

# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**



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

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y  
DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALALCAY- EL  
VERDE ABSCISA 3+600 HASTA LA ABSCISA 7+200**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

**TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**MARCOS XAVIER MORQUECHO CABRERA**

**Director: Ing. Civ. César Humberto Maldonado, M.Sc.**

**2016**



## DECLARACIÓN

Yo, MARCOS XAVIER MORQUECHO CABRERA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito 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 este documento.

---

Marcos Xavier Morquecho Cabrera

C.I:010552891-3



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **MARCOS XAVIER MORQUECHO CABRERA**, bajo mi supervisión.

---

Ing. Msc. Cesar Maldonado

DIRECTOR



## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres y hermanos por su apoyo, esfuerzo y abnegación, sin los cuales no habría podido culminar mi carrera universitaria.

Además se lo dedico a mi hijo, mi mayor motivación y fortaleza para culminar este trabajo investigativo.



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría, guiarme en cada paso que he dado e iluminarme en la culminación de este trabajo.

A la Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Ingeniería Civil, al personal docente por haberme formado profesionalmente, y en especial al ingeniero Cesar Maldonado, tutor de mi tesis por guiarme y solucionar mis inquietudes relacionadas al trabajo de investigación.

Al GAD Municipal de Cuenca, y GAD Parroquial de El Valle por permitirme realizar el este trabajo investigativo, facilitándome información y aportando con logística para el efecto

Al ingeniero Mauro Dávila, quien con sus conocimientos, su experiencia y su paciencia me ha ayudado a culminar exitosamente el desarrollo de este proyecto.

Finalmente a todos quienes colaboraron de una u otra manera el desarrollo de la presente Tesis, les quedaré muy agradecido.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN .....i

CERTIFICACIÓN..... ii

DEDICATORIA..... iii

AGRADECIMIENTOS.....iv

RESUMEN .....xiv

ABSTRACT .....xv

CAPITULO I. ANTECEDENTES ..... 1

    1.1  OBJETIVO Y ALCANCE ..... 1

        1.1.1  OBJETIVO GENERAL..... 1

        1.1.2  OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 2

    1.2  ALCANCE ..... 2

    1.3  UBICACIÓN, ACCESO Y DATOS DEL TRAMO VIAL ..... 3

        1.3.1  UBICACIÓN ..... 3

        1.3.2  ACCESO..... 4



1.4 MARCO DE REFERENCIA LEGAL .....5

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....6

1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TRAMO VIAL .....6

CAPITULO 2 ESTUDIOS PRELIMINARES .....8

2.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....8

2.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO. ....8

2.1.2 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.....10

2.1.3 PERFIL TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL. ....10

2.2 ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR.....11

2.2.1 AFORO VEHICULAR.....12

2.2.2 TRAFICO ACTUAL .....12

2.2.3 TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A) .....14

2.2.4 PROYECCIÓN DE TRÁFICO .....17

2.3 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN SU ORDEN.....18

2.4 CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD (FUNCIÓN DEL TPDA).....19

2.5 CLASIFICACIÓN EN BASE AL TPDA .....19



2.6	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL DESEMPEÑO DE LAS CARRETERAS.....	20
CAPITULO 3 DISEÑO VIAL.....		21
3.1	ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	21
3.1.1	CRITERIOS GENERALES.....	21
3.1.2	TANGENTES.....	21
3.1.3	CURVAS CIRCULARES.....	22
3.1.4	CURVA DE TRANSICIÓN.....	25
3.1.5	SOBRE ANCHO.....	25
3.1.6	GRADIENTES TRANSVERSALES.....	25
3.1.7	CARRILES DE TRÁFICO.....	27
3.1.8	TALUDES.....	28
3.1.9	CUNETAS.....	29
3.2	ALINEAMIENTO VERTICAL.....	29
3.2.1	CRITERIOS GENERALES.....	29
3.2.2	GRADIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS.....	30
3.2.3	LONGITUDES CRÍTICAS DE GRADIENTES PARA EL DISEÑO.....	31



3.2.4	CURVAS VERTICALES: CÓNCAVAS Y CONVEXAS .....	32
3.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	34
3.3.1	SECCIONES TRANSVERSALES .....	36
3.3.2	ÁREA DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES .....	36
3.3.3	CÁLCULO DE VOLÚMENES.....	37
3.3.4	DIAGRAMA DE MASAS .....	38
CAPITULO 4 ESTUDIO DE SUELOS .....		39
4.1	INTRODUCCIÓN.....	39
4.2	ESTUDIO DE LABORATORIO .....	39
4.2.1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	39
4.2.2	LIMITE LÍQUIDO .....	40
4.2.3	LIMITE PLÁSTICO.....	40
4.2.4	DETERMINACIÓN DEL CBR .....	41
4.2.5	GRADO DE COMPACTACIÓN .....	41
4.2.6	RESUMEN DE RESULTADOS.....	41
CAPITULO 5 DISEÑO DE PAVIMENTOS.....		43



5.1	INTRODUCCIÓN.....	43
5.2	VARIABLES GENERALES DE DISEÑO .....	43
5.2.1	LIMITACIONES DE TIEMPO.....	43
5.2.2	TRÁFICO .....	44
5.2.3	CONFIABILIDAD .....	48
5.2.4	IMPACTO DEL AMBIENTE.....	49
5.3	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA EL PROCESO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	50
5.3.1	MODULO RESILIENTE DEL MATERIAL DE RASANTE ( $MR_{RASANTE}$ ) 50	
5.3.2	ELECCIÓN DEL CBR DE DISEÑO.....	51
5.3.3	MÓDULO RESILIENTE SUB-BASE, BASE Y CONCRETO ASFÁLTICO 52	
5.4	ECUACIÓN DE DISEÑO.....	53
5.5	DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.....	54
5.5.1	DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO .....	54
5.6	COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA.....	57



5.6.1	CAPA ASFÁLTICA.....	58
5.6.2	BASE.....	59
5.6.3	SUB-BASE.....	61
5.7	COEFICIENTE DE DRENAJE .....	62
5.8	CÁLCULO DE ESPESORES POR CAPA.....	64
5.8.1	DIAGRAMAS DE LA CARPETA ASFÁLTICA .....	66
CAPITULO 6 DRENAJE .....		67
6.1	DRENAJE SUPERFICIAL .....	67
6.1.1	DISEÑO DE CUNETAS.....	67
6.1.2	CALCULO DE CUNETAS.....	74
6.1.3	CALCULO DE ALCANTARILLAS .....	75
6.2	DRENAJE SUBTERRÁNEO .....	77
CAPITULO 7 PRESUPUESTO.....		78
CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		80
8.1	CONCLUSIONES.....	80
8.2	RECOMENDACIONES .....	81



CAPITULO 9 BIBLIOGRAFÍA .....	82
LISTADO DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
CAPITULO 10 ANEXOS .....	83
10.1    ANÁLISIS DE SUELOS .....	83
10.2    PLANOS .....	84

**LISTADO DE FIGURAS**

Figura 1.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO .....	1
Figura 1.3.1 MAPA DE UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	4
Figura 2.2.1. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR 1 .....	12
Figura 2.2.2. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR 2 .....	13
Figura 3.1.1 DEMOSTRACIÓN GRÁFICA DE LA TANGENTE.....	22
Figura 3.1.2 SECCIÓN 1 DE LA VÍA GUALALCAY - EL VERDE.....	27
Figura 3.1.3 SECCIÓN 2 DE LA VÍA GUALALCAY - EL VERDE.....	27
Figura 3.1.4 DISEÑO HORIZONTAL DE LA PARTE DE UNA VÍA.....	28
Figura 3.2.1 CURVAS CÓNCAVAS Y CONVEXAS.....	32
Figura 3.3.1 CORTE EN LA ABSCISA 3+660 .....	37
Figura 3.3.2 RELLENO EN LA ABSCISA 4+360.....	37
Figura 5.1.1 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO .....	43
Figura 5.3.1 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO.....	52
Figura 5.6.1 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA ASFÁLTICA.....	59
Figura 5.6.2 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA BASE a2 .....	61
Figura 5.6.3 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUB-BASE a3.....	62
Figura 5.8.1 DIAGRAMA DE LA CARPETA ASFÁLTICA .....	66
Figura 6.1.1 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CUNETAS Y CANALES TRIANGULARES.....	67
Figura 6.1.2 OBRA TIPO A UTILIZARSE EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE LAS ALCANTARILLAS.....	77

**LISTADO DE FOTOS**

Foto 2.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	8
Foto 2.1.2 HITOS GEORREFERENCIADOS.....	10

**LISTADO DE TABLAS**

Tabla 2.2.1. CONTEO VEHICULAR DE LA ESTACIÓN 1.....	14
Tabla 2.2.2 CONTEO VEHICULAR DE LA ESTACIÓN 2.....	14
Tabla 2.2.3 TABLA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE (AZUAY) .....	16
Tabla 2.2.4 CALCULO DE LA TPDA .....	17
Tabla 2.2.5. TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR AZUAY .....	18
Tabla 2.2.6 PROYECCIÓN FUTURA DE TRÁFICO PARA LOS AÑOS DE DISEÑO .....	18
Tabla 2.5.1 CLASIFICACIÓN VIAL EN FUNCIÓN DEL TPDA.....	20
Tabla 3.1.1 TASA DE SOBREELEVACIÓN DEPENDIENDO DEL TIPO DE ÁREA.....	23
Tabla 3.1.2 PERALTE MÁXIMO Y RADIO MÍNIMO .....	23
Tabla 3.1.3 TABLA DE CURVAS CIRCULARES DEL TRAMO 3+600 HASTA 7+200.....	24
Tabla 3.1.4 TABLA DE CURVA ESPIRAL.....	25
Tabla 3.1.5 PERALTES A UTILIZARSE SEGÚN LA VELOCIDAD DE DISEÑO .....	26



Tabla 3.2.1 PENDIENTES MÁXIMAS .....	31
Tabla 3.3.1 VALORES DEL ÍNDICE DE CURVATURA PARA EL CALCULO DE CURVAS VERTICALES .....	35
Tabla 3.3.2. TABLA DE VALORES DEL ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNCAVA.....	35
Tabla 4.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE TODOS LOS POZOS .....	39
Tabla 4.2.2 RESULTADOS DE LL, LP, IP.....	40
Tabla 4.2.3 VALORES DE CBR .....	41
Tabla 4.2.4 RESULTADO DE ENSAYOS DE SUELOS.....	42
Tabla 5.2.1 LAPSOS DE DISEÑO SUGERIDOS .....	44
Tabla 5.2.2 VALORES DE SERVICIABILIDAD FINAL RECOMENDADOS .....	45
Tabla 5.2.3 FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGAS "FACTOR CAMIÓN".....	46
Tabla 5.2.4 VALORES RECOMENDADOS "FDC" .....	47
Tabla 5.2.5 VALORES RECOMENDADOS DEL % EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO.....	47
Tabla 5.2.6 EJES EQUIVALENTES DE CARGAS DE DISEÑO .....	47
Tabla 5.2.7 NIVELES RECOMENDADOS DE CONFIABILIDAD "R" .....	48
Tabla 5.2.8 VALORES DE ZR EN FUNCIÓN DE LA CONFIABILIDAD .....	48
Tabla 5.2.9 VALORES RECOMENDADOS EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SO) .....	49
Tabla 5.2.10 VALORES RECOMENDABLES DE SERVICAPACIDAD FINAL (PT) .....	49
Tabla 5.3.1 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO .....	51
Tabla 5.5.1 CÁLCULO DE SN ESTRUCTURAL .....	55
Tabla 5.5.2 NUMERO ESTRUCTURAL SN CARPETA ASFÁLTICA.....	55
Tabla 5.5.3 NUMERO ESTRUCTURAL SN BASE.....	56
Tabla 5.5.4 NUMERO ESTRUCTURAL SN SUB-BASE .....	57
Tabla 5.6.1 CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO .....	57
Tabla 5.6.2 CRITERIO DE LA ESTABILIDAD DE MARSHALL .....	58
Tabla 5.7.1 CALIDAD DE DRENAJE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE RETENCIÓN DE HUMEDAD .....	63
Tabla 5.7.2 COEFICIENTES DE DRENAJE "MI" DE LAS CAPAS DE BASE Y SUB-BASE .....	64
Tabla 5.8.1 ESPESORES DE LA CARPETA DE RODADURA 2016 – 2026 .....	64
Tabla 5.8.2 NÚMEROS ESTRUCTURALES 2016 – 2026 .....	65
Tabla 5.8.3 ESPESORES DE LA CARPETA DE RODADURA 2026 – 2036 .....	65
Tabla 5.8.4 NÚMEROS ESTRUCTURALES 2026- 2036.....	65
Tabla 6.1.1 VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD O DE MANNING EN CANALES .....	69
Tabla 6.1.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	70
Tabla 6.1.3 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CUNETAS Y CANALES TRIANGULARES.....	72
Tabla 6.1.4 UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS EXISTENTES Y SUGERIDAS PARA EL TRAMA VIAL GUALALCAY - EL VERDE.....	73
Tabla 6.1.5: VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN CANALES Y CUNETAS REVESTIDAS.....	74
Tabla 6.1.6 CALCULO DE CAPACIDAD DE LAS CUNETAS .....	74
Tabla 6.1.7 CALCULO DE CAPACIDAD DE LAS ALCANTARILLAS .....	75



## RESUMEN

El presente proyecto “**ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALALCAY EL VERDE ABSCISA 3+600 HASTA 7+200**” comprende el incremento de su franja vial, pavimentación completa de la vía, implementación de obras de drenaje, que permitirán mejorar las condiciones de desarrollo de los asentamientos poblacionales de la zona. Para el efecto, se realizó el diseño geométrico del tramo en mención, partiendo de un estudio del tráfico a través de un conteo vehicular. Paralelamente, los trabajos de topografía que permitieron conocer el relieve, las características del terreno y zonas consolidadas; posteriormente, mediante la herramienta AutoCAD Civil 3D se efectuó el alineamiento horizontal y vertical con sus respectivas secciones transversales, cálculo de áreas y volumen de movimiento de tierra; para todo ello, se consideró las Normas de Diseño Geométrico NEVI 2012, el método AASHTO ‘93 adoptado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, entre la más importantes que rigen actualmente en el país. Finalmente, considerando que las vías de comunicación constituyen un elemento indispensable y sustancial en el desarrollo social y económico de un pueblo, el objetivo del presente trabajo se orienta a brindar a sus usuarios comodidad, seguridad y ahorros en el tiempo de recorrido.

**PALABRAS CLAVE:** Alineamiento horizontal, Sección transversal, Diseño geométrico.



## ABSTRACT

This project "STUDY OF THE CORRECTION, IMPROVEMENT AND DESIGN PAVING OF THE GUALALCAY EL VERDE ROAD ABSCISSA 3 + 600 to 7 + 200" is to enhance the road geometry, pavement, drainage implementation, which will optimize the development conditions of the population settlement in the area. For this purpose, the geometric design of the mentioned section is carried out, based on a study of traffic through a vehicle count. In parallel, surveying work that allowed knowing the relief terrain features and consolidated areas; subsequently with the use of AutoCAD Civil 3D tool the horizontal and vertical alignment with their respective cross sections, calculation of areas and earth moving volume was made; for all, Geometric Design Standards considered NEVI 2012, '93 AASHTO method adopted by the Ministry of Transport and Public Works. Finally, considering that communication channels are an indispensable and substantial element in the social and economic development of a city, the objective of this work is aimed to provide its users with comfort, safety and savings time in traveling. KEY WORDS: Horizontal Alignment, Cross Section, Geometric Design.

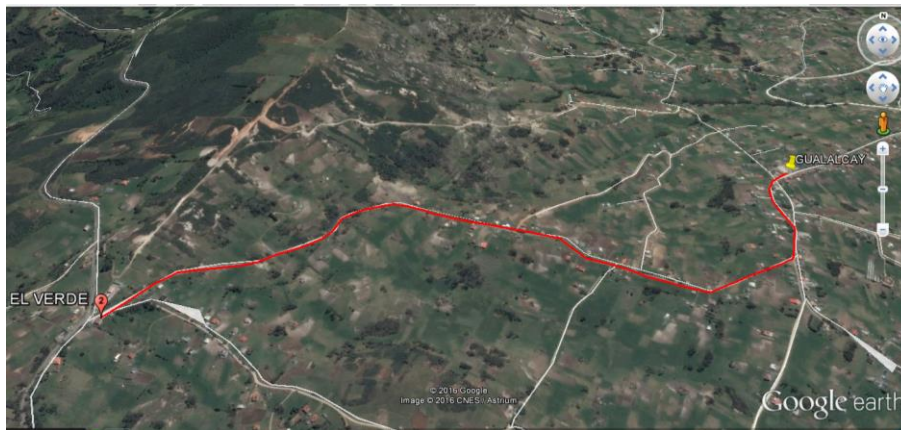
Cuenca, 19 de abril de 2016.

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

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

Realizar el “ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALALCAY EL VERDE ABSCISA 3+600 HASTA 7+200”

**Figura 1.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO**



**Fuente:** GOOGLE EARTH

La mayor parte de los habitantes de la comunidad Gualalcay – El Verde se dedican a actividades de Comercio y la Ganadería, requiriendo necesariamente contar con infraestructura vial que cumpla los lineamientos de seguridad y anchos solicitados y poder dar una mejor calidad de vida.

### 1.1 OBJETIVO Y ALCANCE

#### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un Diseño Geométrico (Horizontal y Vertical) y de Pavimentos del trayecto de la Vía Gualalcay- El Verde, a efectos de mejorar las condiciones de vida conforme lo establece el Plan del Buen Vivir.



### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar las condiciones de infraestructura vial e identificar los principales riesgos presentes en el tramo vial Gualalcaiy- El verde.
2. Levantar información topográfica necesaria para diseñar el tramo vial Gualalcaiy – El Verde, cumpliendo con las normas técnicas del MTOP.
3. Realizar el conteo de la TPDA (tráfico promedio diario anual).
4. Realizar los ensayos de laboratorio.
5. Buscar alternativas que mejoren las condiciones del diseño horizontal y vertical así como mejoras para el pavimento.

### 1.2 ALCANCE

El estudio propuesto para el tramo vial de Gualalcaiy- El verde, permitirá reforzar y mejorar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera Universitaria; también brindará al Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca datos y estudios técnicos necesarios para brindar futuros servicios a los pobladores del sector así como también a los de sectores aledaños.

De manera esencial el estudio servirá para solucionar el problema de inseguridad en la circulación vehicular y peatonal que enfrenta el sector, al disponer una vía de óptimas condiciones.

Debido al aspecto que presenta la vía, se ve la importancia de realizar el diseño y a futuro la ejecución de la obra, lo cual mejorará la comunicación entre las comunidades que se ubican alrededor del proyecto.



### 1.3 UBICACIÓN, ACCESO Y DATOS DEL TRAMO VIAL

#### 1.3.1 UBICACIÓN

El proyecto vial se encuentra ubicado en el cantón Cuenca de la provincia del Azuay, al suroeste de la ciudad de Cuenca y a una altura aproximada de 2600 m.s.n.m.

Límites:

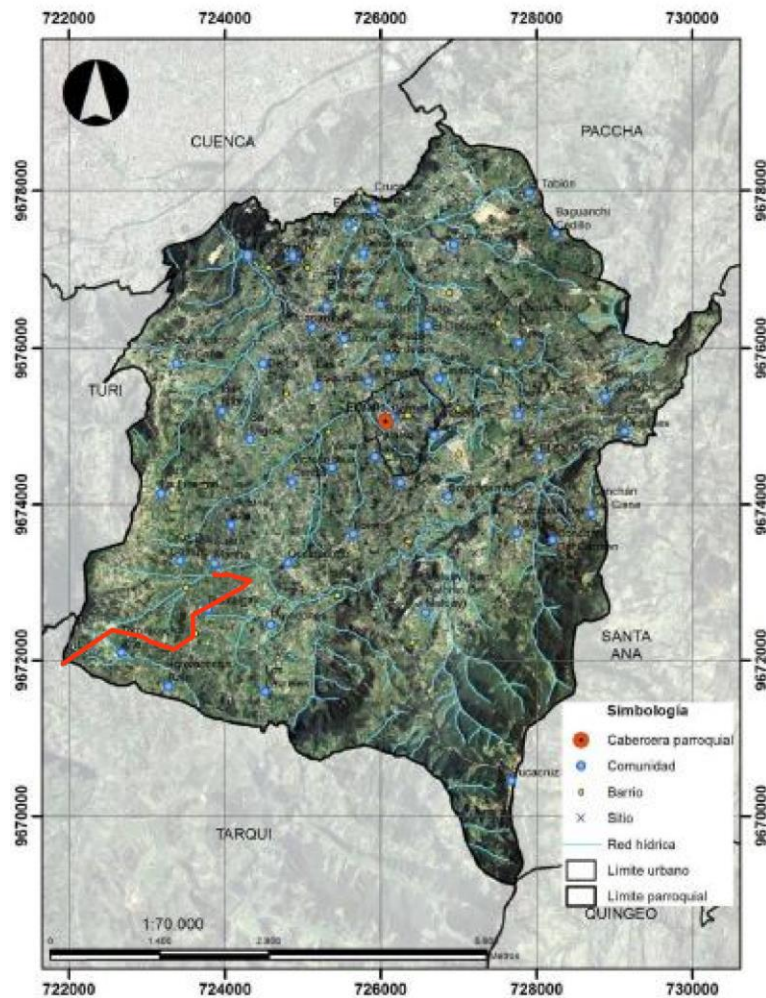
**Norte:** Con el límite urbano de la ciudad de Cuenca.

**Sur:** Con las parroquias Tarqui y Quingeo.

**Este:** Con la parroquia Santa Ana y Paccha.

**Oeste:** Con la parroquia Turi.

Figura 1.3.1 MAPA DE UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO



Fuente: SENPLADES, TRABAJO DE CAMPO

### 1.3.2 ACCESO

El acceso la vía en estudio se da partiendo desde la Av. 12 de Octubre y Autopista Cuenca-Azogues, se va por la vía a la nueva cárcel y se toma el desvío a mano derecha el desvío a Tarqui donde se avanza aproximadamente 6 km llegando a El verde punto final del proyecto y avanzando 3.6 km hasta llegar a Gualalcay.



#### 1.4 MARCO DE REFERENCIA LEGAL

El marco legal aplicable y que deben ser considerados en el desarrollo del diseño de la Vía objeto de estudio (Gualalcaiy - El Verde) de manera sucinta, se expone a continuación:

- NEVI-12. (2013). Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes Volumen 3. Quito.
- NEVI-12. (2013). Norma para estudios y diseños viales Volumen 2 libro A. Quito.
- NEVI-12. (2013). Norma para estudios y diseños viales volumen 2 libro B. Quito.”.
- Guía AASHTO 93.

Para el análisis referente a Suelos, se ha considerado las siguientes normas legales:

- Contenido de humedad (Norma de referencia ASTM D 2216),
- Granulometría (Normas de referencia: AASHTO 7-87-70, 7-88-70 - ASTM D421-58, D422- 63)
- Límite plástico (Normas de referencia: ASTM D424 -59 - AASHTO T- 90-56 )
- Límite líquido (Normas de referencia: ASTM DM 23-66 - AASHTO T- 89-68)
- Proctor modificado tipo C (Normas de referencia: ASTM D -698– 91, D 1557 - 91 - AASHTO T-180 – 93, T-99-94)
- CBR de laboratorio (Normas de referencia: ASTM D -1883 - 73 - AASHTO T – 193 - 63)

Finalmente es preciso indicar que se ha considerado también lo establecido en el Plan de Desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia El Valle, respecto a su interés de promover un sistema de conectividad vial ordenado y equilibrado.



## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El estudio propuesto para el tramo vial de Gualalcay - El Verde, brindará al Gobierno Autónomo Descentralizado de Cuenca datos y estudios técnicos necesarios para mejorar la red vial del sector y alrededores.

Por tanto, debido a las condiciones que presenta el camino vecinal se consideró la importancia de realizar el estudio y diseño del tramo vial en estudio el cual servirá como base para la futura ejecución de la obra propuesta, a su vez permitirá mejorar la movilización y comunicación entre los pobladores de dichas localidades. Se espera que con la vía en buen estado se generara un flujo vehicular donde los conductores emplearán menos tiempo en el recorrido y tendrán un rápido acceso hacia establecimientos de salud, escuelas, etc. y así mejorar su calidad de vida.

## **1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TRAMO VIAL**

La vía, objeto de estudio, se ha encontrado constantemente afectada por las lluvias que se presentan durante la estación invernal; obteniéndose como resultado el deterioro del camino y en algunos casos daños significativos en la calzada y alcantarillas, perjudicando así la actividad normal de desarrollo de la zona.

Actualmente se dispone en el sector de una vía lastrada, con anchos variables de 4 a 7 metros y atarjeas diversas con tubos de hormigón sin muros de cabeza, la calzada consta de un solo carril por sentido para circulación vehicular.



Debido a la sinuosidad del camino existen muchas curvas y contra curvas muy cerradas de radios muy bajos, sumado al mal estado de la calzada, solo permiten circular a velocidades inferiores a los 20 Km/h.

Así la vía consta de una capa de rodadura compuesta de material pétreo, sin recubrimiento, constituida por gravas naturales no trituradas y que no cumplen con los requisitos de granulometrías y plasticidad recomendados para material de base o sub - base de donde se pudiera partir con el diseño de la carpeta de rodadura; su espesor es variable llegando casi a los 20 cm en algunos tramos.

No presenta gradiente transversal y el drenaje tanto longitudinal como transversal es deficiente ya que las alcantarillas están deterioradas y, en algunos casos, su capacidad es insuficiente.

Bajo este contexto, la ampliación de la vía en estudio es de suma importancia, ya que así se mejorarán el acceso a las necesidades básicas de los habitantes de esta zona como acceso a centros educativos, médicos, etc.

## CAPITULO 2 ESTUDIOS PRELIMINARES

### 2.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Foto 2.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Fuente: MARCOS MORQUECHO

Para el desarrollo de la presente tesis se llevó a cabo el levantamiento topográfico de la franja de la vía, siendo este un factor importante para la elección de los valores de diferentes parámetros que intervienen para el óptimo diseño de la misma.

Además se tomaron los datos necesarios para la mejor representación gráfica y elaboración del mapa del área de estudio. El presente trabajo incluye el levantamiento topográfico del proyecto y la nivelación del eje vertical.

#### 2.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO.

El levantamiento incluyó todos los trabajos en campo que componen el alineamiento actual y altimetría necesaria para establecer la franja aproximada de 20 m a cada uno de los lados del eje de la vía, en los tramos ya consolidados se tomó la distancia máxima hasta los muros y cerramientos.



En los distintos ramales existentes se tomó un aproximado de 30 m de longitud para que sean plenamente identificados.

La vía en estudio posee una topografía bastante variable, en la parte inicial aproximadamente en la abscisa 3+650 nos encontramos con una primera gran quebrada la cual pasa por la vía por medio de una alcantarilla de 1200 mm aproximadamente, con una topografía ondulada predominantemente, además observamos poca presencia de viviendas que mantienen dicho patrón hasta la zona más consolidada aproximadamente desde la abscisa 4+700 hasta la abscisa 4+960, seguidamente observamos otras quebradas en las abscisas 6+485, 6+600 y 6+900 la cual son secas en la mayoría del tiempo y para cuando se requiera pasar la vía lo hacen por alcantarillas de aproximadamente 400 mm, además se indica que la topografía en su mayor parte es llana a excepción de la zona desde la abscisa 6+500 hasta la parte final de la misma, a esto para la etapa de construcción de la nombrada vía se prevé que exista un considerable movimiento de tierras, como por ejemplo en los tramos desde abscisa 3+600 hasta 3+920 y 6+400 hasta 7+280 se realizará corte y relleno

Para el desarrollo del levantamiento topográfico se utilizó la Estación total Trimble S3, previo al trabajo de campo donde se colocó 2 pares de hitos los cuales se tomaron en coordinación con la Unidad de Avalúos y Catastros del Gad Municipal de Cuenca, posteriormente se realizó el proceso de datos para obtener las coordenadas geo referenciadas con una precisión de 0,002 metros.

**Foto 2.1.2 HITOS GEORREFERENCIADOS**

**Fuente:** MARCOS MORQUECHO

El levantamiento de la vía se inició desde el hito GP32 referenciado con el GP33 desde la vía Gualalcay hasta el sector denominado El Verde. Para lo cual se colocó 25 estacas hasta llegar al tramo final en donde se comprobó el error al llegar a los hitos GP30 y GP31, dicho proceso duró 7 días con un avance promedio de 500 m. por día.

**2.1.2 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA.**

Después de haber hecho una propuesta del diseño horizontal la cual se encuentra en los planos finales de diseño, se sacó los datos para replantear el eje de la vía cada 20 m. en tramos rectos y cada 10 m. en curvas para luego proceder a nivelar el tramo en estudio.

**2.1.3 PERFIL TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL.**

La aplicación más importante de la nivelación es la obtención de perfiles del terreno, un perfil es una sección en proyección vertical obtenida por la intersección de la superficie con un corte que pasa por una alineación determinada donde pueden ser visibles claramente las irregularidades del terreno (Nadia, nd). Para este proyecto los perfiles transversales fueron obtenidos a una distancia de 20 m. en tramos rectos, mientras que en los tramos en curva, cada 10 m.



Para el diseño de la carretera se emplean dos tipos de perfiles: longitudinales y transversales.

- Perfil longitudinal: Sección a lo largo del eje de la vía, este perfil fue obtenido a partir del levantamiento topográfico del terreno y luego del proceso de generación de curvas de nivel que se realizaron cada metro y la curva maestra cada 5m
- Perfil transversal: Sección producida por planos perpendiculares al eje longitudinal de la vía. Esto se realizó en una escala H 1:1000 y V 1:100 en los cuales se observó las distintas inflexiones de la vía, para la cual se optimizó el diseño vertical para mejorar la visibilidad y pendientes máximas que se puede dar a la vía en estudio.

Estos perfiles fueron elaborados en base a la medición de distancias y cotas del terreno.

Tanto los perfiles longitudinales como los transversales se detallan en los planos definitivos.

## **2.2 ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR**

El volumen de tráfico así como el tipo de vehículos que circulan por una vía, son parámetros que influyen de forma directa en el diseño de la misma, estos a su vez determinan el grado de ocupación y operación de la vía en estudio.

El estudio de tráfico determina el peso, cantidad y dimensiones de los vehículos que transitaran por la dicha vía, y son necesarios para realizar el diseño geométrico y estructural del pavimento.

### 2.2.1 AFORO VEHICULAR

Para proyectar una vía ya existente, la selección del tipo de camino, intersecciones, velocidad, entre otros parámetros de diseño depende del resultado del volumen de tránsito que circule por dicha vía.

Por ende uno de los datos necesarios para determinar este valor es el TPDA (Tránsito promedio diario anual) siendo éste el promedio de los volúmenes diarios que registra en un determinado tiempo, con dicho valor se procede a continuar el proceso que se indica en los incisos siguientes.

### 2.2.2 TRAFICO ACTUAL

Se instalaron 2 estaciones de conteo a lo largo de la vía, estos ubicados en puntos estratégicos que permitiera que el estudio de tráfico sea representativo, la estación 1 de conteo vehicular se ubicó en la abscisa 4+900, con coordenadas UTM – 17S (723672E: 9672640N)

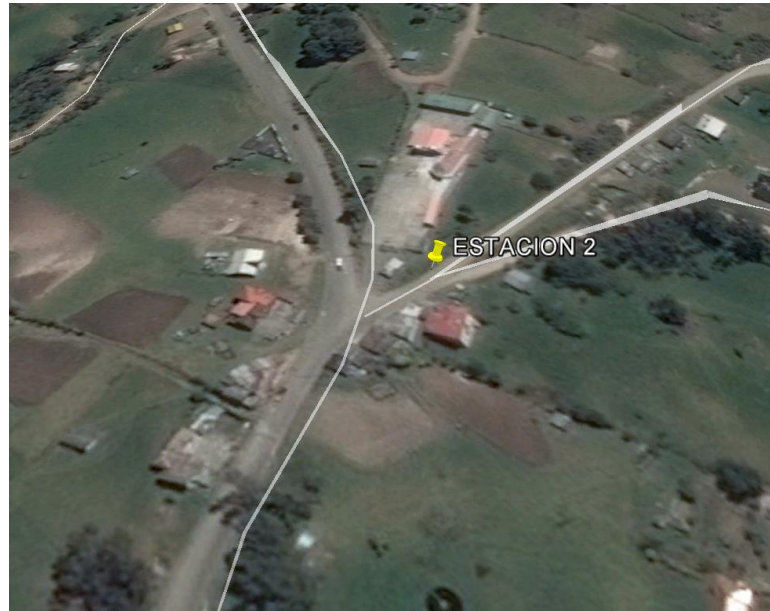
**Figura 2.2.1. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR 1**



**Fuente:** GOOGLE EARTH

La estación 2 de conteo vehicular se ubicó en la abscisa 7+240, con coordenadas UTM - 17 (721904E: 9671935N)

**Figura 2.2.2. ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR 2**



**Fuente:** GOOGLE EARTH

Los resultados de dichos conteos se tomaron de forma manual y los mismos están expresados en las tablas 2.2.1 y 2.2.2.

El conteo vehicular se realizó los días sábado 5, domingo 6, lunes 7, martes 8, miércoles 9 de marzo del año 2016, días que son los más representativos y que son suficientes para establecer un valor cercano a lo real del volumen total de vehículos.



Tabla 2.2.1. CONTEO VEHICULAR DE LA ESTACIÓN 1

ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR #1							
Tipo de vehículo	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	PROMEDIO	
Livianos	676	1002	689	698	696	752	
Pesados	Buses	22	27	48	44	49	38
	Camiones 2 ejes	22	14	36	41	39	30
	Camiones 3 ejes	0	0	0	0	0	0
TOTAL	720	1043	773	783	784	820	

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

Tabla 2.2.2 CONTEO VEHICULAR DE LA ESTACIÓN 2

ESTACIÓN DE CONTEO VEHICULAR #2							
Tipo de vehículo	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	PROMEDIO	
Livianos	568	702	554	536	615	595	
Pesados	Buses	0	0	0	0	0	
	Camiones 2 ejes	17	14	25	22	34	22
	Camiones 3 ejes	0	0	0	0	0	0
TOTAL	585	716	579	558	649	617	

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

### 2.2.3 TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A)

Al no poseer datos de una estación de conteo permanente que brinde datos de las variaciones diarias, semanales y estacionales como lo recomienda el Ministerio de Transporte y Obras Pública se procede a determinar el valor del TPDA con la ecuación 1 (2013), considerando un conteo virtual sabiendo que se los obtiene de datos estadísticos de producción y consumo de la zona aledaña a la vía obtenidos del análisis de las actividades socioeconómicas de la comunidad.



$$TPDA = T_o * FH * FD * FS * FM \quad (1)$$

Dónde:

To = tráfico observado

FH = factor horario

FD = factor diario

FS = factor semanal

FM = factor mensual

TRAFICO OBSERVADO: este valor es el indicado en las tablas 2.2.1. y 2.2.2.

FACTOR HORARIO: este factor transforma el volumen horario promedio a volumen diario promedio, para el presente calculo partimos de valores semanales y para su posterior transformación a valores mensual y anual y por ende no se utilizó este factor y lo asumimos un FH = 1 para no alterar el valor de la ecuación.

FACTOR DIARIO: de igual manera al no contar con estaciones de conteo continuo se desconoce el dato exacto del número de vehículos totales en la semana y por lo de igual manera se utilizara un valor de FD = 1.

FACTOR SEMANAL: transforma el volumen semanal promedio al volumen mensual promedio, este valor se obtiene al dividir el número de días del mes conteo que se realizó en el mes de marzo (31días) para el número de días del mes con menos cantidad de días Febrero (28) días FS = 1.107



FACTOR MENSUAL: Este transforma el volumen mensual promedio al volumen anual promedio de tráfico que también es conocido como (TPDA).

