85%		4,38%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,021	2,052	1,918	1,972	1,802	1,882
DENSIDAD SECA	1,632	1,642	1,550	1,558	1,459	1,472


 ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858 771

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

ASESORIA EN INGENIERIA
 Dirección: Cachaque Chamba 1-71 y Jara
 Telf.: 072 860383 Cuenca - Ec

PROYECTO : "VIA CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS DEL CANTON CUENCA

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

POZO Nº 4

ALT. DEL MOLDE		4,5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.²						
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	55,00	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	25,00	No. GOLPES/CAPA	L. DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	10,00
	0,00	0,000	0,000	4,500	0,00%		0,000	0,000	4,500	0,00%		0,000	0,000	4,500	0,00%	
	1,00	71,000	4,571	4,571	1,58%	123,000	4,623	4,623	4,623	2,73%	50,000	4,550	4,550	4,550	1,11%	
	2,00	110,000	4,610	4,610	2,44%	159,000	4,659	4,659	4,659	3,53%	100,000	4,600	4,600	4,600	2,22%	
	3,00	113,000	4,613	4,613	2,51%	165,000	4,665	4,665	4,665	3,67%	171,000	4,671	4,671	4,671	3,80%	

ENSAYO DE PENETRACION

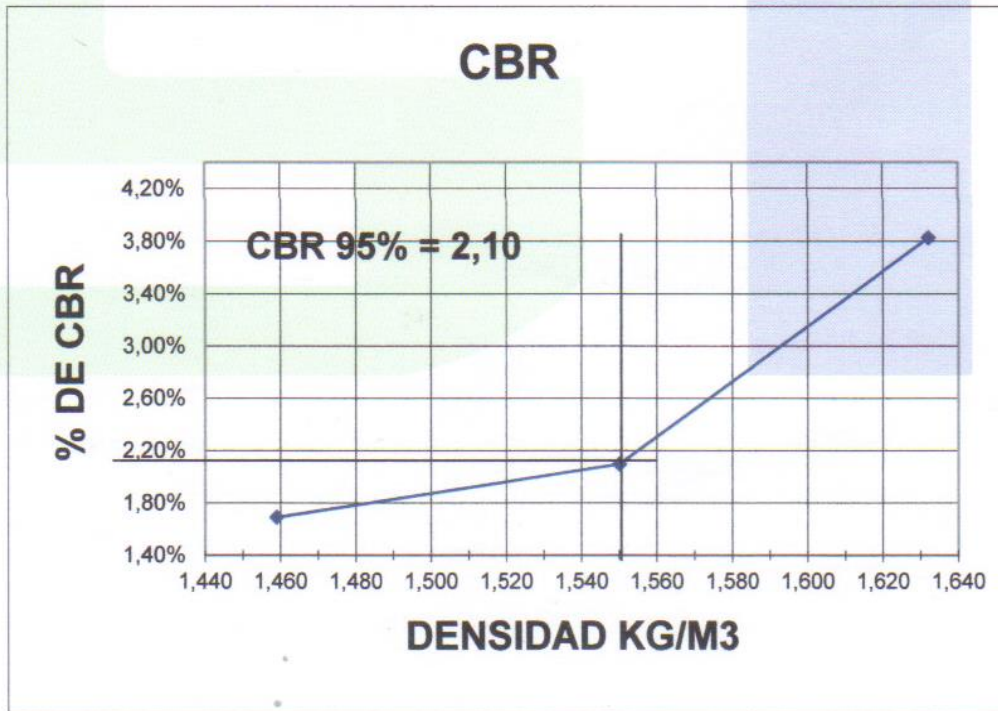
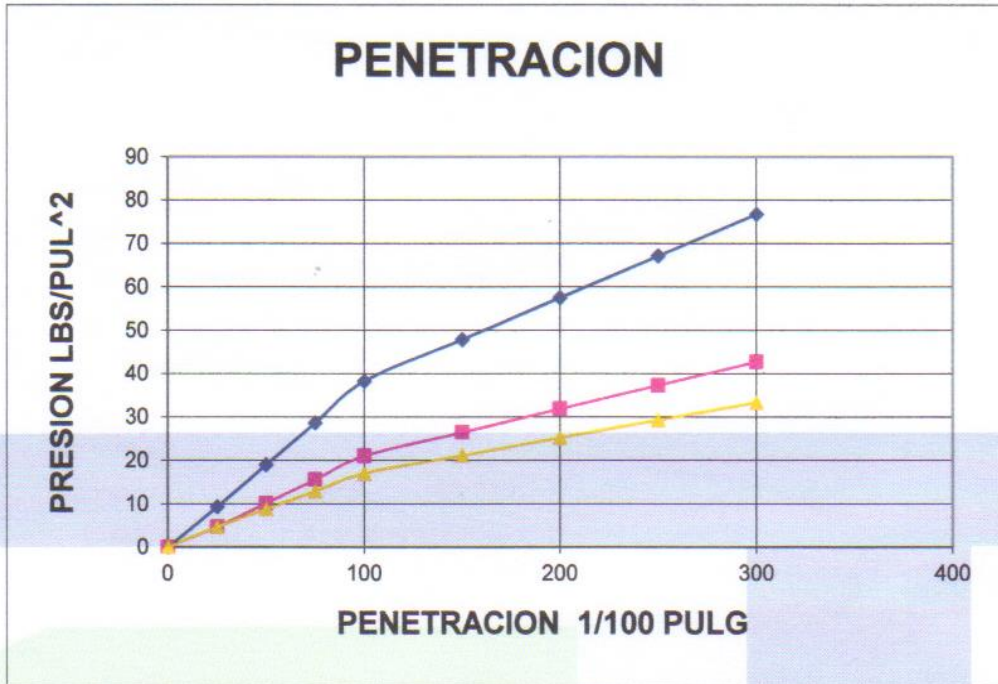
CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.²				
PENET. EN PULG.	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA		VALOR CBR	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA		VALOR CBR	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA		VALOR CBR
		PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2			PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2			PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	28	9	14	14	14	5	5	5	14	5	5	5
50	57	19	30	30	30	10	10	10	26	9	9	9
75	86	29	47	47	47	16	16	16	39	13	13	13
100	115	38	63	3,83%	63	21	21	2,10%	51	17	17	1,69%
150	144	48	79		79	26	26		63	21	21	
200	173	58	96		96	32	32		75	25	25	
250	201	67	112		112	37	37		88	29	29	
300	230	77	128		128	43	43		100	33	33	

Rodrigo Pesantez

ING. RODRIGO PESANTEZ
 GERENTE

SUELOTEC
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"



ING. RODRIGO PEZANTEZ
GERENTE

SUELOTEC
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

ANEXO 2: PRESUPUESTO REFERENCIAL.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO VIAL UCHOLOMA

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				303,014.40
1	Replanteo y nivelación de vías	ml	2,156.00	2.90	6,252.40
2	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	12,955.92	1.87	24,227.57
3	Excavación manual material sin clasificar 0-2 m	m3	647.80	11.27	7,300.66
4	Cargado de material con cargadora	m3	12,955.92	1.33	17,231.37
5	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	12,955.92	2.18	28,243.91
6	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo pesado	m3	9,621.65	22.84	219,758.49
	ESTRUCTURA DE LA VIA				403,042.64
7	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	25,872.00	1.28	33,116.16
8	Sub base conformación y compactación con equipo pesado	m3	3,449.60	27.25	94,001.60
9	Base clase II, conformación y compactación con equipo pesado	m3	2,587.20	28.85	74,640.72
10	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	17,248.00	1.01	17,420.48
11	Carpeta asfáltica (e=2") Ho Asf. mezclado en planta	m2	17,248.00	10.66	183,863.68
	VEREDAS Y BORDILLOS				386,865.14
12	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	m3	3,450.00	27.69	95,530.50
13	Bordillo incorporado de 20x30 cm, f'c = 210Kg/cm2	ml	4,312.00	10.08	43,464.96
14	Replantillo de piedra e = 15 cm	m2	8,624.00	7.02	60,540.48
15	Losa de hormigón simple e = 5 cm, f'c = 210 kg/cm2	m2	8,624.00	10.90	94,001.60
16	Curado de superficie con aditivo químico	m2	8,624.00	0.61	5,260.64
17	Mampostería con piedra con mortero 1:4	m3	720.00	93.82	67,550.40
18	Encofrado Recto	m2	200.00	35.10	7,020.00
19	Corte y sellado de juntas con emulsión asfáltica	ml	4,312.00	3.13	13,496.56
	RUBROS DE SEÑALIZACIÓN VIAL				17,260.12
20	Señalización vertical	u	64.00	116.83	7,477.12
21	Pintura para señalización de tráfico, manual, franja de hasta 15cm	ml	6,468.00	1.50	9,702.00
22	Pintura pasos cebra	m2	5.00	16.20	81.00
	MUROS DE GAVIONES Y OBRAS COMPLEMENTARIAS				71,886.10
23	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	405.00	1.87	757.35
24	Excavación manual material sin clasificar 0-2 m	m3	20.25	11.27	228.22
25	Cargado de material con cargadora	m3	405.00	1.33	538.65
26	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye pago en escombrera	m3	425.25	2.18	927.05
27	Mejoramiento, conformación y compactación con equipo liviano	m3	486.00	27.69	13,457.34
28	muro de gaviones	m3	540.00	91.06	49,172.40
29	Reubicación de postes de luz hasta 6m	u	10.00	642.23	6,422.30
30	Demolición de estructuras de cerramiento, incluye vigas, columnas y mamposterías de ladrillo y/o bloque	m3	30.00	12.76	382.80

	SUMIDEROS				6,613.50
31	Tubería PVC, d= 200 mm + suministros	ml	200	15.69	3,138.00
32	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	105.00	3.53	370.65
33	Rejilla para sumidero	u	21.00	95.41	2,003.61
34	Caja para sumidero en calles	u	21.00	52.44	1,101.24
	MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				3,679.22
35	Valla de advertencia de obras y desvío	u	15.00	22.10	331.50
36	Conos para tráfico, suministro e instalación, 20 usos	u	15.00	1.84	27.60
37	Letrero de Información del Proyecto	u	5.00	346.97	1,734.85
38	Basurero de acero inoxidable para poste, suministro y colocación	u	3.00	184.79	554.37
39	Suministro e instalación Letrero Vía Cerrada / señal vertical 0.75 x 1.20 x 1.8m	u	2.00	116.29	232.58
40	Señalización con cinta	ml	2,156.00	0.22	474.32
41	Cobertura de plástico (5 usos)	m2	1,200.00	0.27	324.00

SUBTOTAL	1,192,361.12
IVA 12%	143083.334
TOAL	1,335,444.45

SON: UNO MILLÓN TRECIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO CON 45/100 DÓLARES.

**ANEXOS 3: RESULTADOS DE MOVIMIENTO DE
MATERIAL, ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y
VERTICAL.**

RESULTADO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

progresiva	área de corte	Vol. de corte	área de relleno	Vol. relleno	vol.cor. Reutilizable	vol.rell. Acumulable	vol. Neto de corte
0+020.000	6.23	0	0.65	0	0	0	0
0+040.000	1.82	80.5	2.13	27.81	80.5	27.81	52.68
0+060.000	0.33	21.45	2.52	46.51	101.95	74.32	27.63
0+080.000	7.72	80.49	0.83	33.48	182.43	107.8	74.63
0+100.000	9.81	174.25	0.24	10.66	356.68	118.46	238.22
0+120.000	10.48	202.84	0.09	3.25	559.52	121.72	437.8
0+130.000	10.35	103.04	0.09	0.89	662.56	122.6	539.95
0+140.000	8.5	94.09	0	0.46	756.65	123.06	633.59
0+160.000	0.95	94.51	0.32	3.25	851.15	126.31	724.85
0+180.000	0.99	19.39	2.02	23.4	870.55	149.7	720.84
0+190.000	1.49	12.32	2.18	21.47	882.86	171.17	711.69
0+200.000	1.37	14.33	1.21	16.92	897.19	188.1	709.1
0+220.000	1.7	30.7	1.27	24.72	927.9	212.82	715.08
0+240.000	0.74	23.17	1.87	31.72	951.07	244.53	706.54
0+250.000	9.31	64.94	1.49	16.35	1016.01	260.88	755.13
0+260.000	5.42	84.4	3.48	23.34	1100.41	284.22	816.19
0+280.000	6.12	115.47	5.39	88.74	1215.87	372.96	842.92
0+290.000	4.63	53.77	8.13	67.62	1269.64	440.57	829.07
0+300.000	3.06	26.18	8.04	94.64	1295.82	535.22	760.61
0+310.000	7.57	41.62	3.66	70.6	1337.44	605.82	731.62
0+320.000	10.39	73.8	0	24.77	1411.24	630.59	780.65
0+330.000	20.55	166.62	0	0	1577.86	630.59	947.27
0+340.000	14.87	178.4	1.45	7.17	1756.26	637.76	1118.5
0+360.000	9.22	240.96	0.76	22.12	1997.22	659.88	1337.34
0+380.000	8.63	174.49	2.54	35.29	2171.71	695.17	1476.54
0+390.000	6.96	71.49	0.09	17.2	2243.19	712.37	1530.83
0+400.000	3.24	48.49	1.03	6.91	2291.68	719.27	1572.41
0+420.000	1.65	48.43	1.13	22.96	2340.11	742.23	1597.88
0+440.000	3.49	51.38	0.2	13.28	2391.49	755.52	1635.97
0+460.000	6.05	95.37	0	1.99	2486.85	757.51	1729.35
0+480.000	3.96	100.14	0.04	0.44	2587	757.94	1829.05
0+500.000	4.96	88.6	0.85	9.26	2675.6	767.2	1908.4
0+510.000	6.83	57.01	0	5.23	2732.6	772.43	1960.17
0+520.000	5.36	62.28	0	0	2794.89	772.43	2022.46
0+540.000	3.84	92.04	0	0.06	2886.93	772.49	2114.44
0+560.000	5.11	89.57	1.8	18.03	2976.5	790.53	2185.97
0+570.000	4.82	46.82	2.2	21.07	3023.32	811.59	2211.73
0+580.000	5.32	49.43	2.72	25.14	3072.75	836.74	2236.02
0+600.000	3.69	90.11	3.58	63.05	3162.86	899.78	2263.08
0+620.000	0.29	39.76	3.07	66.52	3202.63	966.3	2236.32