Para determinar este factor, se optó por el cálculo mediante los valores de consumo de combustible, utilizando la relación entre el consumo mensual promedio para el consumo del mes de conteo, considerando que el proyecto se ubica en la Parroquia El Valle del Cantón Cuenca, Provincia del Azuay; se utilizó valores de consumo de dicha provincia los que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2.2.3 TABLA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE (AZUAY)**

Mes	Gas.Ext	Dies.Prem	Gas.Sup	Diesel 2	Total
Enero	3622755	4040065	713854	36613	8413287
Febrero	3308580	3888162	705940	0	7902682
Marzo	3757166	4243605	730579	0	8731350
Abril	3489568	4067110	628805	0	8185483
Mayo	3842505	4372993	644979	0	8860477
Junio	3760483	4266426	619097	0	8646006
Julio	3834237	4355031	634345	0	8823613
Agosto	4100802	4276157	635003	0	9011962
Septiembre	3809522	4084740	561127	0	8455389
Octubre	3994172	4401091	574686	0	8969949
Noviembre	3681192	4326207	573306	0	8580705
Diciembre	3772644	4535771	600426	0	8908841
<b>Total</b>	<b>44.973.626</b>	<b>50.857.358</b>	<b>7.622.147</b>	<b>36.613</b>	<b>103.489.744</b>
Promedio de consumo mensual					<b>8.624.145</b>

Fuente: PETROECUADOR

Ya que el mes de conteo fue marzo el factor mensual se obtiene al dividir el promedio de consumo mensual igual a 8624145 gls para el consumo del mes de conteo igual a 8731350 gls dando como resultado un FM = 0.98.



Tabla 2.2.4 CALCULO DE LA TPDA

CÁLCULO DE TPDA								
TRÁFICO OBSERVADO		FACTOR HORARIO	FACTOR DIARIO	FACTOR SEMANAL	FACTOR MENSUAL	TPDA	DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO	
Tipo de vehículo	VOLUMEN							
Livianos		1	1	1.107	0.98	816	91.69%	
Pesados	Buses					38	41	4.61%
	Camiones 2 ejes					30	33	3.71%
	Camiones 3 ejes					0	0	0.00%

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

## 2.2.4 PROYECCIÓN DE TRÁFICO

Para realizar la proyección de tráfico se utiliza el método de proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional indicado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (ecuación 2). (2013)

$$TPDA_{2036} = TPDA_{2016} * (1 + i)^n \quad (2)$$

Dónde:

To = tráfico observado

i = tasa de crecimiento de vehículos

n = número de años

La tasa de crecimiento del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, para la provincia del Azuay, indicadas en la tabla 2.2.5 se usa para aplicar en la ecuación (2).



Tabla 2.2.5. TASAS DE CRECIMIENTO VEHICULAR AZUAY

Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2010-2015	4.39	1.69	3.37
2015-2020	3.88	1.5	3.08
2020-2025	3.38	1.35	2.78
2025-2030	3.02	1.23	2.52
2030-2035	2.77	1.13	2.29

Fuente: MTOP, 2012

Elaboración: (Ministerio de Transporte y Obras Publicas)

Se determina la proyección de vehículos con la ecuación (2) para el presente proyecto para el año 2036, considerando un periodo de diseño de 20 años como se muestra en la tabla 2.2.6 que indica TPDA de diseño de 1511 vehículos diarios promedio anuales.

Tabla 2.2.6 PROYECCIÓN FUTURA DE TRÁFICO PARA LOS AÑOS DE DISEÑO

PROYECCIÓN DEL TPDA				
TPDA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2016	816	41	33	890
2020	950	43	37	1030
2025	1100	46	42	1188
2030	1237	48	46	1331
2035	1371	50	50	1471
2036	1409	51	51	1511

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

### 2.3 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN SU ORDEN

Las carreteras se clasifican según los siguientes criterios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013).

- Clasificación por capacidad (Función del TPDA).
- Clasificación por jerarquía en la red vial.
- Clasificación por condiciones orográficas.



- Clasificación por número de calzadas.
- Clasificación en función de la superficie de rodamiento.

#### **2.4 CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD (FUNCIÓN DEL TPDA)**

Con el fin de garantizar la eficiencia de las vías y en su correspondiente diseño la NEVI-12 plantea una orientación en el dimensionamiento de las vías, considerando la tendencia de crecimiento actual y futuro y además mejorar la eficiencia y seguridad de las mismas con el fin de reducir la tasa de accidentes de tránsito. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

#### **2.5 CLASIFICACIÓN EN BASE AL TPDA**

“Para normalizar, la estructura de la red vial del país, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico que se estima procesará en el año horizonte o de diseño”. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 64)

En base a los valores del cuadro 2.5.1 el proyecto se establece como camino de mediana capacidad (C1), puesto que establece los límites de 1000 a 8000 vehículos que encierra a los 1511 proyectados para el año 2036, año límite del proyecto.



Tabla 2.5.1 CLASIFICACIÓN VIAL EN FUNCIÓN DEL TPDA

<b>Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA<sub>d</sub></b>			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA <sub>d</sub> ) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite 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

\* TPDA = Tráfico Promedio Diario Anual

\*\* TPDA<sub>d</sub> = TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño

En esta clasificación considera un TPDA<sub>d</sub> para el año horizonte se define como:

TPDA<sub>d</sub> = Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola / forestal

Se define como años de operación (n); al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras..... n= 20 años.

Proyectos especiales de nuevas vías..... n= 30 años.

Mega Proyectos Nacionales..... n =50 años.

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013), pp. 64

**Elaboración:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

## 2.6 CLASIFICACIÓN SEGÚN EL DESEMPEÑO DE LAS CARRETERAS

“Según lo establecido en el plan estratégico de movilidad PEM” (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 64), se clasifica según su desempeño de la manera que lo indica el NEVI-12 y es equivalente a una carretera de mediana capacidad que indica las siguientes características para el diseño vial:

- ancho de vía de 6 m
- velocidad de diseño de 40 Km/h
- pendiente máxima de 16%.



## CAPITULO 3 DISEÑO VIAL

### 3.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Un buen alineamiento horizontal de una vía permite un tráfico ininterrumpido y seguro de los vehículos, tratándose de un mejoramiento vial se intentó respetar en lo posible el actual alineamiento procurando mejorar en los tramos donde se observó potenciales focos de incidentes y atascos de tránsito, para ello se intentó no variar la velocidad directriz, de acuerdo al alineamiento se minimizó los cambios de dirección dependiendo de las condiciones de relieve y construcciones que encontramos en el lugar de estudio. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

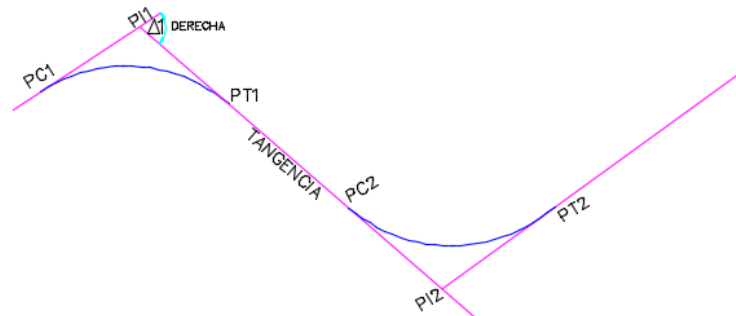
#### 3.1.1 CRITERIOS GENERALES

En general el relieve del terreno y el trazado actual de la vía determinará las curvas horizontales ya sean estas circulares o de transición, como también las entre tangencias a utilizar en el trazado horizontal de la vía. También se considerará el peralte máximo para la circulación normal y segura del vehículo.

#### 3.1.2 TANGENTES

La tangente son tramos rectos de la vía que existe entre una curva y otra y que hacen su transición hacia dichas curvas por medio de puntos de tangencia denominados PC y PT los cuales, son el inicio y final de la curva respectivamente.

Figura 3.1.1 DEMOSTRACIÓN GRÁFICA DE LA TANGENTE



Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

### 3.1.3 CURVAS CIRCULARES

Las curvas circulares se definen como una sucesión de arcos de radio común que sirven para unir dos alineamientos rectos de una vía. (Nadia, nd)

Para el presente proyecto se han utilizado curvas de distintos radios procurando cumplir con el radio mínimo recomendado por la norma NEVI-12 para mejorar el trazado actual y también para afectar lo mínimo posible a los asentamientos poblacionales existentes.

**RADIO MÍNIMO:** es el valor límite de curvatura para la velocidad especificada de 40 km/h, de acuerdo con el peralte máximo ( $e$  máx.) y el coeficiente máximo ( $f$ ), para ello la AASHTO presenta factores de fricción laterales distintos para cada tipo de carreteras con variaciones entre 0.10 y 0.17, para el actual diseño se utilizara un valor de  $f = 0.17$ , se sugiere la siguiente tabla de sobre elevación para las distintas áreas donde se localizan las carreteras.

**Tabla 3.1.1 TASA DE SOBREELEVACIÓN DEPENDIENDO DEL TIPO DE ÁREA**

Tasa de sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Área
10	rural montañosa
8	rural plana
6	Suburbana
4	Urbanas

Fuente: A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS

Los radios menores al mínimo deben ser utilizados solo en casos extremos, donde no se pueda aplicar radios mayores debidos principalmente por topografías demasiado accidentadas o donde existen zonas consolidadas como es el caso de Gualanday.

A continuación se muestra las tablas para radios mínimos en función del peralte.

**Tabla 3.1.2 PERALTE MÁXIMO Y RADIO MÍNIMO**

Velocidad de Diseño( Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	33.7	35	32° 44'	30.8	30	38° 12'
40	0.17	60.0	60	19° 06'	54.8	55	20° 50'
50	0.16	98.4	100	11° 28'	89.5	90	12° 44'
60	0.15	149.2	150	7° 24'	135.0	135	8° 29'
70	0.14	214.3	215	5° 20'	192.9	195	5° 53''
80	0.14	280.0	280	4° 05'	252.0	250	4° 35'
90	0.13	375.2	375	3° 04'	335.7	335	3° 25'
100	0.12	492.1	490	2° 20'	437.4	435	2° 38'
110	0.11	635.2	635	1° 48'	560.4	560	2° 03'
120	0.09	872.2	870	1° 19'	755.9	775	1° 29'

Velocidad de Diseño( Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Fuente: NEVI-12



En el diseño actual la curva C36 es la única con radio inferior al radio mínimo, esto debido a que se encuentran casas a los dos lados de la vía y se ha tratado de afectar la menor cantidad de estructuras existentes.

Los datos de las curvas obtenidas en el alineamiento horizontal del presente proyecto se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3.1.3 TABLA DE CURVAS CIRCULARES DEL TRAMO 3+600 HASTA 7+200

Curva #	ABS PI	Delta	Radio	Tangente	Lc	ABS PC	ABSPT	Ext
C33	3+709.09	17°11'19"	100.00	29.85	58.02	3+679.23	3+737.26	4.18
C34	3+825.28	17°11'19"	100.00	23.94	47.00	3+801.32	3+848.32	2.75
C35	4+007.05	8°35'40"	200.00	12.53	25.02	3+994.52	4+019.54	0.39
C36	4+183.55	57°17'45"	30.00	80.87	72.93	4+102.68	4+175.61	19.57
C37	4+266.11	8°35'40"	200.00	20.60	41.06	4+245.51	4+286.57	1.05
C38	4+393.84	8°35'40"	200.00	20.72	41.30	4+372.92	4+414.21	1.07
C39	4+678.81	8°35'40"	200.00	15.22	30.38	4+663.58	4+693.97	0.58
C40	4+719.86	8°35'40"	200.00	24.51	48.77	4+695.38	4+744.13	1.48
C41	4+863.61	1°08'45"	1500.00	73.15	146.18	4+790.47	4+936.64	1.78
C42	5+199.18	9°32'57"	180.00	51.87	100.63	5+147.52	5+248.14	6.99
C43	5+316.18	26°28'39"	65.00	25.19	48.06	5+290.99	5+339.06	4.39
C44	5+589.25	28°38'52"	60.00	27.87	51.85	5+581.58	5+613.43	5.51
C45	5+914.76	21°29'09"	80.00	21.90	42.75	5+892.86	5+935.61	2.84
C46	5+987.12	28°38'52"	60.00	25.93	48.95	5+981.19	6+010.14	4.92
C47	6+116.61	11°27'33"	150.00	17.72	35.27	6+098.89	6+134.17	1.04
C48	6+447.08	18°05'38"	95.00	45.71	85.21	6+401.37	6+486.58	9.39
C49	6+609.86	28°38'52"	60.00	23.43	44.68	6+586.23	6+630.91	4.11
C50	6+665.86	28°38'52"	60.00	21.83	41.88	6+644.03	6+685.91	3.62
C51	6+874.80	11°27'33"	150.00	29.33	57.93	6+845.47	6+903.40	2.79
C52	6+971.51	2°17'31"	750.00	41.75	83.41	6+929.76	7+013.17	1.16
C53	7+063.86	14°19'26"	120.00	29.58	58.00	7+034.28	7+092.28	3.49

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

Tenemos un total de 21 curvas simples en el tramo en estudio.



### 3.1.4 CURVA DE TRANSICIÓN.

Las curvas de transición son utilizadas para mejorar la seguridad y comodidad del transporte vial, en el presente proyecto estas se utilizaron para apegarse de mejor manera a los muros existentes, con el fin de no afectar en demasía dichas estructuras.

En el presente proyecto la única curva de este tipo fue la que se indica a continuación:

Tabla 3.1.4 TABLA DE CURVA ESPIRAL

<b>TABLA DE CURVAS ESPIRALES</b>					
<b>ESPIRAL #</b>	<b>Valor de A</b>	<b>Radio</b>	<b>Longitud</b>	<b>Abs TS</b>	<b>Abs ST</b>
S1	101.02	63.78	160.00	4+955.41	5+115.41

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

### 3.1.5 SOBRE ANCHO

El objeto del sobre ancho en la curva horizontal se debe a que el vehículo tiende a ocupar una sección mayor que cuando transita en una recta, esto se da a fin de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad

Pero ya que tenemos una vía de dos carriles por sentido y velocidades pequeñas de diseño no consideramos el sobre ancho, ya que los conductores podrán utilizar parte del otro carril del mismo sentido.

### 3.1.6 GRADIENTES TRANSVERSALES

Se denomina gradiente transversal al bombeo que se da desde el eje de la vía a ambos lados del camino para facilitar el drenaje o escurrimiento de aguas lluvias hacia las cunetas,



evitando que el agua se estanque provocando reblandecimientos, o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo dependerá del tipo de superficie y de la intensidad de las lluvias donde esté ubicado dicho proyecto, tiene valores que varían entre 1 y 4%. En este proyecto se utiliza un bombeo de 2% ya que la norma así lo recomienda para pavimentos flexibles.

**Tabla 3.1.5 PERALTES A UTILIZARSE SEGÚN LA VELOCIDAD DE DISEÑO**

Peralte	Longitud de Transición y Velocidades de Diseño Km/h							
	40	50	60	70	80	90	100	110
Carriles de 3,65 Metros								
0,02	25	30	35	40	50	55	60	65
0,04	25	30	35	40	50	55	60	65
0,06	35	35	40	40	50	55	60	65
0,08	45	45	50	55	60	60	65	70
0,10	55	55	60	65	75	75	80	85
0,12	65	65	75	80	90	90	95	105

Fuente: NEVI-12

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

La transición del peralte influye en:

- El desagüe de las aguas superficiales.
- En la variación de la aceleración centrífuga compensada.
- En la estética del trazado.

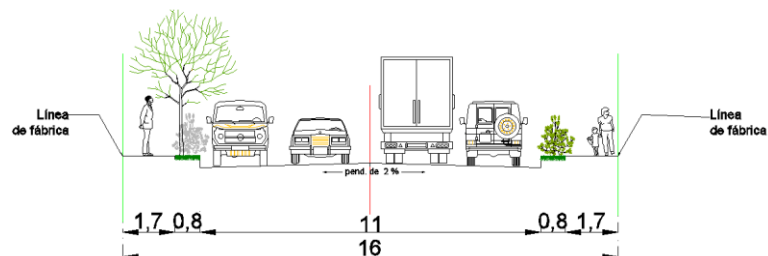
### 3.1.7 CARRILES DE TRÁFICO

El análisis de la capacidad de los diferentes estudios de tránsito determinará el número básico de carriles y los cuales se deben establecer para una considerable longitud de la vía. El conductor debe saber con suficiente anticipación en que carril debe circular.

Esta vía tendrá dos tipos de distribución para de esta manera poder realizar las maniobras a las que se encuentre expuesto y que con una correcta señalización se evitara inconvenientes.

-Sección de 16m, calzada de 11m - 4 carriles - 2 por sentido desde 3+600 hasta 4+760 y 4+945 hasta 7+200.

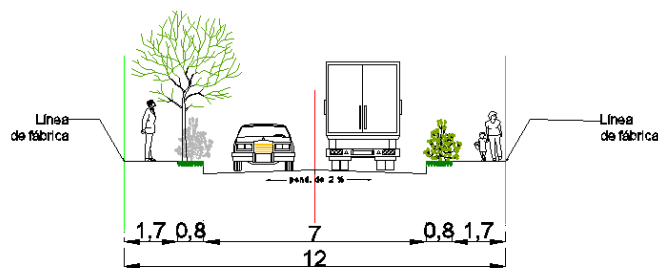
Figura 3.1.2 SECCIÓN 1 DE LA VÍA GUALALCAY - EL VERDE



VIA GUALANCAY EL VERDE  
Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

-Sección de 16m, calzada de 7m -2 carriles – 1carril por sentido desde 4+760 hasta 4+945.

Figura 3.1.3 SECCIÓN 2 DE LA VÍA GUALALCAY - EL VERDE



VIA GUALANCAY EL VERDE  
Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

### 3.1.8 TALUDES

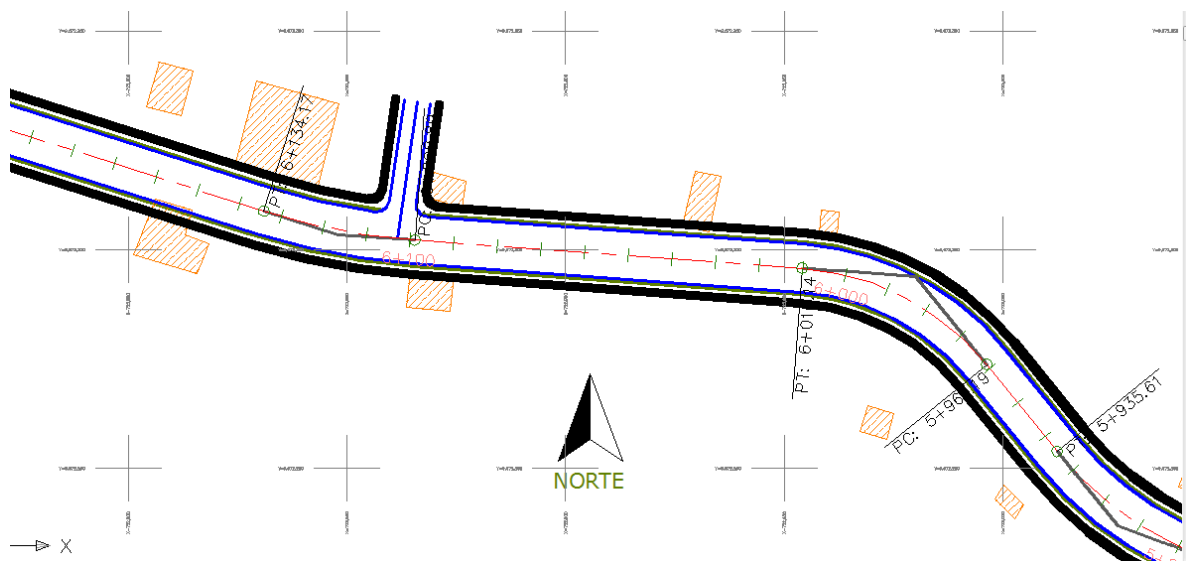
Los taludes son las superficies laterales inclinadas, a un lado o a los dos lados de la vía comprendidos entre las cunetas y el terreno natural. En nuestro caso los valores de los taludes son los siguientes:

-Talud de corte        1: 2

-Talud de relleno     2: 1

Taludes de corte son aquellos que limita por un lado de la vía, la inclinación antes descrita se basa en torno a investigaciones realizadas, el objetivo es que el material se quede en reposo, además se debe fijar en otros aspectos como apariencia de la vía, visibilidad, etc. Estos influyen de manera notoria en el costo económico y por lo tanto deben ser diseñados con la menor pendiente posible para así evitar gastos excesivos.

**Figura 3.1.4 DISEÑO HORIZONTAL DE LA PARTE DE UNA VÍA**



**Autor:** MARCOS MORQUECHO, 2016



### **3.1.9 CUNETAS**

Las cunetas son zanjas, generalmente de forma triangular, construidas en sentido paralelo a las bermas o espaldones, su finalidad es recibir el agua de precipitaciones que se escurre de la corona de la vía, taludes o pequeñas áreas adjuntas a la vía y a un drenaje natural o alcantarillas ubicadas en la misma. (Agudelo Ospina, 2002)

## **3.2 ALINEAMIENTO VERTICAL**

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. El alineamiento horizontal y vertical debe ser coincidentes de manera que exista una armonía en el recorrido por dicha vía.

### **3.2.1 CRITERIOS GENERALES**

El perfil longitudinal conforma la rasante y está formada por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes. El sentido de las pendientes se define según la abscisa del proyecto siendo positivas las que indiquen un aumento en la cota y negativas las que producen una pérdida.

Algunos criterios emitidos por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador indican que el eje de la vía debe coincidir con el eje central de la calzada, así mismo es necesario elevar la rasante por motivos de drenaje cuando el alineamiento se emplace sobre una zona llana, salvo cuando las cunetas longitudinales y transversales tengan la suficiente capacidad de drenaje y el peralte en las rectas sea igual o mayor al 2%.



En terrenos montañosos y escarpados se debe acomodar la rasante al relieve del terreno, cuando se necesite vencer desniveles considerables se debe evitar contrapendientes por motivos de alargamiento innecesario de la longitud de la vía.

Cuando se diseñe la rasante, se lo hace con gradientes moderadas y variaciones graduales de las mismas.

Solo cuando resulte indispensable se podrán emplear valores especificados para pendientes máximas y longitudes críticas.

### **3.2.2 GRADIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS**

El ministerio de transporte y obras públicas en sus respectivas normas ha determinado valores de las pendientes máximas y mínimas que se recomienda en función del tipo de proyecto vial esto en función de la topografía del terreno. Si se diseña con pendientes altas se limita la velocidad de los vehículos y por ende causa un mayor desgaste de los mismos, además de que esto incurre en obstaculizar al flujo normal vehicular.

Además el MTOP (2013) establece que de preferencia se evite pendientes menores 0.5%, excepto en los casos en que las cunetas adyacentes pueden ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior al 2%.

Debido a la topografía generalmente ondulada en la zona de estudio se utilizó una pendiente máxima del 16% con el fin de evitar el exceso de movimiento de material corte y relleno entre las abscisas 3+600 a 3+640



Tabla 3.2.1 PENDIENTES MÁXIMAS

OROGRAFIA	TERRENO O PLANO	TERRENO ONDULADO	TERRENO MONTAÑOSO	TERRENO ESCARPADO
Velocidad (km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Fuente: (NEVI-12. VOLUMEN 2)

La norma Nevi-12, indica los valores de pendientes máximas las cuales servirán de guía para el diseño vertical conforme a la orografía del tamo en estudio.

### 3.2.3 LONGITUDES CRÍTICAS DE GRADIENTES PARA EL DISEÑO

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y consecuentemente sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Según el MTOP se establece en la tabla 2, longitudes críticas en función de la pendiente.

**8—10%**, La longitud máxima será de: 1.000 m.

**10—12%**, 500 m. 1

**2—14%**, 250 m



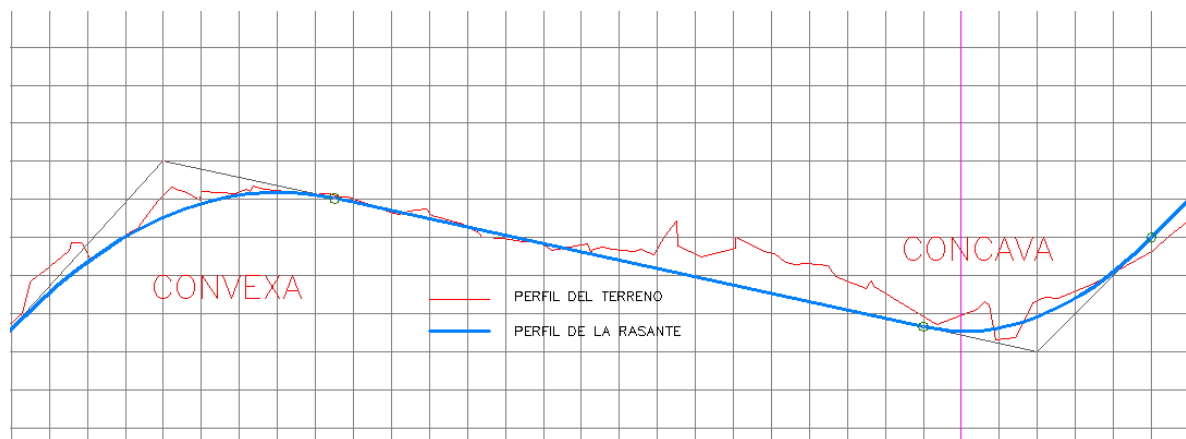
En caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor a 5%, se proyectara aproximadamente cada tres kilómetros, un tramo de descanso no menor a 500 metros con pendiente no mayor al 2%.

Si la pendiente excede el 10%, se recomienda que el tramo no exceda de 180 metros. Es deseable que si se tiene una pendiente del 6% no supere los tramos de longitud mayor a los 2000m.

### 3.2.4 CURVAS VERTICALES: CÓNCAVAS Y CONVEXAS

Los tramos consecutivos de rasante son enlazados con curvas verticales parabólicas. Estas deben ser proyectadas de manera que se permita una visibilidad igual o mayor a la visibilidad mínima de parda y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Figura 3.2.1 CURVAS CÓNCAVAS Y CONVEXAS



Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

La longitud de las curvas verticales es igual al índice de curvatura  $K$  multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes  $A$ .



$$L = K * A$$

El valor de K se definirá de acuerdo a la curva si es cóncava o convexa.

Curvas Verticales Cóncavas: La longitud mínima de las curvas verticales se determina por requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, tomando en consideración la altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros.

Se obtiene la longitud de la curva de acuerdo a la siguiente formula:

$$L_{cv} = A * (S^2 / (122 + 3.5*S))$$

Dónde:

L= Longitud de la curva vertical, expresada en metros.

A = diferencia de pendientes ( $G_1 - G_2$ ), expresada en porcentajes.

S= distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

Curvas Verticales Convexas: Existen cuatro criterios diferentes para establecer la dimensión de la longitud:

Distancia de visibilidad nocturna, que es el que más se tiene en cuenta

Comodidad para conducir y para los usuarios

Control de drenaje

Apariencia de la vía



Es decir que por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

La longitud de las curvas está dado por:

$$L_{CV} = A * S^2 / 426$$

Dónde:

L= Longitud de la curva vertical, expresada en metros.

A = diferencia de pendientes ( $G_1-G_2$ ), expresada en porcentajes.

S= distancia de visibilidad de parada, expresada en metros.

### **3.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

En una obra vial es fundamental el movimiento de tierras, ya que engloba los principales costos de la obra. El movimiento de tierras consiste en conocer los volúmenes de tierra, a cortar o rellenar.

Para la elaboración del presente diseño se debe lograr una combinación entre alineamientos y pendientes que además de cumplir con las normas de trazado establecidas que nos permita la construcción de la carretera al menor costo es decir con el menor movimiento de tierras, tratando de lograr un equilibrio entre los volúmenes de excavación y relleno. Esto



dependerá directamente del estudio de suelos el cual nos dará el resultado si es idóneo la tierra de corte, para ser utilizado como relleno.

Por tal motivo es necesario saber el área de las secciones transversales de la carretera.

Además se puede obtener los valores de K con valores tomados de la NEVI-12:

Para curva vertical convexa, en la tabla detallada a continuación:

**Tabla 3.3.1 VALORES DEL ÍNDICE DE CURVATURA PARA EL CALCULO DE CURVAS VERTICALES**

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

Fuente: (NEVI-12. VOLUMEN 2)

Y también se puede obtener el valor de K para las curvas verticales cóncavas, en la tabla detallada a continuación:

**Tabla 3.3.2. TABLA DE VALORES DEL ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CÓNCAVA**

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice 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.

Fuente: (NEVI-12. VOLUMEN 2)



### **3.3.1 SECCIONES TRANSVERSALES**

La sección transversal de la carretera está compuesta por las siguientes secciones:

- Calzada
- Bermas o Espaldones
- Taludes
- Cunetas

La calzada o superficie de rodamiento es aquella parte de la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos compuesta por uno o más carriles siendo estos de uno o dos sentidos, dependiendo exclusivamente del diseño para el cual este destinada. El calzada para esta tesis.

Los demás elementos como bermas, taludes y cunetas se encuentran explicados en el subcapítulo anterior

### **3.3.2 ÁREA DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES**

Para el cálculo se utiliza el software AutoCAD Civil 3D, el cual analiza la información automáticamente de los alineamientos horizontales.

Las áreas de la sección transversal al ser una vía conformada, se realizó el mejoramiento del diseño actual, en el cual obtuvimos áreas más de corte por que el material es de mala calidad, se llegó a esta conclusión con el resultado de suelos.



### 3.3.3 CÁLCULO DE VOLÚMENES

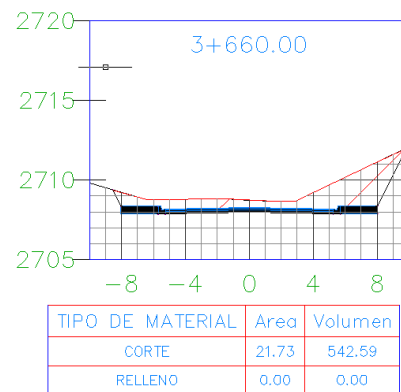
El Cálculo de volúmenes nos indica la cantidad de material que necesita ser movido, es necesario suponer que existe un determinado sólido geométrico cuyo volumen sea fácil de calcular. Entonces, se tiene 3 tipos de secciones transversales:

Corte completo

Relleno o terraplén.

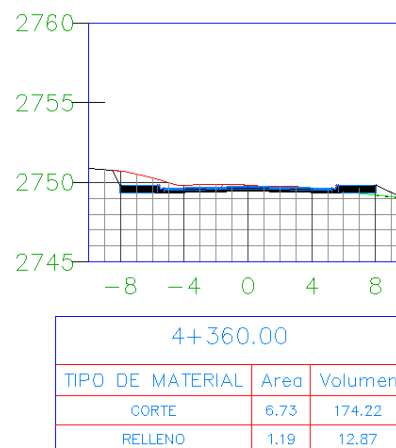
Corte y relleno o media ladera.

Figura 3.3.1 CORTE EN LA ABSCISA 3+660



Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

Figura 3.3.2 RELLENO EN LA ABSCISA 4+360



Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016



En el presente caso para el cálculo de volúmenes, utilizamos el programa AutoCAD CIVIL 3D cuya exactitud está en función de la calidad de la topografía utilizada.

### 3.3.4 DIAGRAMA DE MASAS

El diagrama de masas es una representación gráfica de los volúmenes acumulados de corte y relleno. Este diagrama tiene como ordenadas los volúmenes acumulados y las abscisas son las mismas del proyecto.

Al realizar el proyecto de esta vía se ha respetado en la mayor parte en eje y perfil existente, lo tanto se realiza más corte que relleno para mejorar la calidad del suelo.

El resultado del laboratorio indica que el tipo de suelo de la actual capa de rodadura no cumple con las especificaciones de relleno ya que su granulometría demuestra que está compuesto por material fino arcilloso en su gran mayoría, al ser arcilloso y estar en contacto con el agua se expande y podría producir fisuras en la carpeta asfáltica, la cual lleva al fracaso de la vía.

Se diseñó el proyecto vertical más en corte que en relleno, para el relleno no se utilizara el material del sitio debido a la calidad que se indicó en el inciso anterior, por lo cual se utilizara materia de préstamo por lo cual en este caso no se considera el diagrama de masas por que no habrá ningún tipo de compensación entre el volumen de corte y relleno.



## CAPITULO 4 ESTUDIO DE SUELOS

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El análisis del muestreo de la sub rasante se realizó en coordinación con SUELOTEC S.A, empresa contratada por el GAD DEL VALLE, en total se tomaron 8 muestras de suelo cada 500 metros de forma alternada con respecto a las laterales de la vía existente a una profundidad de 1.50 m. Se referenció la ubicación de cada pozo y se registró mediante fotografías este proceso, para conservar las características se colocó cada muestra en fundas plásticas.

### 4.2 ESTUDIO DE LABORATORIO

Con las distintas muestras de campo, se obtuvo los siguientes resultados

#### 4.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tabla 4.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE TODOS LOS POZOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				
POZO #	GRAVA G	ARENA S	FINOS F	TOTAL
9	14.17%	19.74%	66.09%	100.00%
10	7.07%	25.28%	67.65%	100.00%
11	4.91%	23.77%	71.31%	100.00%
12	3.92%	23.06%	73.02%	100.00%
13	5.27%	31.26%	63.47%	100.00%
14	8.89%	36.08%	55.03%	100.00%
15	0.00%	24.40%	75.60%	100.00%
16	0.00%	31.60%	68.40%	100.00%

Fuente: SUELOTEC S.A.

Se define como la distribución de los diferentes tamaños de las partículas del suelo, expresados en porcentaje con el peso total de la muestra seca.



### 4.2.2 LIMITE LÍQUIDO

Cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado semiplástico y se comporta como un material plástico, en este nivel el material está en el vértice de cambiar su comportamiento a un material fluido viscoso.

### 4.2.3 LIMITE PLÁSTICO

Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como no plástico.

Además, el límite líquido y el límite plástico son muy importantes para encontrar el índice de plasticidad que se define como la diferencia entre LL Y LP

$$IP = L.L - L.P$$

El índice de plasticidad permite clasificar de una mejor manera a un suelo

**Tabla 4.2.2 RESULTADOS DE LL, LP, IP**

POZO #	HN	LL	LP	IP
9	27.34%	69.99%	31.88%	38.10%
10	22.19%	68.23%	30.36%	37.87%
11	18.83%	61.88%	28.95%	32.93%
12	18.53%	61.65%	28.84%	32.82%
13	22.15%	42.33%	29.97%	12.36%
14	22.53%	51.83%	28.68%	23.15%
15	22.57%	70.17%	32.95%	37.22%
16	18.61%	57.97%	27.99%	29.98%

HN	HUMEDAD NATURAL
LL	LIMITE LIQUIDO
LP	LIMITE PLÁSTICO
IP	ÍNDICE DE PLASTICIDAD

**Autor:** MARCOS MORQUECHO, 2016



#### 4.2.4 DETERMINACIÓN DEL CBR

La compactación se define como el proceso mecánico mediante el cual se disminuye la cantidad de huecos en una masa de suelo, obligando a sus partículas a un contacto más íntimo entre sí, es decir a un aumento de la densidad de un material determinado.

El ensayo de CBR determina la capacidad portante del suelo y la resistencia al corte sometiéndolo a condiciones de humedad y densidad controladas para establecer la aplicación del suelo en la estructura de la vía.

Tabla 4.2.3 VALORES DE CBR

VALORES DEL CBR		
CBR	CLASIFICACIÓN CUALITATIVA DEL SUELO	POSIBLE USO
02- 57	Muy mala	Sub - rasante
05- 08	Mala	Sub - rasante
08 - 20	Regular	Sub - rasante
20 - 30	Regular – Buena	Sub - rasante
30 - 60	Buena	Sub - rasante
60 - 80	Muy Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016

#### 4.2.5 GRADO DE COMPACTACIÓN

El Grado de Compactación determina la densidad máxima del suelo a una humedad óptima al someter al suelo a diferentes grados de compactación con diferentes humedades.

#### 4.2.6 RESUMEN DE RESULTADOS

Mediante las normas estandarizadas SUCS y AASHTO, los resultados obtenidos son la base para el diseño de Pavimentos del proyecto a desarrollarse.



Tabla 4.2.4 RESULTADO DE ENSAYOS DE SUELOS

UBICACIÓN DE POZOS		CLASIFICACIÓN		COMPACTACIÓN			DESCRIPCIÓN
#	ABSCISA			DENSIDAD MAX.	HUMEDAD ÓPTIMA	CBR	
		SUCS	AASHTO	(Kg/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	
9	3+750	CH	A-7-5	1680	24.95	2	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad.
10	4+250	CH	A-7-5	1670	21	2.3	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad.
11	4+670	CH	A-7-6	1750	19	2.4	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad.
12	5+140	CH	A-7-6	1730	19.5	2.5	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad.
13	5+750	ML	A-7-6	1810	20	4.4	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca.
14	6+200	MH	A-7-6	1680	21.5	4	Limos inorgánicos, limos elásticos.
15	6+800	CH	A-7-5	1680	19	2.5	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad.
16	7+200	CH	A-7-6	1720	21	2.6	Suelo fino arcilloso de alta plasticidad.

AUTOR: MARCOS MORQUECHO, 2016

## CAPITULO 5 DISEÑO DE PAVIMENTOS

### 5.1 INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se optó por el diseño de pavimento flexible considerando el costo de la obra de acuerdo al tráfico a servir.

Figura 5.1.1 ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO



### 5.2 VARIABLES GENERALES DE DISEÑO

#### 5.2.1 LIMITACIONES DE TIEMPO

Se considera que los pavimentos se diseñen para un periodo de diseño que indica el tiempo que pasara desde la construcción hasta que llega a una serviciabilidad final asumida en el diseño donde se requerirá una etapa de mantenimiento o re capeo.



El periodo de análisis que conforman la suma de 2 o más periodos de diseño según el tipo de configuración de pavimento escogida varia en condiciones reales, pero para fines de cálculo se asume que dentro del periodo de análisis se consideren al menos dos periodos de diseño, para el presente proyecto se asumió un periodo de análisis de 20 años así como también lo recomienda la norma ecuatoriana vial, y un periodo de diseño de 10 años con una etapa de repavimentación. (Tabla 5.2.1)

**Tabla 5.2.1 LAPROS DE DISEÑO SUGERIDOS**

Tipo de facilidad vial	Periodo de (en años)	
	Análisis	Diseño
Urbana de alto volumen	30 - 50	15 - 20
Interurbana de alto volumen	20 - 50	15 - 20
De bajo Volumen		
Pavimentada con asfalto	15 - 25	5 - 12
Con rodamiento sin tratamiento (Base granular sin capa asfáltica)	10 - 20	5 - 8

**Fuente:** (Corredor M., 2010), pp. 3-6

**Elaboración:** (Corredor M., 2010)

## 5.2.2 TRÁFICO

Para determinar el tráfico se usó el método AASHTO-72 que se basa en el cálculo de las cargas equivalentes acumuladas ( $W_{t18}$ ) en base al número de cargas de 80 kN acumuladas en el año de diseño, considerando 20 años de periodo de análisis en dos etapas de 10 años cada una, se determinara estas cargas para los 10 y 20 años.

Determinación de las cargas equivalentes acumuladas ( $W_{t18}$ )

Para determinar este valor de cargas equivalentes se utilizó la siguiente ecuación.

$$W_{t18} = \frac{TPDA_i + TPDA_f}{2} * FE_i * FDC * FRS * 365 * n$$

(46)

Donde:



$Wt_{18}$  = ejes equivalentes estándar (8,2 Tn)

$TPDA_i$  = es el volumen de vehículos en el año 2016

$TPDA_f$  = es el volumen de vehículos en el año 2026 (10 años de diseño) y 2036 (año final de análisis)

$FE_i$  = factor de equivalencia de cargas “Factor camión” (anexo 11.1)

FDC = factor de distribución de camiones por carril

n = número de años del período de diseño

FRS = factor de reparto del tránsito por sentido de circulación

### Proceso de cálculo del número de ejes equivalentes estándar $Wt_{18}$

De acuerdo al método utilizado el valor de  $Wt_{18}$  requiere el uso de factores de equivalencia de carga “ $FE_i$ ” que se indican en las tablas del anexo 11.1, los mismos se escogen en función del tipo de eje, ya sea simple, tándem o tridem, de un valor de serviciabilidad final “pt” y de un “SN” asumido, por ello se sigue la siguiente secuencia.

Elección del valor de serviciabilidad final “pt”

El valor pt se escogió de los valores recomendados en la siguiente tabla; considerando el tipo de vía a diseñarse se escogió un valor de  $pt = 2$

**Tabla 5.2.2 VALORES DE SERVICIABILIDAD FINAL RECOMENDADOS**

Tipo de configuración vial	pt
Autopistas urbanas y troncales de mucho tráfico	3,0
Autopistas urbanas e interurbanas y troncales de tráfico normal	2,5
Vías Locales, ramales, secundarias y agrícolas	2,0

Fuente: (Corredor M., 2010), pp. 3-6



- Selección de un número estructural “SN” asumido

El valor de “SN” se asume arbitrariamente considerando que dicho valor no debe variar más de 0.5 del SN calculado con la ecuación (50), caso contrario se repetirá el proceso tomando como SN inicial el calculado en la primera iteración.

Se asumió un SN inicial igual 4, valor que representa el espesor del pavimento en pulgadas, debido al tráfico a servir y a recomendaciones de algunos autores y técnicos experimentados en el campo, el primer periodo de diseño cumple un  $SN = 3.1922$  y para el segundo un  $SN = 3.6582$  y considerando un rango de seguridad se considera correcto el valor de SN asumido SN final = 4.

### **Determinación de los factores de equivalencia de carga FEi de cada vehículo de diseño**

El FEi de cada vehículo se interpola con los valores que se muestran en las tablas del FEi de acuerdo al tipo de eje del vehículo, al valor de serviciabilidad final “pt” = 2 y del número estructural “SN” asumido.

**Tabla 5.2.3 FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGAS "FACTOR CAMIÓN"**

Tipo de vehículo	TPDA%	Ejes	Tipo de eje	Factor de equivalencia de cargas "Factor Camión"		FEi	Carga Equivalente
				Peso p/eje Tn	Kips		
Livianos 2D	91.7%	1	simple	3	6.63	0.0172	0.01581318
		2	simple	4	8.84	0.0548	0.05028702
Buses B	4.6%	1	simple	11	24.31	3.5388	3.24537502
		2	simple	13	28.73	7.2157	0.33438610
Camiones 2DB	3.7%	1	simple	7	15.47	0.5425	0.01984827
		2	simple	11	24.31	3.5388	0.12946975
						F. Camión	3.79517933

Elaboración: MARCO MORQUECHO (EXCEL)



- Selección del factor de distribución de vehículos pesados por carril “FDC”

Este factor se determina según los valores recomendados en la tabla 5.2.4 de acuerdo al número de carriles en ambas direcciones, para el presente proyecto se asumió FDC = 45%.

**Tabla 5.2.4 VALORES RECOMENDADOS "FDC"**

Nº Carriles (2 direcciones)	% Camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35 - 48)
6 ó más	40 (25 - 48)

**Fuente:** (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006), cap. 6

**Elaboración:** (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006)

### Elección del factor de repartición por sentido “FRS”

Este factor se escoge de los valores de la tabla 5.2.5 en función del número de carriles en 1 sola dirección, para el proyecto se escogió un FRS = 90%.

**Tabla 5.2.5 VALORES RECOMENDADOS DEL % EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO**

Nº carriles (1 dirección)	% Ejes equivalentes en el carril de diseño
1	100%
2	80% - 100%
3	60% - 80%
4	50% - 75%

**Fuente:** (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006), cap. 6

**Elaboración:** (Minaya González & Ordóñez Huamán, 2006)

### Calculo del valor de Wt18

El valor del número de ejes equivalentes se muestra en la tabla 5.2.6 que se realizó con el uso de la ecuación (46).

**Tabla 5.2.6 EJES EQUIVALENTES DE CARGAS DE DISEÑO**

Trafico	Periodo de diseño I (2016-2026)	Periodo de diseño II (2026-2036)
Wt18	8386915	12605130
Wt18 acumulado	8386915	20992045

**Elaboración:** MARCO MORQUECHO (EXCEL)



### 5.2.3 CONFIABILIDAD

La AASHTO elaboró un cuadro (tabla 5.2.7) con valores de confiabilidad que se escogen en función del grado de servicio, mientras más alto se escoja la confiabilidad “R” más espesor tendrá la capa de pavimento diseñado.

**Tabla 5.2.7 NIVELES RECOMENDADOS DE CONFIABILIDAD "R"**

Clasificación de la vía	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99,99	85 - 99,99
Troncales	80 - 99	75 - 95
Locales	80 - 95	75 - 95
Ramales y vías agrícolas	50 - 80	50 - 80

Fuente: (Corredor M., 2010), pp. 3-9

Se escogió un valor de confiabilidad “R” = 70% tomando como promedio inmediato superior que se puede usar en la elección del desviador “ZR” más adelante indicado.

#### 5.2.3.1 Elección del desviador “ZR”

El valor “ZR” se escoge de la tabla 5.2.8 donde se indica el valor del desviador en función del nivel de confianza escogido y valor que posteriormente es usado en el diseño de pavimentos, para el caso actual se tiene un valor de  $ZR = -0.524$ .

**Tabla 5.2.8 VALORES DE ZR EN FUNCIÓN DE LA CONFIABILIDAD**

Confiabilidad ®	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: (Corredor M., 2010), pp. 3-10



### 5.2.3.2 Desviación estándar del sistema ( $S_o$ )

Se debe además elegir las condiciones de confianza locales, es decir las que se usará solo para el diseño de este proyecto en particular dando un valor de  $S_o = 0.45$ .

**Tabla 5.2.9 VALORES RECOMENDADOS EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $S_o$ )**

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 – 0,50 (0,45 recomendable)

**Fuente:** (Corredor M., 2010), pp. 3-10

### 5.2.4 IMPACTO DEL AMBIENTE

Se refiere a la acción de la temperatura y humedad sobre la resistencia, durabilidad y capacidad portante del pavimento y del suelo de soporte y además de las cargas actuantes por efecto del tráfico.

Se usa el índice de servicapacidad para ingresar en la ecuación de diseño ASHTO-93.

La servicapacidad inicial ( $P_o$ ) se escoge en función del diseño de pavimento, según Gustavo Corredor indica un valor de  $P_o=4,2$  para pavimentos flexibles que se determinó en el experimento vial de la AASHTO.

La servicapacidad final ( $P_t$ ) es un valor que indica el nivel de servicio del pavimento donde se requiere una acción de rehabilitación o reconstrucción, este valor se escoge con los criterios mostrados a continuación.

**Tabla 5.2.10 VALORES RECOMENDABLES DE SERVICAPACIDAD FINAL ( $P_t$ )**

Configuración vial	Valores de servicapacidad final ( $P_t$ )
Autopistas urbanas y troncales con mucho tráfico	2,5 – 3,0
Autopistas urbanas y troncales con tráfico normal y autopistas interurbanas	2,0 – 2,5
Vías locales, ramales, secundarias y agrícolas	1,8 – 2,0

**Fuente:** (Corredor M., 2010), pp. 3-15



El valor que ingresa en la ecuación es de  $P_t = 2,0$  aplicando pérdida de la servicapacidad inicial menos la servicapacidad final  $\Delta PSI = P_0 - P_t$  da como resultado un valor de pérdida de servicapacidad  $= 4,2 - 2 = 2,2$ .

### **5.3 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA EL PROCESO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

Para considerar las características de las propiedades de los materiales en el diseño del pavimento flexible se determina el valor del módulo elástico de los materiales o también llamado módulo resiliente.

#### **5.3.1 MODULO RESILIENTE DEL MATERIAL DE RASANTE ( $M_R$ RASANTE.)**

El método AASHTO-93 para diseño de pavimentos indica que para determinar el valor del módulo en función de propiedades del material de subrasante como el CBR, plasticidad, contenido de arcilla, etc., y luego se aplica relaciones empíricas en función de las épocas del año, así resultando el módulo resiliente (invierno) = 20 a 30% módulo (verano).

Para relacionar el módulo resiliente con el valor del CBR, se usó las siguientes ecuaciones que son recomendadas por el MTOP y el método de la AASHTO:

Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 10%

$$M_R = 1500 * CBR \quad (47)$$

Para materiales de sub-rasante cuyo CBR varié desde el 10% al 20%

$$M_R = 3000 * CBR^{0,65} \quad (48)$$



Para materiales cuyo valor del CBR es mayor al 20% es decir en suelos granulares

$$M_R = 4,326 * \ln(CBR) + 241 \quad (49)$$

Donde los valores resultantes del módulo resiliente queda expresado en lb/pulg<sup>2</sup> (psi)

Para el caso actual el CBR de diseño es igual a 2.4% pero considerando que es un CBR demasiado bajo se escoge un CBR de mejoramiento mínimo del 10% recomendado por la norma e indica la utilización de la ecuación 47 dando un valor del módulo resiliente  $M_R = 1500 * 10\% = 15000$  lb/pulg<sup>2</sup>.

### 5.3.2 ELECCIÓN DEL CBR DE DISEÑO

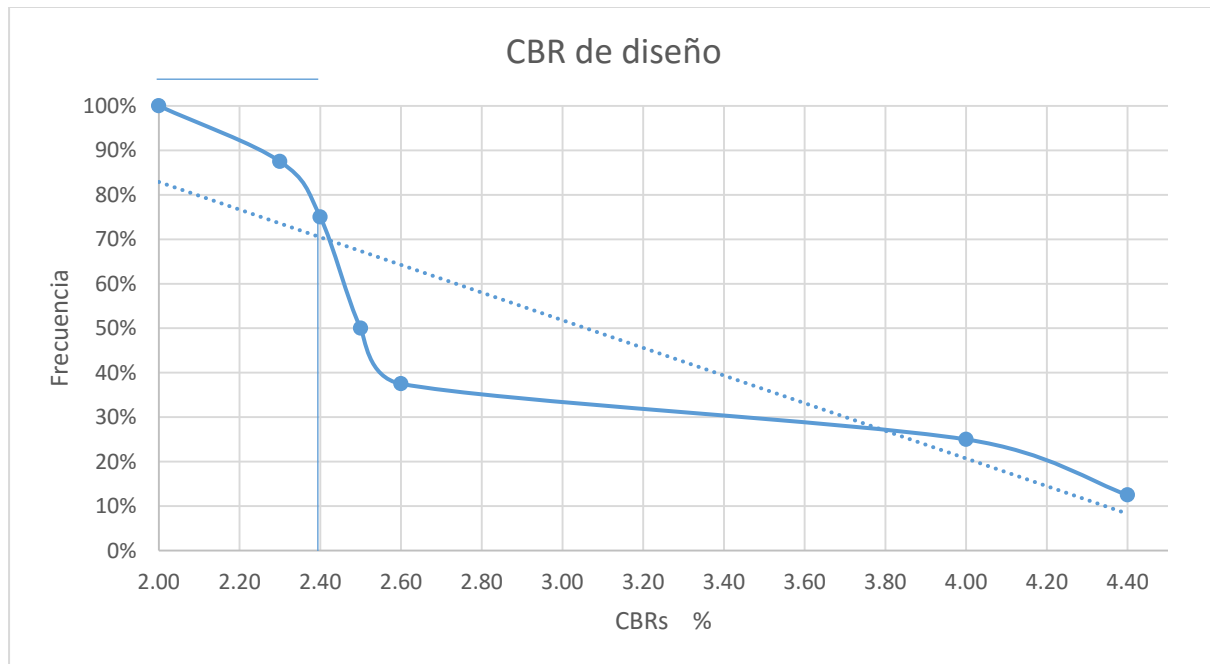
El CBR de diseño se debe moderar según el percentil 75% valor que es recomendado por el manual de caminos vecinales del MTOP.

Para encontrar este valor se grafica el valor de los CBR de cada pozo vs el % del percentil igual o mayor al de dicho pozo. Dicho método se muestra a continuación.

Tabla 5.3.1 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO

Calicata	CBR %	CBRs (m=>M)	Frecuencia	Percentil
1	2.00	2.00	8	100%
2	2.30	2.30	7	88%
3	2.40	2.40	6	75%
4 Y 5	2.50	2.50	4	50%
6	4.00	2.60	3	38%
7	2.50	4.00	2	25%
8	2.60	4.40	1	13%

Elaboración: MARCO MORQUECHO (EXCEL)

**Figura 5.3.1 DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO**

**Elaboración:** MARCO MORQUECHO (EXCEL)

El valor del CBR de diseño es aquel que tiene una frecuencia del 75% en tendencia lineal, y que en función del gráfico resulta un valor de 2,4%.

### 5.3.3 MÓDULO RESILIENTE SUB-BASE, BASE Y CONCRETO ASFÁLTICO

La sub-base, base y concreto asfáltico conforman un material granular que determinados los CBR de cada capa se usará la ecuación (92) para encontrar el módulo resiliente respectivo.

El CBR de la sub-base se recomienda por la norma que sea mínimo un 30%, pero considerando la experiencia de técnicos del Azuay se adoptó un valor de 40%, y usando la ecuación señalada se obtuvo un módulo resiliente  $MR_{SUB-BASE} = 16199 \text{ lb/pulg}^2$



Para el valor del CBR de la base, se optó por la recomendación de la norma que indica un CBR mínimo de 80% y dando un  $MR_{BASE} = 19198 \text{ lb/pulg}^2$

Y de igual manera el CBR del concreto asfáltico a usarse en el diseño es de 266,67% y que resulta en un  $MR_{CONCRETO ASFÁLTICO} = 24406 \text{ lb/pulg}^2$

Cabe señalar que estos valores son los recomendados por la norma y por experiencia profesional, pero en la construcción se deberá indagar los mismos en la mina donde se extraiga los materiales componentes del pavimento asfáltico.

#### 5.4 ECUACIÓN DE DISEÑO

Para la resolución de esta ecuación se realiza un proceso iterativo donde se escoge arbitrariamente un valor de SN para el cálculo de los dos términos de la ecuación considerando lo indicado en el inciso 1.2.2.1.1.

$$\log_{10} W_t 18 = Z_R * S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_R - 8.07 \quad (50)$$

Donde las variables dependientes son:

**Wt18:** Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el período de diseño (n).

**Z<sub>R</sub>:** Valor del desviador en una curva de distribución normal en función de la confiabilidad del diseño (R) o grado de confianza en que las cargas de diseño no serán superadas por las cargas reales aplicadas sobre el pavimento.



**So:** Desviación estándar del sistema en función de posibles variaciones en las estimaciones de tránsito (cargas y volúmenes) y comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio.

**$\Delta$ PSI:** Pérdida de serviciabilidad (condición de servicio) prevista en el diseño, y medida como la diferencia entre la “planitud” (calidad de acabado) del pavimento al concluirse su construcción (serviciabilidad inicial **Po**) y su planitud al final del periodo de diseño (serviciabilidad final **Pt**).

**MR:** Módulo resiliente de la subrasante y de las capas de base, sub-base granular, obtenido a través de ecuaciones de correlación con la capacidad portante (CBR) de los materiales (suelos y granulares).

Y la variable independiente es:

**SN:** Número estructural, o capacidad de la estructura para soportar las cargas bajo las condiciones (variables independientes) de diseño.

## **5.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO**

### **5.5.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO**

El diseño estructural de la carpeta de rodadura se hizo con la aplicación del software Excel con la aplicación de la ecuación 50, cabe señalar que en el cálculo a la parte izquierda de la ecuación se lo denominó término A y el resto de la ecuación conforman el término B.



Tabla 5.5.1 CÁLCULO DE SN ESTRUCTURAL

	VARIABLES	=	VALOR
	ZR	=	-0.524
	So	=	0.45
	$\Delta$ PSI	=	2.2
	MR	=	15000
PERIODO DE DISEÑO I	W18	=	8386915
	TERMINO A	=	6.9236
	TERMINO B	=	6.9236
	SN	=	3.1922
PERIODO DE DISEÑO II	W18	=	20992045
	TERMINO A	=	7.3221
	TERMINO B	=	7.3221
	SN	=	3.6582

Elaboración: MARCO MORQUECHO (EXCEL)

## 5.5.1.1 Número estructural de la carpeta asfáltica

De la misma manera se calcula el número estructural del concreto asfáltico con el mismo proceso anterior con la diferencia en el módulo resiliente ya que utiliza el modulo respectivo del concreto asfáltico.

Tabla 5.5.2 NUMERO ESTRUCTURAL SN CARPETA ASFÁLTICA

	VARIABLES	=	VALOR
	ZR	=	-0.524
	So	=	0.45
	$\Delta$ PSI	=	2.2
	MR	=	250000
PERIODO DE DISEÑO I	W18	=	8386915
	TERMINO A	=	6.9236
	TERMINO B	=	6.9236
	SN	=	1.0457
PERIODO DE DISEÑO II	W18	=	20992045
	TERMINO A	=	7.3221
	TERMINO B	=	7.3221
	SN	=	1.2576

Elaboración: MARCO MORQUECHO (EXCEL)



## 5.5.1.2 Número estructural de la base

De igual manera el respectivo proceso de la base granular se determina los siguientes valores.

Tabla 5.5.3 NUMERO ESTRUCTURAL SN BASE

	VARIABLES	=	VALOR
	ZR	=	-0.524
	So	=	0.45
	$\Delta$ PSI	=	2.2
	MR	=	19198
PERIODO DE DISEÑO I	W18	=	8386915
	TERMINO A	=	6.9236
	TERMINO B	=	6.9236
	SN	=	2.9271
PERIODO DE DISEÑO II	W18	=	20992045
	TERMINO A	=	7.3221
	TERMINO B	=	7.3221
	SN	=	3.3615

Elaboración: MARCO MORQUECHO (EXCEL)

## 5.5.1.3 Número estructural de la sub-base

De la misma manera se muestra el proceso del cálculo del número estructural de la sub-base.



Tabla 5.5.4 NUMERO ESTRUCTURAL SN SUB-BASE

	VARIABLES	=	VALOR
	ZR	=	-0.524
	So	=	0.45
	$\Delta$ PSI	=	2.2
	MR	=	16199
PERIODO DE DISEÑO I	W18	=	8386915
	TERMINO A	=	6.9236
	TERMINO B	=	6.9236
	SN	=	3.1075
PERIODO DE DISEÑO II	W18	=	20992045
	TERMINO A	=	7.3221
	TERMINO B	=	7.3221
	SN	=	3.5636

Elaboración: MARCO MORQUECHO (EXCEL)

## 5.6 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Primero se establece el criterio de Marshall para el caso particular de la vía en estudio considerando la clasificación del tráfico en función de la Intensidad Media Diaria de vehículos Pesados (IMDP) indicados en la página IV-105 de las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes como se muestran a continuación. (Ministerio de Obras Públicas, 2002)

Tabla 5.6.1 CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO

Tráfico	IMDP
Liviano	Menos de 50
Medio	50 a 200
Pesado	200 a 1000
Muy Pesado	Más de 1000

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas, 2002), pp. IV-105

Se escogió el tráfico medio en consideración al estudio de tráfico que establece un valor de vehículos pesados al día igual a 108 diarios en el año límite de diseño.

**5.6.1 CAPA ASFÁLTICA**

En la tabla 5.6.2 se muestran los criterios de Marshall recomendados de acuerdo al tipo de tráfico pesado que usará la carretera.

**Tabla 5.6.2 CRITERIO DE LA ESTABILIDAD DE MARSHALL**

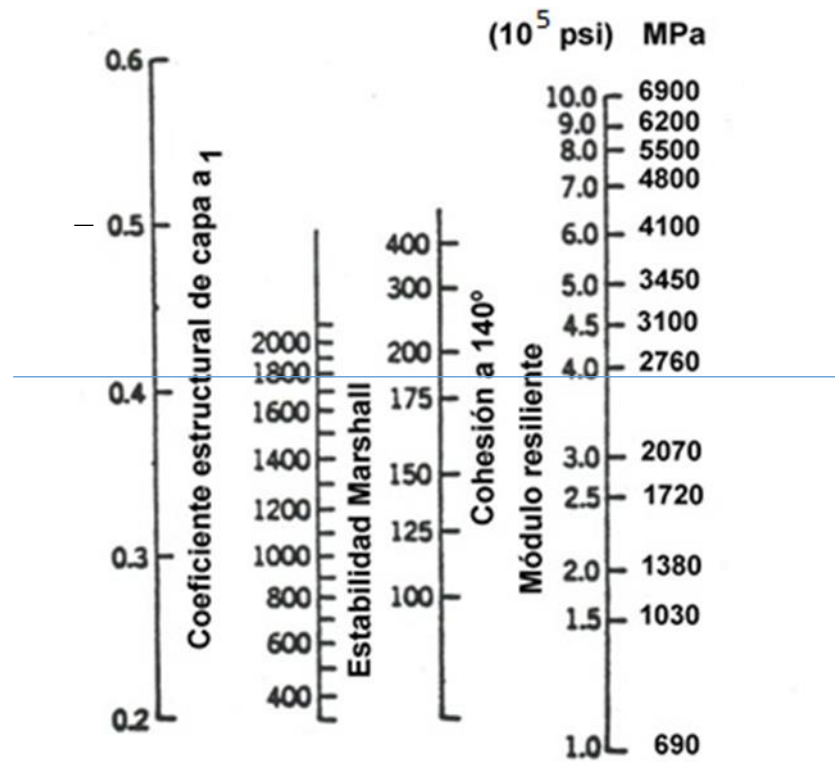
TIPO DE TRAFICO	Muy pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	min	Max	min	Max	min	Max	min	Max
CRITERIOS MARSHALL								
Estabilidad (lb)	2200	-----	1800	-----	1200	-----	1000	2400

**Fuente:** (Ministerio de Obras Públicas, 2002), pp. IV-105

Basados en tabla 5.6.2 se asumió un valor de la estabilidad de Marshall igual a 1200 lb.

Ahora se utiliza el siguiente ábaco dando con ello un coeficiente estructural  $a_1 = 0.33$

Figura 5.6.1 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA ASFÁLTICA



Fuente: [www.libro-pavimentos.blogspot.com](http://www.libro-pavimentos.blogspot.com)

## 5.6.2 BASE

La capa de la base se compone principalmente de piedra, grava o escoria triturada, además de la presencia en la mezcla de arena, las recomendaciones indican mejorar dichas mezclas con el uso de conglomerantes como cemento, asfalto o cal.

Para que se garantice el buen desempeño en la estructura de la vía la base debe cumplir con las recomendaciones siguientes: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Resistir cambios de temperatura y humedad del medio ambiente.



No presentar esponjamiento significativo que comprometa la estructura de la carpeta de rodadura.

El desgaste del material según el ensayo “Los ángeles” será menor a 50.

El porcentaje del material que pasó el tamiz #40 debe tener un límite líquido (wl) menor a 25% e índice de plasticidad (Ip) menor al 6%.

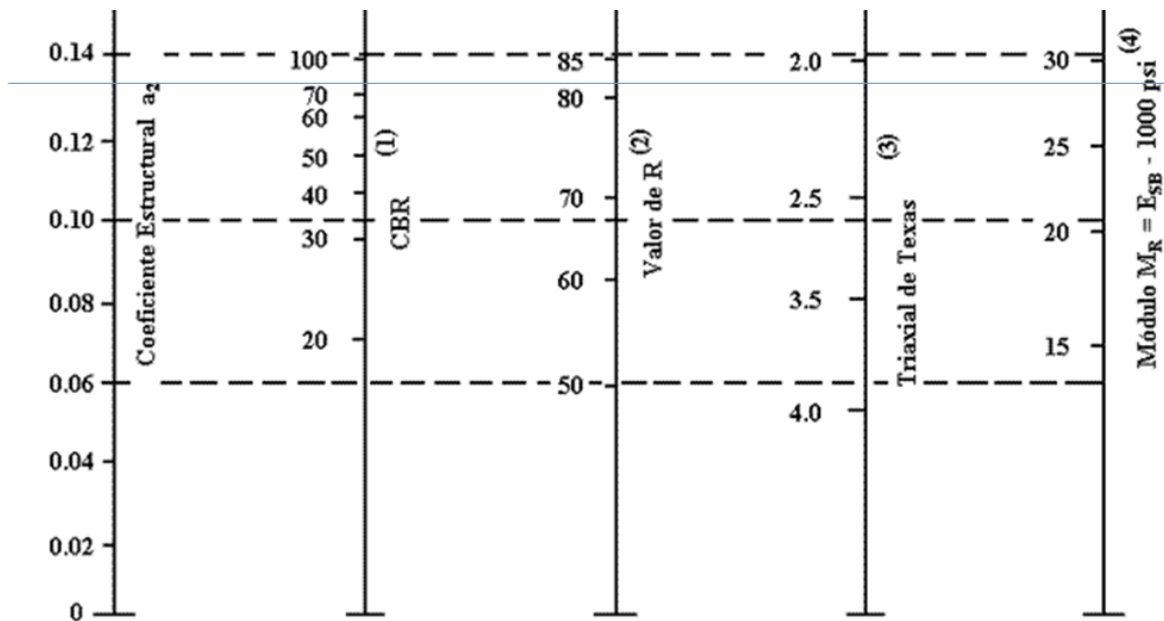
El porcentaje del material que pasó el tamiz #200 no será mayor al 50% es decir se mantendrá en la categoría de gravas y arenas, en ningún caso excederá los 2/3 del porcentaje que pase el tamiz #40.

El CBR no inferior a 80%.

Así el valor de los coeficientes estructurales  $a_2$  de la base con el ábaco de la imagen 5.6.2 en función de CBR de la base = 80%.

Con la utilización del mismo se determinó un valor de  $a_2 = 0.132$

Figura 5.6.2 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA BASE a2



Fuente: [www.ingenierocivilinfo.com](http://www.ingenierocivilinfo.com)

### 5.6.3 SUB-BASE

En ciertas condiciones se puede obviar esta capa cuando la sub-rasante, capa que se encuentra debajo de la misma es lo suficientemente resistente para las cargas actuantes.

Esta base sea de clase I, clase II, o clase III, deberá por conclusiones lógicas ser más resistente que la capa de sub-rasante, como lo indica el MTOP.

La calidad de esta capa será de acuerdo a lo establecido en los documentos contractuales del contrato de construcción vial, para ello deberá como mínimo cumplir con los siguientes requerimientos: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Coeficiente de desgaste máximo de 50% (Ensayo de abrasión de los Ángeles).

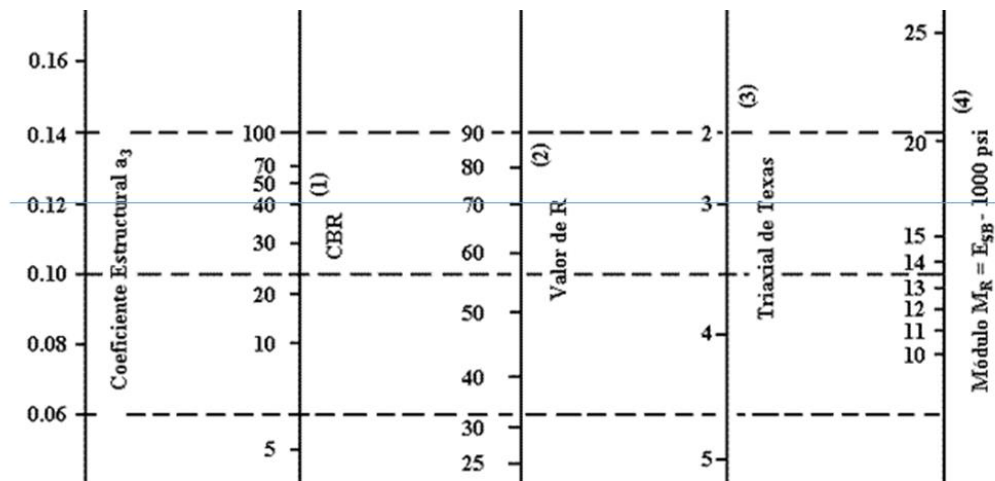
Porcentaje que pase el tamiz #40 con un  $I_p < 6\%$  y un  $wL < 25\%$ .



El valor de su CBR igual o mayor al 30%, y con tratamientos externos un mínimo del 40%.

Por último se establece el valor del coeficiente estructural  $a_3$  de la capa de sub-base en función del CBR de la misma = 40% dando un valor del  $a_3 = 0.12$

Figura 5.6.3 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUB-BASE  $a_3$



Fuente: [www.ingenierocivilinfo.com](http://www.ingenierocivilinfo.com) (al día 10 de Abril de 2016)

## 5.7 COEFICIENTE DE DRENAJE

El coeficiente de drenaje queda a criterio del profesional quien realiza el diseño.

La importancia de esto se da porque existen muchos efectos importantes del agua sobre las capas granulares como la base y la sub-base, como se indica a continuación.

Traslado de partículas por espacios del suelo.

Fallas producidas por escurrimiento del suelo por saturación del mismo.



Ablandamiento de la sub-rasante si permanece saturada por un lapso considerable de tiempo.

Degradación de la calidad del material por acción de la humedad.

Para evitar daños se debe hacer un estudio del material que se usará en el diseño de pavimentos, como primera acción se recomienda:

Crear una buena mezcla asfáltica con los respectivos aditivos con buen sellado de la carpeta de rodadura.

Construir un buen sistema de drenaje para evacuar lo más rápido posible en agua en la vía.

La calidad de drenaje de la carpeta a diseñarse.

**Tabla 5.7.1 CALIDAD DE DRENAJE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE RETENCIÓN DE HUMEDAD**

Calidad de drenaje	Término para remoción del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no se drena

Fuente: (Siline & Abel, 2006)

La calidad de drenaje aceptable indica que el tiempo necesario para que el agua se drene de la carpeta de rodadura será de 1 día.

En la tabla 5.7.2 se muestra que se escogió un % de tiempo de exposición del 5 al 25% considerando el clima de la zona, se tomó un valor de  $m_2$  (base) y  $m_3$  (sub-base) = 1.15.



Tabla 5.7.2 COEFICIENTES DE DRENAJE "MI" DE LAS CAPAS DE BASE Y SUB-BASE

Calidad de drenaje	% de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.25	1.30 - 1.15	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Aceptable	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.95	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.60 - 0.40	0.40

Fuente: (AASHTO, 1993, págs. II-25)

## 5.8 CÁLCULO DE ESPESORES POR CAPA

Los espesores de las diferentes capas del pavimento se obtienen con el método multicapa que establece las siguientes ecuaciones.

Las variables D, a, m y SN son valores mínimos y los valores D\* y SN\* representan los valores de diseño finales.

$$D_1^* = \frac{SN_1}{a_1} \quad (51)$$

$$SN_1^* \geq a_1 D_1^* \geq SN_1 \quad (52)$$

$$D_2^* = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2} \quad (53)$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2 \quad (54)$$

$$D_3^* = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3} \quad (55)$$

Aplicando dichas ecuaciones resulta el siguiente proceso.

Tabla 5.8.1 ESPESORES DE LA CARPETA DE RODADURA 2016 – 2026

DETERMINACIÓN DE ESPESORES			
CAPA	ESP. CAL. (pulg)	ESP. ASU. (Pulg)	ESP.ASU. (cm)
D1=	3.17	2.95	7.5
D2=	12.87	8.00	20
D3=	6.66	8.50	22
<b>Espesor Total</b>	<b>22.70</b>	<b>19.45</b>	<b>49</b>

Elaboración: Marco Morquecho (Excel)



Y para comprobar si estos valores están bien escogidos se toma en cuenta que la suma de los SN finales = 3.36 sea mayor que el SN determinado inicialmente = 3.19.