0+630.000	2.44	14.69	1.01	19.64	3217.31	985.95	2231.37
0+640.000	0.72	16.95	0.83	8.88	3234.27	994.82	2239.44
0+660.000	5.45	61.71	1.18	20.09	3295.97	1014.91	2281.06
0+680.000	3.48	89.36	2.99	41.64	3385.33	1056.55	2328.78
0+690.000	2.19	20.5	0.18	19.71	3405.83	1076.26	2329.57
0+700.000	1.22	9.99	0.12	1.99	3415.82	1078.25	2337.57
0+710.000	6.09	42.87	0	0.87	3458.69	1079.13	2379.57
0+720.000	2.64	44.16	4.31	18.9	3502.85	1098.03	2404.83
0+740.000	0.7	33.47	3.91	82.27	3536.33	1180.29	2356.03
0+760.000	13.01	137.13	0.03	39.39	3673.45	1219.69	2453.77
0+780.000	25.82	388.26	0	0.26	4061.71	1219.95	2841.76
0+800.000	25.35	511.66	0.02	0.18	4573.37	1220.13	3353.24
0+820.000	26.59	519.41	0.02	0.41	5092.78	1220.54	3872.24
0+840.000	20.46	470.5	0.02	0.44	5563.28	1220.98	4342.3
0+860.000	9.84	293.37	1.75	18.42	5856.65	1239.4	4617.25
0+870.000	5.06	68.56	3.4	28.68	5925.21	1268.09	4657.13
0+880.000	2.22	33.3	1.71	28.44	5958.52	1296.53	4661.99
0+890.000	2.28	20.65	2.45	22.72	5979.17	1319.24	4659.92
0+900.000	3.87	28.61	4.26	36.74	6007.77	1355.99	4651.79
0+910.000	8.26	56.02	0	23.35	6063.8	1379.34	4684.46
0+920.000	7.4	73.66	0	0	6137.46	1379.34	4758.12
0+940.000	6.62	140.17	1.86	18.56	6277.63	1397.9	4879.73
0+960.000	3.11	97.24	0.43	22.84	6374.87	1420.73	4954.13
0+980.000	16.33	194.38	0	4.28	6569.25	1425.01	5144.23
1+000.000	11.46	277.95	0	0	6847.19	1425.01	5422.18
1+020.000	4.07	154.38	0.26	2.61	7001.57	1427.63	5573.94
1+030.000	6.35	54.77	0.1	1.81	7056.34	1429.44	5626.91
1+040.000	8.29	77.02	0.03	0.61	7133.37	1430.04	5703.33
1+060.000	7.65	159.38	4.06	40.92	7292.75	1470.96	5821.79
1+080.000	6.33	139.78	3.05	71.17	7432.53	1542.13	5890.4
1+100.000	5.27	116	4.39	74.39	7548.54	1616.52	5932.02
1+120.000	3.98	92.52	0.93	53.21	7641.06	1669.73	5971.33
1+140.000	4.42	83.99	0.08	10.1	7725.05	1679.83	6045.23
1+150.000	6.15	52.84	0.04	0.6	7777.89	1680.43	6097.46
1+160.000	4.37	51.66	0.79	4.36	7829.55	1684.78	6144.76
1+170.000	3.24	37.14	0.91	8.84	7866.68	1693.63	6173.06
1+180.000	2.65	28.39	1.6	13.03	7895.07	1706.65	6188.42
1+190.000	3.5	29.52	2.45	20.96	7924.59	1727.62	6196.97
1+200.000	1.96	26.26	2.12	23.59	7950.85	1751.21	6199.64
1+220.000	4.5	64.57	0	21.21	8015.42	1772.42	6243
1+240.000	9.2	136.97	0	0	8152.39	1772.42	6379.97
1+260.000	11.89	210.86	0	0	8363.25	1772.42	6590.83
1+280.000	9.71	216.01	0	0	8579.26	1772.42	6806.84
1+290.000	8.01	88.62	0	0	8667.88	1772.42	6895.46
1+300.000	7.6	79.67	0.24	1.2	8747.54	1773.62	6973.93

1+310.000	7.15	76	1.14	6.84	8823.55	1780.46	7043.09
1+320.000	0.66	40.37	3.11	20.99	8863.92	1801.45	7062.47
1+340.000	5.99	67.05	4.16	72.48	8930.97	1873.93	7057.04
1+360.000	8.07	140.6	3.58	77.38	9071.57	1951.32	7120.26
1+370.000	6.76	74.14	2.38	29.78	9145.71	1981.1	7164.61
1+380.000	7.34	59.83	0.37	15.31	9205.55	1996.41	7209.14
1+400.000	11.54	188.82	0	3.74	9394.36	2000.15	7394.22
1+420.000	8.78	203.16	0	0.13	9597.52	2000.28	7597.24
1+430.000	4.24	57.01	0.84	4.72	9654.53	2005	7649.53
1+440.000	8.41	54.84	1.64	13.74	9709.37	2018.74	7690.63
1+460.000	3.13	115.42	2.4	40.35	9824.8	2059.09	7765.7
1+480.000	0.61	37.4	3.14	55.33	9862.2	2114.43	7747.77
1+490.000	1.59	10.97	0.24	16.89	9873.17	2131.32	7741.85
1+500.000	4.97	32.12	0	1.24	9905.29	2132.56	7772.73
1+510.000	7.12	59.56	0	0	9964.85	2132.56	7832.28
1+520.000	7.37	71.38	0	0	10036.22	2132.56	7903.66
1+530.000	8.42	78.14	0	0	10114.36	2132.56	7981.8
1+540.000	6.22	72.74	0	0	10187.1	2132.56	8054.54
1+550.000	2.49	43.1	0	0	10230.2	2132.56	8097.64
1+560.000	1.2	18.45	1.48	7.39	10248.65	2139.95	8108.7
1+580.000	1.12	23.24	3.87	53.48	10271.89	2193.43	8078.45
1+600.000	2.23	33.49	2.27	61.37	10305.37	2254.81	8050.57
1+620.000	3.45	56.71	0.37	26.4	10362.08	2281.2	8080.88
1+640.000	7.85	112.93	0.05	4.18	10475.01	2285.39	8189.62
1+660.000	9.52	173.69	0	0.45	10648.7	2285.84	8362.87
1+680.000	9.2	186.54	0	0	10835.25	2285.84	8549.41
1+700.000	5.93	150.34	0	0	10985.58	2285.84	8699.74
1+720.000	4.73	106.59	0	0	11092.17	2285.84	8806.34
1+740.000	0.72	54.49	0.96	9.57	11146.66	2295.4	8851.26
1+760.000	3.08	37.94	2.78	37.34	11184.61	2332.74	8851.86
1+780.000	5.93	90.04	0.06	28.36	11274.65	2361.11	8913.54
1+800.000	6.51	124.41	0	0.59	11399.06	2361.7	9037.36
1+820.000	6.46	130.4	0.16	1.56	11529.46	2363.26	9166.2
1+830.000	8.33	76.27	0	0.75	11605.73	2364.01	9241.72
1+840.000	7.76	83.48	0.16	0.77	11689.22	2364.78	9324.43
1+860.000	4.46	124.11	0.43	5.79	11813.32	2370.58	9442.75
1+880.000	14.79	192.41	0	4.33	12005.73	2374.91	9630.82
1+900.000	6.61	213.95	0.02	0.21	12219.68	2375.12	9844.56
1+920.000	1.93	86.59	6.21	62.01	12306.27	2437.13	9869.14
1+930.000	1.1	16.2	6.99	65.02	12322.48	2502.15	9820.32
1+940.000	3.31	23.35	3.51	51.89	12345.83	2554.05	9791.79
1+960.000	11.71	150.15	0.28	37.97	12495.98	2592.01	9903.97
1+990.000	2.83	210.17	0.18	6.96	12706.15	2598.97	10107.18
2+000.000	0.67	17.5	1.23	7.03	12723.65	2606	10117.65
2+020.000	1.1	16.56	2.79	42.26	12740.21	2648.26	10091.95

2+040.000	2.18	32.9	0.39	33.21	12773.11	2681.48	10091.63
2+060.000	2.37	45.57	1.25	16.43	12818.67	2697.9	10120.77
2+080.000	2.82	48.89	2.76	42.88	12867.56	2740.78	10126.78
2+090.000	3.82	27.17	4.89	45.55	12894.73	2786.34	10108.4
2+100.000	1.28	20.7	3.44	49.05	12915.43	2835.38	10080.05
2+120.000	1.33	24.47	6.09	104.02	12939.91	2939.4	10000.5
2+140.000	0.27	16	15.33	214.28	12955.9	3153.68	9802.22
		12955.92		3153.65			

CARACTERÍSTICAS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

Profile Entities	No.	PVI Station	Grade In	Grade Out	A (Grade Chan...	Profile Curve Type	Profile Curve Length	K Value
		1	0+000.00m		15.63%			
	2	0+100.00m	15.63%	16.65%	1.01%	Sag	40.000m	39.440
	3	0+310.00m	16.65%	13.98%	2.67%	Crest	50.000m	18.738
	4	0+710.00m	13.98%	5.40%	8.58%	Crest	60.000m	6.990
	5	0+900.00m	5.40%	16.26%	10.87%	Sag	40.000m	3.681
	6	1+020.00m	16.26%	7.44%	8.83%	Crest	30.000m	3.398
	7	1+120.00m	7.44%	11.12%	3.68%	Sag	30.000m	8.147
	8	1+270.00m	11.12%	15.10%	3.98%	Sag	50.000m	12.552
	9	1+410.00m	15.10%	6.52%	8.58%	Crest	40.000m	4.662
	10	1+520.00m	6.52%	13.61%	7.09%	Sag	70.000m	9.870
	11	1+730.00m	13.61%	11.56%	2.05%	Crest	30.000m	14.604
	12	1+910.00m	11.56%	12.63%	1.08%	Sag	30.000m	27.861
	13	2+010.00m	12.63%	1.80%	10.84%	Crest	50.000m	4.614
	14	2+110.00m	1.80%	7.10%	5.30%	Sag	30.000m	5.662
	15	2+155.96m	7.10%					

CARACTERÍSTICAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

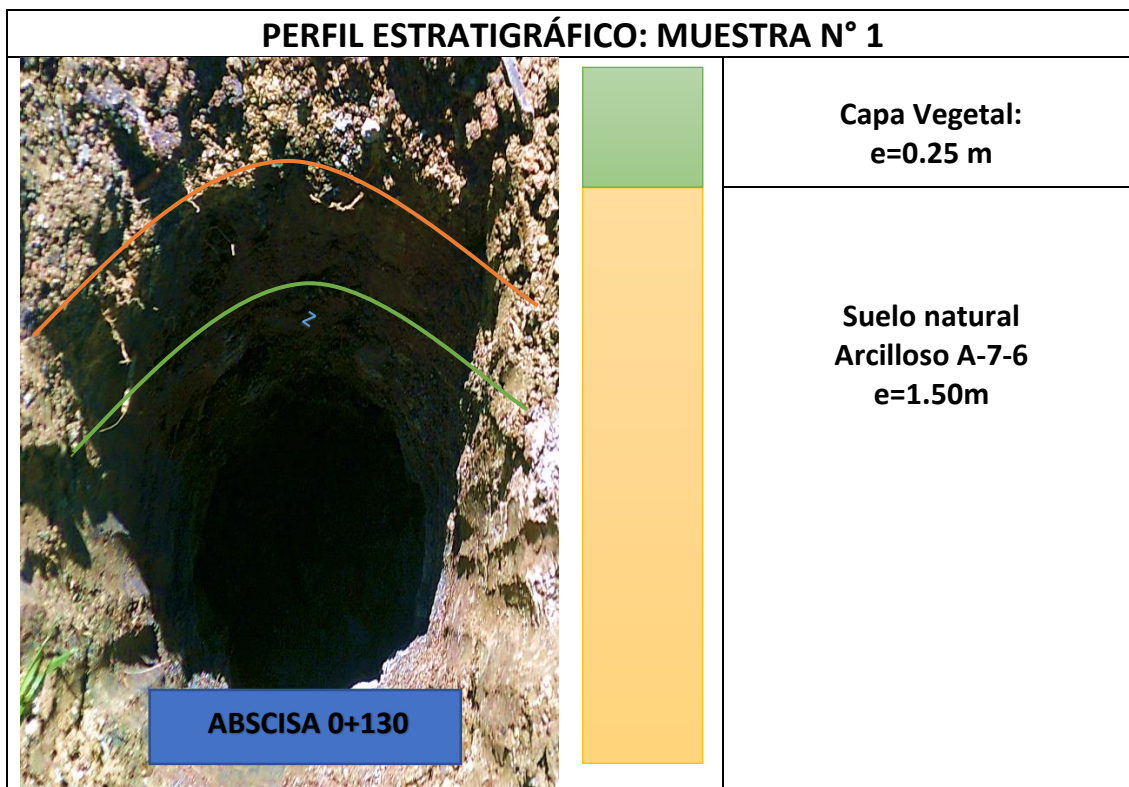
No.	Type	Paramete...	Length	Radius	Start Station	End Station	Delta angle	Chord l...	Dec
1	Line	Two points	79.645m		0+000.00m	0+079.64m			
2	Curve	Radius	5.779m	40.000m	0+079.64m	0+085.42m	8.2785 (d)	5.774m	
3	Line	Two points	42.495m		0+085.42m	0+127.92m			
4	Curve	Radius	2.864m	40.000m	0+127.92m	0+130.78m	4.1027 (d)	2.864m	
5	Line	Two points	50.773m		0+130.78m	0+181.56m			
6	Curve	Radius	9.106m	35.000m	0+181.56m	0+190.66m	14.9072 (d)	9.081m	
7	Line	Two points	42.163m		0+190.66m	0+232.83m			
8	Curve	Radius	21.548m	15.000m	0+232.83m	0+254.37m	82.3082 (d)	19.743m	
9	Line	Two points	35.524m		0+254.37m	0+289.90m			
10	Curve	Radius	40.407m	15.000m	0+289.90m	0+330.31m	154.3443...	29.251m	
11	Line	Two points	44.894m		0+330.31m	0+375.20m			
12	Curve	Radius	34.041m	25.000m	0+375.20m	0+409.24m	78.0164 (d)	31.472m	
13	Line	Two points	87.864m		0+409.24m	0+497.11m			
14	Curve	Radius	19.491m	25.000m	0+497.11m	0+516.60m	44.6698 (d)	19.001m	
15	Line	Two points	42.199m		0+516.60m	0+558.80m			
16	Curve	Radius	15.501m	90.000m	0+558.80m	0+574.30m	9.8682 (d)	15.482m	
17	Line	Two points	47.892m		0+574.30m	0+622.19m			
18	Curve	Radius	17.041m	40.000m	0+622.19m	0+639.23m	24.4101 (d)	16.913m	
19	Line	Two points	44.597m		0+639.23m	0+683.83m			
20	Curve	Radius	33.513m	12.000m	0+683.83m	0+717.34m	160.0106...	23.636m	
21	Line	Two points	133.7...		0+717.34m	0+851.05m			
22	Curve	Radius	69.451m	50.000m	0+851.05m	0+717.34m	79.5855 (d)	64.001m	
23	Line	Two points	92.933m		0+920.50m	1+013.43m			
24	Curve	Radius	23.725m	50.000m	1+013.43m	1+037.16m	27.1868 (d)	23.503m	
25	Line	Two points	112.3...		1+037.16m	1+149.51m			
26	Curve	Radius	49.789m	110.00...	1+149.51m	1+199.30m	25.9339 (d)	49.365m	
27	Line	Two points	89.254m		1+199.30m	1+288.56m			
28	Curve	Radius	35.309m	140.00...	1+288.56m	1+323.87m	14.4504 (d)	35.215m	
29	Line	Two points	45.888m		1+323.87m	1+369.75m			
30	Curve	Radius	9.369m	30.000m	1+369.75m	1+379.12m	17.8928 (d)	9.331m	
31	Line	Two points	43.380m		1+379.12m	1+422.50m			
32	Curve	Radius	14.865m	30.000m	1+422.50m	1+437.37m	28.3896 (d)	14.713m	
33	Line	Two points	52.252m		1+437.37m	1+489.62m			
34	Curve	Radius	60.397m	110.00...	1+489.62m	1+550.02m	31.4593 (d)	59.642m	
35	Line	Two points	126.1...		1+550.02m	1+676.15m			
36	Curve	Radius	10.702m	150.00...	1+676.15m	1+686.86m	4.0880 (d)	10.700m	
37	Line	Two points	129.0...		1+686.86m	1+815.92m			
38	Curve	Radius	31.733m	100.00...	1+815.92m	1+847.66m	18.1817 (d)	31.600m	
39	Line	Two points	67.702m		1+847.66m	1+915.36m			
40	Curve	Radius	23.758m	60.000m	1+915.36m	1+939.12m	22.6876 (d)	23.604m	
41	Line	Two points	32.337m		1+939.12m	1+971.45m			
42	Curve	Radius	8.310m	30.000m	1+971.45m	1+979.76m	15.8708 (d)	8.283m	
43	Line	Two points	33.031m		1+979.76m	2+012.80m			
44	Curve	Radius	16.792m	25.000m	2+012.80m	2+029.59m	38.4847 (d)	16.478m	
45	Line	Two points	43.057m		2+029.59m	2+072.64m			
46	Curve	Radius	36.176m	25.000m	2+072.64m	2+108.82m	82.9094 (d)	33.101m	
47	Line	Two points	47.139m		2+108.82m	2+155.96m			