**Tabla 5.8.2 NÚMEROS ESTRUCTURALES 2016 – 2026**

SN1=	0.97
SN2=	1.21
SN3=	1.17
Suma	3.36
SN inicial	3.19

**Elaboración:** MARCO MORQUECHO (EXCEL)

Con el mismo criterio se muestra el proceso para el periodo 2026 - 2036

**Tabla 5.8.3 ESPESORES DE LA CARPETA DE RODADURA 2026 – 2036**

DETERMINACIÓN DE ESPESORES			
CAPA	ESP. CAL. (pulg)	ESP. ASU. (Pulg)	ESP.ASU. (cm)
D1=	3.81	3.94	10.0
D2=	13.58	8.00	20
D3=	8.29	8.50	22
Espesor Total	25.68	20.44	52

**Elaboración:** MARCO MORQUECHO (EXCEL)

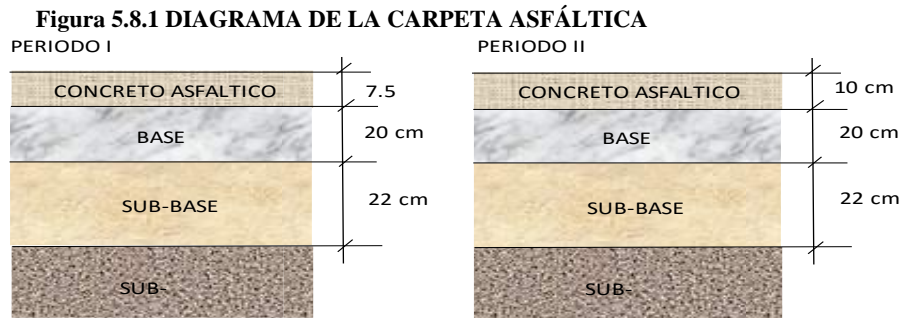
**Tabla 5.8.4 NÚMEROS ESTRUCTURALES 2026- 2036**

SN1=	1.30
SN2=	1.21
SN3=	1.17
suma	3.69
SN inicial	3.66

**Elaboración:** MARCO MORQUECHO (EXCEL)

En la tabla 5.8.4 se comprueba que la suma de los SN = 3.69 sea mayor que el determinado inicialmente SN = 3.66.

### 5.8.1 DIAGRAMAS DE LA CARPETA ASFÁLTICA



Elaboración: Marco Morquecho (Excel)

**Factores de equivalencia de carga para pavimentos flexibles con una pérdida de servicapacidad final  $pt=2$  en función del número estructural asumido**

Carga p/eje		NÚMERO ESTRUCTURAL (SN) Expresado en (pulgadas y milímetros)					
(kips)	(kN)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
		25.4	50.8	76.2	101.6	127.0	152.4
2	8.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	17.8	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	26.7	0.009	0.012	0.011	0.010	0.009	0.009
8	35.6	0.030	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	44.5	0.075	0.085	0.090	0.085	0.079	0.076
12	53.4	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	62.3	0.325	0.338	0.354	0.350	0.338	0.331
16	71.2	0.589	0.589	0.613	0.612	0.603	0.596
18	80.1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	89.0	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	97.9	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	106.8	3.71	3.62	3.43	3.33	3.40	3.51
26	115.7	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	124.6	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	133.4	10.40	10.00	9.20	8.60	8.70	9.20
32	142.3	14.00	13.50	12.40	11.50	11.50	12.10
34	151.2	18.50	17.90	16.30	15.00	14.90	15.60
36	160.1	24.20	23.30	21.20	19.30	19.00	19.90
38	169.0	31.10	29.90	27.10	24.60	24.00	25.10
40	177.9	39.60	38.00	34.30	30.90	30.00	31.20

## CAPITULO 6 DRENAJE

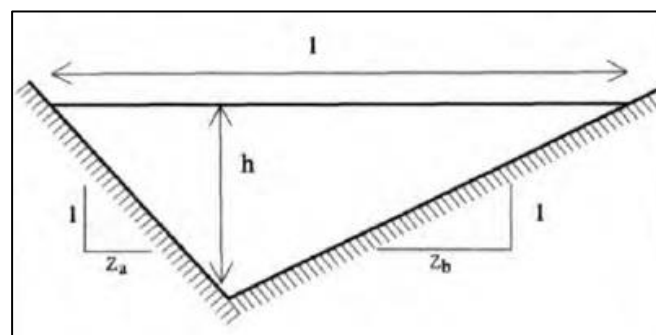
### 6.1 DRENAJE SUPERFICIAL

El objetivo principal del sistema de drenaje es evacuar las aguas que se originan por precipitación directa, escurrimiento o escorrentía superficial, con la finalidad de prolongar la vida útil de una carretera evitando la erosión o desgaste de la estructura que conforma la vía, para el efecto se prevé elementos de drenaje como: cunetas, alcantarillas o sumideros que diseñados adecuadamente, encausaran estas aguas a su descarga final.

#### 6.1.1 DISEÑO DE CUNETAS

Durante los recorridos e inspecciones realizadas en el tramo vial de estudio, se verificó la falta de elementos de drenaje lo cual genera acumulaciones considerables de agua produciendo malestar a los moradores de la zona y a los usuarios de la vía, por tal motivo se consideró de gran importancia la implementación de cunetas que evacuen de forma efectiva estas aguas.

**Figura 6.1.1 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CUNETAS Y CANALES TRIANGULARES**



Fuente: NEVI-12 – MTOP. Volumen 2B – Sección 2B.202-16



Mediante al esquema presentado se adoptó la longitud del ancho superficial ( $l = 0.4\text{m}$ ) y las pendientes ( $Z_a = 0.20\text{m}$ ,  $Z_b = 1.80\text{m}$ ) los cuales serán datos base para el diseño de la sección de la cuneta.

Con los valores asumidos se determina los siguientes elementos utilizando la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad.

$$Q = V * A \quad \text{Ecuación (18)}$$

$$V = \frac{Rh^{2/3} S^{1/2}}{N} \quad \text{Ecuación (19)}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

V= velocidad ( m/s)

N=Coficiente de rugosidad de Manning

Rh= radio hidráulico en metros

S= pendiente hidráulica (%)

El radio hidráulico (Rh) se obtiene mediante la siguiente formula:

$$Rh = \frac{A}{P} \quad \text{Ecuación (20)}$$

Dónde:

A= Área efectiva (m<sup>2</sup>)

P= Perímetro mojado (m)

El coeficiente de rugosidad ( $N=0.014$ ) se obtiene mediante la siguiente tabla indicada por la norma NEVI-12.

Tabla 6.1.1 VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD O DE MANNING EN CANALES

		TIPO DE CANAL		
		MINIMO	MEDIO	MAXIMO
<b>CONDUCTOS CON ESCURRIMIENTO DE SUPERFICIE LIBRE</b>				
<b>Metálicos</b>				
a) Bronce, liso		0,009	0,010	0,013
b) Acero	Soldado de tope	0,010	0,012	0,014
	Remachado	0,013	0,016	0,017
c) Fierro Fundido	Con protección interior	0,010	0,013	0,014
	Sin pintar	0,011	0,014	0,016
d) Fierro Forjado	Negro	0,012	0,014	0,015
	Galvanizado	0,013	0,016	0,017
e) Metal Corrugado	Tubos de drenaje	0,017	0,019	0,021
	Alcantarillas de aguas lluvias	0,021	0,024	0,030
<b>No Metálicos</b>				
a) Lucita		0,008	0,009	0,010
b) Vidrio		0,009	0,010	0,013
c) Cemento	Liso	0,010	0,011	0,013
	Mortero	0,011	0,013	0,015
d) Hormigón	Alcantarilla, recta y libre de obstrucciones	0,010	0,011	0,013
	Alcantarilla con curvas, conexiones y parcialmente obstruida	0,011	0,013	0,014
	Afinado	0,011	0,012	0,014
	Tubo de alcantarillado con cámaras, entradas, etc., recto	0,013	0,015	0,017
	Sin afinar, con moldaje de acero	0,012	0,013	0,014
	Idem, con moldaje de madera cepillada	0,012	0,014	0,016
	Idem, madera en bruto	0,013	0,017	0,020
e) Madera	Con duelas	0,010	0,012	0,014
	Terciada con tratamiento	0,015	0,017	0,020
f) Arcilla	Tuberías comunes	0,011	0,013	0,017
	Tubo de alcantarillado vitrificado	0,011	0,014	0,017
	Tubo con cámaras, entradas, etc.	0,013	0,015	0,017
	Tubo de drenaje vitrificado con juntas de tope	0,014	0,016	0,018
g) Albañilería de Ladrillo	Terminación barnizada o de apariencia vidriada	0,011	0,013	0,015
	Estucada	0,012	0,015	0,017
h) Alcantarillados sanitarios con aguas servidas y fango, con curvas y conexiones		0,012	0,013	0,016
i) Alcantarilla con clave estucada y fondo liso		0,016	0,019	0,020
j) Albañilería de piedra cementada		0,018	0,025	0,030
<b>CANALES REVESTIDOS O ARTIFICIALES</b>				
a) Metal	Superficie lisa de acero sin pintar	0,011	0,012	0,014
	Superficie lisa de acero pintada	0,012	0,013	0,017
	Superficie lisa de acero corrugado	0,021	0,025	0,030
b) Cemento	Superficie lisa	0,010	0,011	0,013
	Mortero	0,011	0,013	0,015
c) Madera	Cepillada sin tratamiento	0,010	0,012	0,014
	Cepillada con tratamiento (impermeabilizada)	0,011	0,012	0,015
	Sin cepillar (en bruto)	0,011	0,013	0,015
	En Tablado con listones	0,012	0,015	0,018
	Revestido con papel alquitranado	0,010	0,014	0,017

Fuente: NORMA NEVI-12, VOLUMEN 2B, PÁGINA 322

Los valores obtenidos en base ha las formulas anteriormente indicadas son:

$$A = 0.04 \text{ m}^2,$$

$$P = 0.62 \text{ m},$$

$$Rh = 0.0065 \text{ m}$$



El éxito de la sección de la cuneta adoptada se comprobará mediante la condición  
**(Caudal probable < Caudal a sección llena de la cuneta).**

El caudal probable se calculará mediante el método racional indicado por la norma NEVI-12, mediante la siguiente fórmula:

$$Qp = \frac{C * I * Aa}{360} \quad \text{Ecuación (18)}$$

Dónde:

$Q$  = Caudal en  $m^3/seg$ , corresponde al máximo caudal esperado para un periodo de retorno  $T$ .

$C$  = Coeficiente de escorrentía.

$I$  = Intensidad de precipitación en  $mm/hora$  para la frecuencia establecida.

$Aa$  = Área de aporte al elemento de drenaje (ha).

### 5.1.1.1 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Este factor se obtuvo en base a las características principales de la zona de estudio a través de la siguiente tabla:

Tabla 6.1.2 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimentos de adoquín	0,50 -- 0,70
Pavimentos asfálticos	<b>0,70 -- 0,95</b>
Pavimentos de hormigón	0,80 -- 0,95
Suelo arenoso con vegetación y gradiente de 2% - 7%	0,15 -- 0,20
Suelo arenoso con pasto y gradiente de 2% - 7%	0,25 -- 0,65
Zonas de cultivo	<b>0,20 -- 0,40</b>

Fuente: NEVI-12 – MTOP. Volumen 2B – Sección 2B.202-05



Se adopta el valor de 0.70 correspondiente a pavimentos asfálticos para el diseño de cunetas, mientras que, para el cálculo de las alcantarillas se adopta el valor de 0.30 debido a que generalmente en la zona el terreno se lo utiliza en su mayoría al cultivo.

### 5.1.1.2 INTENSIDAD DE LLUVIA

Para determinar este factor el Instituto Nacional de Hidrología (INAMHI) señala la siguiente fórmula exponencial:

$$I = \frac{k \cdot T^m}{t^n} * Pmax(24h) \quad \text{Ecuación (19)}$$

Dónde:

$I$  = Intensidad máxima en mm/hora.

$T$  = Periodo de retorno (tiempo en años)

$K, m, n$  = Constantes de ajuste

$Pmax(24h)$  = Precipitación máxima (maximorum en 24 horas).

$t$  = Tiempo de precipitación de intensidad ( $I$ ) de frecuencia ( $T$ ).

Para la obtención de las constantes de ajuste el INAMHI, indica que estos valores dependerán de la zona en la que se encuentre el proyecto, para lo cual se utilizó la siguiente figura en la que se puede observar la segmentación por zonas para el cálculo de la intensidad de la lluvia en todo el país; para este caso la ubicación de la vía en estudio se encuentra en la ZONA 9, por tal motivo las fórmulas a utilizar son:

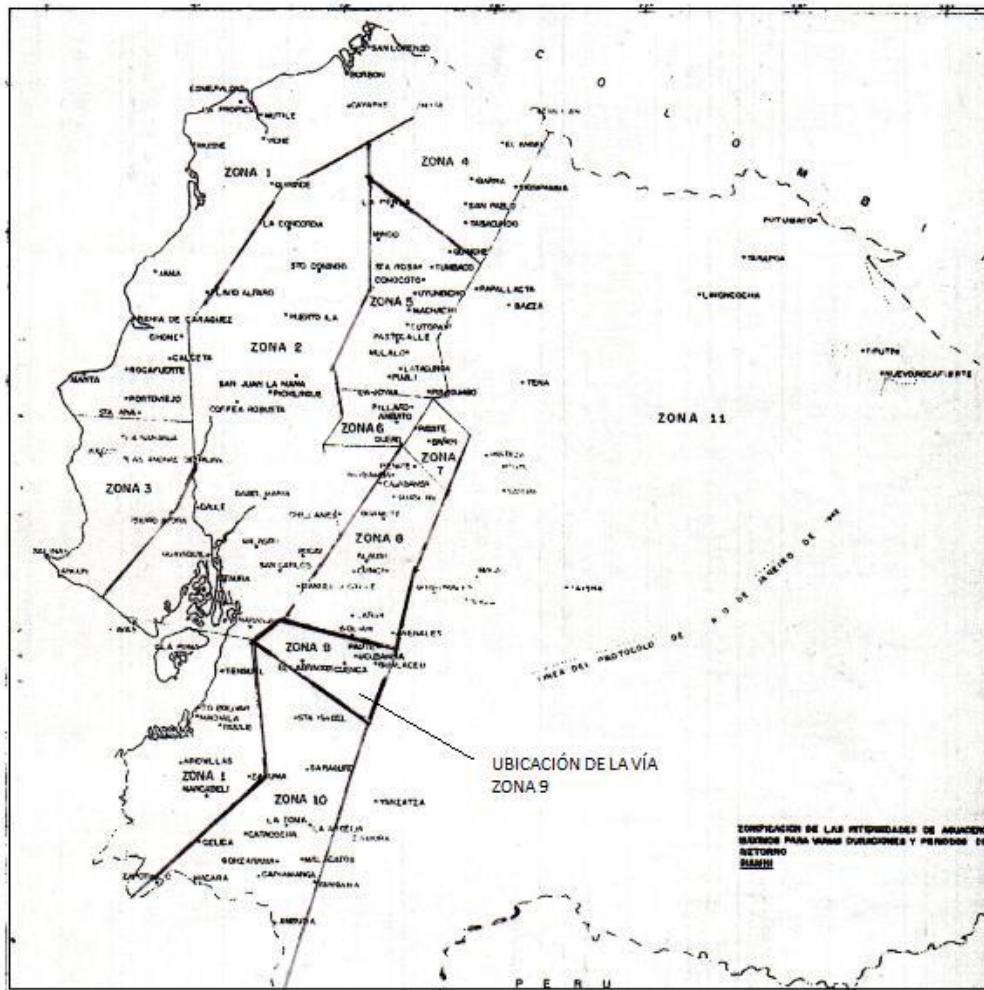
De 5min < 10 min

$$I = \frac{3.50 \cdot T^{0.14}}{t^{0.35}} * Pmax(24h) \quad \text{Ecuación (47)}$$

De  $10\text{min} < 120\text{min}$   $I = \frac{6.50 \cdot T^{0.14}}{t^{0.62}} * Pmax(24h)$

Ecuación (48)

Tabla 6.1.3 CAPACIDAD HIDRÁULICA DE CUNETAS Y CANALES TRIANGULARES



Fuente: Caminos en el Ecuador, Ing. Antonio Salgado N, Quito – Ecuador, 1989

El valor de  $Pmax(24h)$ , se obtiene mediante la estación meteorológica más cercana, para el efecto se utilizó la estación M 0427 – RICAURTE correspondiente al anuario del INAMHI N° 51.



Considerando un periodo de retorno  $T=10$  años, un tiempo de intensidad de precipitación  $t=10$  min y  $P_{max}(24h)$  correspondiente a 61.7 en el mes de diciembre obtenido de la tabla anterior, se determina que la intensidad de lluvia es:  $I = 133.15$  mm/seg.

### 5.1.1.3 ÁREA DE APOORTE AL ELEMENTO DE DRENAJE

El cálculo del área que aportará a cada cuneta dependerá de la ubicación de cada alcantarilla puesto a que la longitud que recorrerá el agua para su descarga final está en función de las mismas.

Como se indicó anteriormente, el tramo vial en estudio carece de elementos de drenaje; mediante la inspección in situ se localizaron cuatro alcantarillas las cuales se encontraban en condiciones de uso pero con sedimentos por lo que se consideró necesario implementar más alcantarillas para garantizar un adecuado drenaje.

La ubicación de las alcantarillas localizadas y las que se consideró necesario implementar en el tramo vial se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 6.1.4 UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS EXISTENTES Y SUGERIDAS PARA EL TRAMA VIAL GUALALCAY - EL VERDE**

ALCANTARILLAS EXISTENTES EN LA VÍA GUALALCAY – EL VERDE ENTRE LAS ABSCISAS 3+600 A 7+200							
ABSCISA	TUBERÍA HORMIGÓN				ARMICO	Ø DE ARMICO	OBSERVACIONES
	Ø200	Ø300	Ø400	Ø600			
3+640.00					X	1200	En uso pero con sedimentos
5+830.00					X	900	En uso pero con sedimentos
6+485.00					X	900	En uso pero con sedimentos
6+600.00					X	900	En uso pero con sedimentos
ATARJEAS SUGERIDAS EN LA VÍA GUALALCAY – EL VERDE ENTRE LAS ABSCISAS 3+600 A 7+200							
ABSCISA	TUBERÍA HORMIGÓN				ARMICO	Ø DE ARMICO	OBSERVACIONES
	Ø200	Ø300	Ø400	Ø600			
4+010.00					X	900	
4+300.00					X	900	
4+940.00					X	900	
5+170.00					X	900	
5+330.00					X	900	
5+520.00					X	900	
6+040.00					X	900	
6+350.00					X	900	
6+900.00					X	900	

Autor: MARCOS MORQUECHO, 2016



Una vez establecidas las alcantarillas que servirán para evacuar el agua que recolecte cada cuneta, se procede al cálculo de las áreas de aportación, y posteriormente la comprobación de la sección de la cuneta adoptada, teniendo en cuenta que la velocidad máxima no debe sobrepasar el valor de 4.50 m/s recomendado por la NEVI-12.

**Tabla 6.1.5: VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN CANALES Y CUNETAS REVESTIDAS**

Tipo de revestimiento	Velocidad máxima admisible, m/s
Mezclas asfálticas en sitio y tratamientos superficiales	3,00
Mampostería de piedra	4,50
Hormigón asfáltico o de cemento portland	4,50

Fuente: NEVI-12 – MTOP. Volumen 2B – Sección 2B.202-17

## 6.1.2 CALCULO DE CUNETAS

**Tabla 6.1.6 CALCULO DE CAPACIDAD DE LAS CUNETAS**

ABSCISA	LONGITUD DE CUNETA (Lc)	PENDIENTE DEL TRAMO (S)	VELOCIDAD (m/s)	ÁREA DE APORTE	CAUDAL PROBABLE $Q_p=(C*I*A_a)/360$ (m3/s)	Caudal Sección llena $Q_c=V*A_c$ (m3/s)	$Q_p < Q_c$
3+640.00	425.00	4.9	2.99	0.34	0.09	0.12	CUMPLE
4+010.00	338.00	7.46	3.69	0.27	0.07	0.15	CUMPLE
4+300.00	118.00	5.22	3.09	0.09	0.02	0.12	CUMPLE
4+940.00	295.00	6.09	3.33	0.24	0.06	0.13	CUMPLE
5+170.00	207.00	9.86	4.24	0.17	0.04	0.17	CUMPLE
5+330.00	175.00	1.53	1.67	0.14	0.04	0.07	CUMPLE
5+520.00	254.00	4.35	2.82	0.2	0.05	0.11	CUMPLE
5+830.00	130.00	5.16	3.07	0.1	0.03	0.12	CUMPLE
6+040.00	180.00	10.97	4.47	0.14	0.04	0.18	CUMPLE



6+350.00	135.00	6.09	3.33	0.11	0.03	0.13	CUMPLE
6+485.00	110.00	10	4.27	0.09	0.02	0.17	CUMPLE
6+600.00	346.00	6.41	3.42	0.28	0.07	0.14	CUMPLE
6+900.00	375.00	7.22	3.63	0.3	0.08	0.15	CUMPLE

**Autor:** MARCOS MORQUECHO, 2016

De los resultados obtenidos, se puede decir que la sección de la cuneta adoptada cumple con la condición de **(Caudal probable < Caudal a sección llena de la cuneta)** y las velocidades obtenidas están dentro del rango establecido, por lo que se puede concluir que la sección de la cuneta es la adecuada.

### 6.1.3 CALCULO DE ALCANTARILLAS

Toda vez establecidos los diámetros de las tuberías a utilizarse en el tramo vial objeto de estudio se procedió a su comprobación. Para el análisis se utilizó el método racional señalado por la NEVI-12 indicado anteriormente considerando el coeficiente de escorrentía adoptado para zonas de cultivo equivalente a 0,30.

Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente tabla:

**Tabla 6.1.7 CALCULO DE CAPACIDAD DE LAS ALCANTARILLAS**

Abscisa	Área de aporte (Ha)	Caudal que aportan las cunetas (m <sup>3</sup> /s)	Caudal del área de aporte (m <sup>3</sup> /s)	Diámetro del tubo (m)	Caudal Probable (m <sup>3</sup> /s)	Caudal a sección óptima	Velocidad (m <sup>3</sup> /s)	Condiciones Q prob < Q y 0.6 < V < 4.5	Tipo de tubería
3+640.00	1.28	0.09	0.14	1.2	0.23	3.34	2.95	CUMPLE	Ármico



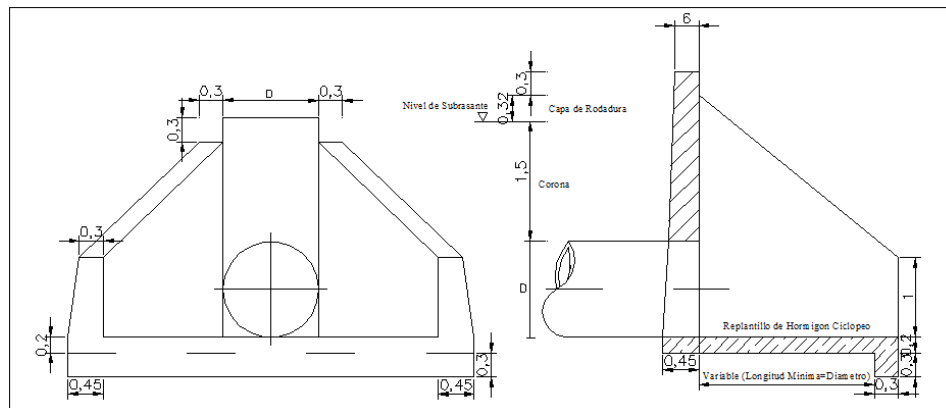
4+010.00	1.01	0.07	0.11	0.9	0.18	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
4+300.00	0.35	0.02	0.04	0.9	0.06	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
4+940.00	0.89	0.06	0.1	0.9	0.16	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
5+170.00	0.62	0.04	0.07	0.9	0.11	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
5+330.00	0.53	0.04	0.06	0.9	0.1	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
5+520.00	0.76	0.05	0.08	0.9	0.13	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
5+830.00	0.39	0.03	0.04	0.9	0.07	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
6+040.00	0.54	0.04	0.06	0.9	0.1	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
6+350.00	0.41	0.03	0.05	0.9	0.08	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
6+485.00	0.33	0.02	0.04	0.9	0.06	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
6+600.00	1.04	0.07	0.12	0.9	0.19	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico
6+900.00	1.13	0.08	0.13	0.9	0.21	1.58	2.44	CUMPLE	Ármico

**Autor:** MARCOS MORQUECHO, 2016

Mediante el cálculo presentado se puede concluir que el diámetro adoptado cumple con las condiciones necesarias para garantizar el adecuado drenaje para la vía objeto de estudio considerando que el diámetro fue adoptado por las facilidades de mantenimiento y limpieza cuando se requiera necesario.

Las obras tipo de arte menor a utilizarse para la entrada y salida del caudal que evacuará cada alcantarilla se presenta en la siguiente figura:

**Figura 6.1.2 OBRA TIPO A UTILIZARSE EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE LAS ALCANTARILLAS**



**Autor:** MARCOS MORQUECHO

## 6.2 DRENAJE SUBTERRÁNEO

Mediante las inspecciones realizadas, se pudo comprobar que entre la abscisa 6+900 hasta la abscisa 7+260 se identificó la presencia de humedad producto de la escasez de un adecuado sistema de drenaje, por lo que se consideró colocar tubería de sub - dren de diámetro 160 mm con el fin de evacuar esta agua al cabezal más próximo. La profundidad a excavar para la colocación de esta tubería es de 1,50 m de profundidad con un ancho de 0,60m para posteriormente colocar el material de filtro granular cuyo diámetro se encuentre entre 2” < D < 4” recomendado por la NEVI-12 y finalmente cubrirlo con geotextil.

**CAPITULO 7 PRESUPUESTO.**

El costo de la ejecución de la obra está basado en los diseños de los capítulos anteriores.

Entonces así podremos controlar la cantidad de materiales y servicios para poder controlar de una manera eficiente el presupuesto del diseño para realizar el presupuesto se utilizó el programa InterPRO, porque nos ofrece la facilidad de cálculo y manejando la base de precios utilizados en el GAD Municipal de Cuenca.

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total
1		MOVIMIENTO DE TIERRAS				550.976,36
1,001	559001	Replanteo y nivelación de vías	m	3.675	0.79	2.903,25
1,002	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	61.795	2.98	18.4149,1
1,003	559017	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	9.025,17	16.36	147.651,78
1,004	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	52.769,83	2.42	127.702,99
1,005	513004	Transporte de materiales más de 5 Km	m3-km	263.849,2	0.31	81.793,24
1,006	559014	Excavación manual material sin clasificar	m3	550	12.32	6.776
2		DRENAJE, SUBDRENES, MUROS				88.484,6
2,001	535726	Tubería metálica corrugada D=1.20 M e=2 mm (ARMICO)	m	20	290.79	5.815,8
2,002	535924	Tubería metálica corrugada D=0.90 M e=2 mm (ARMICO)	m	216	220.33	47.591,28
2,003	540341	Drenes tubería PVC D=160 mm	m	360	11.54	4.154,4
2,004	540593	Sum. y colocación Grava graduada de 38 a 76 mm	m3	324	22.00	7.128,00
2,005	535631	Sum.-Ins, Geotextil	m2	936	1.42	1.329,12
2,006	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	20	140.76	2.815,2
2,007	562027	Muro de H° Ciclópeo	M3	120	103.66	12.439,2
2,008	501003	Encofrado Recto	m2	440	11.19	4.923,6
2,009	523001	Entibado Continuo	m2	200	11.44	2.288
3		ESTRUCTURA DE PAVIMENTO, VEREDAS Y BORDILLOS				2'164.436.05
3,001	559007	Subrasante conformación y compactación con equipo pesado	m2	40.425	2.04	82.467
3,002	562007	Mejoramiento de la Sub Rasante (Incl. Transporte) h. promedio = 0,60 mts.	M2	40.425	13.82	558.673,5
3,003	535199	Material de Reposición Subbase clase 2 (Incluye esponjamiento)	m3	8.893,5	20.00	177.870,00
3,004	559008	Base Clase II conformación y	m3	8.085	23.67	191.371,95



		compactación con equipo pesado				
3,005	540797	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	40425	1.04	42.042
3,006	530033	Carpeta asfáltica (e=3") Ho Asf. mezclado en planta	m2	40.425	16.99	686.820.75
3,007	501003	Encofrado Recto	m2	3.500	11.19	39.165
3,008	508001	Replanto de Piedra, e=15 cm	m2	12.495	8.19	102.334.05
3,009	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	625	140.76	87.975
3,010	506002	Hormigón Simple 180 Kg/cm2	m3	1.200	134.44	161.328
3,011	522010	Corte y sellado de juntas	ml	4.000	3.07	12.280
3,012	540226	Siembra de Césped	m2	5.880	3.76	22.108,8
4		<b>SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIONES</b>				69.694,1
4,001	562028	Marca de pavimentos	ml	22.050	2.9	63.945
4,002	500001	Señalización vertical	u	35	164.26	5.749,1
5		<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				4.393,13
5,001	562021	Letreros informativos de Obras	UNIDAD	2	823.99	1.647,98
5,002	562020	Letreros Vía Alternas	UNIDAD	5	139.43	697,15
5,003	593037	Señalización con cinta (2 usos)	m	3.600	0.35	1.260
5,004	593039	Parante con base de hormigón (5 usos)	u	50	3.54	177
5,005	543119	Cobertura de plástico	m2	450	0.38	171
5,006	593038	Malla plástica de seguridad K0001, suministro e instalación	m	400	1.1	440
<b>TOTAL</b>						2'877.984,24

**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.**

**PRECIO TOTAL DE LA OFERTA:** (en letras y números), más IVA

3'223.342,35 TRES MILLONES DOSCIENTOS VEINTE Y TRES MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS DÓLARES AMERICANOS CON 35/100.

Cuenca, 20 de mayo de 2016



## CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 CONCLUSIONES

- A través del levantamiento topográfico, se ha identificado que la vía presenta anchos variables y radios de curvatura no establecidos.
- Mediante el aforo vehicular, se pudo constatar que la vía soportará un TPDA de 1511 para un periodo proyectado de 20 años.
- Para el Diseño Geométrico Horizontal se logró establecer los anchos de sección ajustados a los determinados por el Departamento de Planificación del GAD Municipal de Cuenca; mientras que en el Diseño Vertical se mantuvo en su mayoría los niveles actuales de la vía en virtud de que los accesos a las viviendas adyacentes al tramo vial se ubican a partir de esta altura.
- Mediante los análisis de suelos realizados, se pudo verificar que el CBR alcanza valores entre 2 a 5, por tal razón es necesario sustituir la sub-rasante con material de mejoramiento.
- Mediante el diseño de pavimentos se pudo establecer que los espesores de las capas de la estructura de la vía para un periodo de 20 años corresponden a: subbase = 22 cm, base = 20 cm y concreto asfáltico = 10 cm. Por otro lado, respecto a la sub-rasante se optó por sustituir el material actual por material de mejoramiento en un espesor de 60 cm.
- Bajo este contexto, con el Diseño propuesto logró mejorar los trazados geométricos tanto horizontales como verticales de la vía, lo cual facilitara la movilidad en el sector, coadyuvando a proporcionar una mejor calidad de vida de los habitantes del sector.



## 8.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar el Diseño propuesto, mismo que fue desarrollado bajo las normas establecidas por el MTOP, a través de las normas NEVI - 12.
- Realizar las obras de alcantarillado antes de la ejecución de la vía.
- Sustituir con material de mejoramiento la sub-rasante actual de la vía.
- Realizar la limpieza y mantenimiento periódico de las alcantarillas y cunetas.
- Cumplir con las normas de seguridad y señalización en la ejecución de la obra.
- Desarrollar mingas para la siembra de especies arbustivas en las áreas verdes de las veredas propuestas.

**CAPITULO 9 BIBLIOGRAFÍA****LISTADO DE REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AASHTO. (1993). *GUIA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS*. WASHINGTON,DC: ASOCIACION AMERICANA DE CARRETERA ESTATAL Y FUNCIONARIOS DE TRASPORTE.
- Agudelo Ospina, J. J. (2002). *Diseño Geometrico de Vías*. Medellín.
- Bowles, J. (1980). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Bogota: Mc Graw-Mill Latinoamerica.
- Casanova, L. (2002). *Topografía Plana*. Merida.
- Corredor M., G. (2010). Maestría en Vías Terrestres, Modulo III, Diseño de Pavimentos I. En G. Corredor M., *Experimento Vial de la AASHTO y las Guía de Diseño AASHTO* (págs. 1-47). Caracas: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Minaya González, S., & Ordóñez Huamán, A. (2006). *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Ministerio de Obras Públicas. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Quito.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial - 12* (Vol. 2A). Quito: Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Vol 2B. Norma Para Estudios y Diseños Viales*. Quito: Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). *Volumen 3. Especificaciones generales para construcción de caminos y puentes*. Quito: Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Obras Publicas. (2013). *Volumen N°4 Manual de Guía y Criterios para Estudios Ambientales en Obra de Infraestructura de Transporte Terrestre*. Quito: Nevi12.
- Municipalidad de Cuenca. (2003). *Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad Cuenca*. Cuenca: Cuenca.
- Nadia, C. (nd). *Topografía Aplicada*. Loja: Ecuador.
- Siline, M. G., & Abel, O. H. (2006). *Diseño Modernos de Pavimentos Asfalticos* . Lima: Perú .