ANEXO 4: PERFIL ESTRATIGRAFICO

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
SECTOR: Baños-Cuenca
SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

FECHA 01/02/2017



CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Humedad natural	29.03
Limite liquido	52.10
Limite plástico	37.90
Clasificación del suelo	SUCS: SC
	AASHTO: A-7-6
	Descripción: Suelo arcilloso
CBR	3.10

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
SECTOR: Baños-Cuenca
SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

FECHA 01/02/2017

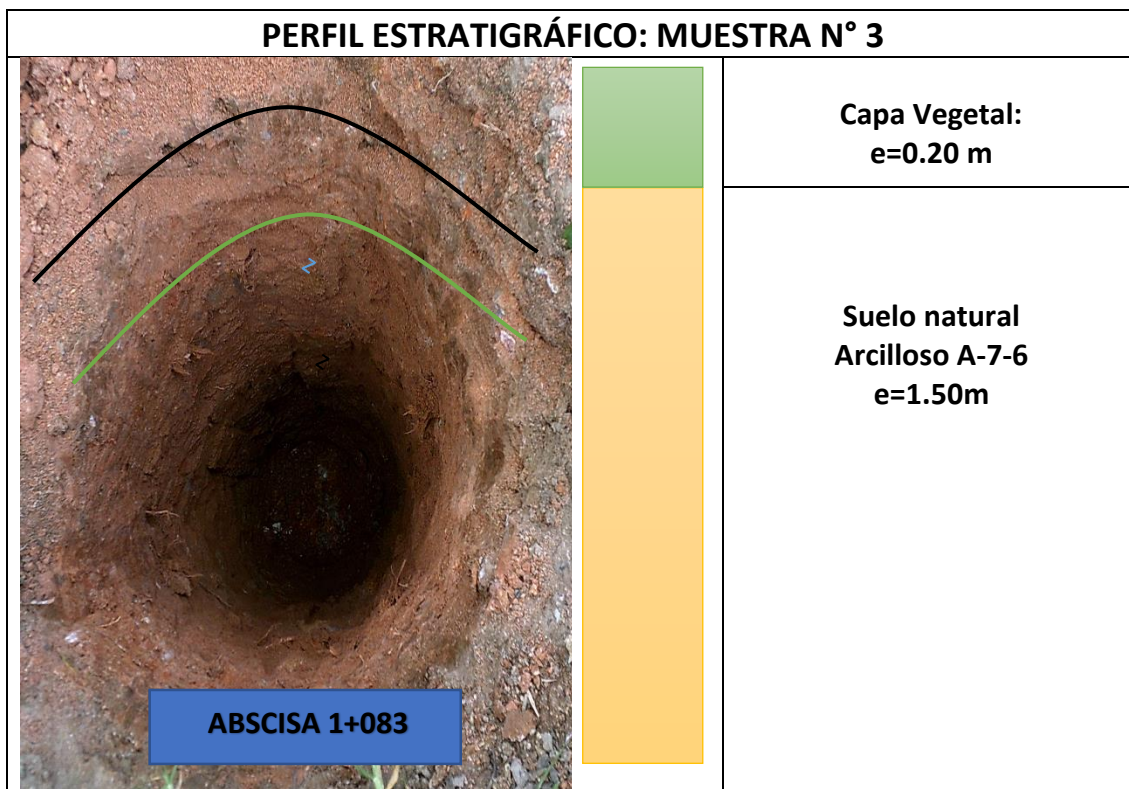


CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Humedad natural	27.34
Limite liquido	69.31
Limite plástico	33.51
Clasificación del suelo	SUCS: CH AASHTO: A-7-6 Descripción: Arcilla de alta plasticidad
CBR	2.10

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
SECTOR: Baños-Cuenca
SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

FECHA 01/02/2017

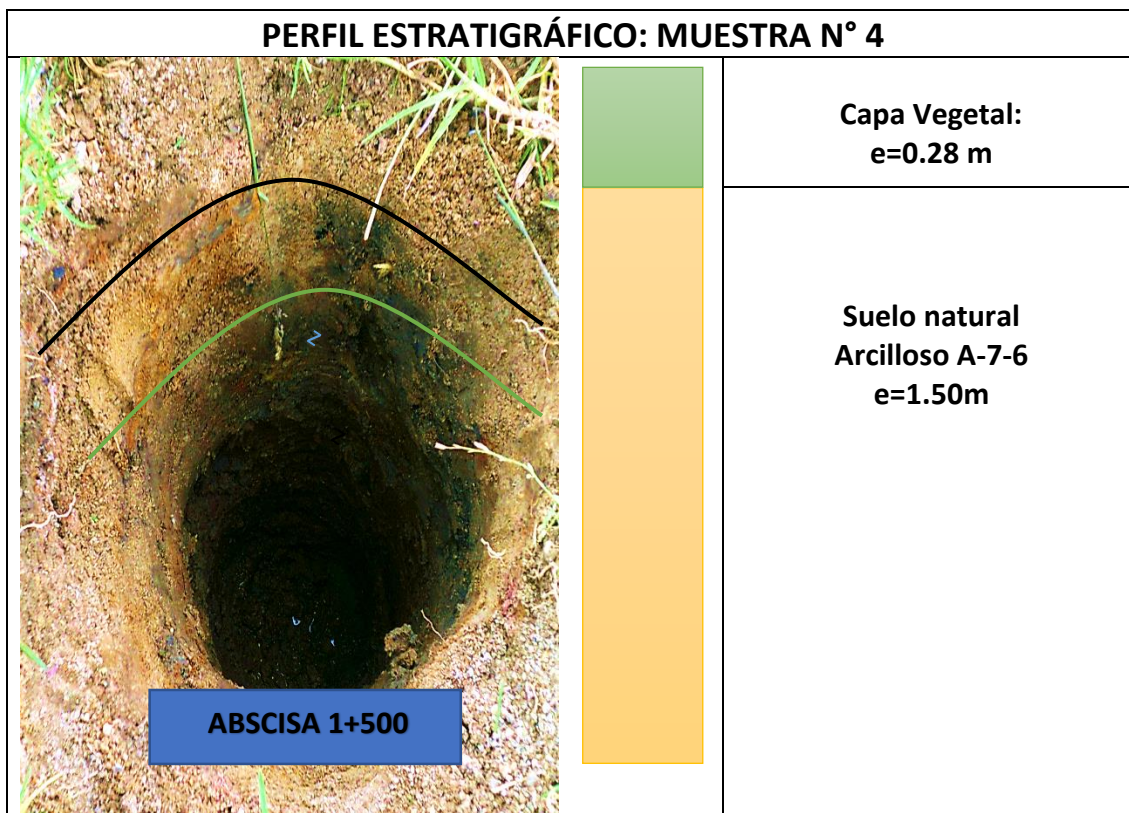


CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Humedad natural	19.72
Limite liquido	40.49
Limite plástico	24.33
Clasificación del suelo	SUCS: CH
	AASHTO: A-7-6
	Descripción: Arcilla de alta plasticidad
CBR	4.90

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
SECTOR: Baños-Cuenca
SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

FECHA 01/02/2017

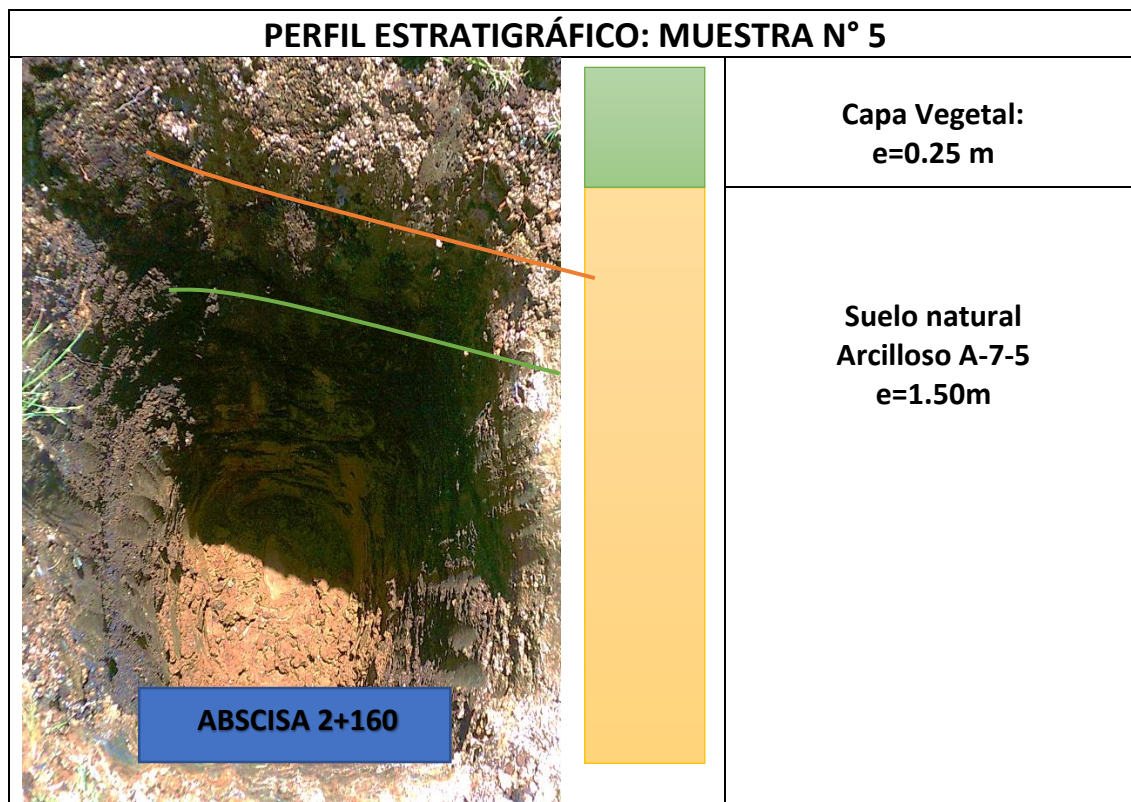


CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Humedad natural	25.56
Limite liquido	58.21
Limite plástico	27.94
Clasificación del suelo	SUCS: SC
	AASHTO: A-7-6
	Descripción: Arena arcillosa
CBR	2.30

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: Diseño vial Ucholoma
SECTOR: Baños-Cuenca
SOLICITADO POR: GAD Parroquial de Baños

FECHA 01/02/2017

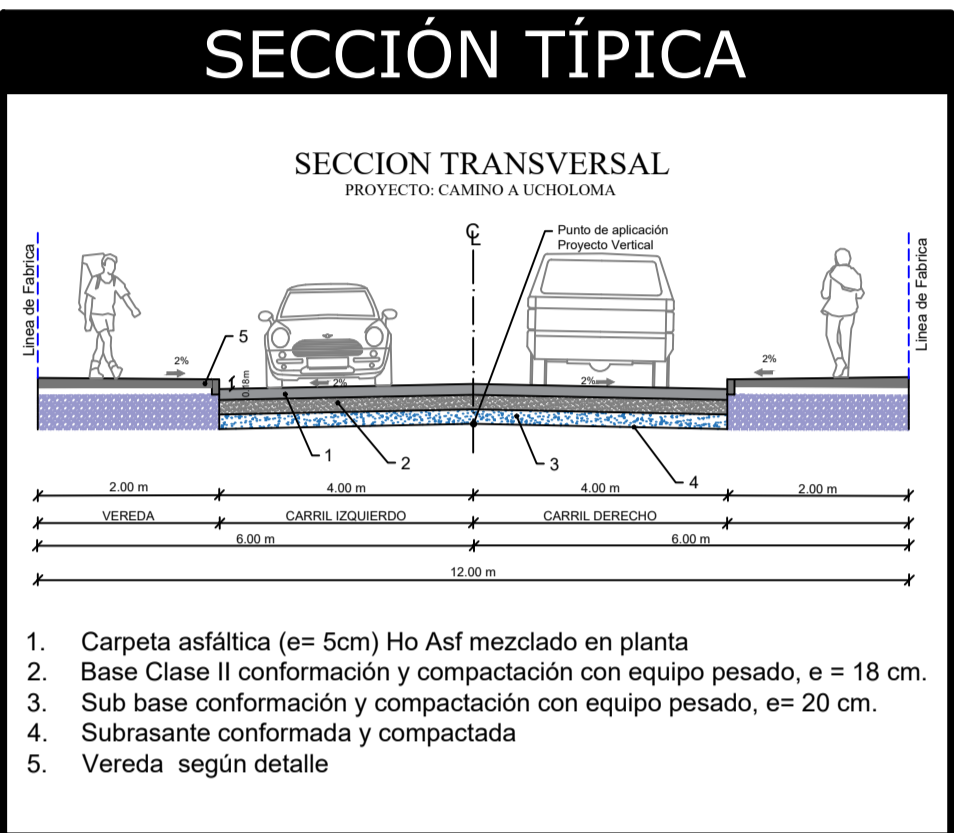
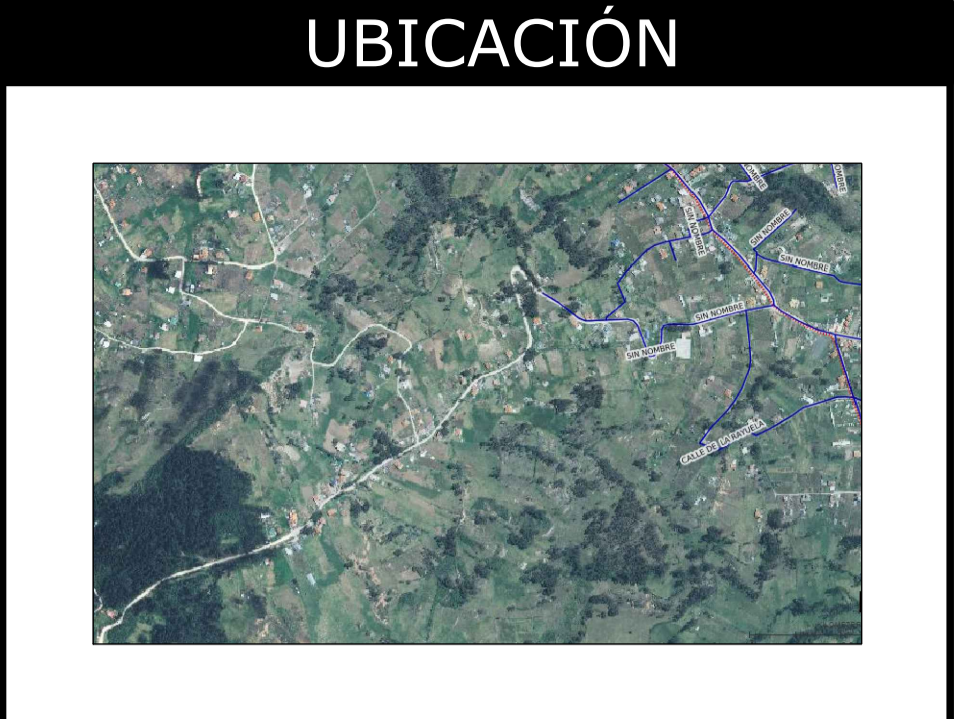
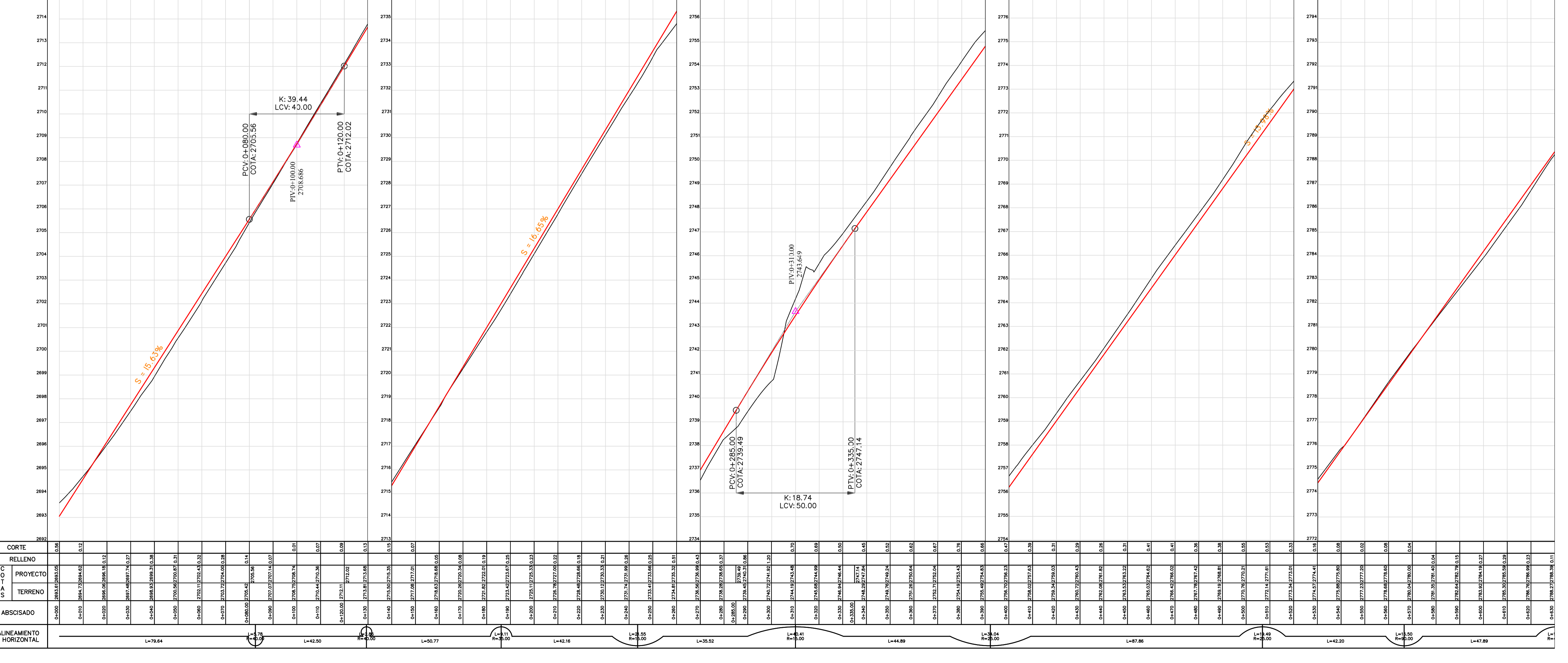
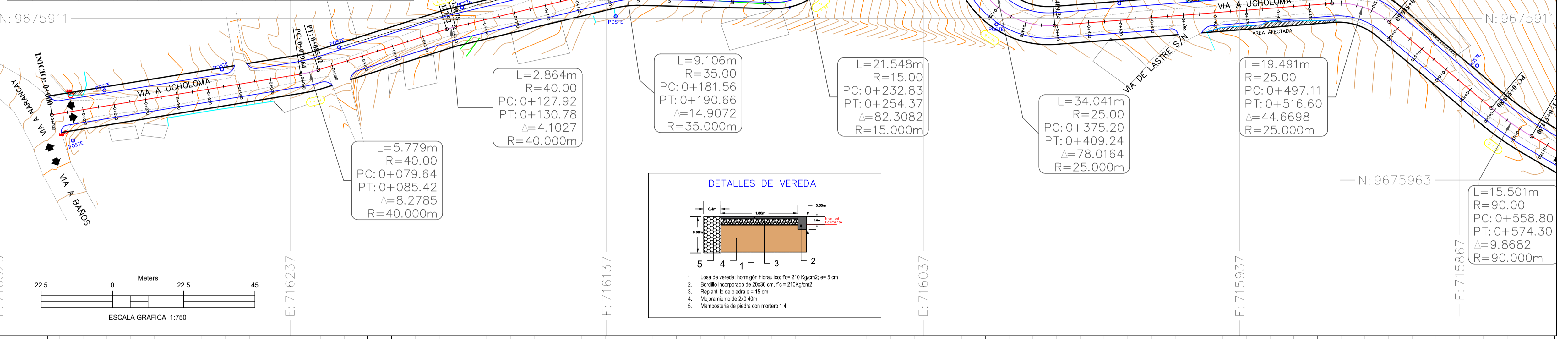


CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Humedad natural	23.53
Limite liquido	65.46
Limite plástico	29.34
Clasificación del suelo	SUCS: MH AASHTO: A-7-5 Descripción: Limo de alta plasticidad/elástico.
CBR	2.60

**ANEXO 5: PLANOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO
HORIZONTAL-VERTICAL.**

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

CURVA #	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	Lc	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
P1=1	S76° 34' 16"W	81°6'43"	40.00	2.89	5.78	5.77	0.10	0.10	0+082.54	0+079.64	0+085.42	9675928.67	716230.75
P1=2	S74° 29' 00"W	41°06'10"	40.00	1.43	2.86	2.86	0.03	0.03	0+129.35	0+127.92	0+130.78	9675914.54	716186.11
P1=3	S83° 59' 17"W	14°54'26"	35.00	4.58	9.11	9.08	0.30	0.30	0+181.56	0+180.66	0+190.66	9675901.32	716130.89
P1=4	S50° 17' 15"W	82°18'30"	15.00	13.11	21.55	19.74	4.92	3.71	0+245.94	0+232.83	0+254.37	9675902.82	716071.05
P1=5	S86° 18' 20"W	154°20'39"	15.00	85.87	40.41	29.25	52.56	11.67	0+355.77	0+289.90	0+330.31	9675789.77	716052.88
P1=6	N55° 31' 50"W	78°00'59"	25.00	20.25	34.04	31.47	7.17	5.57	0+395.45	0+375.20	0+409.24	9675915.38	716015.82
P1=7	N72° 12' 14"W	44°40'11"	25.00	10.27	19.49	19.00	2.03	1.88	0+507.38	0+497.11	0+516.60	9675906.01	715897.60
P1=8	N54° 48' 11"W	9°52'06"	90.00	7.77	15.50	15.48	0.33	0.33	0+566.57	0+568.80	0+574.30	9675944.84	715851.54
P1=9	N47° 31' 56"W	24°24'36"	40.00	8.65	17.04	16.91	0.93	0.90	0+630.84	0+622.19	0+639.23	9675977.25	715796.00
P1=10	S64° 40' 04"W	160°00'38"	12.00	68.09	33.51	23.64	57.14	9.92	0+751.92	0+683.83	0+717.34	9676076.25	715725.83
P1=11	S24° 27' 18"W	79°35'08"	50.00	41.65	69.45	64.00	15.07	11.58	0+892.70	0+851.05	0+920.50	9675841.47	715790.22
P1=12	S50° 39' 16"W	27°11'12"	50.00	12.09	23.72	23.50	1.44	1.40	1+025.52	1+013.43	1+037.16	9675777.74	715658.12
P1=13	S50° 01' 41"W	29°56'02"	110.00	25.33	49.79	49.37	2.88	2.81	1+174.84	1+149.51	1+199.30	9675658.22	715675.86
P1=14	S55° 46' 11"W	14°27'01"	140.00	17.75	35.31	35.22	1.12	1.11	1+306.31	1+288.56	1+323.87	9675598.13	715449.95
P1=15	S57° 29' 28"W	17°53'34"	30.00	4.72	9.37	9.33	0.37	0.36	1+374.48	1+369.75	1+379.12	9675552.88	715398.72
P1=16	S52° 14' 33"W	28°23'22"	30.00	7.59	14.86	14.71	0.94	0.92	1+430.09	1+422.50	1+437.37	9675530.62	715347.67
P1=17	S53° 46' 39"W	31°27'33"	110.00	30.98	60.40	59.64	4.28	4.12	1+520.60	1+489.62	1+550.02	9675459.09	715291.70
P1=18	S71° 33' 04"W	41°05'17"	150.00	5.35	10.70	10.70	0.10	0.10	1+681.51	1+676.15	1+686.86	9675402.22	715139.51
P1=19	S64° 30' 15"W	181°03'54"	100.00	16.00	31.73	31.60	1.27	1.26	1+831.93	1+815.92	1+847.66	9675359.73	714995.21
P1=20	S44° 04' 11"W	22°41'16"	60.00	12.04	23.76	23.60	1.20	1.17	1+927.40	1+915.36	1+939.12	9675305.39	714916.39
P1=21	S40° 39' 40"W	15°32'15"	30.00	4.18	8.31	8.28	0.29	0.29	1+975.64	1+971.45	1+979.76	9675264.54	714890.14
P1=22	S29° 21' 15"W	38°29'05"	25.00	8.73	16.79	16.48	1.48	1.40	2+021.52	2+012.80	2+029.59	9675234.15	714855.68
P1=23	S51° 34' 00"W	82°54'34"	25.00	22.08	36.18	33.10	8.36	6.26	2+094.73	2+072.64	2+108.82	9675161.44	714842.71



CUADRO DE COORDENADAS

ESTACION	NORTE	ESTE	COTA
RF1	9675947.53	716307.85	2694.75
RF2	9675935.79	716306.26	2694.63
RF3	9675610.29	715490.53	2854.19
RF4	9675608.08	715484.33	2854.32

SIMBOLOGÍA

ALINEAMIENTO HORIZONTAL	
—	TANGENTES
—	CURVAS SIMPLES
—	VEREDAS
—	VIA ACTUAL
—	ACOTACIONES
—	ABSCISADO
○	ESTACIONES
○	POSTES DE LUZ
—	MUROS DE VIVIENDAS
—	MALLA
—	VIVIENDAS
—	CURVAS DE NIVEL CADA 1m
—	AREAS AFECTADAS
ALINEAMIENTO VERTICAL	
—	RASANTE
—	TERRENO NATURAL
S	PENDIENTE DEL PROYECTO
△	P.I. DE LA CURVA
—	ACOTACIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Aprobado por: **ING. MSC. LUIS MARIO ALMACHE S.** DIRECTOR DE TESIS

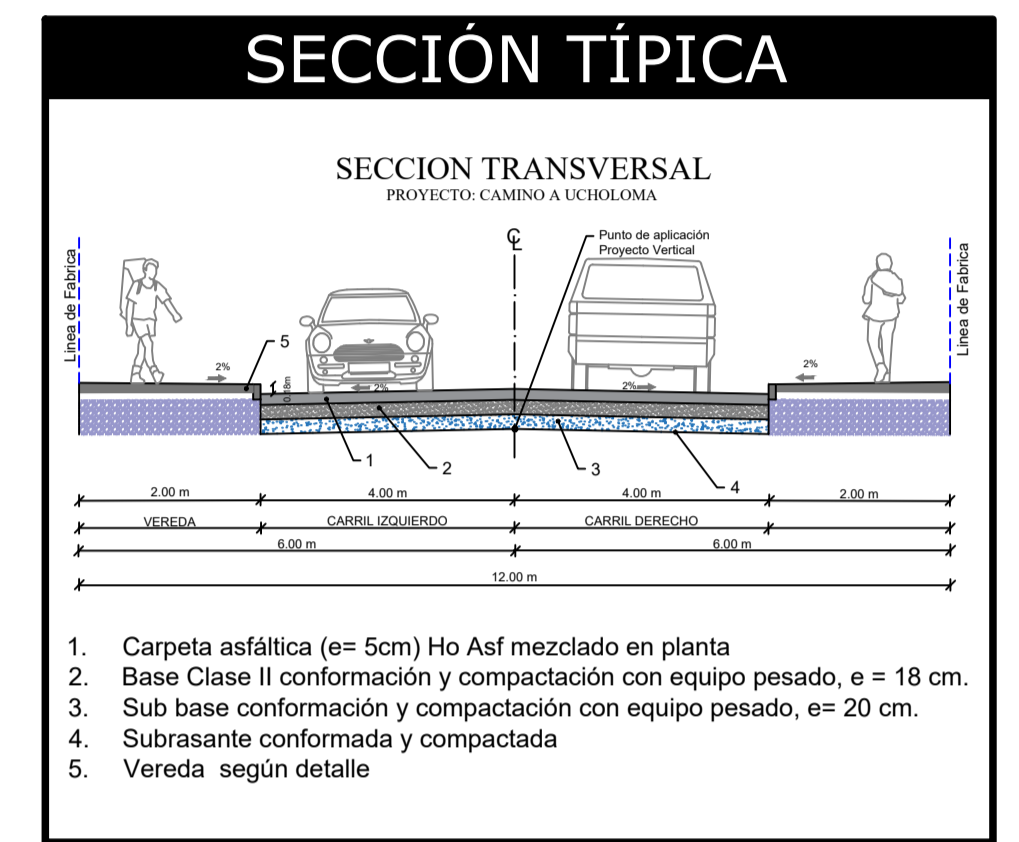
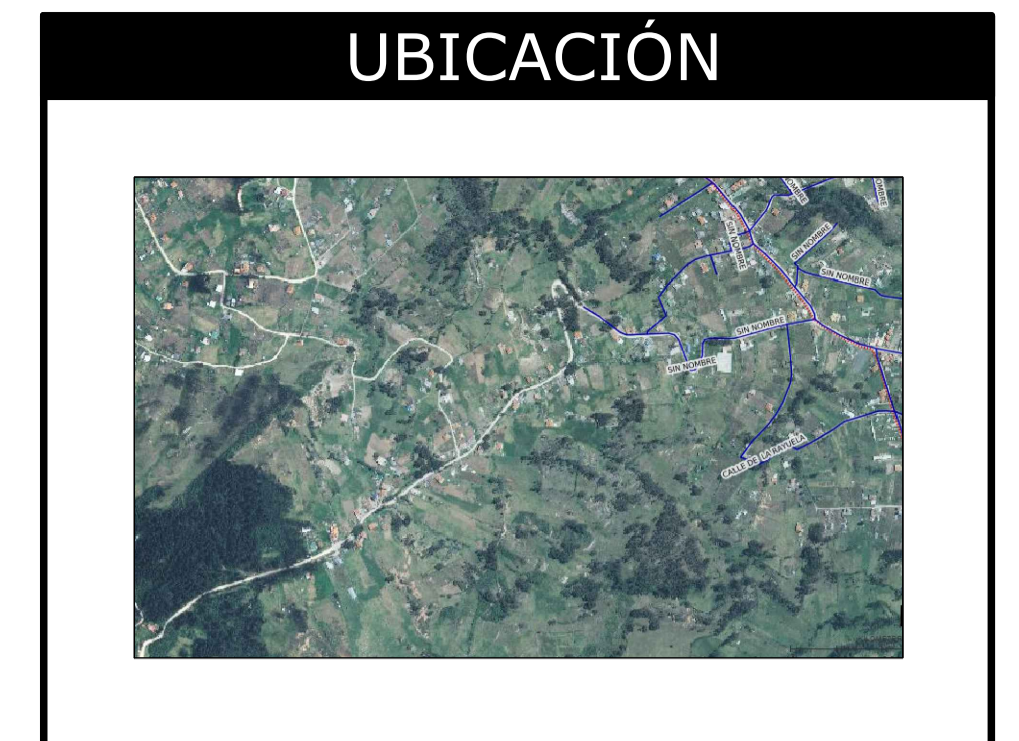
Diseñado por: **LUIS MARCELO AREVALO Z.** TESISISTA