## **CAPITULO 10 ANEXOS**

### **10.1 ANALISIS DE SUELOS**

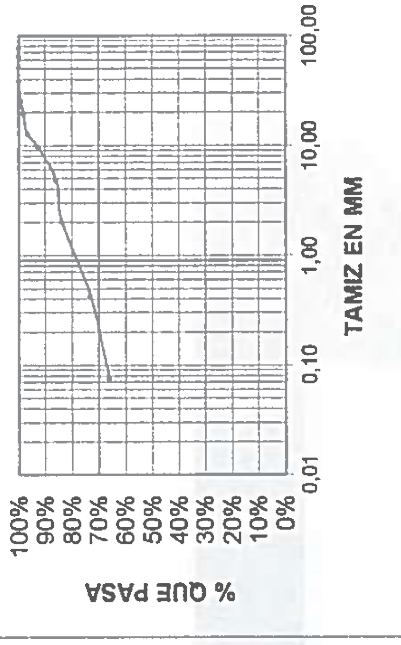
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N°9

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

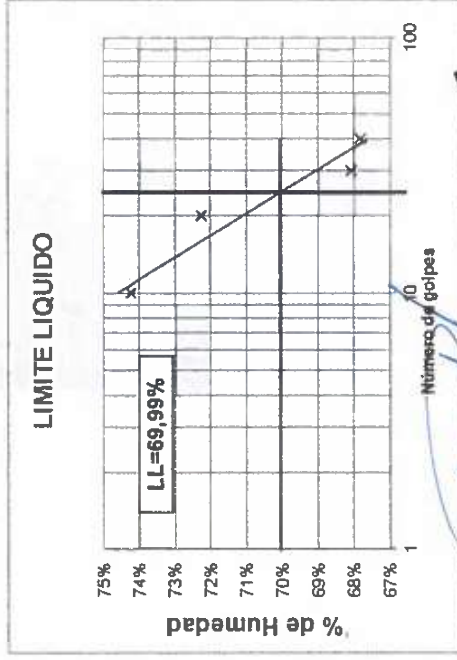
TAMIZ	P RET.		P RET.		RET.	%
	PARC.(GR.)	ACUM.(GR.)	PARC.(GR.)	ACUM.(GR.)		
M.M.	U.S					% PASA
76,200	3*	0	0	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2*	0	0	0	0,00%	100,00%
50,800	2*	0	0	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2*	0	0	0	0,00%	100,00%
25,400	1*	152	152	152	0,71%	99,29%
19,050	3/4*	245	397	397	1,86%	98,14%
12,700	1/2*	292	689	689	3,23%	96,77%
9,525	3/8*	858	1547	1547	7,25%	92,75%
4,750	No. 4	1478	3025	3025	14,17%	85,83%
	PASA No. 4	18,325				
	TOTAL	21350				
2,000	No. 10	12,00	12	12	16,23%	83,77%
0,425	No. 40	62,00	74	74	26,87%	73,13%
0,075	No. 200	41,00	115	115	33,91%	66,09%
	TOTAL	500,00				



GRAVA G =	14,17%
ARENAS =	19,74%
FINOS F =	66,09%

HN =	27,34%
LL =	69,99%
LP =	31,88%
IP =	38,10%
IC =	


CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	17



## LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.		PESO SECO		CAPS.(GR.)	PESO SECO	PESO HUM.	%
	HUM.(GR.)	PESO	SECO (GR.)	PESO				
10	30,35	20,90	20,90	8,17	8,17	8,17	74,23%	
20	27,45	19,30	19,30	8,02	8,02	8,02	72,25%	
30	29,46	20,80	20,80	8,08	8,08	8,08	68,08%	
40	28,07	19,93	19,93	7,93	7,93	7,93	67,83%	
							LIMITE LIQUIDO	69,99%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.		PESO SECO		CAPS.(GR.)	PESO SECO	PESO HUM.	%
	HUM.(GR.)	PESO	SECO (GR.)	PESO				
	14,41	13,00	13,00	8,50	8,50	8,50	31,33%	
	14,78	13,28	13,28	8,64	8,64	8,64	32,33%	
	14,07	12,72	12,72	8,50	8,50	8,50	31,99%	
							LIMITE PLASTICO	31,88%

  
**ING. RODRIGO PESANTEZ**  
 GERENTE  
**SUELOTEC**  
 ASOCIACION DE INGENIEROS CIVILES  
 TLF.S.: 099-130-385-385 | 099-130-385-385

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA  
VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA -  
GUALALCAY - EL VERDE

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHO T 180-D

POZO N° 9

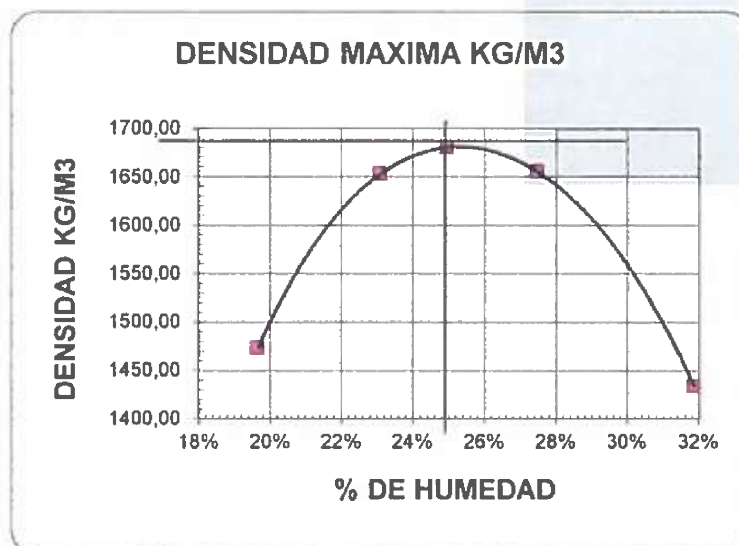
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	10.000	10.574	10.733	10.270	
PESO MOLDE (GR)	6.277	6.277	6.277	6.277	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.723	4.297	4.456	3.993	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.112	2.112	2.112	2.112	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.763	2.035	2.110	1.891	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	71,63	64,45	53,46	55,25	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,22	53,92	43,75	43,88	
PESO CAPSULA	8,25	8,33	8,40	8,19	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	19,65%	23,10%	27,47%	31,86%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.473	1.653	1.655	1.434	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

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

HUMEDAD OPTIMA	24,95%
----------------	--------



ING. RODRIGO RESANTEZ  
GERENTE

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

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Casapal Chiriquí - 171 y Juan de Velasco  
Vial - 01 2582025 - Guayaquil - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI -  
QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

ENSAYO DE CBR

POZO N° 9

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.842	13.707	13.288	13.400	13.111	13.290
PESO MOLDE	9.212	9.212	9.050	9.050	9.109	9.109
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.111	2.111	2.108	2.108	2.109	2.109

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	75,28	71,39	70,33	66,33	77,15	74,25
P. MUESTRA SECA + TARRO	81,51	58,03	57,53	53,23	62,86	58,76
PESO DEL TARRO	6,29	6,88	6,82	6,64	6,75	7,39
% DE HUMEDAD	24,90%	26,12%	25,24%	28,12%	25,47%	30,15%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,22%		2,88%		4,68%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,099	2,129	2,010	2,064	1,898	1,982
DENSIDAD SECA	1,681	1,688	1,605	1,611	1,513	1,523

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

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

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

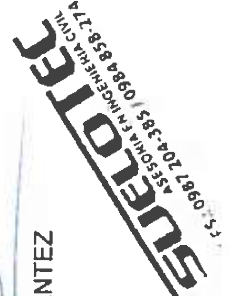
POZO Nº 9

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				25,00				3 PULG.*2			
ALT. DEL MOLDE		AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON			
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA	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	0,000	4,500	0,00%	10,00
	1,00	28,000	4,528	4,528	0,52%	52,000	4,552	1,16%	100,000	100,000	4,600	2,22%	
	2,00	70,000	4,570	4,570	1,56%	101,000	4,601	2,24%	150,000	150,000	4,650	3,33%	
	3,00	85,000	4,585	4,585	1,89%	112,000	4,612	2,49%	162,000	162,000	4,662	3,60%	

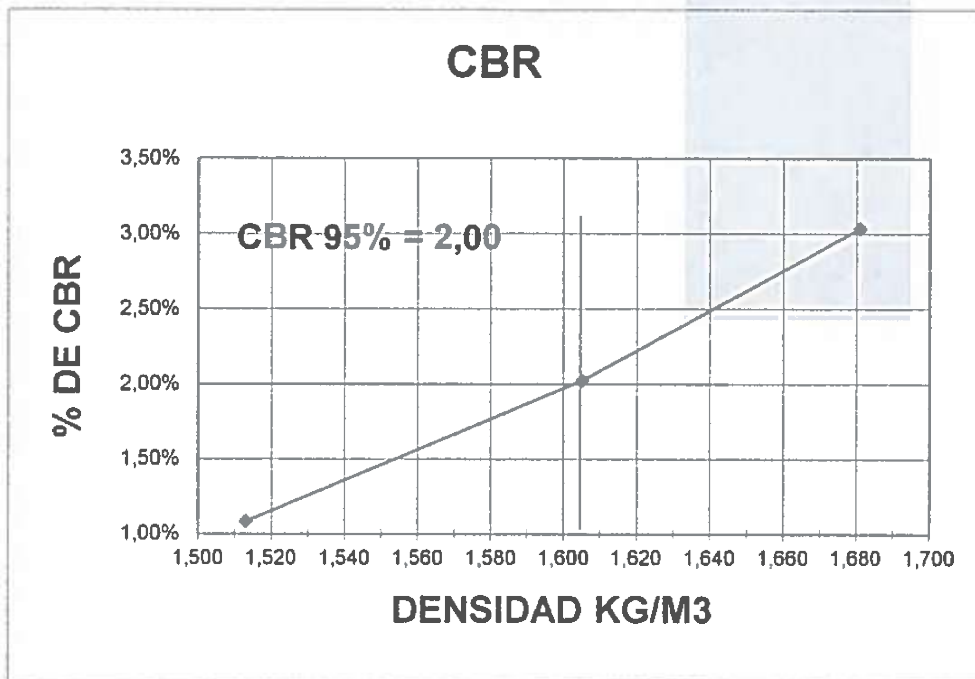
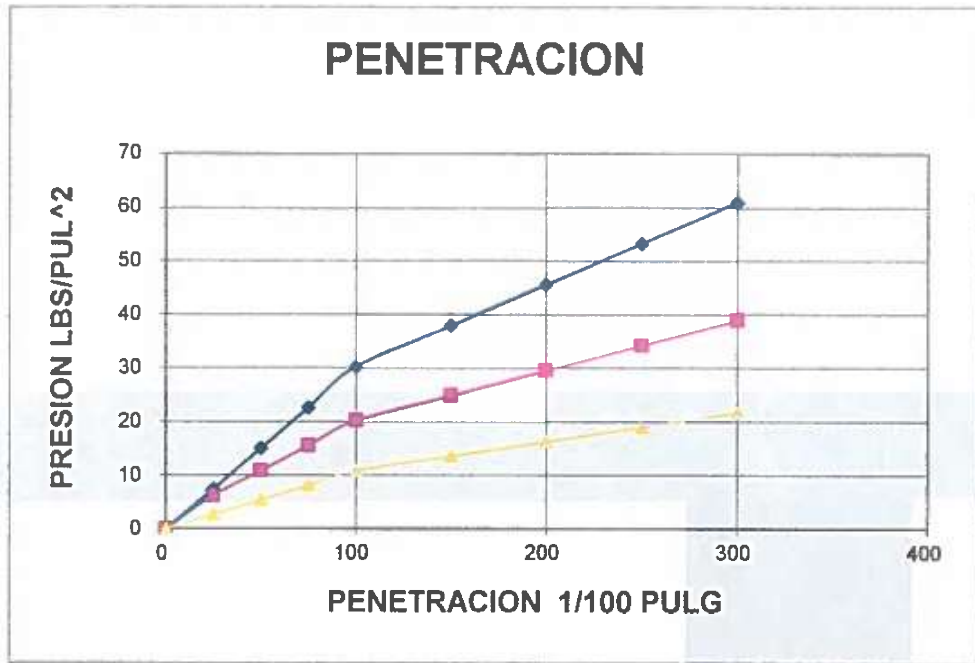
ENSAYO DE PENETRACION

CONSTANTE DEL ANILLO		55,00				25,00				10,00			
PENET. EN PULG.		AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON			
CARGA LBS	TIEMPO	No. GOLPES/CAPA	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR
0	0	0	0		0	0		0	0		0	0	
25	22	7			19	6		8			3		
50	45	15			33	11		16			5		
75	68	23			47	16		24			8		
100	91	30	1,000	3,04%	61	20	1,000	33	2,02%	1,000	11	1,000	1,09%
150	114	38			75	25		41			14		
200	137	46			89	30		49			16		
250	160	53			103	34		57			19		
300	183	61			117	39		65			22		

  
**ING. RODRIGO PESANTEZ**  
 GERENTE



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"



ING. RODRIGO PESANTE  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-774

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Casique Charba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 07 2860383 - Guayaquil - Ecuador

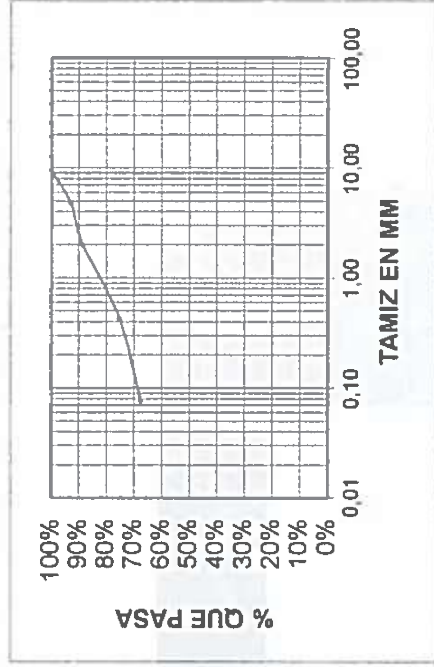
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N° 10

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

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"	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	405	405	7,07%	92,93%
PASA No. 4		5.321			
TOTAL		5726			
2.000		No. 10	23,00	11,35%	88,65%
0.425		No. 40	72,00	24,73%	75,27%
0.075		No. 200	41,00	32,35%	67,65%
TOTAL		500,00			



GRAVA G =	7,07%
ARENA S =	25,28%
FINOS F =	67,65%

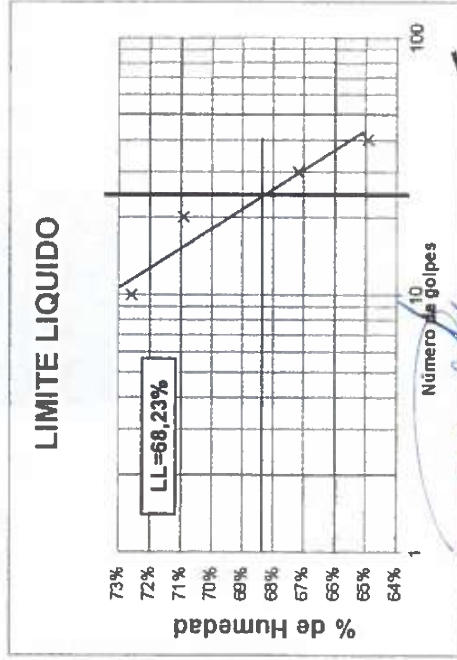
HN =	22,19%
LL =	68,23%
LP =	30,36%
IP =	37,87%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	18

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	24,97	22,10	9,28	22,39%
	26,00	22,90	8,80	21,99%

### LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
40	20,03	15,53	8,60	64,94%
30	19,50	15,16	8,70	67,18%
20	19,70	15,14	8,71	70,92%
10	20,10	14,91	7,76	72,59%
LIMITE LIQUIDO				68,23%



LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13,49	12,10	7,55	30,55%
	13,84	12,40	7,68	30,51%
	13,19	11,89	7,56	30,02%
				30,36%

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**

TELFS.: 0987 204 385 / 0988 884 838 / 81714

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :  
TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO -  
SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO Nº 10

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

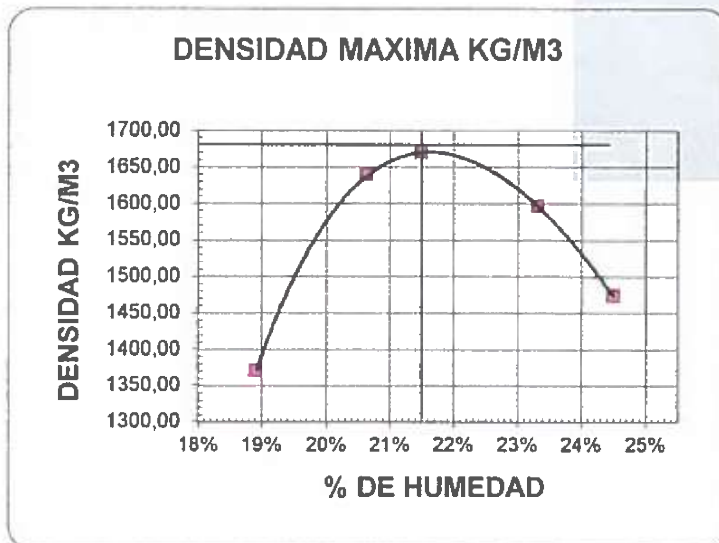
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	10.271	10.999	10.982	10.701	
PESO MOLDE (GR)	6.849	6.849	6.849	6.849	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.422	4.150	4.133	3.852	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.108	2.108	2.108	2.108	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.823	1.969	1.961	1.827	

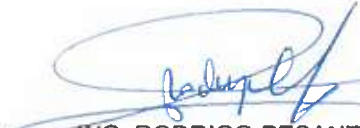
MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	25,03	23,27	28,09	19,00	
P. CAPSULA+SUELO SECO	22,25	20,76	24,17	16,32	
PESO CAPSULA	7,15	8,30	6,99	5,15	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	18,41%	20,14%	22,82%	23,99%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1,371	1,639	1,596	1,474	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1,670
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	21,00%
----------------	--------



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TEL: 0987 204 383 / 0984 858 274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Calle Comercio 1-71 y Juan de Velasco  
Tel: 09 2566753 - Guayaquil - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N° 10

ENSAYO DE CBR

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.378	13493	13.153	13.343	13.151	13.421
PESO MOLDE	9.087	9.087	9.079	9.079	9.314	9.314
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.121	2.121	2.121	2.121	2.119	2.119

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	47,12	49,34	49,50	51,55	53,45	63,05
P. MUESTRA SECA + TARRO	40,28	41,35	42,17	42,50	45,72	51,00
PESO DEL TARRO	8,25	7,65	8,00	7,90	8,21	7,59
% DE HUMEDAD	21,35%	23,71%	21,45%	26,16%	20,61%	27,76%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	2,36%		4,71%		7,15%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,023	2,077	1,921	2,010	1,811	1,938
DENSIDAD SECA	1,667	1,679	1,582	1,593	1,502	1,517

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

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

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO POZO Nº 10

FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	4.5 PULG.			55,00			25,00			3 PULG.*2		
		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	0,00%	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,000	4,500	0,00%	
	1,00	12,000	4,512	0,27%	22,000	22,000	4,522	0,49%	80,000	80,000	4,580	1,78%	
	2,00	58,000	4,558	1,29%	63,000	63,000	4,563	1,40%	100,000	100,000	4,600	2,22%	
	3,00	73,000	4,573	1,62%	95,000	95,000	4,595	2,11%	112,000	112,000	4,612	2,49%	

ENSAYO DE PENETRACION

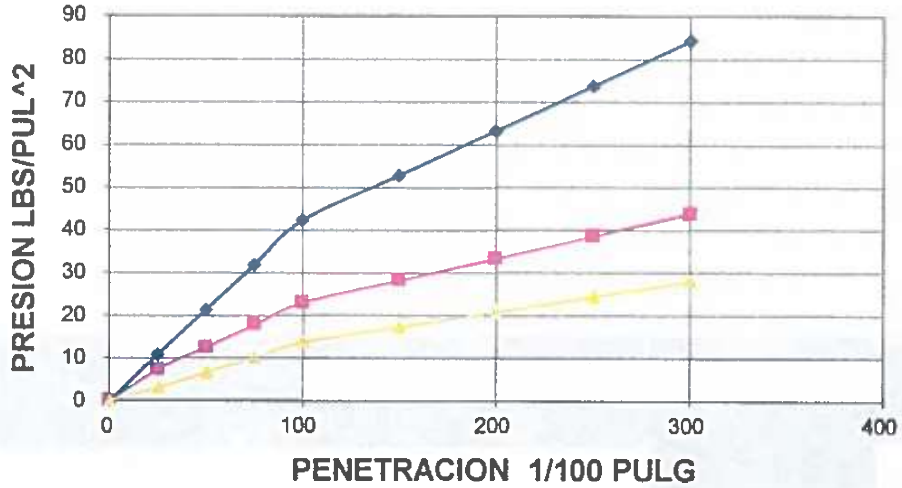
EN PULG.	CONSTANTE DEL ANILLO	55,00			25,00			3 PULG.*2		
		No. GOLPES/CAPA	VALOR CBR	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	VALOR CBR	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	VALOR CBR	CARGA LBS
0	0	0		0		0		0		0
25	33	11		22		9		3		10,00
50	64	21		38		20		7		
75	96	32		53		30		10		
100	127	42	4,24%	69	2,30%	41	1,000	14	1,000	1,37%
150	159	53		85		52		17		
200	190	63		100		62		21		
250	222	74		116		73		24		
300	253	84		132		84		28		



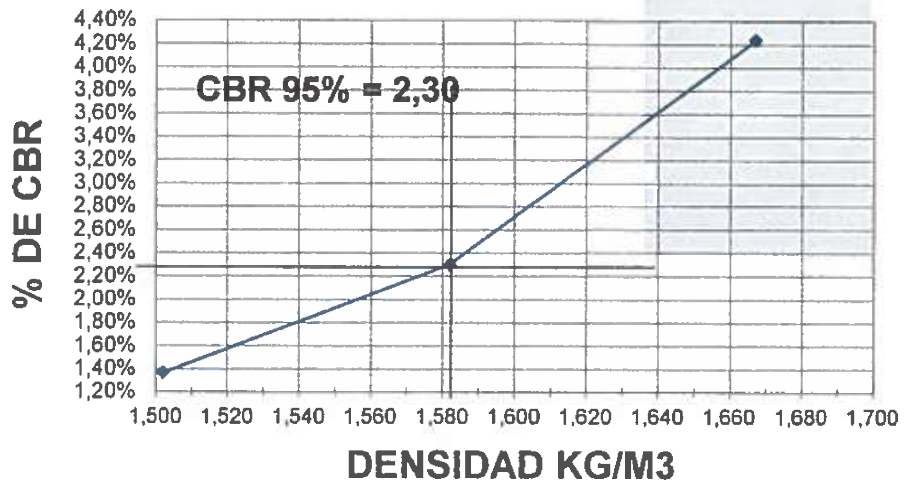
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASOCIACIÓN INGENIERÍA CIVIL  
TEL: 0987 204 385 / 0984 858 274

## PENETRACION



## CBR



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

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

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Calle que une la 5<sup>a</sup> y Juan de Villaloy  
C.A.P. 072000215 - Guayaquil - Ecuador

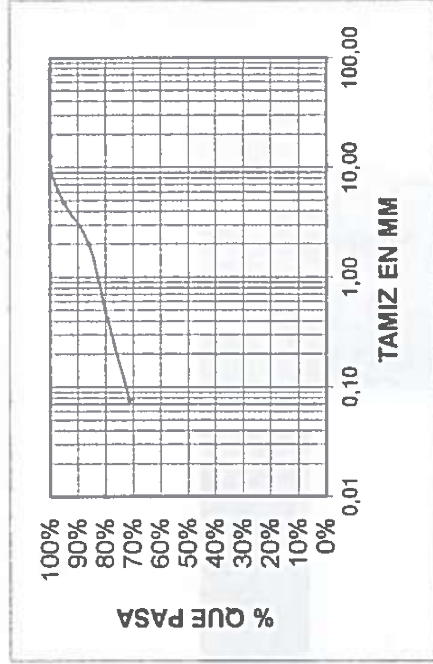
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO Nº 11

## 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	685	685	4,91%	95,09%
		PASA No. 4	13.254			
		TOTAL	13939			
	2.000	No. 10	47,00	47	13,85%	86,15%
	0.425	No. 40	35,00	82	20,51%	79,49%
	0.075	No. 200	43,00	125	28,69%	71,31%
		TOTAL	500,00			

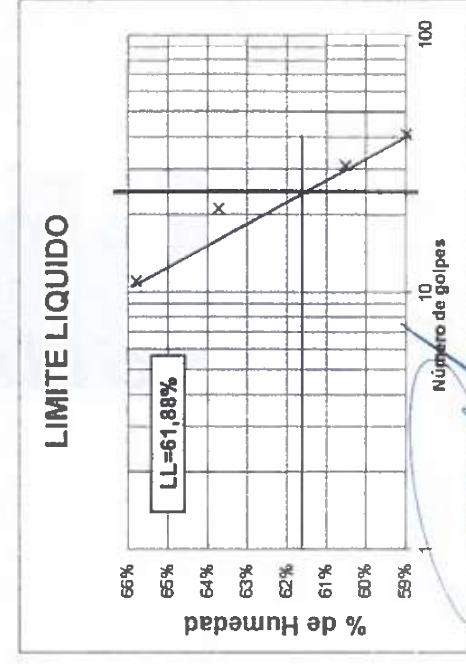


GRAVA G =	4,91%
ARENA S =	23,77%
FINOS F =	71,31%

HN =	18,83%
LL =	61,88%
LP =	28,95%
IP =	32,93%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	19

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	23,70	21,10	7,20	18,71%
	25,75	22,77	7,05	18,96%



NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
11	29,50	20,81	7,60	65,78%
21	26,60	19,03	7,15	63,72%
31	28,39	20,40	7,20	60,53%
41	27,15	19,71	7,10	59,00%
			LIMITE LIQUIDO	61,88%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13,58	12,23	7,60	29,16%
	19,90	17,19	7,65	28,41%
	13,11	11,88	7,68	29,29%
				28,95%

*[Firma]*  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 SUELOS Y SUELOS INCORPORADA S.A.  
 TEL.F.: 0987 204 345 / 0986 858 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA  
VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA -  
GUALALCAY - EL VERDE

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N° 11

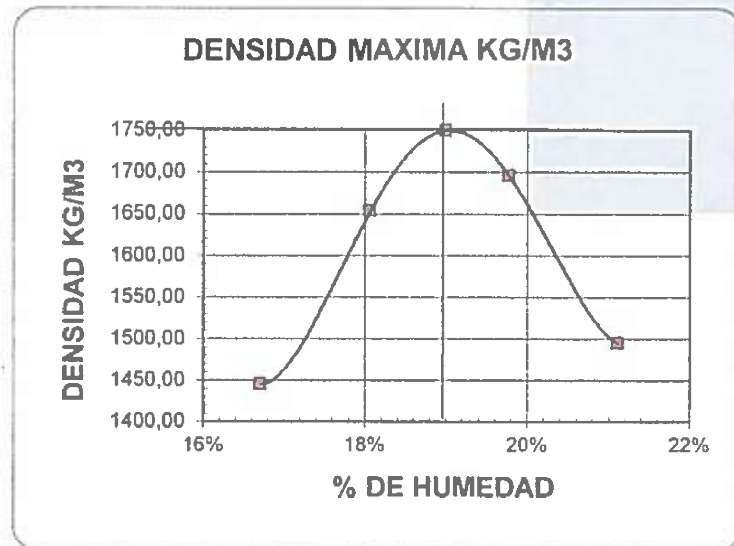
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.466	10.026	10.191	9.726	
PESO MOLDE (GR)	5.912	5.912	5.912	5.912	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.554	4.114	4.279	3.814	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.107	2.107	2.107	2.107	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.687	1.953	2.031	1.810	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,25	62,92	51,85	53,25	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,25	54,44	44,54	45,25	
PESO CAPSULA	7,40	7,50	7,58	7,35	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	16,71%	18,07%	19,78%	21,11%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.445	1.654	1.696	1.495	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

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

HUMEDAD OPTIMA	19,00%
----------------	--------



*Rodrigo Pesantez*

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELEF.: 0987 208-385 / 0988 858-274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Calle 64 Chumbi 1271 y Juan de Velasco  
Telf. w/ 2814 303 - Guayaquil - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA  
TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY  
- EL VERDE

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 11

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.722	13.768	13.343	13.422	13.333	13.474
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	75,32	71,45	70,37	66,42	77,18	74,35
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	21,14%	21,95%	20,73%	22,85%	20,97%	24,21%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	0,81%		2,12%		3,24%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,120	2,143	2,008	2,045	1,901	1,988
DENSIDAD SECA	1,750	1,757	1,663	1,665	1,571	1,584

  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204 385 / 0984 838 274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Callejo Chumbin 171 y Juan de Velasco  
Tel.: 07 260991 - Guayaquil - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO POZO Nº 11

FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	4.5 PULG.				55,00				25,00				3 PULG.*2			
		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. %	No. GOLPES/CAPA	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %
	0,00	0,000	4,500	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	37,000	4,537	0,82%	52,000	4,552	1,16%	75,000	4,575	1,67%	136,000	4,636	3,02%	157,000	4,657	3,49%	
	2,00	51,000	4,551	1,13%	77,000	4,577	1,71%	136,000	4,636	3,02%	157,000	4,657	3,49%				
	3,00	62,000	4,562	1,38%	80,000	4,580	1,78%	157,000	4,657	3,49%							

ENSAYO DE PENETRACION

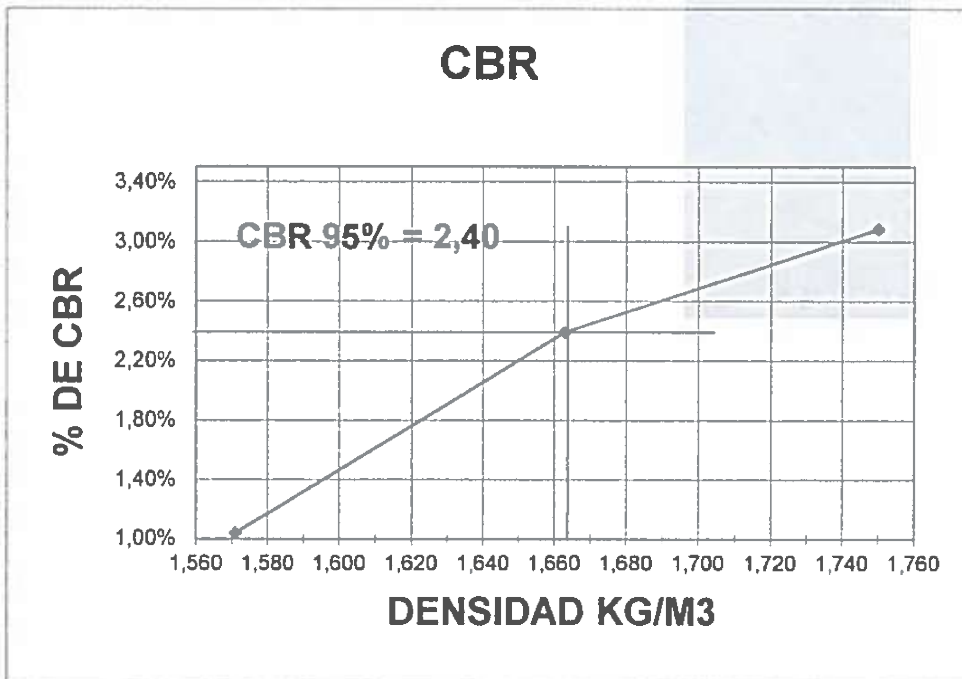
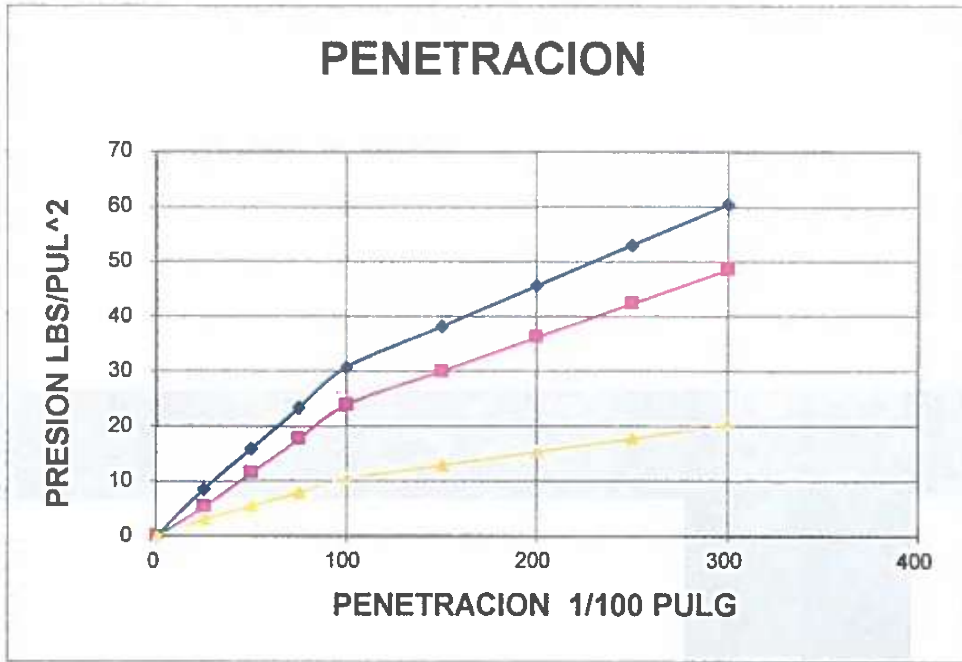
CONSTANTE DEL ANILLO	55,00				25,00				10,00			
	No. GOLPES/CAPA	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2	CARGA LBS
0	0			0	0			0	0			0
25	26	9		16	5			9	3			3
50	48	16		35	12			17	6			6
75	70	23		53	18			24	8			8
100	93	31	1,000	72	24	1,000	2,39%	31	10	1,000	1,000	10
150	115	38		90	30			39	13			13
200	137	46		109	36			46	15			15
250	159	53		127	42			54	18			18
300	181	60		146	49			61	20			20

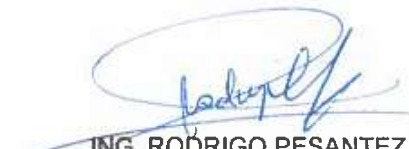


ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE SUELOS  
TEL: 0987 200-385 / 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

**TEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Director: Enrique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 2011-07-2005-93 - Cotacachi - Azuay - Ecuador

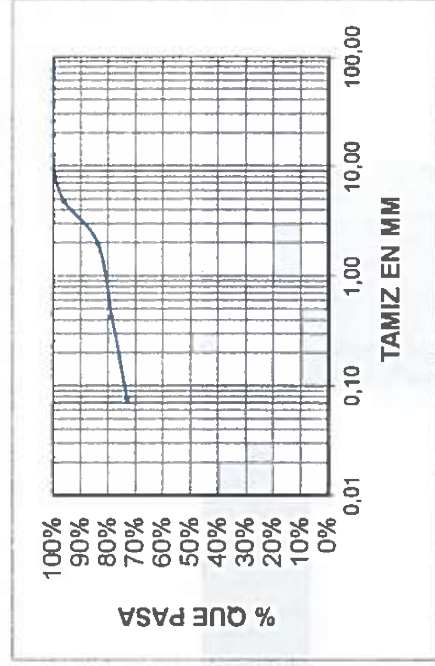
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLPUNGO - SANTA MARTHA - GUALCALCAY - EL VERDE

POZO N°12

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	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	459	459	3,92%	96,08%
	PASA No. 4	11.245			
	TOTAL	11704			
2.000	No. 10	63,00	63	16,03%	83,97%
0.425	No. 40	28,00	91	21,41%	78,59%
0.075	No. 200	29,00	120	26,98%	73,02%
	TOTAL	500,00			

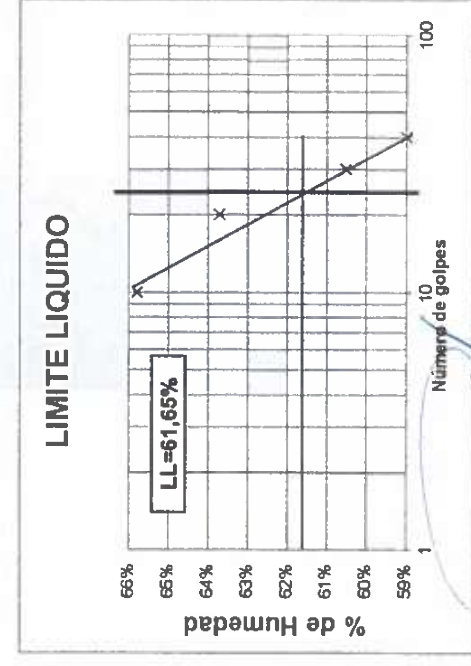


GRAVA G =	3,92%
ARENA S =	23,06%
FINOS F =	73,02%

HN =	18,53%
LL =	61,65%
LP =	28,84%
IP =	32,82%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	19

HUMEDAD	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
NATURAL	23,70	21,10	7,20	18,71%
	25,75	22,85	7,05	18,35%



NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
10	29,50	20,81	7,60	65,78%
20	26,60	19,03	7,15	63,72%
30	28,39	20,40	7,20	60,53%
40	27,15	19,71	7,10	59,00%
			LIMITE LIQUIDO	61,65%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13,58	12,23	7,60	29,16%
	19,90	17,17	7,65	28,68%
	13,11	11,90	7,68	28,67%
				28,84%

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE  
**SUELOTEC**  
 ASOCIACION EINGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 091 204 33 385 / 0984 838 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA  
TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL  
VERDE

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 12

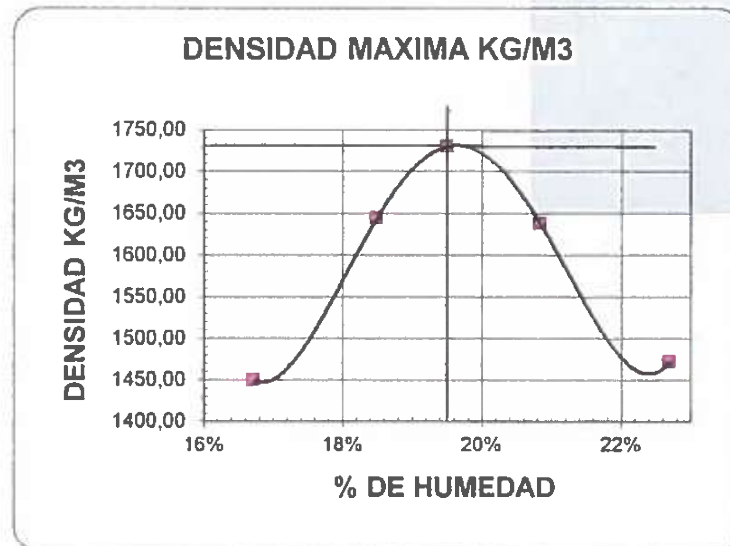
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.477	10.017	10.082	9.717	
PESO MOLDE (GR)	5.912	5.912	5.912	5.912	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.565	4.105	4.170	3.805	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.107	2.107	2.107	2.107	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.692	1.948	1.979	1.806	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,25	63,12	52,24	53,85	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,25	54,44	44,54	45,25	
PESO CAPSULA	7,40	7,50	7,58	7,35	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	16,71%	18,49%	20,83%	22,69%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.450	1.644	1.638	1.472	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.730
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	19,50%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASISTENCIA EN INGENIERIA CIVIL  
LLFS: 0987 204-385 / 0984 838-274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Cacho Chamba 1-71 y Juan de Vaca  
Telf: +51 984385274 Cuenca - Azuay - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA  
TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY  
- EL VERDE