Proyecto: **DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA**

Fecha: **Cuenca, Febrero 23. - 2018**

Contenido: **DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA "CAMINO A UCHOLOMA"**

Lamina: **1 / 4**



CUADRO DE COORDENADAS

ESTACION	NORTE	ESTE	COTA
RF1	9675947.53	716307.85	2694.75
RF2	9675935.79	716306.26	2694.63
RF3	9675610.29	715490.53	2854.19
RF4	9675608.08	715484.33	2854.32



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Aprobado por: **ING. MSC. LUIS MARCO ALMACHE S.**
DISEÑADO POR: **LUIS MARCELO AREVALO Z.**

NIV - Tesis
Dibujo: **LUIS MARCELO AREVALO Z.**
Revisión: **Universidad**
Escala: H = 1:500 - V = 1:50

Proyecto: **DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA**
Fecha: **Cuenca, Febrero 23. - 2018**

Contenido: **DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA "CAMINO A UCHOLOMA"**
Lamina: **2 / 4**

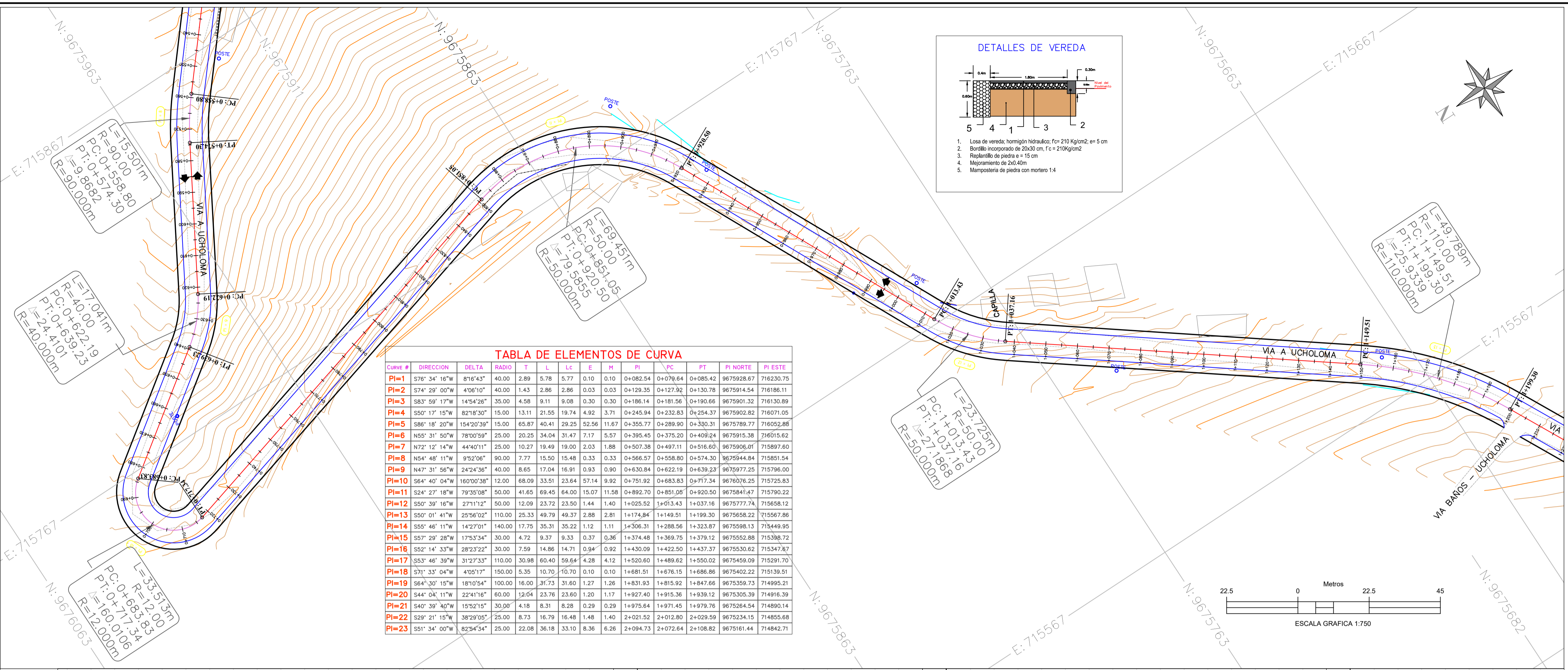
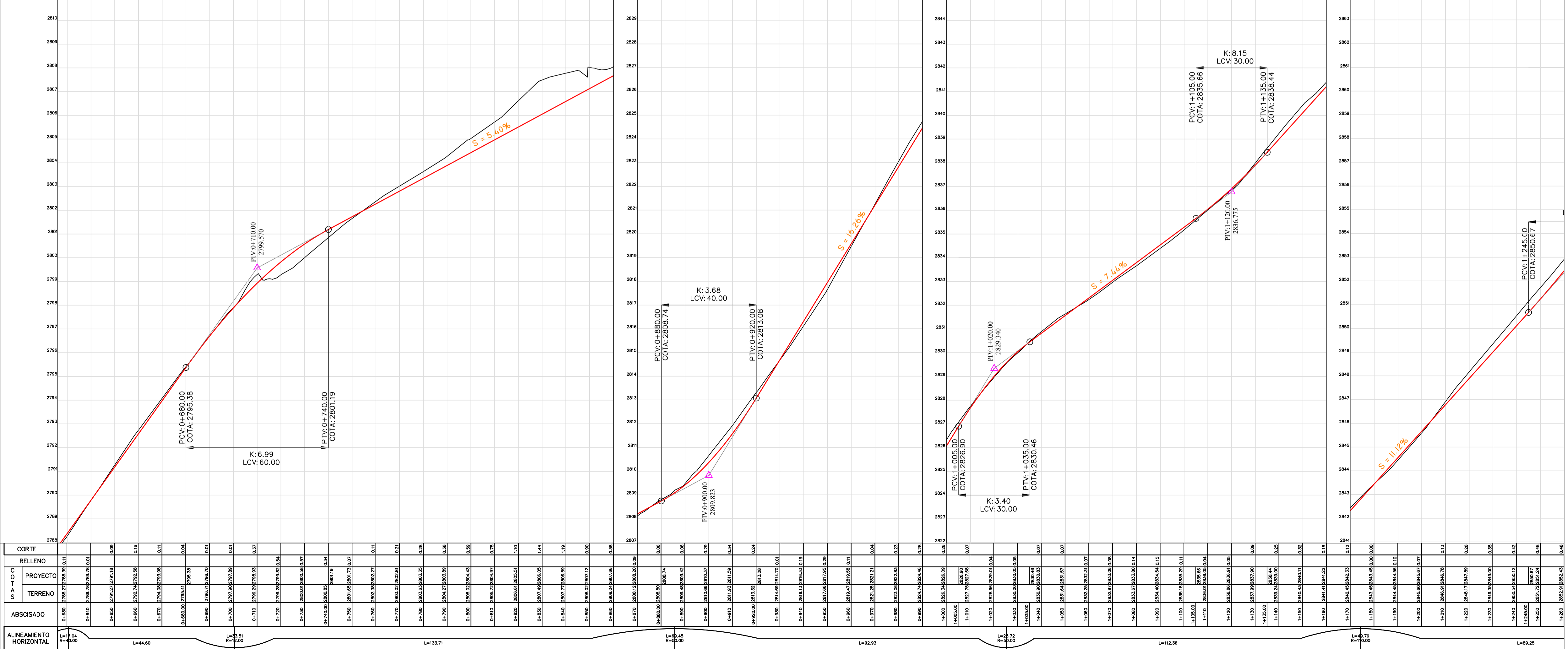
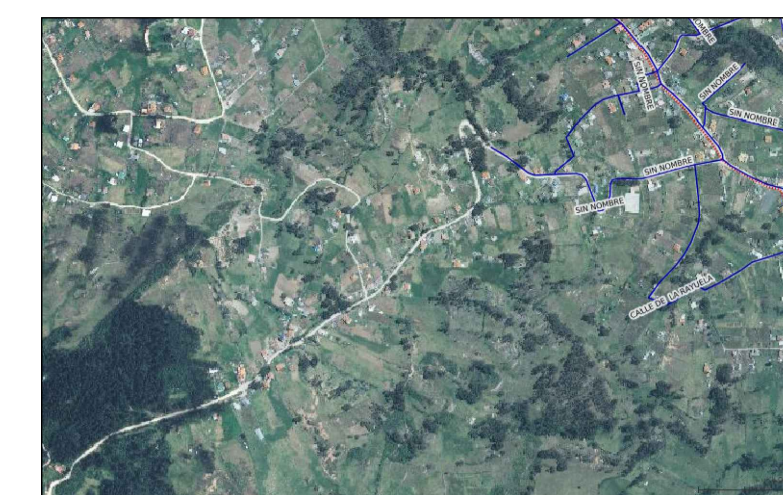


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

Curva #	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	Lc	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI=1	S76° 34' 16" W	6°16'43"	40.00	2.89	5.78	5.77	0.10	0.10	0+082.54	0+085.42	0+130.78	9675928.67	716230.75
PI=2	S74° 29' 00" W	4°06'10"	40.00	1.43	2.86	2.86	0.03	0.03	0+129.35	0+127.92	0+130.78	9675914.54	716186.11
PI=3	S83° 59' 17" W	14°54'26"	35.00	4.58	9.11	9.08	0.30	0.30	0+186.14	0+181.56	0+190.66	9675901.32	716130.89
PI=4	S50° 17' 15" W	82°18'30"	15.00	13.11	21.55	19.74	4.92	3.71	0+245.94	0+232.83	0+254.37	9675902.82	716071.05
PI=5	S86° 18' 20" W	154°20'39"	15.00	65.87	40.41	29.25	52.56	11.67	0+355.77	0+289.90	0+330.31	9675789.77	716052.88
PI=6	N55° 31' 50" W	78°00'59"	25.00	20.25	34.04	31.47	7.17	5.57	0+395.45	0+375.20	0+409.24	9675915.38	716015.62
PI=7	N72° 12' 14" W	44°40'11"	25.00	10.27	19.49	19.00	2.03	1.88	0+507.38	0+497.11	0+516.60	9675906.01	715897.60
PI=8	N54° 48' 11" W	9°52'06"	90.00	7.77	15.50	15.48	0.33	0.33	0+566.57	0+556.80	0+574.30	9675944.84	715851.54
PI=9	N47° 31' 56" W	24°24'36"	40.00	8.65	17.04	16.91	0.93	0.90	0+630.84	0+622.19	0+639.23	9675977.25	715796.00
PI=10	S64° 40' 04" W	160°00'38"	12.00	68.09	33.51	23.64	57.14	9.92	0+751.92	0+683.83	0+717.34	9676076.25	715725.83
PI=11	S24° 27' 18" W	79°35'08"	50.00	41.65	69.45	64.00	15.07	11.58	0+892.70	0+851.08	0+920.50	9675841.47	715702.22
PI=12	S50° 39' 16" W	27°11'12"	50.00	12.09	23.72	23.50	1.44	1.40	1+025.52	1+013.43	1+037.16	9675777.74	715658.12
PI=13	S50° 01' 41" W	25°56'02"	110.00	25.33	49.79	49.37	2.88	2.81	1+174.84	1+149.51	1+199.30	9675658.22	715567.86
PI=14	S55° 46' 11" W	142°7'01"	140.00	17.75	35.31	35.22	1.12	1.11	1+306.31	1+288.56	1+323.87	9675598.13	715449.95
PI=15	S57° 29' 28" W	175°3'34"	30.00	4.72	9.37	9.33	0.37	0.36	1+374.48	1+369.75	1+379.12	9675552.88	715398.72
PI=16	S52° 14' 33" W	282°2'22"	30.00	7.59	14.86	14.71	0.94	0.92	1+430.09	1+422.50	1+437.37	9675530.62	715347.87
PI=17	S53° 46' 39" W	312°7'33"	110.00	30.98	60.40	59.64	4.28	4.12	1+520.60	1+489.62	1+550.02	9675459.09	715291.70
PI=18	S71° 33' 04" W	4°05'17"	150.00	5.35	10.70	10.70	0.10	0.10	1+681.51	1+686.86	1+696.86	9675402.22	715139.51
PI=19	S64° 30' 15" W	18°0'54"	100.00	16.00	31.73	31.60	1.27	1.26	1+831.93	1+815.92	1+847.66	9675359.73	714995.21
PI=20	S44° 04' 11" W	224°1'16"	60.00	12.04	23.76	23.60	1.20	1.17	1+927.40	1+915.36	1+939.12	9675305.39	714916.39
PI=21	S40° 39' 40" W	15°52'15"	30.00	4.18	8.31	8.28	0.29	0.29	1+975.64	1+971.45	1+979.76	9675264.54	714890.14
PI=22	S29° 21' 15" W	38°29'05"	25.00	8.73	16.79	16.48	1.48	1.40	2+021.52	2+012.80	2+029.59	9675234.15	714855.68
PI=23	S51° 34' 00" W	82°54'34"	25.00	22.08	36.18	33.10	8.36	6.26	2+094.73	2+072.64	2+108.82	9675161.44	714842.71