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 12

NUMERO DE CAPAS	5					
	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.672	13.718	13.293	13.372	13.283	13.424
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	75,32	71,45	70,37	66,42	77,18	74,35
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	6,89	6,79	7,45
% DE HUMEDAD	21,14%	21,95%	20,73%	22,85%	20,97%	24,21%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	0,81%		2,12%		3,24%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,098	2,118	1,984	2,021	1,878	1,944
DENSIDAD SECA	1,730	1,737	1,643	1,645	1,552	1,565

ING. RODRIGO PESANTE  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204 385 / 0988 838 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO Nº 12

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				25,00				3 PULG.*2			
ALT. DEL MOLDE		AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON				AREA DEL PISTON			
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA		ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA		ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA		ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA		ESPONJ. %
		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	4,500	0,00%	
	1,00	37,000	4,537	0,82%	52,000	4,552	1,16%	100,000	4,600	2,22%	4,600	2,22%	
	2,00	51,000	4,551	1,13%	89,000	4,589	1,98%	126,000	4,626	2,80%	4,626	2,80%	
	3,00	62,000	4,562	1,38%	100,000	4,600	2,22%	134,000	4,634	2,98%	4,634	2,98%	

ENSAYO DE PENETRACION

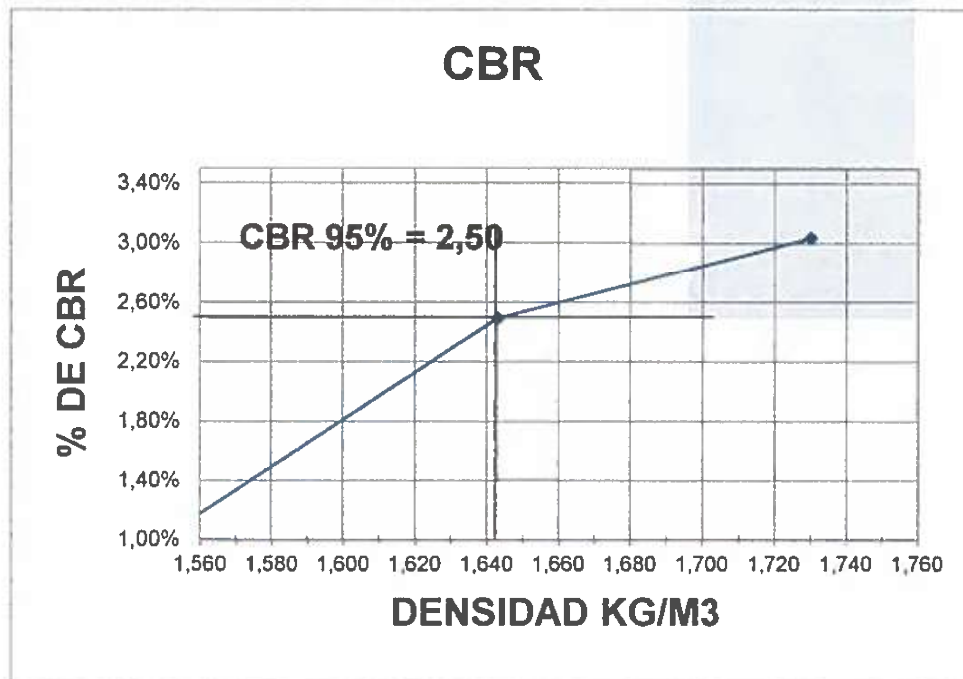
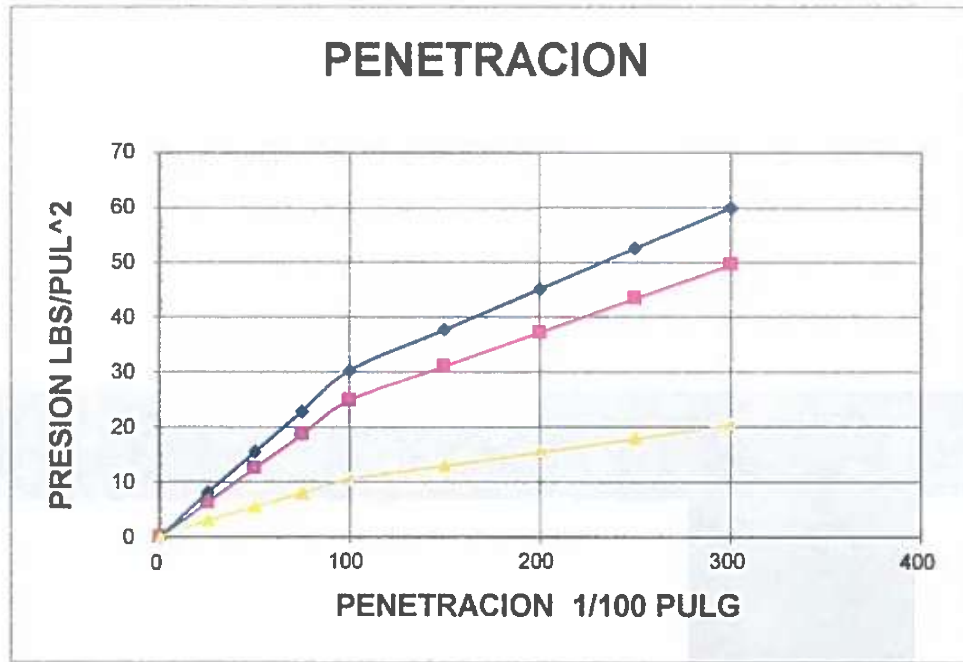
CONSTANTE DEL ANILLO		55,00				25,00				10,00			
PENET. EN PULG.		No. GOLPES/CAPA				No. GOLPES/CAPA				No. GOLPES/CAPA			
EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	VALOR CBR
0	0	0	1,000		0	0	1,000		0	0	1,000		
25	24	8	1,000		19	6	1,000		9	3	1,000		
50	47	16	1,000		38	13	1,000		17	6	1,000		
75	69	23	1,000		56	19	1,000		24	8	1,000		
100	91	30	1,000	3,04%	75	25	1,000	2,49%	32	11	1,000	1,05%	
150	113	38	1,000		93	31	1,000		39	13	1,000		
200	136	45	1,000		112	37	1,000		46	15	1,000		
250	158	53	1,000		130	43	1,000		54	18	1,000		
300	180	60	1,000		149	50	1,000		61	20	1,000		



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
INGENIERIA CIVIL  
TEL: 0987 204 381 0088 858-174

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELEFONO: 0987 204-385 / 0984 838-274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Direccion: Carretera Chumbá 1-71 y Julia de Velasco  
Tel: 07 3307265 - Guayaquil - Ecuador

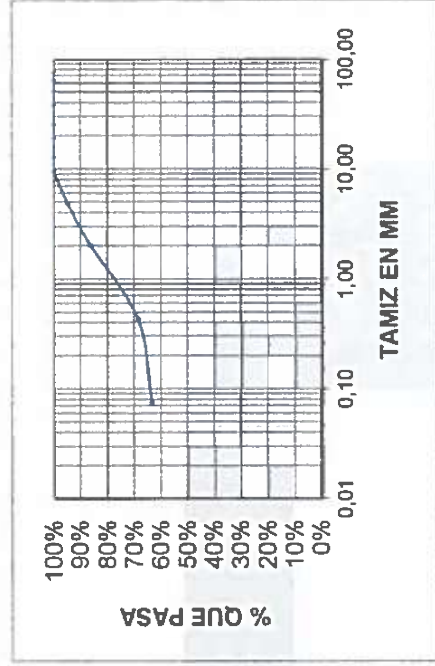
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N°13

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	% RET	% PASA
M.M.	U.S			
76,200	3*	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2*	0	0,00%	100,00%
50,800	2*	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2*	0	0,00%	100,00%
25,400	1*	0	0,00%	100,00%
19,050	3/4*	0	0,00%	100,00%
12,700	1/2*	0	0,00%	100,00%
9,525	3/8*	0	0,00%	100,00%
4,750	No. 4	57	5,27%	94,73%
PASA No. 4	1,025			
TOTAL	1082			
2,000	No. 10	45,00	13,79%	86,21%
0,425	No. 40	93,00	31,41%	68,59%
0,075	No. 200	27,00	16,53%	63,47%
TOTAL	500,00			

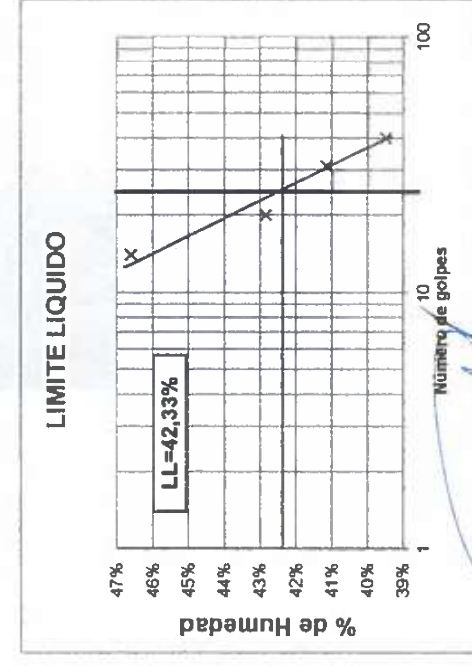


GRAVA G =	5,27%
ARENA S =	31,26%
FINOS F =	63,47%

HN =	22,15%
LL =	42,33%
LP =	29,97%
IP =	12,36%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	ML
AASHO	A-7-6
IG	7

HUMEDAD	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
NATURAL	23,76	20,90	7,97	22,12%
	25,45	22,16	7,33	22,18%



NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
14	29,59	22,54	7,41	46,60%
20	26,69	20,86	7,25	42,84%
31	28,50	22,32	7,30	41,15%
40	27,30	21,60	7,17	39,50%
LIMITE LIQUIDO				42,33%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13,13	11,80	7,31	29,62%
	13,59	12,15	7,41	30,38%
	12,88	11,60	7,32	29,91%
				29,97%

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE  
**SUELOTEC**  
 SUCS CIA INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0947 204385 / 001 858 858-274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA -  
GUALALCAY - EL VERDE

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 13

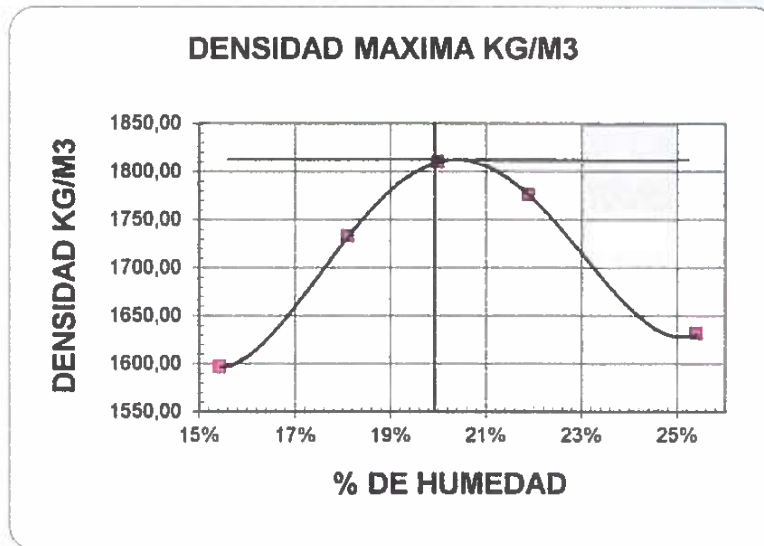
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.870	10.300	10.550	10.300	
PESO MOLDE (GR)	5.982	5.982	5.982	5.982	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.888	4.318	4.568	4.318	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.110	2.110	2.110	2.110	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.843	2.046	2.165	2.046	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	69,80	62,61	51,43	53,38	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,47	54,17	43,45	44,07	
PESO CAPSULA	7,49	7,57	7,00	7,42	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	15,43%	18,11%	21,89%	25,40%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.596	1.733	1.776	1.632	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.810
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	20,00%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELEF.: 0987 204 385 / 0984 858 274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
CALLE BOLIVAR, QUITO - ECUADOR  
TEL: 0987 204 385 / 0984 858 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI -  
QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

ENSAYO DE CBR

POZO N° 13

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	14.115	14177	13.510	13.603	13.543	13.727
PESO MOLDE	9.405	9.405	9.075	9.075	9.300	9.300
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.115	2.115	2.110	2.110	2.111	2.111

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,88	73,01	71,93	69,95	78,77	75,88
P. MUESTRA SECA + TARRO	63,96	60,48	60,37	57,88	65,69	61,61
PESO DEL TARRO	7,91	8,50	8,45	8,27	8,37	9,01
% DE HUMEDAD	23,05%	24,11%	22,27%	24,33%	22,82%	27,13%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,06%		2,06%		4,31%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,227	2,256	2,102	2,146	2,010	2,097
DENSIDAD SECA	1,810	1,818	1,719	1,726	1,637	1,649

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

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

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO Nº 13

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		ESPONJ. %		L.DIAL PULG.		H. MUEST. PULG.		ESPONJ. %		L.DIAL PULG.		H. MUEST. PULG.		ESPONJ. %	
				0,00	0,00	4,500	0,00%	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,000	4,500	0,00%
		1,00	2,000	4,502	0,04%	8,000	8,000	4,508	0,18%	11,000	0,24%	4,511	0,24%	4,511	0,24%	4,525	0,58%
		2,00	8,000	4,508	0,18%	12,000	12,000	4,512	0,27%	25,000	0,56%	4,546	1,02%	4,546	1,02%		
		3,00	15,000	4,515	0,33%	25,000	25,000	4,525	0,56%	46,000							

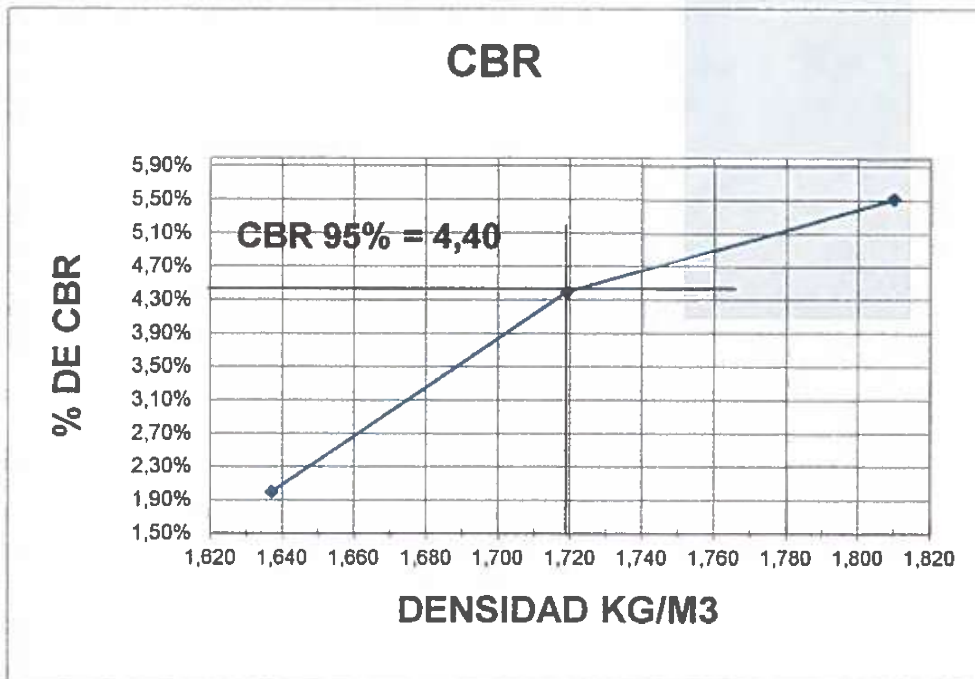
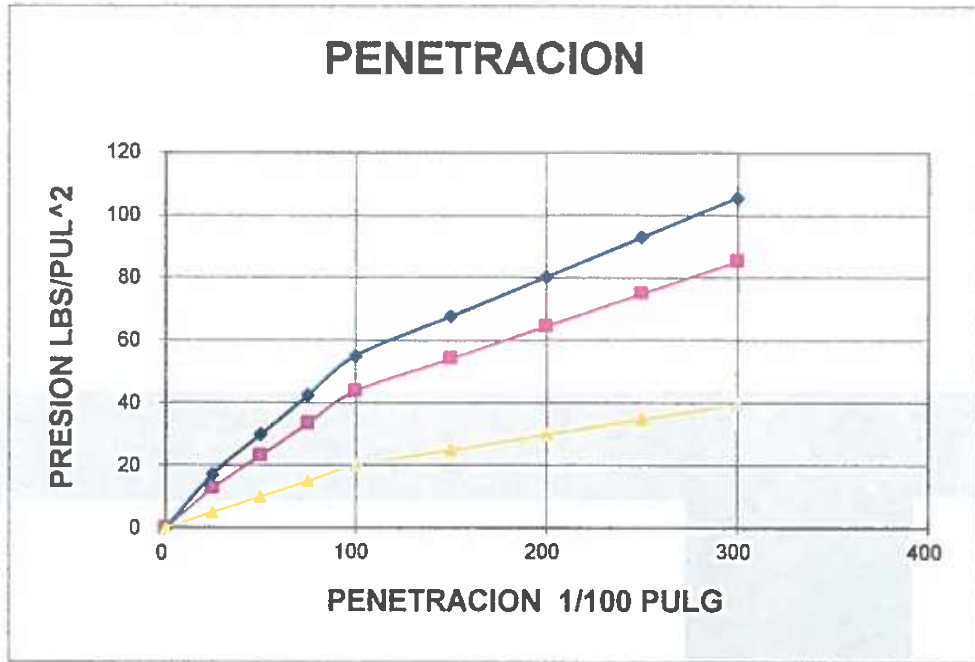
ENSAYO DE PENETRACION


CONSTANTE DEL ANILLO		55,00				25,00				3 PULG.²						
No. GOLPES/CAPA		VALOR CBR				VALOR CBR				VALOR CBR						
EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PUL2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PUL2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PUL2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PUL2	VALOR CBR
0	0	0	1,000	5,52%	0	0	1,000	4,39%	0	0	1,000	4,39%	0	0	1,000	2,00%
25	52	17			39	13			16	5						
50	90	30			70	23			30	10						
75	128	43			101	34			45	15						
100	166	55	1,000	5,52%	132	44	1,000	4,39%	60	20	1,000	4,39%	60	20	1,000	2,00%
150	204	68			163	54			75	25						
200	241	80			194	65			90	30						
250	279	93			225	75			104	35						
300	317	106			256	85			119	40						

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"



  
**ING. RODRIGO PESANTEZ**  
 GERENTE

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

**TEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Direccion: Carique Chiriba 1-77 y Juan de Vilaparra  
 Telf. 07 5880281 - Cuenca - Azuay - Ecuador

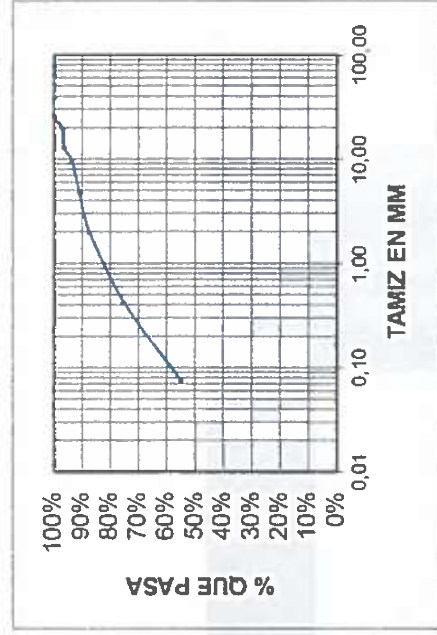
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO: TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLPUNGO - SANTA MARTHA - GUALCALCAY - EL VERDE

POZON 14

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

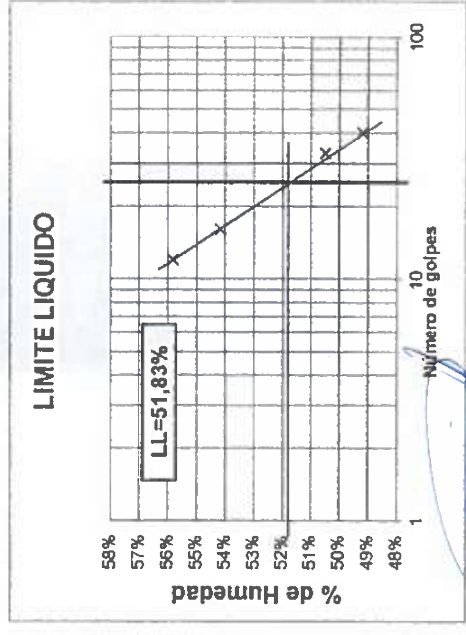
TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC.(GR.)	P. RET. ACUM.(GR.)	% RET.	% PASA
76.200	3"	0	0	0	0,00%	100,00%
63.500	2 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
50.800	2"	0	0	0	0,00%	100,00%
38.100	1 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
25.400	1"	0	0	0	0,00%	100,00%
19.050	3/4"	875	875	3,06%	96,94%	
12.700	1/2"	127	1002	3,51%	96,49%	
9.525	3/8"	787	1789	6,26%	93,74%	
4.750	No. 4	752	2541	8,89%	91,11%	
	PASA No. 4	26.045				
	TOTAL	26586				
	2.000 No. 10	21,00	21	12,72%	87,28%	
	0,425 No. 40	66,00	87	24,74%	75,26%	
	0,075 No. 200	111,00	198	44,97%	55,03%	
	TOTAL	500,00				



GRAVA G =	8,89%
ARENA S =	36,08%
FINOS F =	55,03%

HN =	22,53%
LL =	51,83%
LP =	28,68%
IP =	23,15%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	MH
AASHO	A-7-6
IG	10



HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	51,63	46,20	21,50	21,98%
	48,45	43,40	21,51	23,07%

### LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
40	33,63	29,96	22,50	49,20%
33	33,09	28,44	22,21	50,48%
16	33,15	29,31	22,22	54,16%
12	33,59	29,51	22,20	55,81%
			LIMITE LIQUIDO	51,83%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	24,35	23,78	21,80	28,79%
	24,33	23,85	22,21	29,27%
	24,25	23,78	22,10	27,98%
				28,68%

*[Signature]*

ING.-RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TEL.F.: 0987 104 34 383 | 0984 858 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHO T 180-D

POZO N 14

No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.101	9.791	9.991	9.556	
PESO MOLDE (GR)	5.675	5.675	5.675	5.675	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.426	4.116	4.316	3.881	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.105	2.105	2.105	2.105	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.628	1.955	2.050	1.844	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,18	62,99	52,00	53,78	
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	15,97%	19,46%	22,77%	26,58%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.403	1.637	1.670	1.457	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

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

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



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELEFONO: 0987 204 385 / 0984 858 274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Callejón Chiriquí 1-25 y Avenida de Bolívar  
Teléfono: 0987 204 385 / Dirección: Av. Bolívar

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

**PROYECTO :**

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

**ENSAYO DE CBR**

POZO N 14

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.477	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  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLIPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N 14

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.^2			
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA		10,00	
		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	41,000	4,541	0,91%	74,000	4,574	1,64%	8,000	4,508	0,18%	22,000	4,522	0,49%
	2,00	62,000	4,562	1,38%	110,000	4,610	2,44%	45,000	4,545	1,00%	120,000	4,620	2,67%
	3,00	63,000	4,563	1,40%	120,000	4,620	2,67%	45,000	4,545	1,00%	120,000	4,620	2,67%

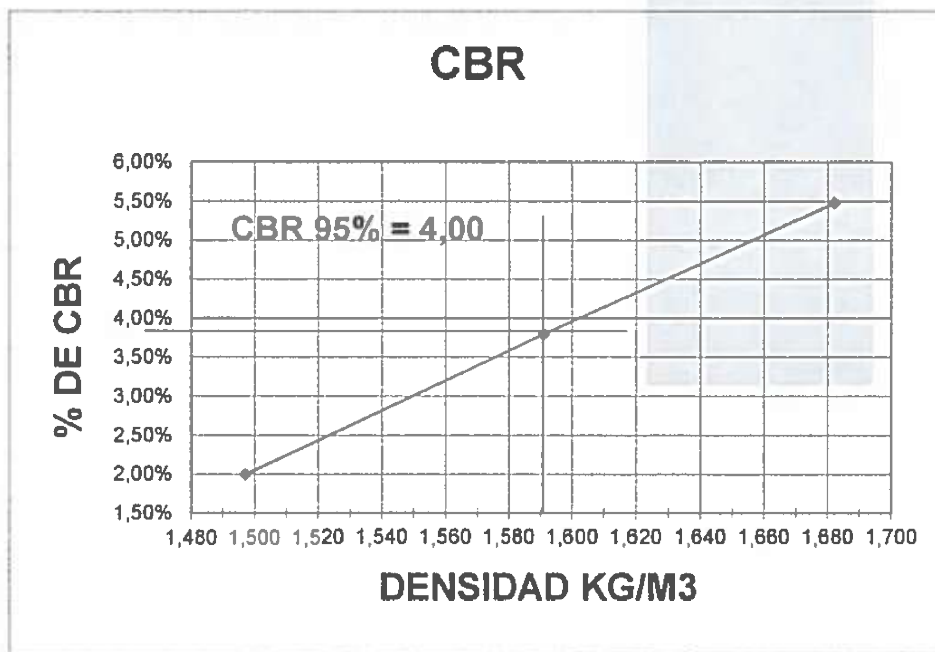
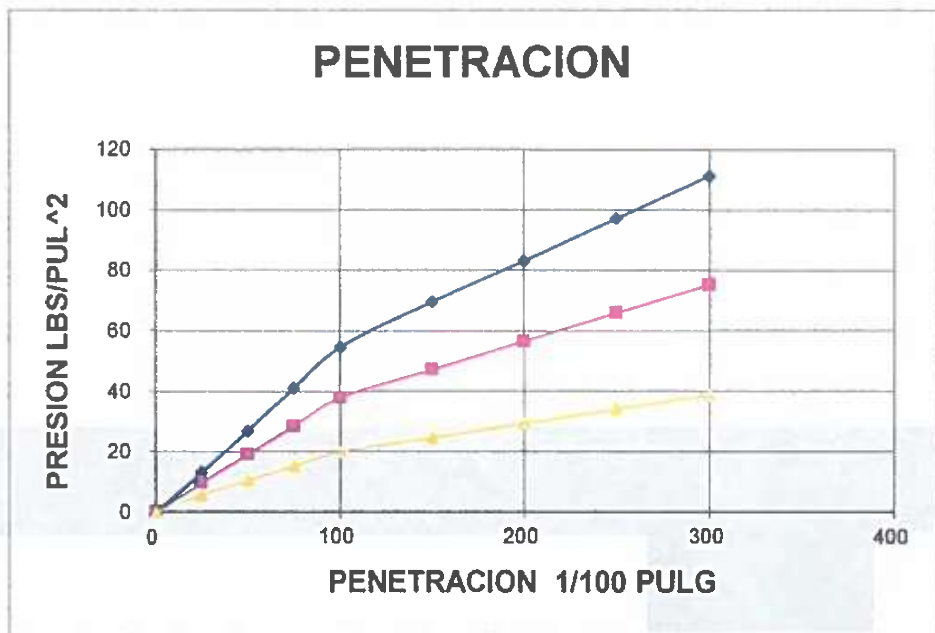
ENSAYO DE PENETRACION

CONSTANTE DEL ANILLO		55,00				25,00				10,00			
EN PULG.	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA		10,00	
		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	39	13	30	10	30	10	17	6	17	6	17	6	
50	82	27	58	19	58	19	31	10	31	10	31	10	
75	124	41	86	29	86	29	46	15	46	15	46	15	
100	164	55	114	38	114	38	60	20	60	20	60	20	
150	210	70	142	47	142	47	74	25	74	25	74	25	
200	250	83	170	57	170	57	88	29	88	29	88	29	
250	292	97	198	66	198	66	103	34	103	34	103	34	
300	335	112	227	76	227	76	117	39	117	39	117	39	

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE



# LABORATORIO DE SUELOS



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

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

**TEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Calle de Charrin 1-71 y Juan de Vilalba  
 Telf: 57 2982943 Guano - vauy - Ecuador

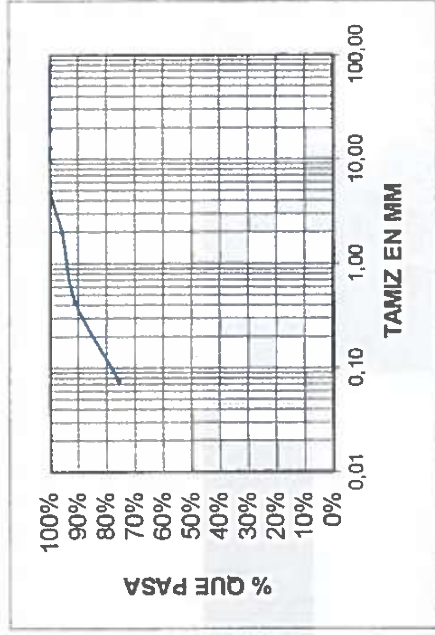
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO: TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N 15

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	P. RET.		P. RET.		%	
	U S	PARC. (GR.)	ACUM. (GR.)	RET.	PASA	%
76,200	3*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
63,500	2 1/2*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
50,800	2*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
38,100	1 1/2*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
25,400	1*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
19,050	3/4*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
12,700	1/2*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
9,525	3/8*	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
4,750	No. 4	0	0	0,00%	100,00%	100,00%
PASA No. 4		0	0			
TOTAL		0				
2,000	No. 10	21,00	21	4,20%	95,80%	95,80%
0,425	No. 40	24,00	45	9,00%	91,00%	91,00%
0,075	No. 200	77,00	122	24,40%	75,60%	75,60%
TOTAL		500,00				

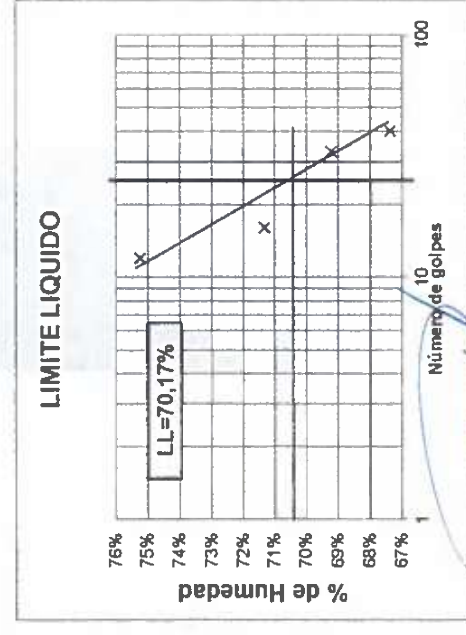


GRAVA G =	0,00%
ARENA S =	24,40%
FINOS F =	75,60%

HN =	22,57%
LL =	70,17%
LP =	32,95%
IP =	37,22%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	20

HUMEDAD	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	HUMEDAD	%
NATURAL	51,63	46,08	21,50	22,58%	
	48,45	43,49	21,51	22,57%	



NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	HUMEDAD	%
40	33,63	29,15	22,50	67,37%	
33	33,09	28,64	22,21	69,21%	
16	33,15	28,60	22,22	71,32%	
12	33,59	28,70	22,20	75,23%	
LIMITE LIQUIDO				70,17%	

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	HUMEDAD	%
	24,35	23,72	21,80	32,81%	
	24,33	23,80	22,21	33,33%	
	24,25	23,72	22,10	32,72%	
				32,95%	

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASOCIATA INGENIERIA CIVIL  
TEL: 0983 204 385 / 098 858 174

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N 15

No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	8.976	9.666	9.866	9.431	
PESO MOLDE (GR)	5.675	5.675	5.675	5.675	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.301	3.991	4.191	3.756	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.105	2.105	2.105	2.105	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.568	1.896	1.991	1.784	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	69,25	62,06	51,05	52,80	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,45	53,85	43,35	43,90	
PESO CAPSULA	6,80	6,89	6,78	6,73	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	14,27%	17,48%	21,06%	23,94%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.372	1.614	1.645	1.440	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

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

HUMEDAD OPTIMA	19,00%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASISTENTE EN INGENIERIA CIVIL  
TELF: 098 7 209 385 / 0984 858 274

**TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Disecion: Caceres Chiraba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf: 09 2860363 Guano - Azuay - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

## PROYECTO :

TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

## ENSAYO DE CBR

POZO N 15

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.473	13523	13.070	13.213	12.884	13.082
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	2,041	2,065	1,929	1,997	1,823	1,918
DENSIDAD SECA	1,680	1,684	1,587	1,604	1,495	1,509

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

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

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZON 15

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				25,00				3 PULG.²			
ALT. DEL MOLDE		No. GOLPES/CAPA				No. GOLPES/CAPA				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	41,000	4,541	0,91%	74,000	4,574	1,64%	98,000	4,598	2,18%			
	2,00	62,000	4,562	1,38%	110,000	4,610	2,44%	115,000	4,615	2,56%			
	3,00	63,000	4,563	1,40%	120,000	4,620	2,67%	135,000	4,635	3,00%			

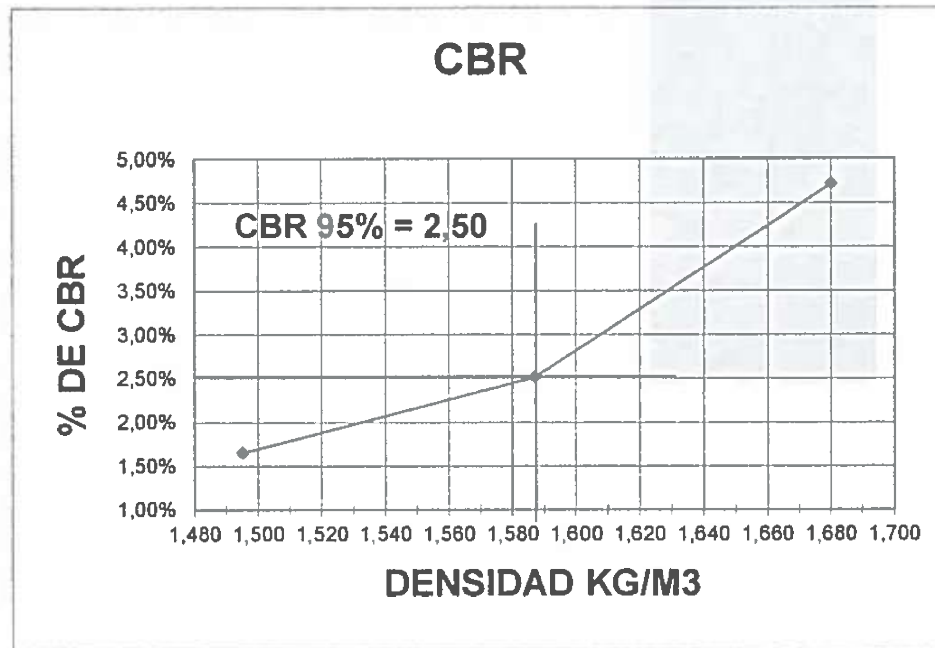
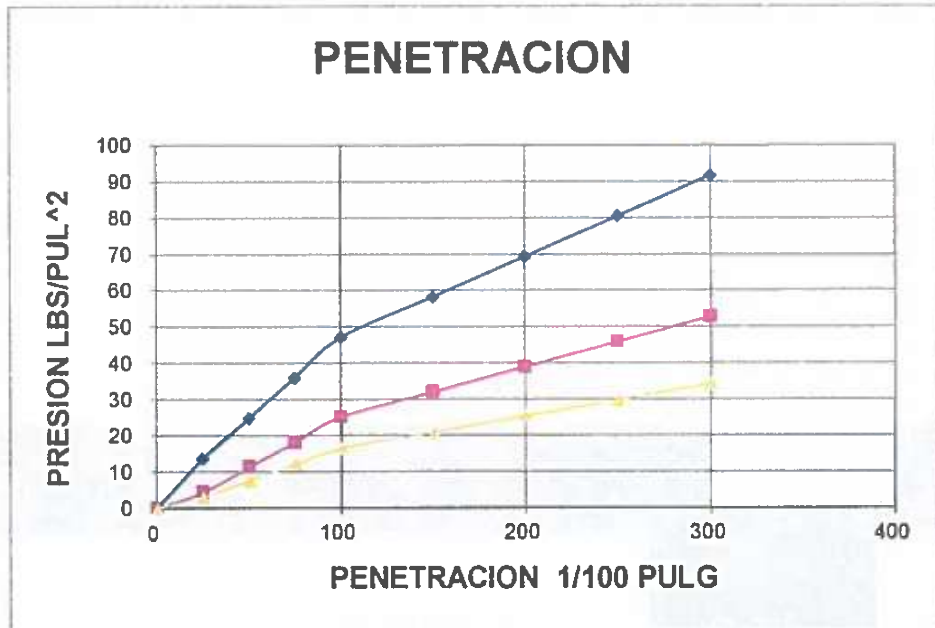
POZON 15