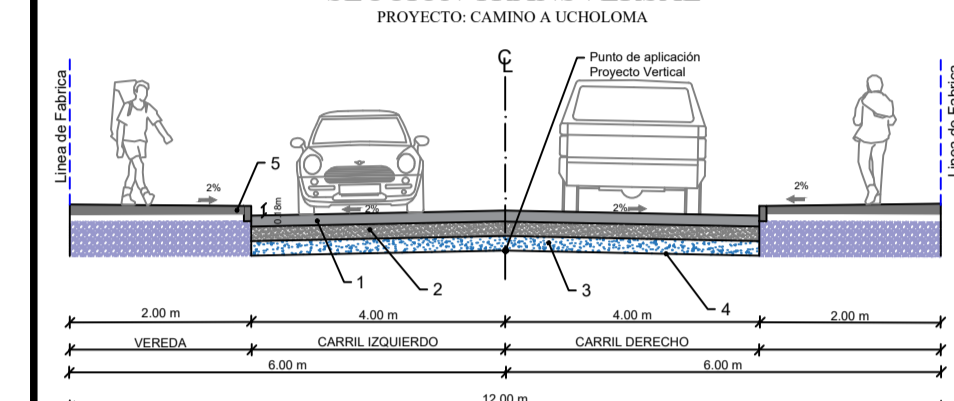


UBICACIÓN



SECCIÓN TÍPICA

SECCION TRANSVERSAL

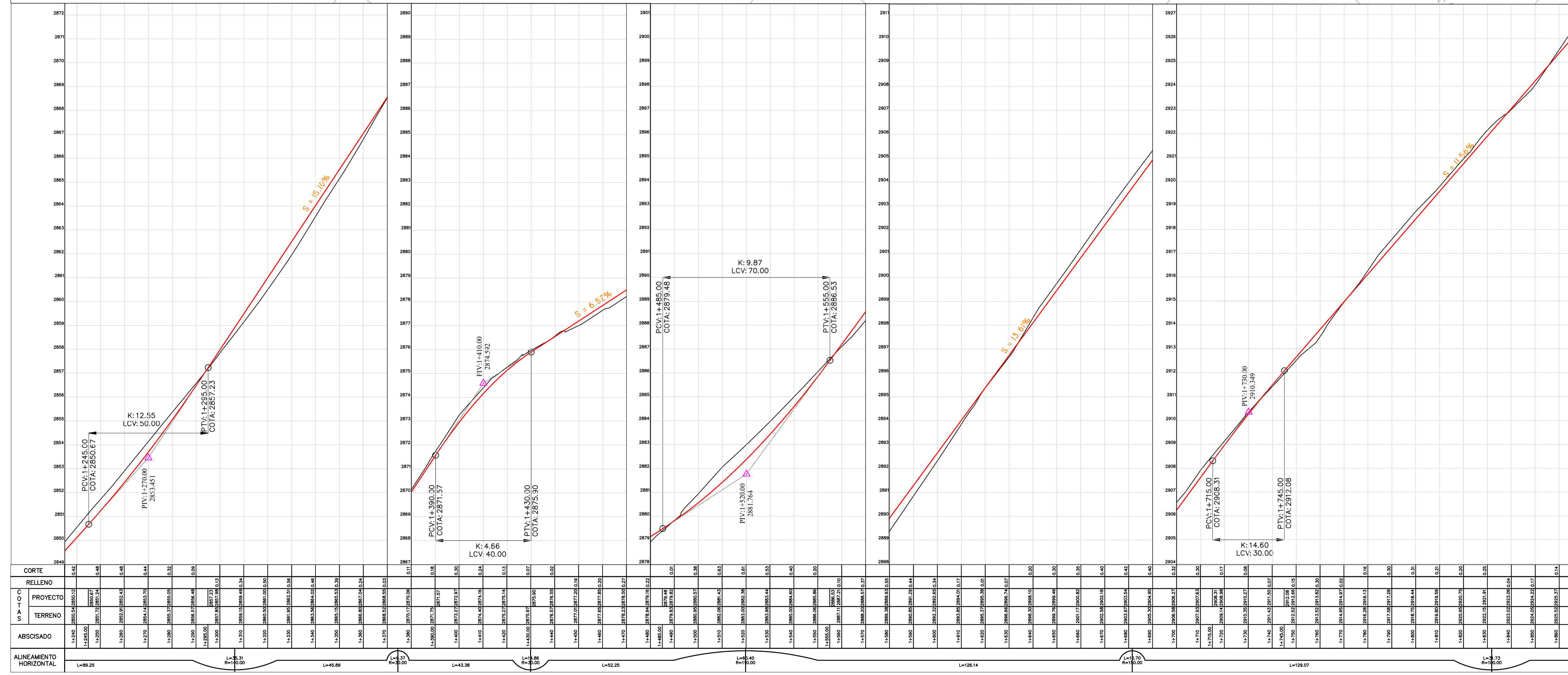
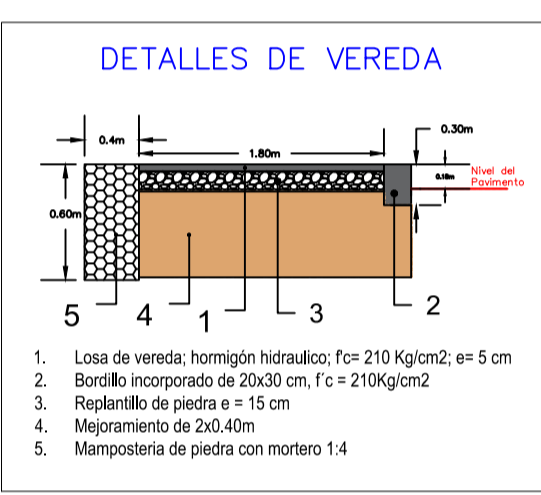
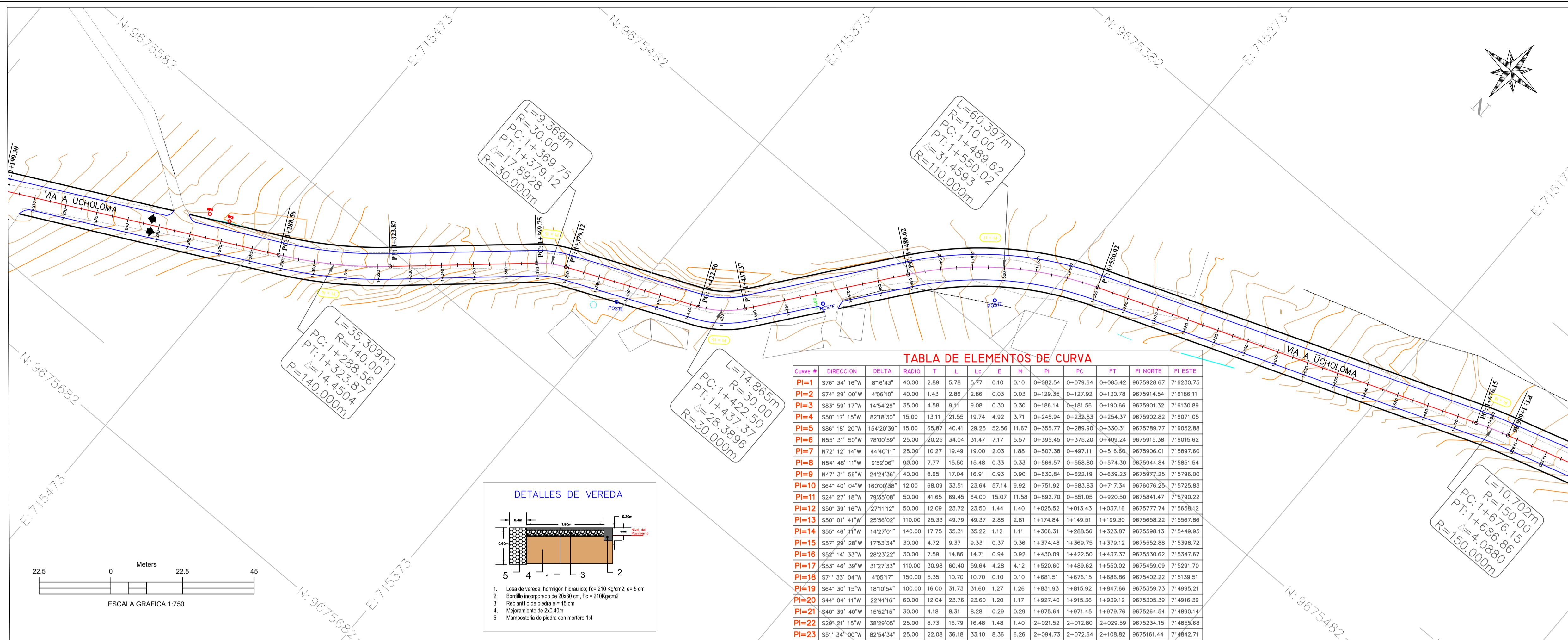


CUADRO DE COORDENADAS

ESTACION	NORTE	ESTE	COTA
RF1	9675947.53	716307.85	2694.75
RF2	9675935.79	716306.26	2694.63
RF3	9675610.29	715490.53	2854.19
RF4	9675608.08	715484.33	2854.32

SIMBOLOGÍA

- ALINEAMIENTO HORIZONTAL**
- TANGENTES
 - CURVAS SIMPLES
 - VEREDAS
 - VIA ACTUAL
 - ACOTACIONES
 - ABSCISADO
 - ESTACIONES
 - POSTES DE LUZ
 - MUROS DE VIVIENDAS
 - MALLA
 - VIVIENDAS
 - CURVAS DE NIVEL CADA 1m
 - AREAS AFECTADAS
- ALINEAMIENTO VERTICAL**
- RASANTE
 - TERRENO NATURAL
 - PENDIENTE DEL PROYECTO
 - P.I. DE LA CURVA
 - ACOTACIONES



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Aprobado por:

Dibujó: **LUIS MARCELO AREVALO Z.**
 Revisión: Universidad
 Escalas: H = 1: 500 - V = 1: 50

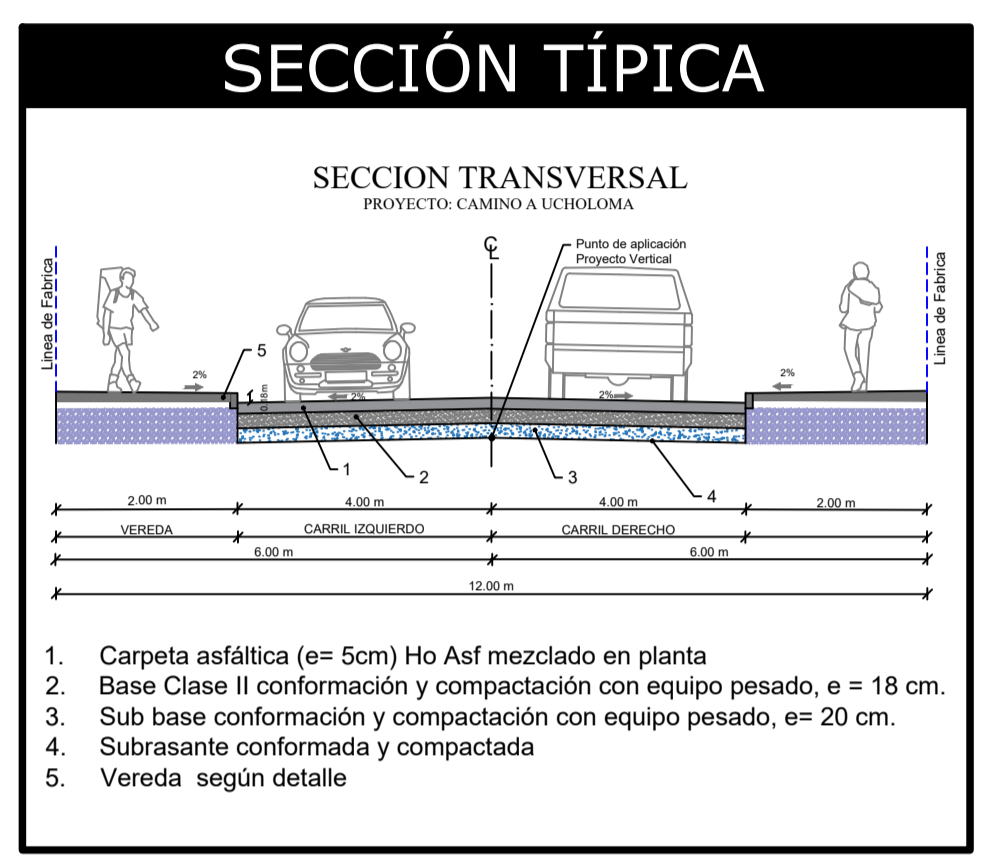
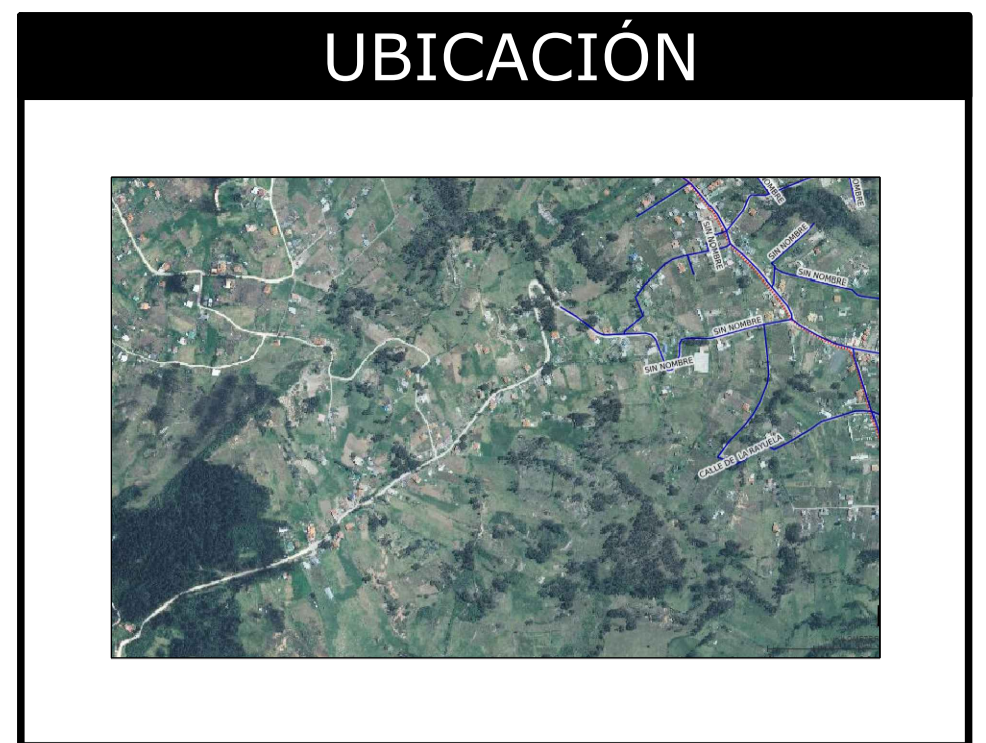
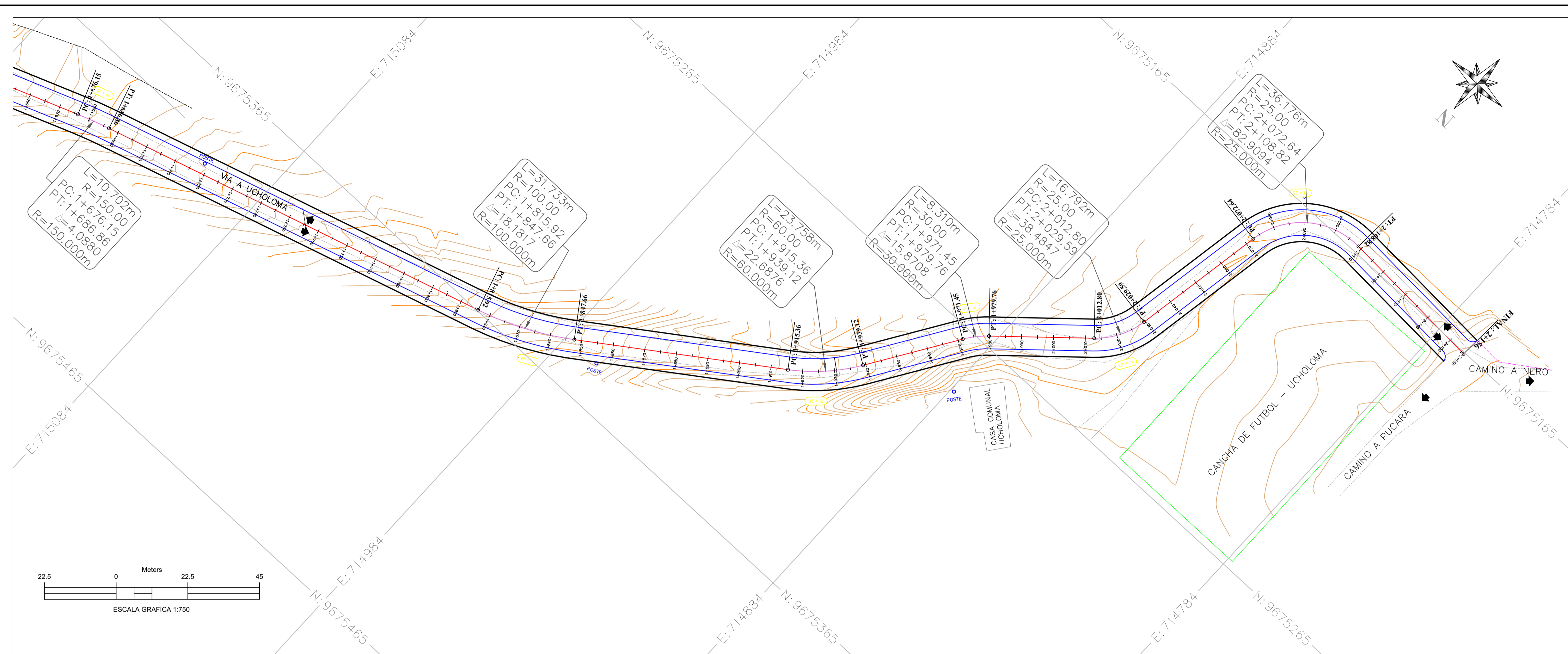
Diseñado por: **LUIS MARCELO AREVALO Z.**
 TERAJITA

Proyecto: **DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA**

Fecha: Cuenca, Febrero 23. - 2018

Contenido: **DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA "CAMINO A UCHOLOMA"**

Lamina: **3 / 4**



CUADRO DE COORDENADAS

ESTACION	NORTE	ESTE	COTA
RF1	9675947.53	716307.85	2694.75
RF2	9675935.79	716306.26	2694.63
RF3	9675610.29	715490.53	2854.19
RF4	9675608.08	715484.33	2854.32

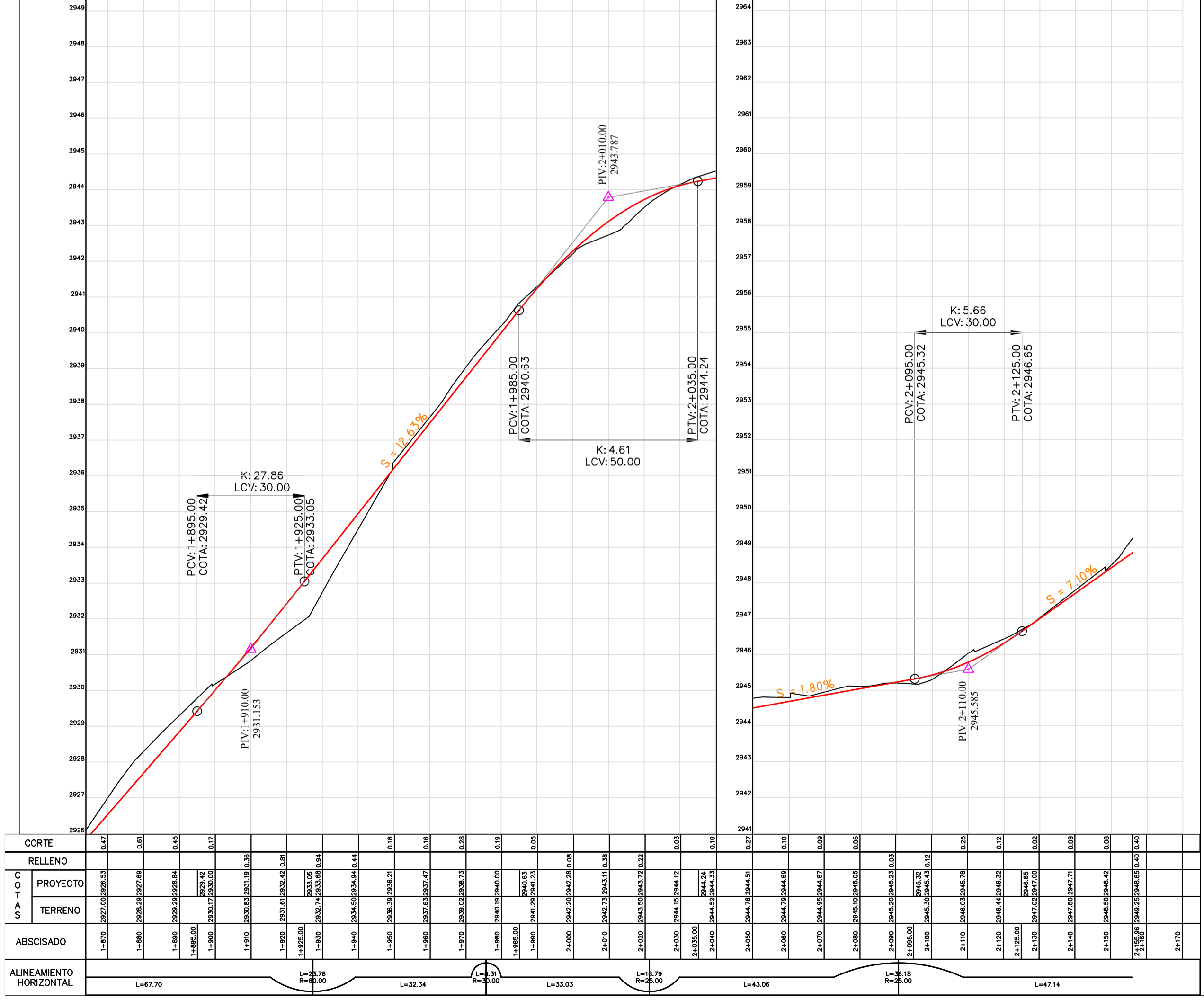
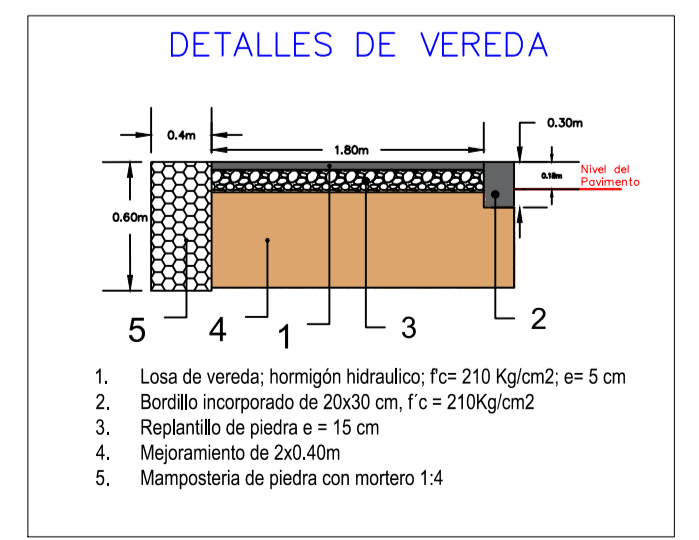
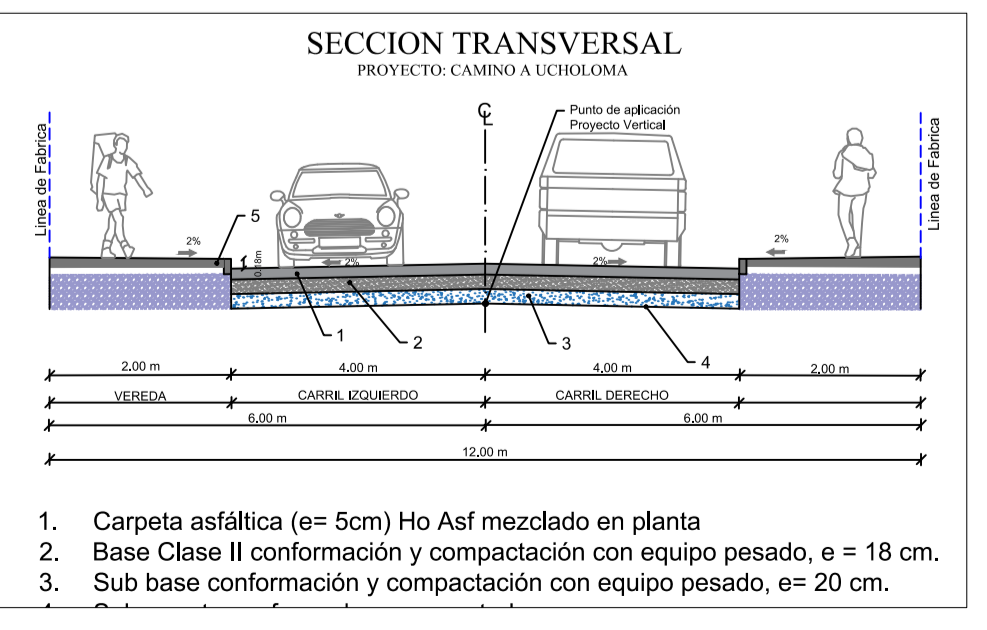


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

CURVA #	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	L	Lc	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI=1	S76° 34' 16" W	8°16'43"	40.00	2.89	5.78	5.77	0.10	0.10	0+082.54	0+079.64	0+085.42	9675928.67	716230.75
PI=2	S74° 29' 00" W	4°06'10"	40.00	1.43	2.86	2.86	0.03	0.03	0+129.35	0+127.92	0+130.78	9675914.54	716186.11
PI=3	S83° 59' 17" W	14°54'26"	35.00	4.58	9.11	9.08	0.30	0.30	0+186.14	0+181.56	0+190.66	9675901.32	716130.89
PI=4	S50° 17' 15" W	82°18'30"	15.00	13.11	21.55	19.74	4.92	3.71	0+245.94	0+232.83	0+254.37	9675902.82	716071.05
PI=5	S86° 18' 20" W	154°20'39"	15.00	65.87	40.41	29.25	52.56	11.67	0+355.77	0+289.90	0+330.31	9675789.77	716052.88
PI=6	N55° 31' 50" W	78°00'59"	25.00	20.25	34.04	31.47	7.17	5.57	0+395.45	0+375.20	0+409.24	9675915.38	716015.62
PI=7	N72° 12' 14" W	44°40'11"	25.00	10.27	19.49	19.00	2.03	1.88	0+507.38	0+497.11	0+516.60	9675906.01	715897.60
PI=8	N54° 48' 11" W	9°52'06"	90.00	7.77	15.50	15.48	0.33	0.33	0+566.57	0+558.80	0+574.30	9675944.84	715851.54
PI=9	N47° 31' 56" W	24°24'36"	40.00	8.65	17.04	16.91	0.93	0.90	0+630.84	0+622.19	0+639.23	9675977.25	715796.00
PI=10	S64° 40' 04" W	160°00'38"	12.00	68.09	33.51	23.64	57.14	9.92	0+751.92	0+683.83	0+717.34	9676076.25	715725.83
PI=11	S24° 27' 18" W	79°35'08"	50.00	41.65	69.45	64.00	15.07	11.58	0+892.70	0+851.05	0+920.50	9675841.47	715790.22
PI=12	S50° 39' 16" W	27°11'12"	50.00	12.09	23.72	23.50	1.44	1.40	1+025.52	1+013.43	1+037.16	9675777.74	715658.12
PI=13	S50° 01' 41" W	25°56'02"	110.00	25.33	49.79	49.37	2.88	2.81	1+174.84	1+149.51	1+199.30	9675658.22	715567.86
PI=14	S55° 46' 11" W	14°27'01"	140.00	17.75	35.31	35.22	1.12	1.11	1+306.31	1+288.56	1+323.87	9675998.13	715449.95
PI=15	S57° 29' 28" W	17°53'34"	30.00	4.72	9.37	9.33	0.37	0.36	1+374.48	1+369.75	1+379.12	9675552.88	715398.72
PI=16	S52° 14' 33" W	28°23'22"	30.00	7.59	14.86	14.71	0.94	0.92	1+430.09	1+422.50	1+437.37	9675530.62	715347.67
PI=17	S53° 46' 39" W	31°27'33"	110.00	30.98	60.40	59.64	4.28	4.12	1+520.60	1+489.62	1+550.02	9675459.09	715291.70
PI=18	S71° 33' 04" W	4°05'17"	150.00	5.35	10.70	10.70	0.10	0.10	1+681.51	1+676.15	1+686.86	9675402.22	715139.51
PI=19	S64° 30' 15" W	18°10'54"	100.00	16.00	31.73	31.60	1.27	1.26	1+831.93	1+815.92	1+847.66	9675359.73	714995.21
PI=20	S44° 04' 11" W	22°41'16"	60.00	12.04	23.76	23.60	1.20	1.17	1+927.40	1+915.36	1+939.12	9675305.39	714916.39
PI=21	S40° 39' 40" W	15°52'15"	30.00	4.18	8.31	8.28	0.29	0.29	1+975.64	1+971.45	1+979.76	9675264.54	714890.14
PI=22	S29° 21' 15" W	38°29'05"	25.00	8.73	16.79	16.48	1.48	1.40	2+021.52	2+012.80	2+029.59	9675234.15	714855.68
PI=23	S51° 34' 00" W	82°54'34"	25.00	22.08	36.18	33.10	8.36	6.26	2+094.73	2+072.64	2+108.82	9675161.44	714842.71



SIMBOLOGÍA

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

- TANGENTES
- CURVAS SIMPLES
- VEREDAS
- VIA ACTUAL
- ACOTACIONES
- ABSCISADO
- ESTACIONES
- POSTES DE LUZ
- MUROS DE VIVIENDAS
- MALLA
- VIVIENDAS
- CURVAS DE NIVEL CADA 1m
- AREAS AFECTADAS

ALINEAMIENTO VERTICAL

- RASANTE
- TERRENO NATURAL
- PENDIENTE DEL PROYECTO
- P.I. DE LA CURVA
- ACOTACIONES

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Aprobado por: **ING. MSC. LUIS MARIO ALMACHE S.** DIRECTOR DE TESIS

Dibujó: **LUIS MARCELO AREVALO Z.**
Revisión: Universidad
Escala: H = 1:500 - V = 1:50

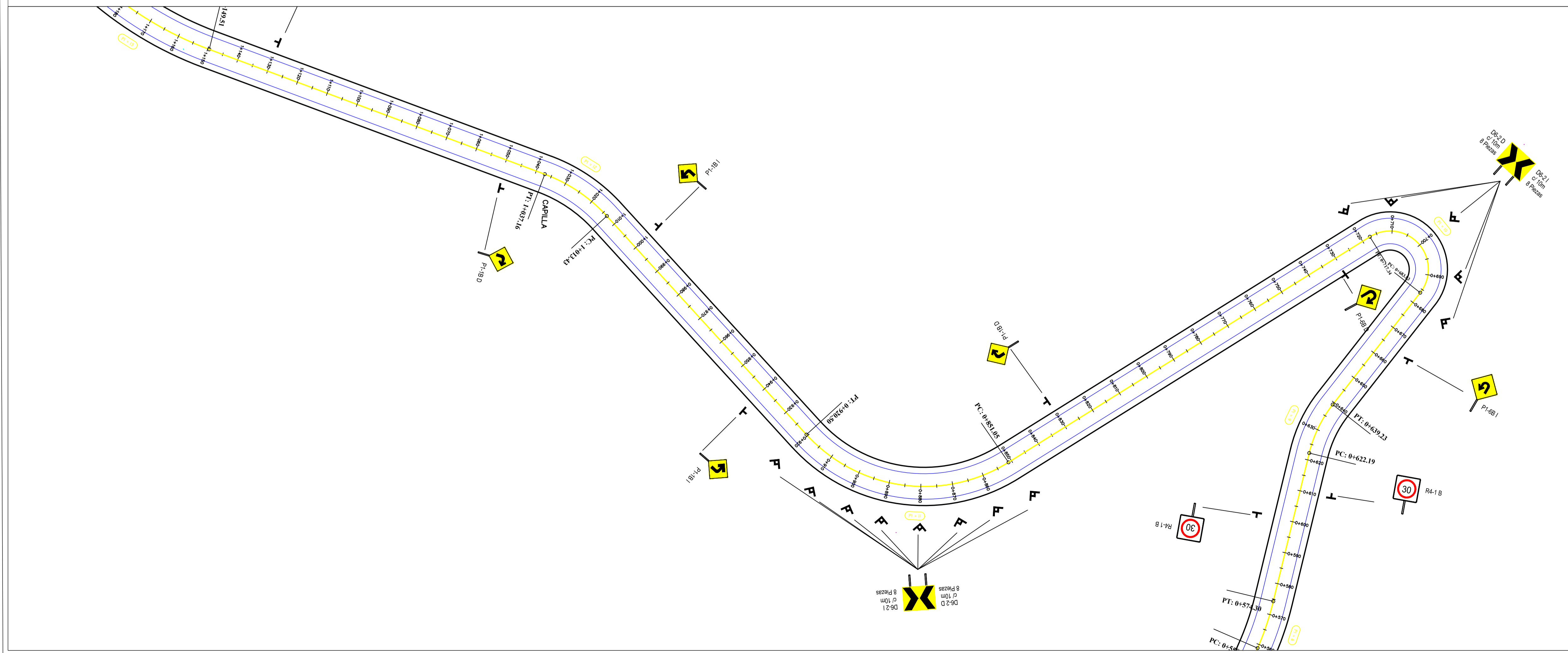
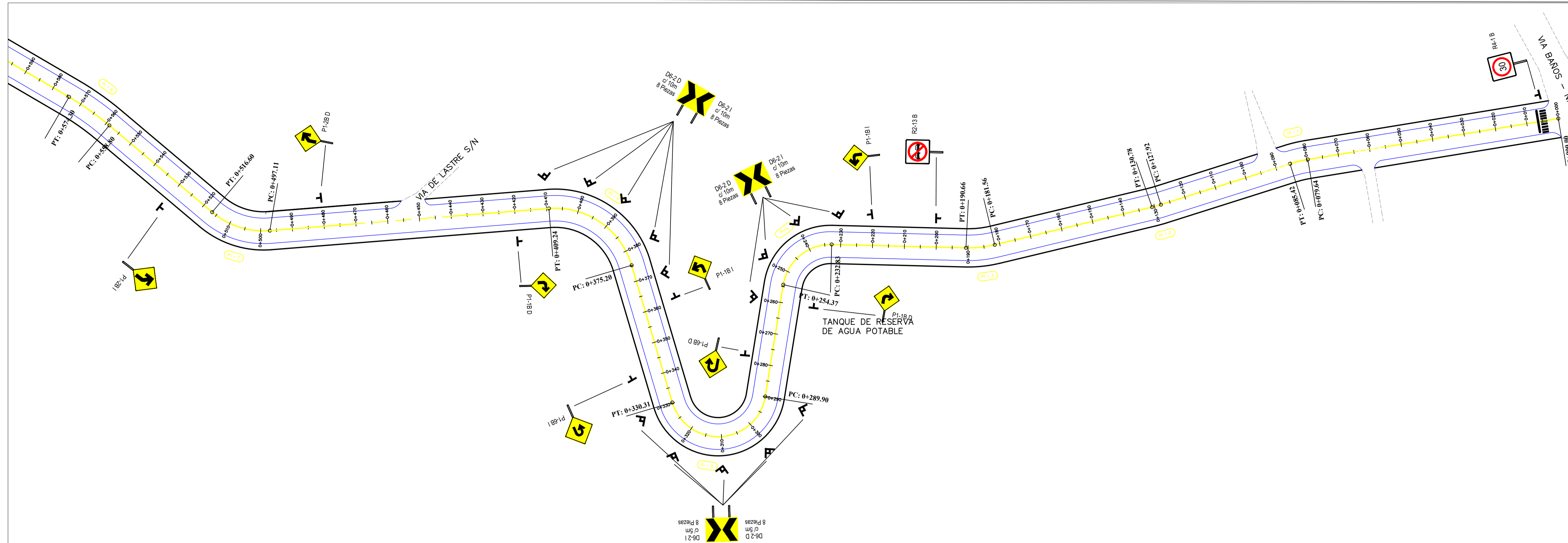
Proyecto: **DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA**

Fecha: Cuenca, Febrero 23. - 2018

Contenido: **DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA "CAMINO A UCHOLOMA"**

Lamina: **4 / 4**

ANEXO 6: PLANOS DE SEÑALIZACIÓN.



UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

- LINEA CONTINUA
- - - LINEA SEGMENTADA
- BORDILLO
- ▤ LINEAS DE CRUCE CEBRA

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

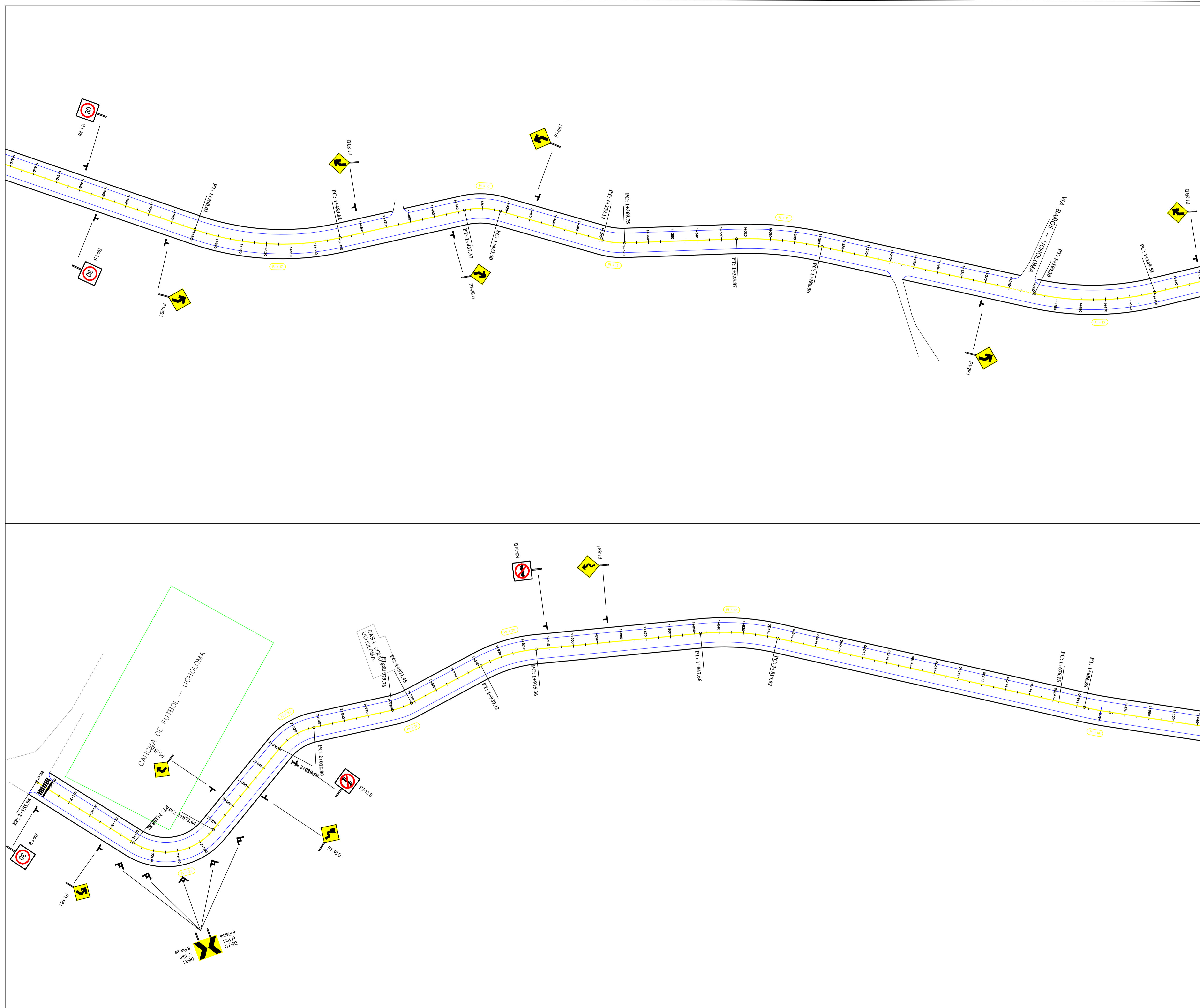
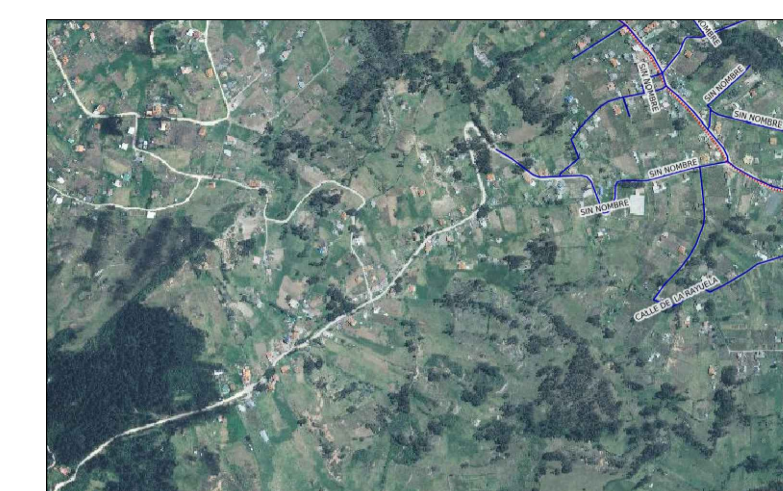
- R4-1B LIMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD
- R2-13B NO REBASAR
- P1-2B1 CURVA ABIERTA IZQUIERDA
- P1-2B2 CURVA ABIERTA DERECHA
- P1-1B2 CURVA CERRADA DERECHA
- P1-1B1 CURVA CERRADA IZQUIERDA
- P1-4B2 CURVA TIPO U DERECHA
- P1-4B1 CURVA TIPO U IZQUIERDA
- P1-5B2 VÍA SINUOSA PRIMERA DERECHA
- P1-5B1 VÍA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA
- P1-3B2 CURVA Y CONTRA CURVA CERRADAS DERECHA - IZQUIERDA
- P1-3B1 CURVA Y CONTRA CURVA CERRADAS IZQUIERDA - DERECHA
- P1-4B2 CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA
- P1-4B1 CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA IZQUIERDA - DERECHA
- D6-21 DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA
- D6-20 DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL DERECHA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Aprobado por:	ING. MSC. LUIS MARIO ALMACHE S. DIRECTOR DE TESIS	NIV - Tesis	Dibujo: LUIS MARCELO AREVALO Z.
		Revisión: Universidad	Revisión: Universidad
		Escalas: 1:750	Escalas: 1:750
		Diseñado por:	LUIS MARCELO AREVALO Z. TESISTA
Proyecto:	DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA	Fecha:	Cuenca, Febrero 23. - 2018
Contenido:	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DESDE LA ABCISCA 0+000 A 1+180	Lamina:	1 / 2

UBICACIÓN



SIMBOLOGÍA

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

- LINEA CONTINUA
- LINEA SEGMENTADA
- BORDILLO
- LINEAS DE CRUCE CEBRA

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

- R4-18 LIMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD 30
- R2-13B NO REBASAR
- P1-2B1 CURVA ABIERTA IZQUIERDA
- P1-2B2 CURVA ABIERTA DERECHA
- P1-1B CURVA CERRADA DERECHA
- P1-1B1 CURVA CERRADA IZQUIERDA
- P1-4B CURVA TIPO U DERECHA
- P1-4B1 CURVA TIPO U IZQUIERDA
- P1-6B VÍA SINUOSA PRIMERA DERECHA
- P1-6B1 VÍA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA
- P1-8B CURVA Y CONTRA CURVA CERRADAS DERECHA - IZQUIERDA
- P1-8B1 CURVA Y CONTRA CURVA CERRADAS IZQUIERDA - DERECHA
- P1-4B2 CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA DERECHA - IZQUIERDA
- P1-4B1 CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA IZQUIERDA - DERECHA
- D6-21 DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL IZQUIERDA
- D6-22 DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL DERECHA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Aprobado por:	NIV - Tesis
	Dibujo: LUIS MARCELO AREVALO Z.
	Revisión: Universidad
	Escala: 1: 750
Diseñado por:	
ING. MSC. LUIS MARIO ALMACHE S. DIRECTOR DE TESIS	LUIS MARCELO AREVALO Z. TESISTA

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DE LA PARROQUIA BAÑOS, CANTON CUENCA
Fecha: Cuenca, Febrero 23. - 2018

Contenido: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA "CAMINO A UCHOLOMA" DESDE LA ABSCISA 1+180 A 2+156
Lamina: 2 / 2

**ANEXO 7: OFICIO DE SECCIÓN REQUERIDA
POR PARTE DEL GAD PARROQUIAL BAÑOS**



Oficio Nro. O-PRE-0415-2017-GADPRB

Cuenca, 17 de noviembre de 2017

Asunto: INFORME

Ingeniero Civil
Luis Mario Almache Sanchez
Director del Proyecto Camino Uchuloma
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
En su Despacho.

Reciba un cordial saludo del Gobierno Parroquial de Baños, por medio de la presente informo que el Departamento de Infraestructura del GADPRB tiene considerado dentro de la planificación del sistema vial de la Comunidad de Uchuloma, 12 metros de ancho.

Sin otro particular suscribo;

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Prof. Edgar David Gutierrez Carmona
PRESIDENTE DEL GAD PARROQUIAL DE BAÑOS

NUT: GADPRB-2017-1286