ENSAYO DE PENETRACION		55,00				25,00				10,00			
CONSTANTE DEL ANILLO		No. GOLPES/CAPA				No. GOLPES/CAPA				No. GOLPES/CAPA			
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	VALOR CBR
0	0	0	0		0	0	0		0	0	0		
25	41	14			13	4			10	3			
50	75	25			34	11			23	8			
75	108	36			55	18			36	12			
100	142	47	1.000	4.72%	76	25	1.000	2.52%	50	17	1.000	1.65%	
150	175	58			96	32			63	21			
200	209	70			117	39			76	25			
250	242	81			138	46			90	30			
300	275	92			158	53			103	34			

  
**ING. RODRIGO PESANTEZ**  
 GERENTE



# LABORATORIO DE SUELOS



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-27A

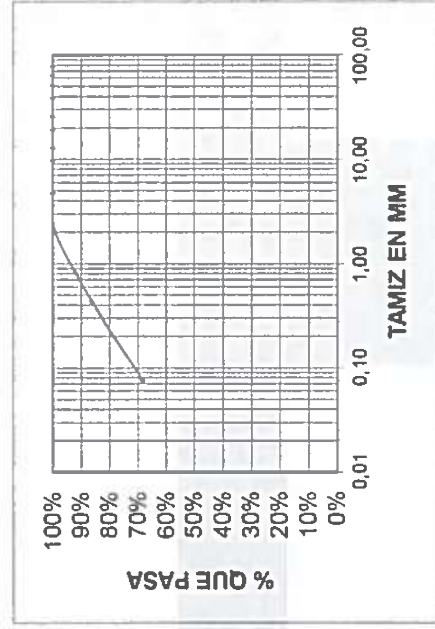
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO: TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N°16

## 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	0	0	0,00%	100,00%
		PASA No. 4	0			
		TOTAL	0			
	2.000	No. 10	4,00	4	0,80%	99,20%
	0,425	No. 40	65,00	69	13,80%	86,20%
	0,075	No. 200	89,00	158	31,60%	68,40%
		TOTAL	500,00			



GRAVA G =	0,00%
ARENA S =	31,60%
FINOS F =	68,40%

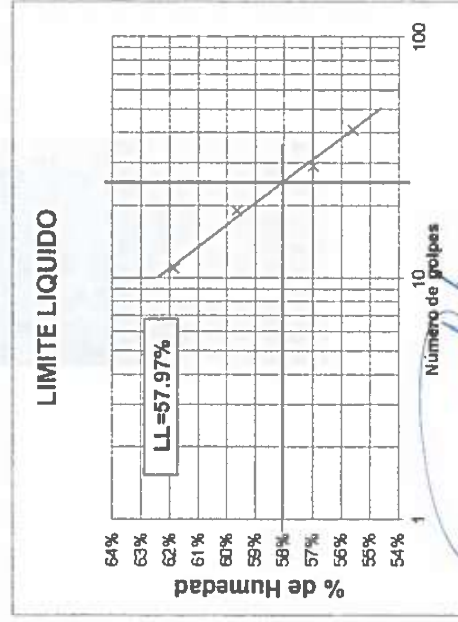
HN =	18,61%
LL =	57,97%
LP =	27,99%
IP =	29,98%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	20

HUMEDAD NATURAL	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	27,80	24,88	9,48	18,96%
	29,70	26,55	9,30	18,26%

### LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
11	23,70	17,44	7,32	61,86%
19	22,55	16,78	7,05	59,63%
29	21,85	16,47	7,03	56,99%
41	22,51	17,11	7,40	55,61%
		LIMITE LIQUIDO		57,97%



LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	11,57	10,71	7,57	27,39%
	11,17	10,34	7,45	28,72%
	10,10	9,49	7,30	27,85%
				27,99%

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE  
**SUELOTEC**  
 S.E.S.O.N.A INGENIERIA CIVIL  
 TLF.: 0987 200 385 / 0988 838 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N°16

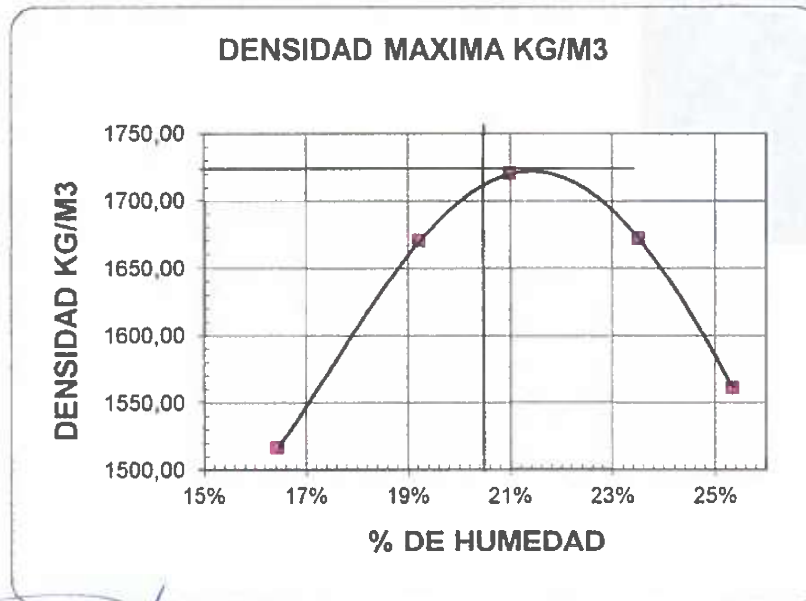
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.770	10.245	10.400	10.171	
PESO MOLDE (GR)	6.053	6.053	6.053	6.053	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.717	4.192	4.347	4.118	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.105	2.105	2.105	2.105	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.766	1.991	2.065	1.956	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	69,93	62,73	51,77	65,52	
P. CAPSULA+SUELO SECO	60,98	53,68	43,19	53,58	
PESO CAPSULA	6,55	6,63	6,70	6,47	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	16,44%	19,23%	23,51%	25,34%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.516	1.670	1.672	1.561	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.720
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	21,00%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
Asesoría e Ingeniería Civil  
TELEF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
DIRECCION: CALLE BOLIVAR 1-27 y 2-46  
SANTA MARTHA - GUAYACAN - GUAYAS

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA  
TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL  
VERDE

ENSAYO DE CBR			POZO N°16			
NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.728	13.799	13.190	13.299	13.100	13.280
PESO MOLDE	9.300	9.300	9.010	9.010	9.117	9.117
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.117	2.117	2.107	2.107	2.114	2.114

## CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,15	72,28	71,22	67,23	78,04	75,15
P. MUESTRA SECA + TARRO	63,86	60,17	60,02	55,71	65,59	61,40
PESO DEL TARRO	7,18	7,79	7,72	7,53	7,62	8,28
% DE HUMEDAD	21,68%	23,12%	21,41%	23,91%	21,48%	25,88%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,44%		2,50%		4,40%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,092	2,125	1,984	2,036	1,884	1,969
DENSIDAD SECA	1,719	1,726	1,634	1,643	1,551	1,564

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0981 204 385 / 0984 838 274

**TEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 07 2004103 - Guayaquil - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS DE SUELOS DE LA VIA TASQUI - QUILLOPUNGO - SANTA MARTHA - GUALALCAY - EL VERDE

POZO N°16

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO		4,5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2			
ALT. DEL MOLDE	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA		10,00	
FECHA		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	22,000	4,720	0,49%	22,000	4,720	0,49%	87,000	5,370	1,93%	87,000	5,370	1,93%
	2,00	45,000	4,950	1,00%	85,000	5,350	1,89%	119,000	5,690	2,64%	119,000	5,690	2,64%
	3,00	91,000	5,410	2,02%	100,000	5,500	2,22%	136,000	5,860	3,02%	136,000	5,860	3,02%

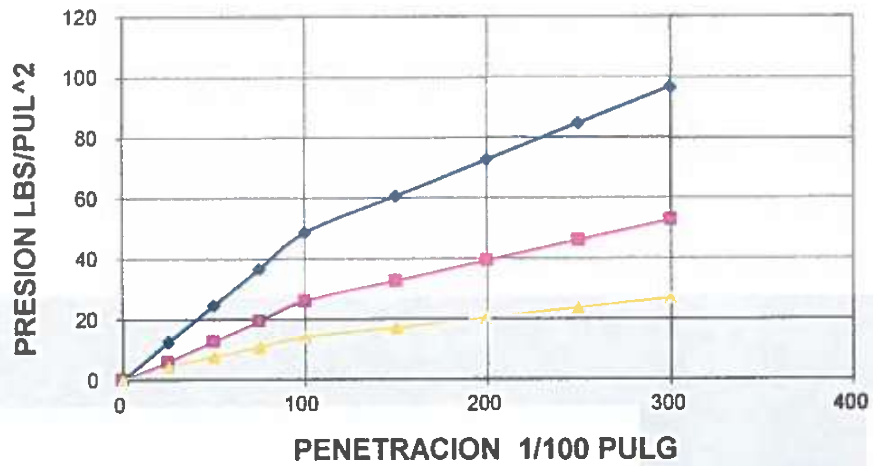
ENSAYO DE PENETRACION		CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2			
PENET. EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	VALOR CBR
0	0	0	1,000	4,87%	0	0	1,000	2,62%	0	0	1,000	2,62%	1,41%
25	38	13			19	6			13	4			
50	74	25			39	13			23	8			
75	110	37			59	20			33	11			
100	146	49			79	26			42	14			
150	182	61			98	33			52	17			
200	218	73			118	39			61	20			
250	254	85			138	46			71	24			
300	290	97			158	53			81	27			

  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

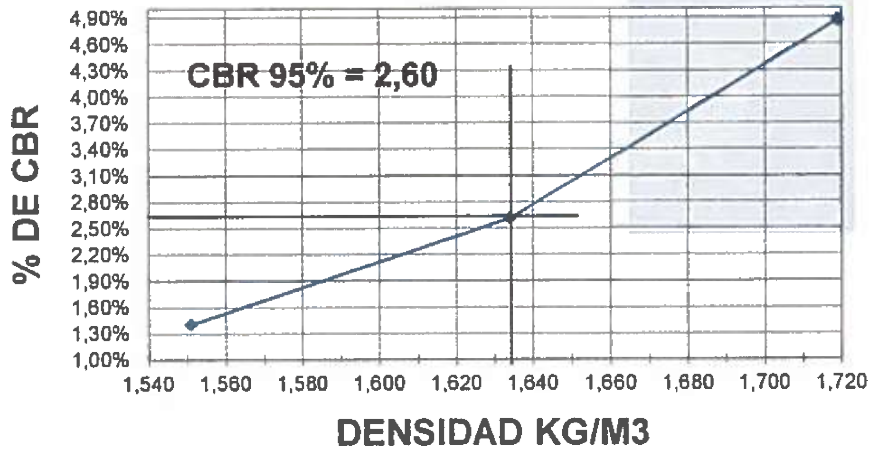
**SUELOTEC**  
 SUELOTEC S.A. INGENIERIA CIVIL  
 15530141 204-385 / 098-858-274  
 155-0981 204-385 / 098-858-274

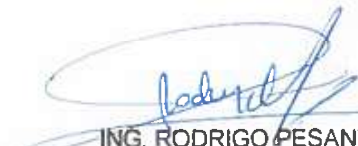
# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

## PENETRACION



## CBR



  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204 385 / 0984 858 774

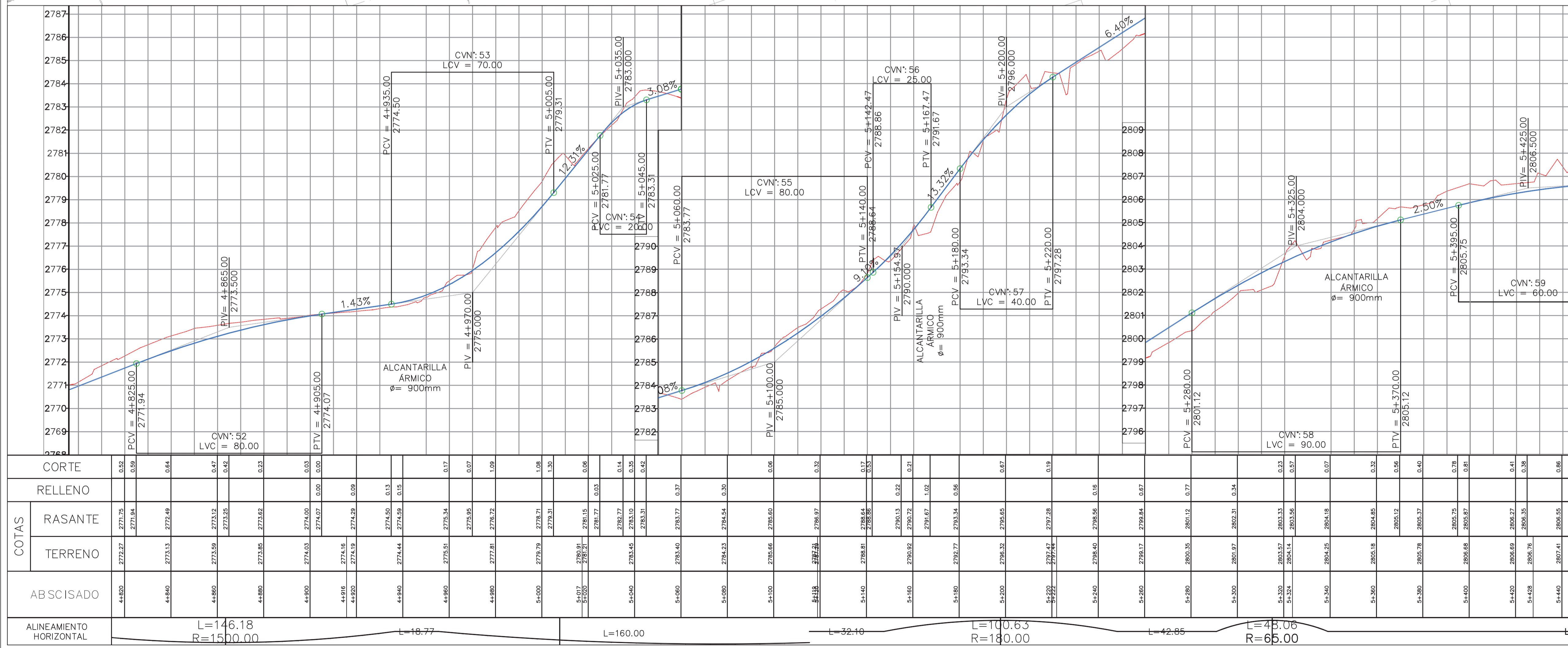
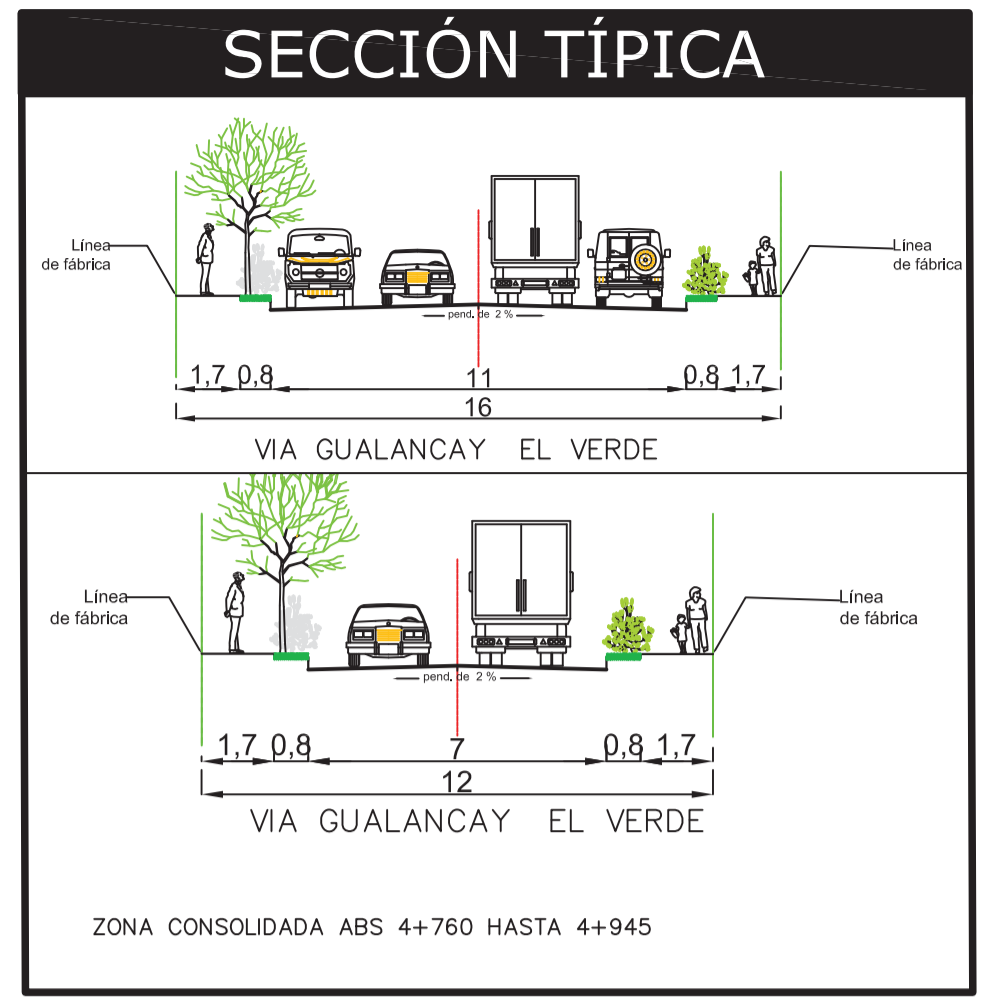
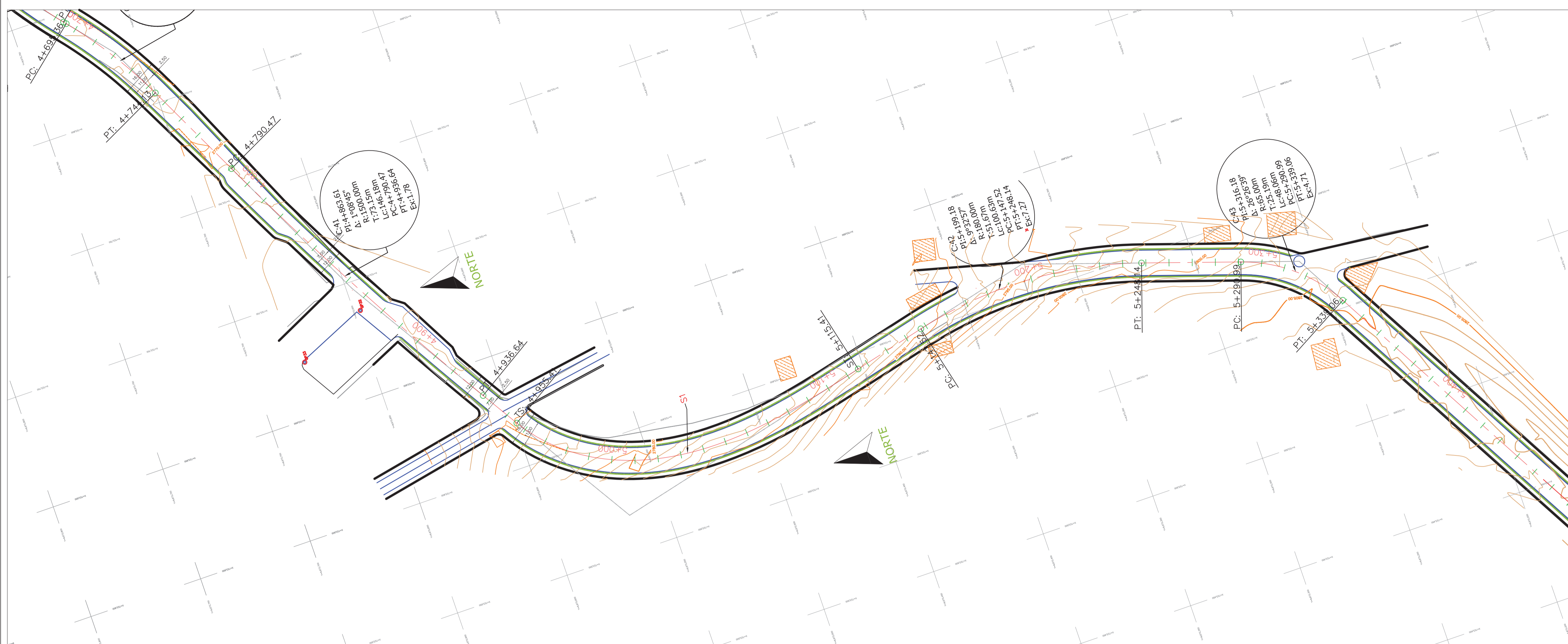
**TEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cacique Chamsa, 1-71 y Juan de Velasco  
 TEL: 07 2002403 - QUITO - Azuay - Ecuador



## 10.2 PLANOS







**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
CORPORACIÓN EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

**CUENCA**  
CASA MUNICIPAL

**Ei Valle**  
INGENIERÍA CIVIL

Revisión: Dis: MARCOS X MORQUECHO CABRERA  
Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA

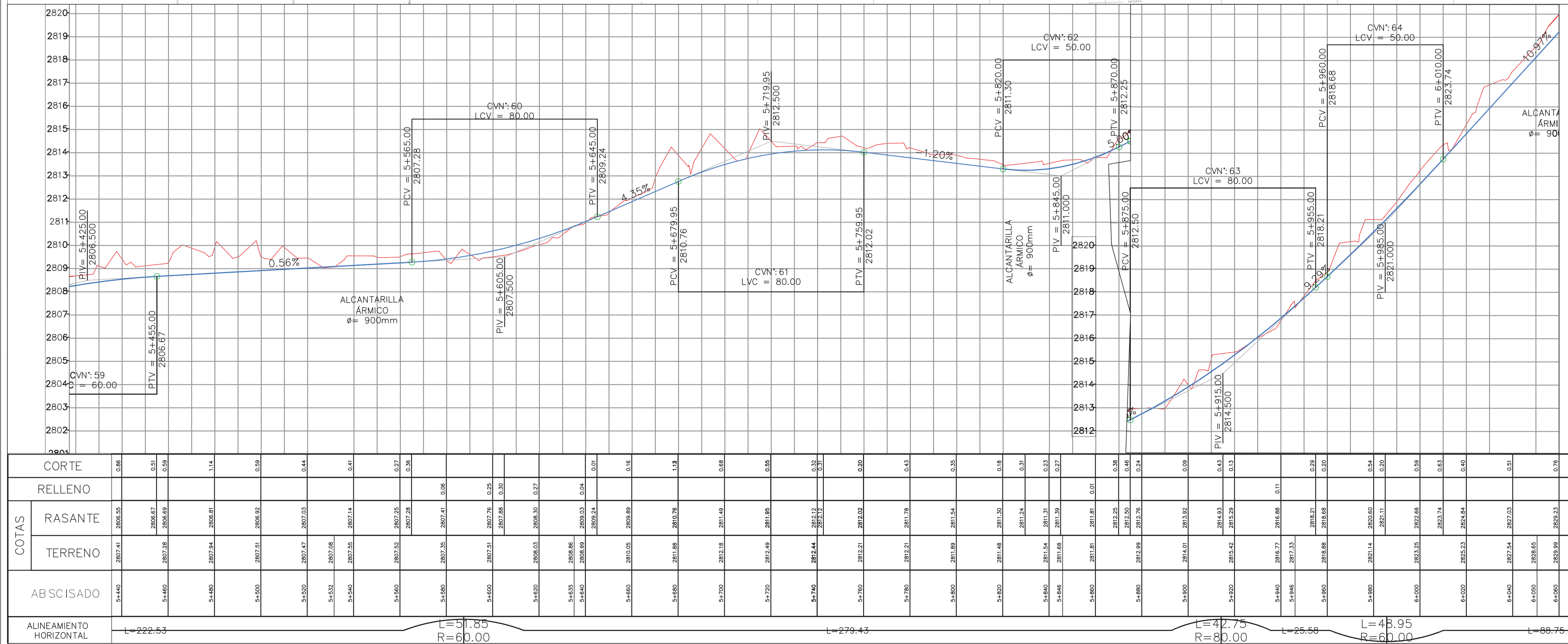
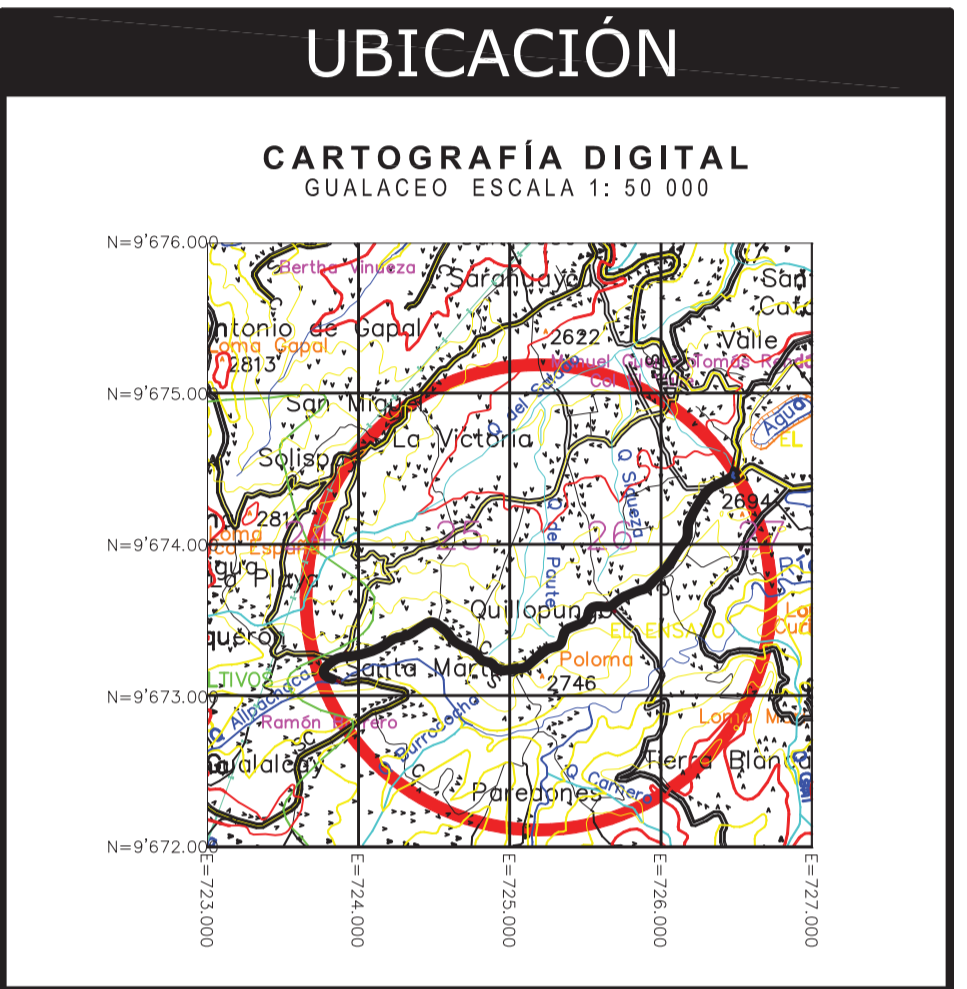
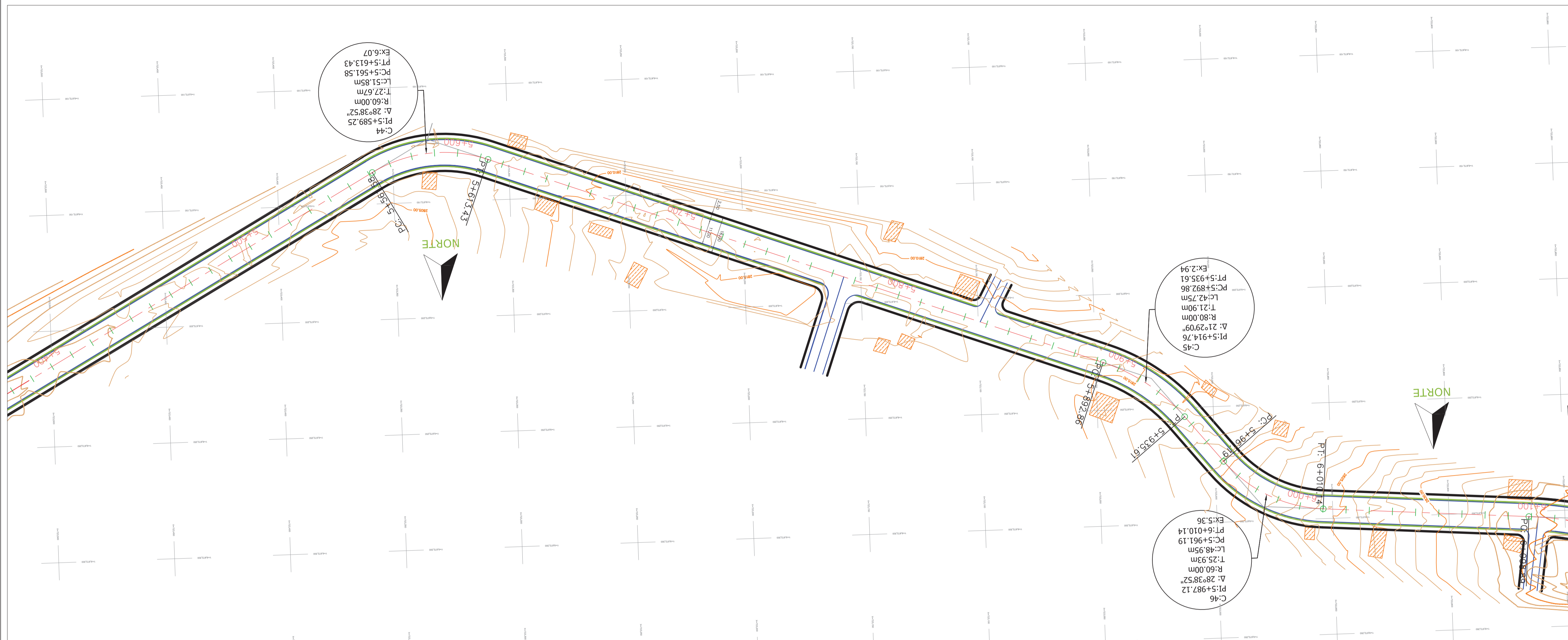
ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VIA GUALANCA Y EL VERDE DESDE LA ABSICSA 3+600 HASTA LA ABSICSA 7+200.

Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc.  
Director de Tesis

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA GUALANCA Y EL VERDE (ABSICSA 4+220 HASTA 5+440)

Fecha: Mayo de 2016

Lamina: 3/6



### SIMBOLOGÍA

- ALINEAMIENTO HORIZONTAL
- VIA PROPUESTA
  - VEREDAS
  - EJE DE VIA PROPUESTA
  - VIA ACTUAL
  - CERRAMIENTOS
  - CONSTRUCCIONES (CASAS)
  - AREA VERDE
  - CURVA DE NIVEL c/5m
  - CURVA DE NIVEL c/1m
  - ACOTACIONES
- ALINEAMIENTO VERTICAL
- PERFIL DEL TERRENO
  - PERFIL DE LA RASANTE
  - UBICACIÓN DE ALCANTARILLA
- 3+600 ABSCIDADO
- OP36 HITOS

### UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
CORPORACIÓN EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

CUENCA  
CASA MUNICIPAL

Revisión: Dis: MARCOS X MORQUECHO CABRERA  
Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA

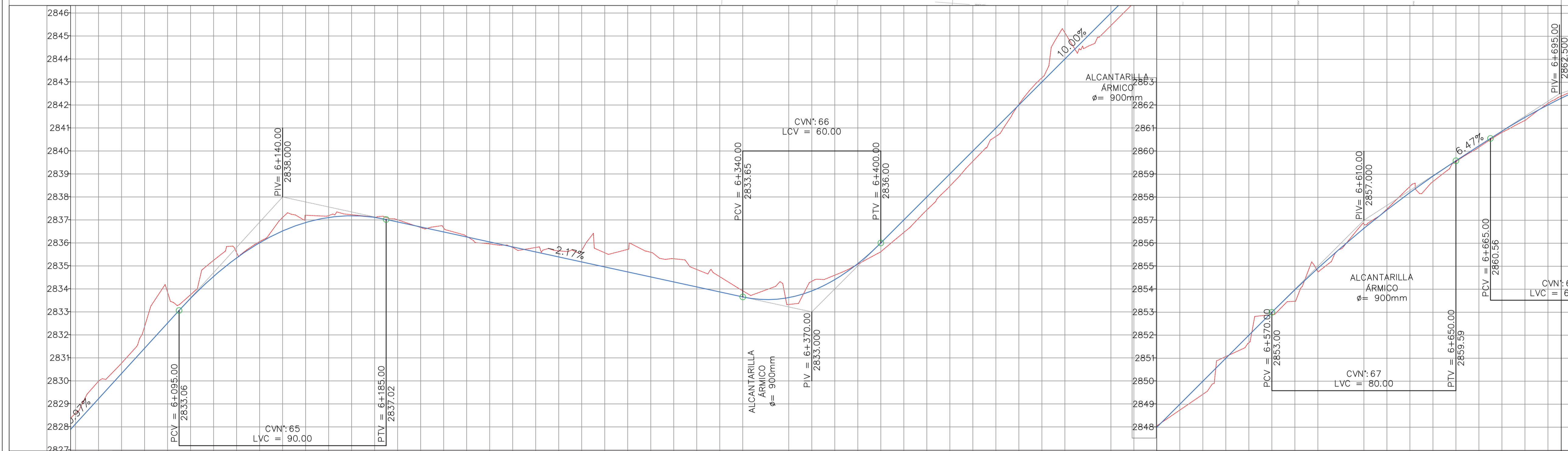
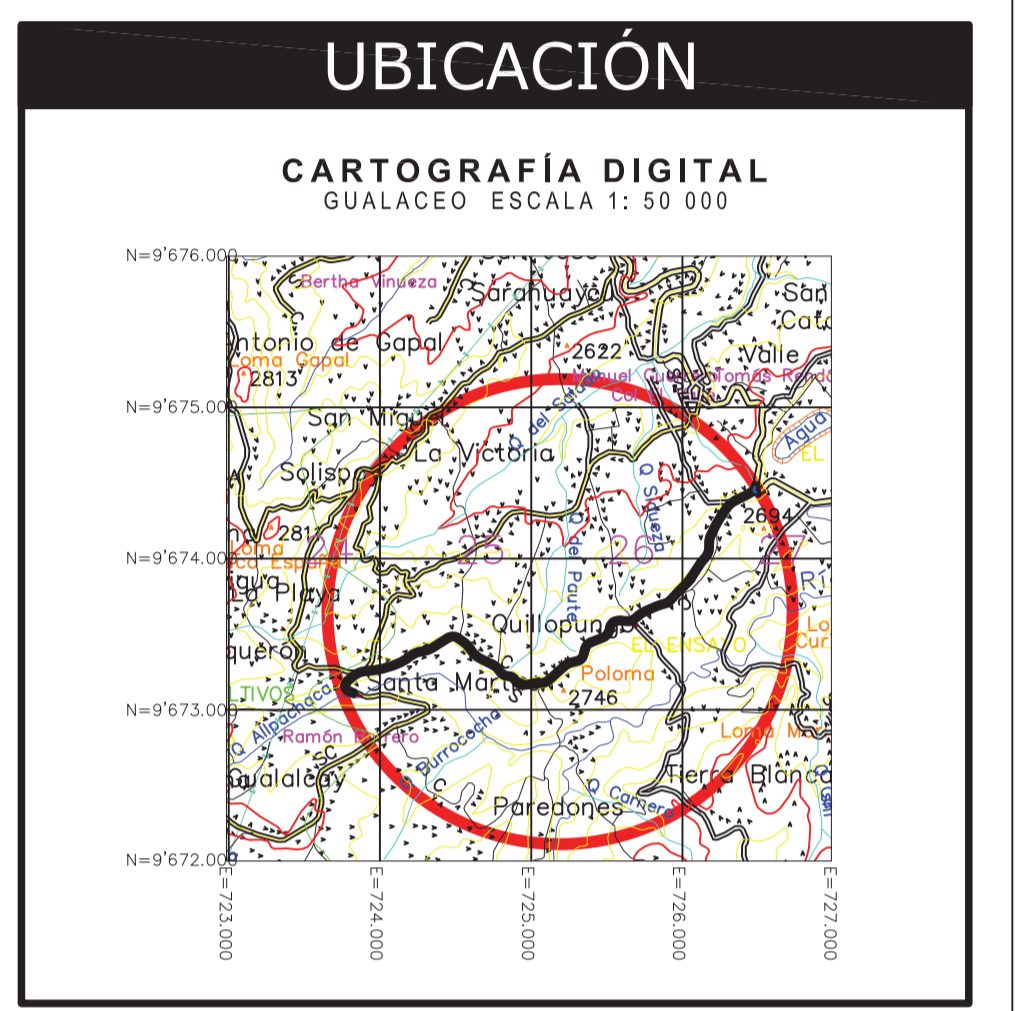
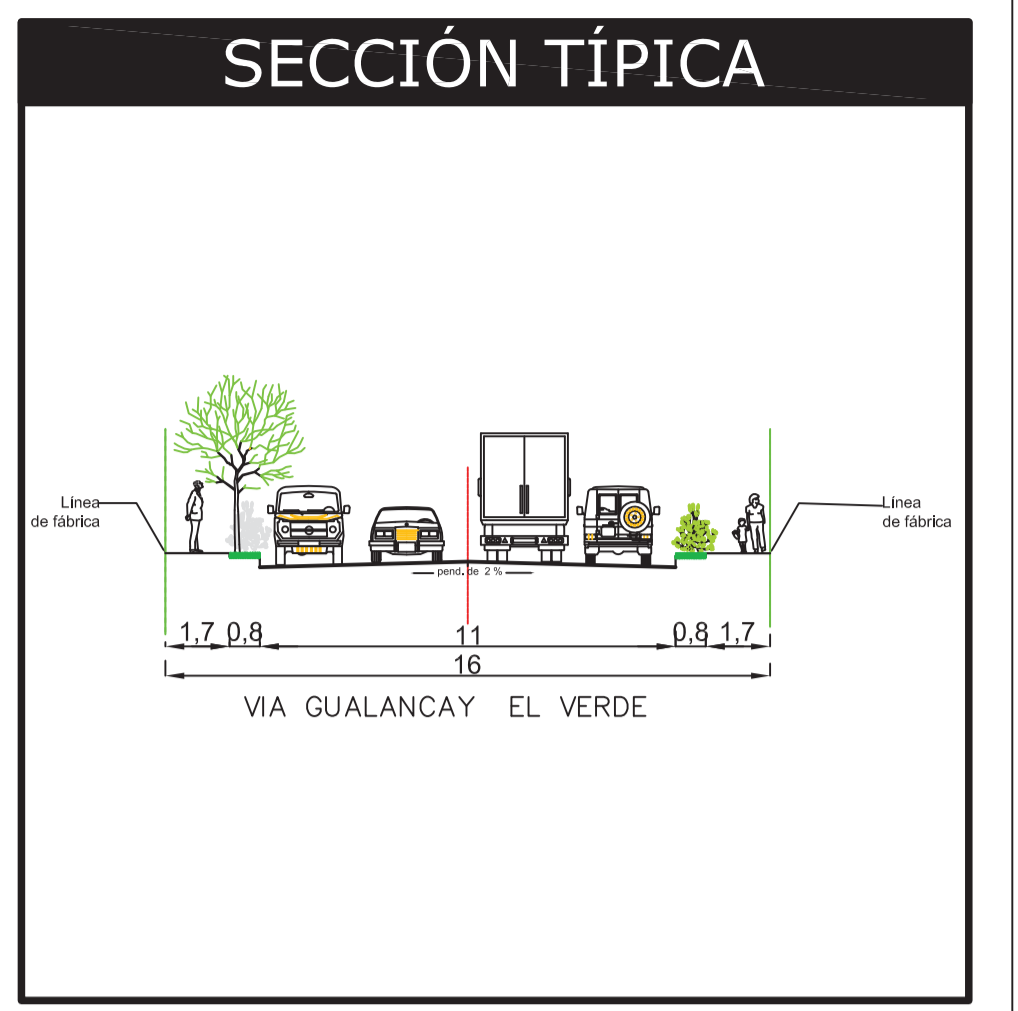
ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VIA GUALANCAY - EL VERDE DESDE LA ABSICISA 3+600 HASTA LA ABSICISA 7+200.

Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc.  
Director de Tesis

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA GUALANCAY - EL VERDE (ABSICISAS 5+540 HASTA 6+080)

Fecha: Mayo de 2016

Lamina: 4/6



### SIMBOLOGÍA

**ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

- VIA PROPUESTA
- VEREDAS
- EJE DE VIA PROPUESTA
- VIA ACTUAL
- CERRAMIENTOS
- CONSTRUCCIONES (CASAS)
- ÁREA VERDE
- CURVA DE NIVEL c/5m
- CURVA DE NIVEL c/1m
- ACOTACIONES

**ALINEAMIENTO VERTICAL**

- PERFIL DEL TERRENO
- PERFIL DE LA RASANTE

**OTROS**

- 3+600 ABSCIDADO
- OP30 HITOS

CORTES	RELLENO		RASANTE		TERRENO	
	ABSCISADO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	ABSCISADO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	ABSCISADO	ALINEAMIENTO HORIZONTAL
0.76	2829.99	2829.23	2829.99	2829.23	2829.99	2829.23
0.94	2832.36	2831.42	2832.36	2831.42	2832.36	2831.42
0.25	2833.06	2833.06	2833.06	2833.06	2833.06	2833.06
0.15	2833.59	2833.59	2833.59	2833.59	2833.59	2833.59
0.23	2835.56	2835.56	2835.56	2835.56	2835.56	2835.56
0.59	2837.11	2836.52	2837.11	2836.52	2837.11	2836.52
0.08	2837.11	2837.11	2837.11	2837.11	2837.11	2837.11
0.04	2837.13	2837.02	2837.13	2837.02	2837.13	2837.02
0.01	2837.02	2837.02	2837.02	2837.02	2837.02	2837.02
0.09	2836.67	2836.70	2836.67	2836.70	2836.67	2836.70
0.03	2836.29	2836.26	2836.29	2836.26	2836.29	2836.26
0.03	2835.80	2835.63	2835.80	2835.63	2835.80	2835.63
0.27	2835.66	2835.39	2835.66	2835.39	2835.66	2835.39
0.45	2835.62	2835.62	2835.62	2835.62	2835.62	2835.62
0.30	2833.37	2833.37	2833.37	2833.37	2833.37	2833.37
0.42	2833.91	2833.91	2833.91	2833.91	2833.91	2833.91
0.19	2834.60	2834.41	2834.60	2834.41	2834.60	2834.41
0.38	2835.62	2835.00	2835.62	2835.00	2835.62	2835.00
0.57	2837.43	2836.00	2837.43	2836.00	2837.43	2836.00
0.45	2839.55	2840.00	2839.55	2840.00	2839.55	2840.00
0.03	2842.03	2842.00	2842.03	2842.00	2842.03	2842.00
0.03	2842.63	2842.63	2842.63	2842.63	2842.63	2842.63
1.14	2845.14	2844.00	2845.14	2844.00	2845.14	2844.00
0.54	2845.46	2846.00	2845.46	2846.00	2845.46	2846.00
0.57	2845.43	2850.00	2845.43	2850.00	2845.43	2850.00
0.33	2850.67	2850.00	2850.67	2850.00	2850.67	2850.00
0.10	2850.91	2850.00	2850.91	2850.00	2850.91	2850.00
0.50	2853.48	2853.98	2853.48	2853.98	2853.48	2853.98
0.05	2855.75	2855.80	2855.75	2855.80	2855.75	2855.80
0.19	2856.65	2856.65	2856.65	2856.65	2856.65	2856.65
0.04	2857.49	2857.45	2857.49	2857.45	2857.49	2857.45
0.74	2858.68	2858.92	2858.68	2858.92	2858.68	2858.92
0.04	2859.59	2859.59	2859.59	2859.59	2859.59	2859.59
0.06	2860.24	2860.24	2860.24	2860.24	2860.24	2860.24
0.05	2860.56	2860.56	2860.56	2860.56	2860.56	2860.56
0.13	2860.97	2861.47	2860.97	2861.47	2860.97	2861.47

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
CORPORACIÓN EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

**CUENCA**  
CASA MUNICIPAL

**El Valle**  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Revisión: **Dis: MARCOS X MORQUECHO CABRERA**  
**Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA**

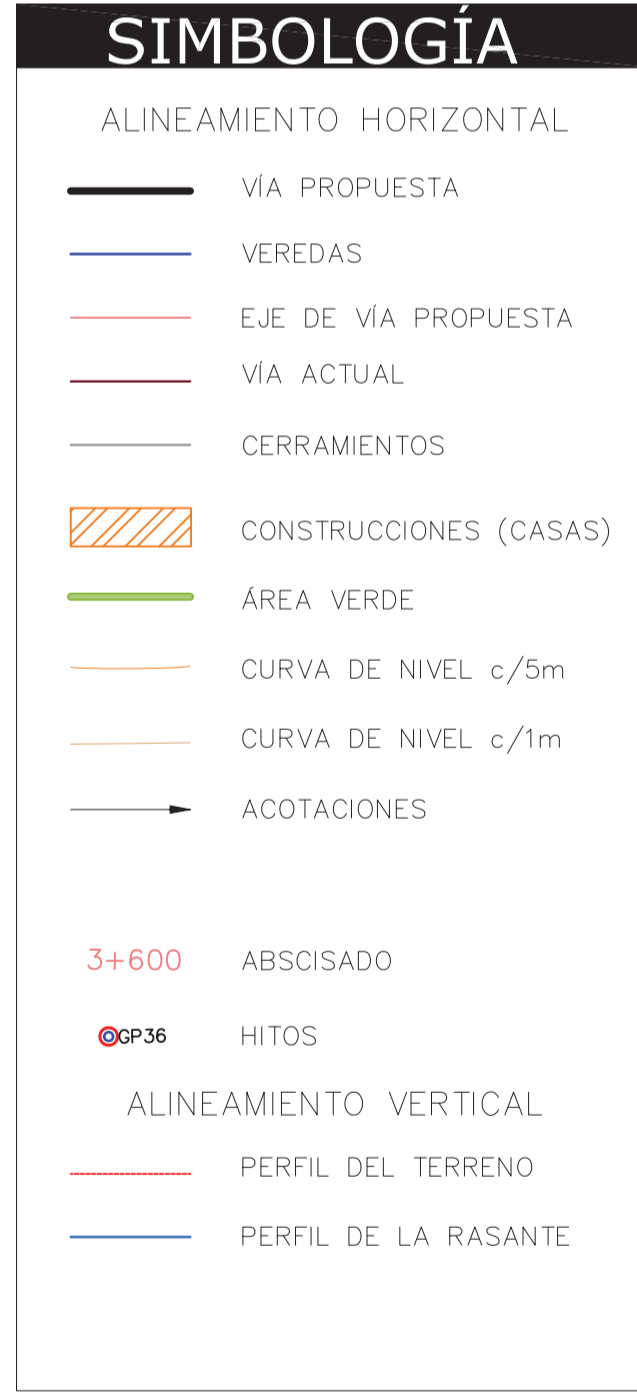
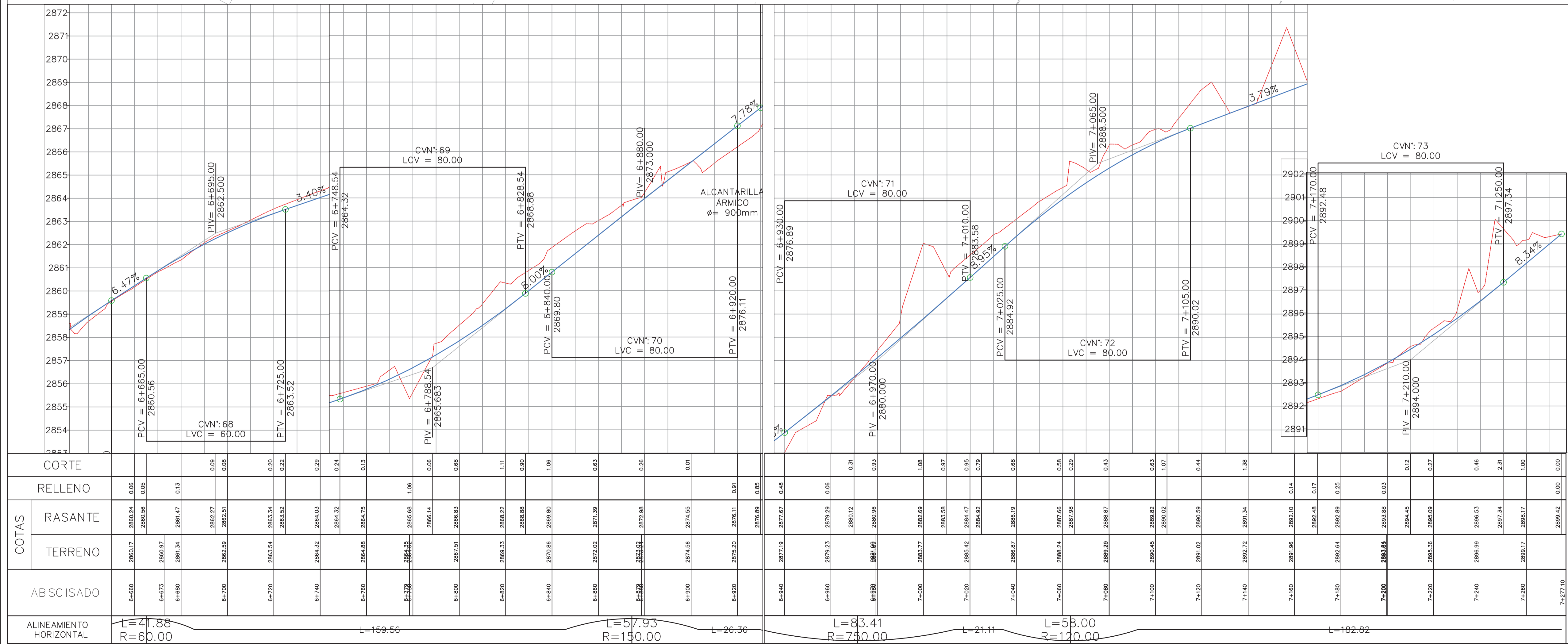
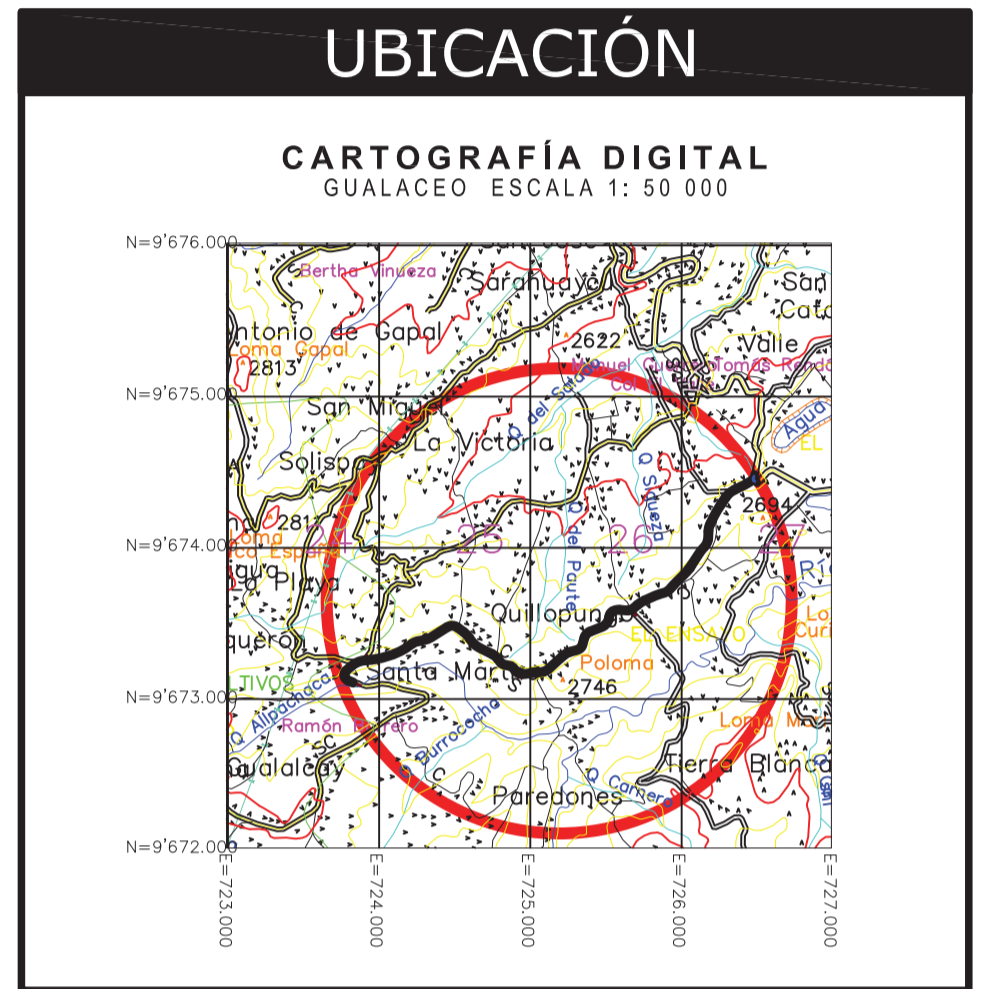
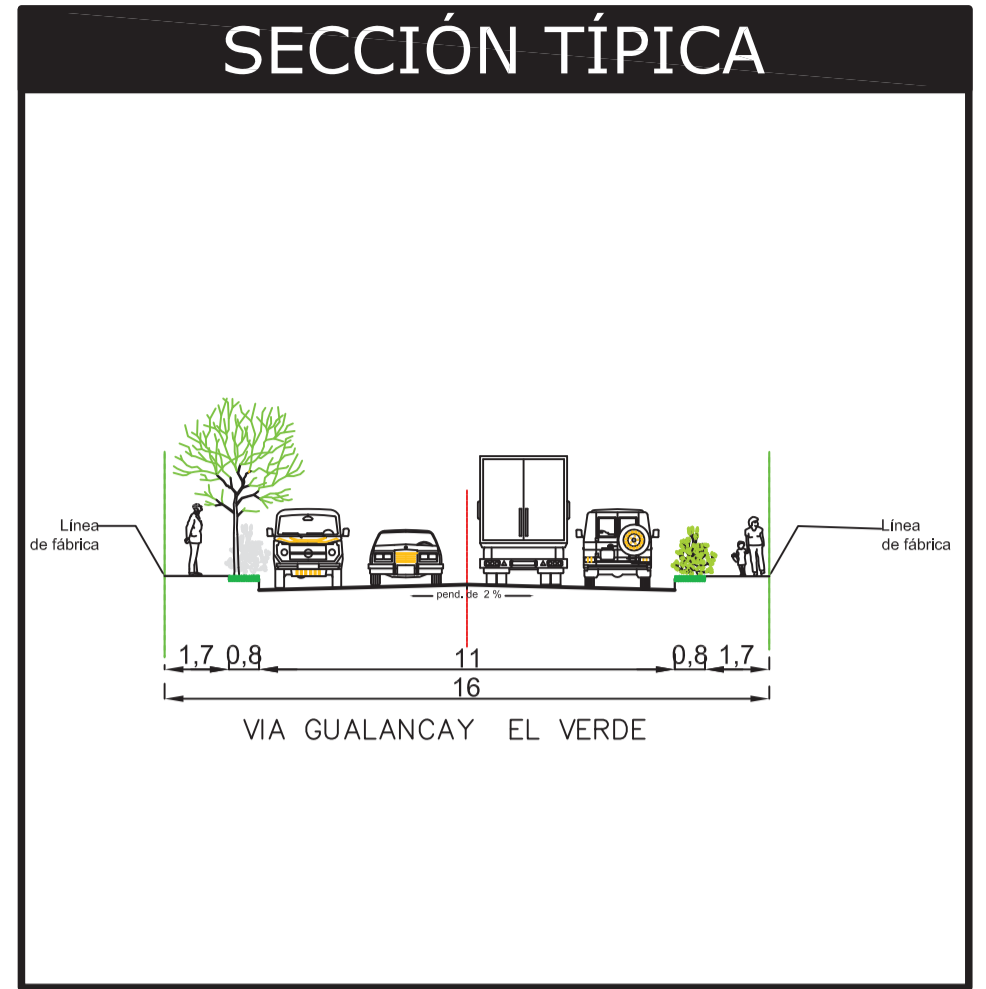
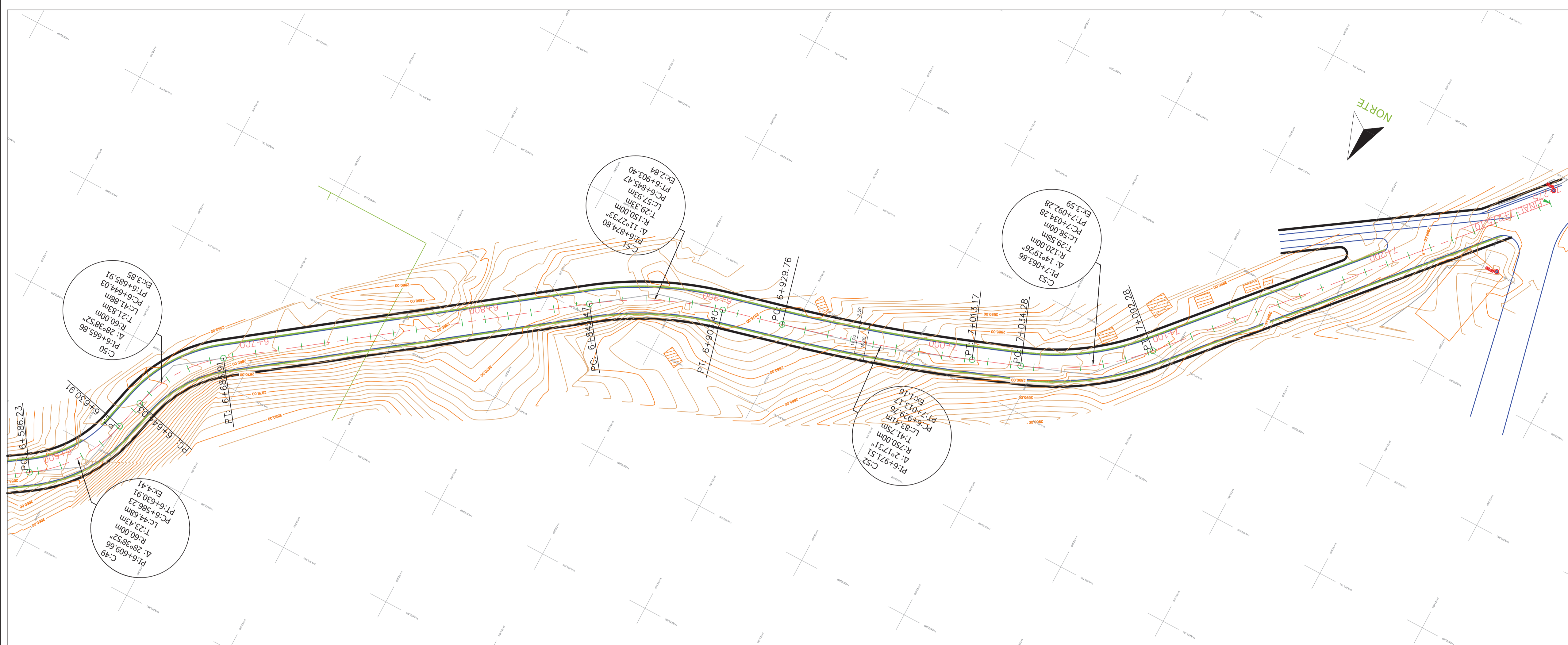
ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALANCAY - EL VERDE DESDE LA ABSCISA 3+600 HASTA LA ABSCISA 7+200.

Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc.  
Director de Tesis

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA GUALANCAY - EL VERDE (ABSCISAS 6+060 HASTA 6+680)

Fecha: Mayo de 2016

Lamina: 5/6



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA  
CORPORACION EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

**CUENCA**  
CASA MUNICIPAL

**Ei Valle**  
INGENIERIA CIVIL

Revisión: \_\_\_\_\_  
Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA  
Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA

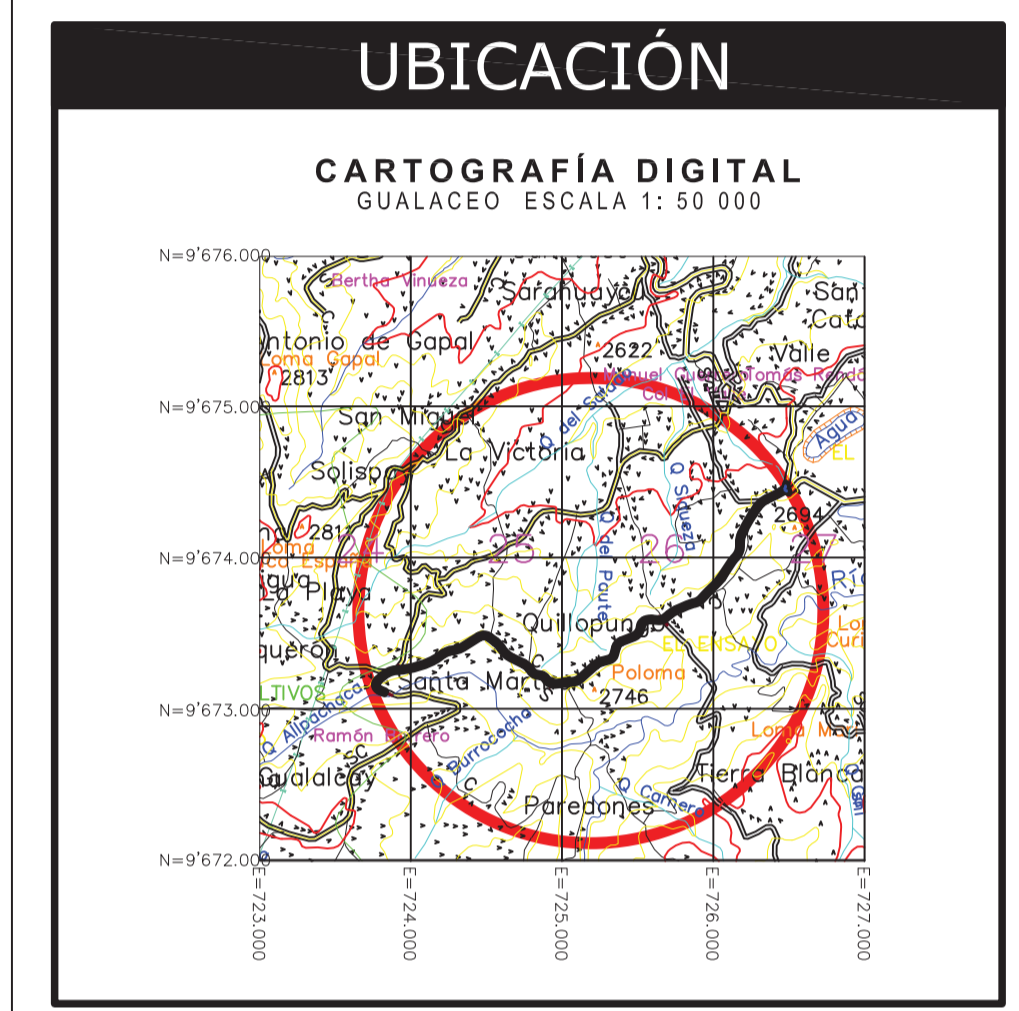
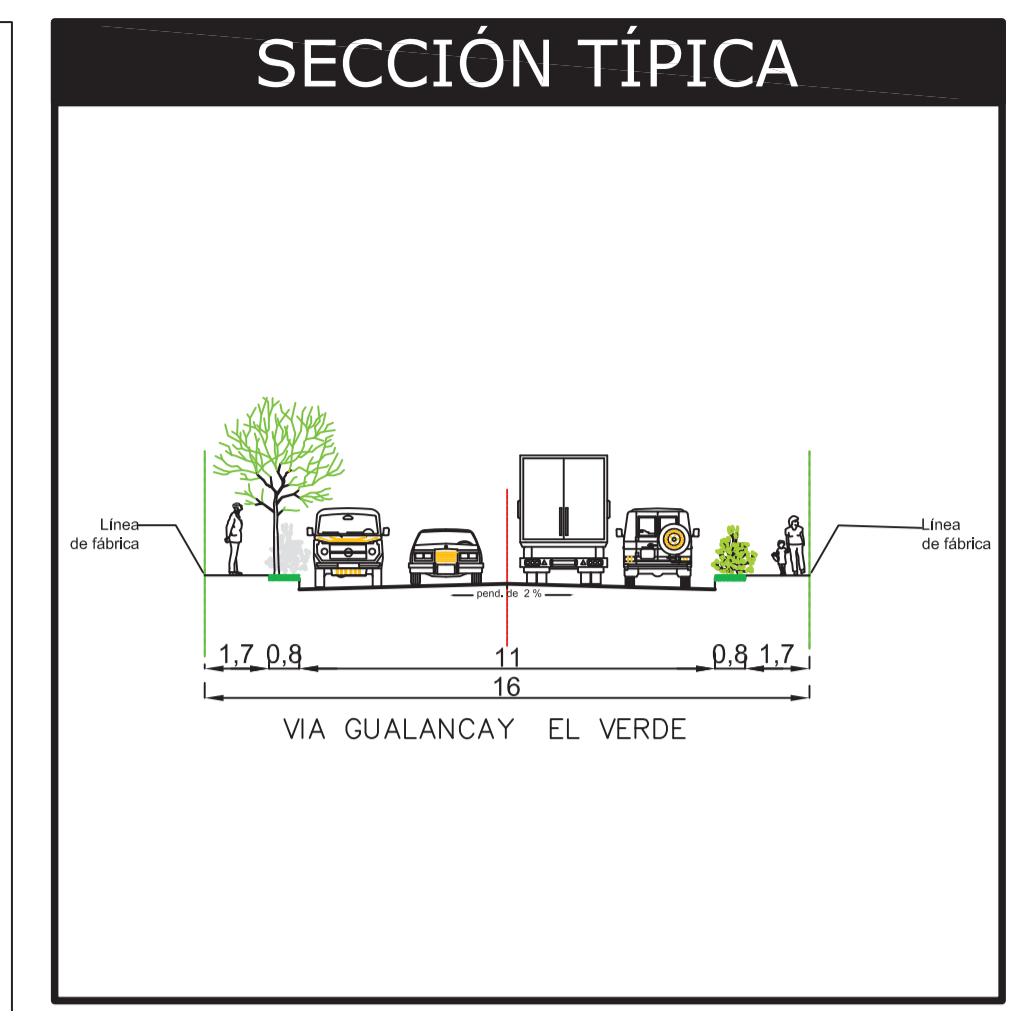
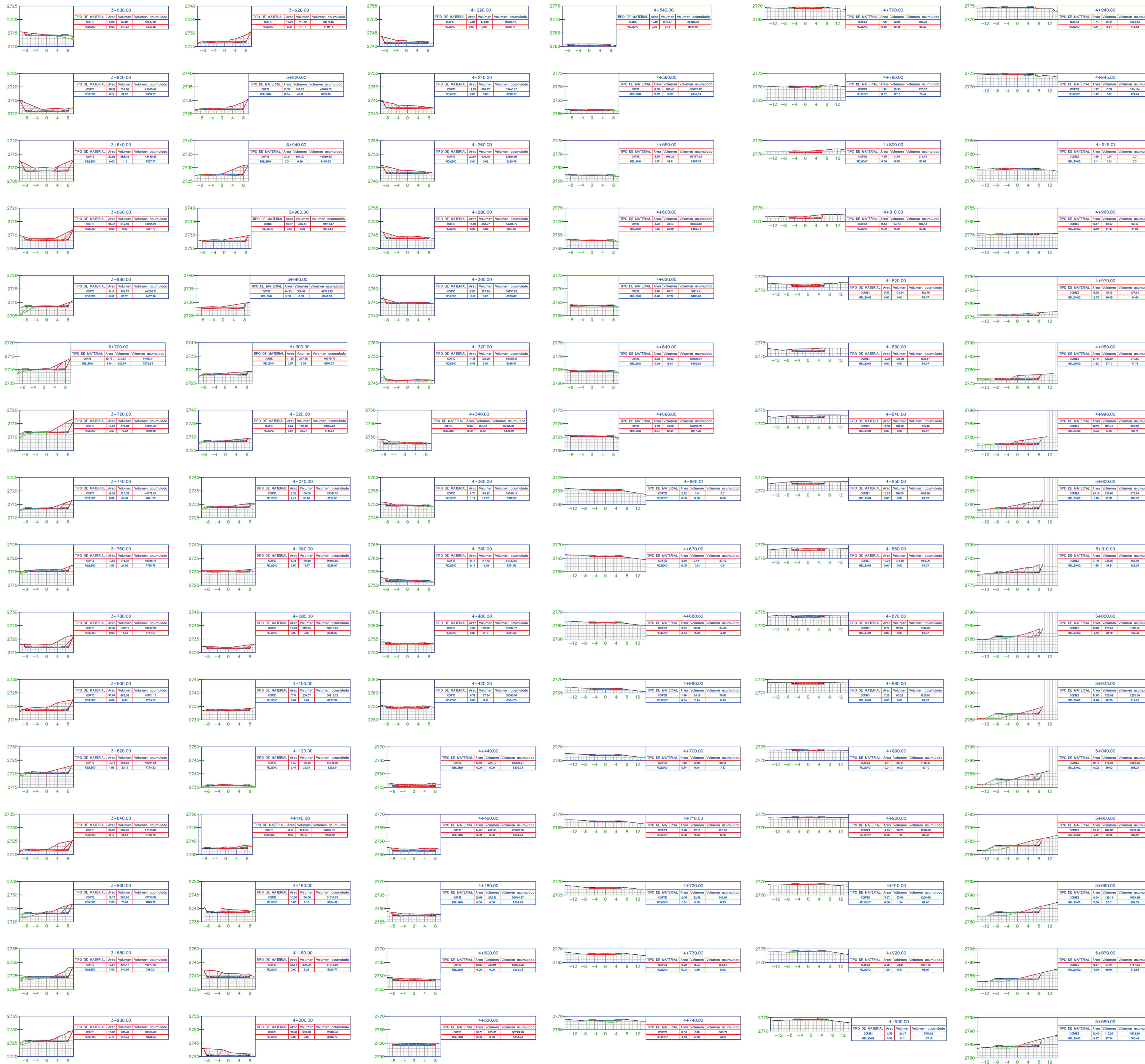
ESTUDIO DE RECTIFICACION, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VIA GUALANCAY - EL VERDE DESDE LA ABSICISA 3+600 HASTA LA ABSICISA 7+200.

Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc.  
Director de Tesis

CONTIENE: DISEÑO GEOMETRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VIA GUALANCAY - EL VERDE (ABSICISA 6+680 HASTA 7+277.10)

Fecha: Mayo de 2016

Lamina: 6/6



### SIMBOLOGÍA

**ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

- VIA PROPUESTA
- VEREDAS
- EJE DE VÍA PROPUESTA
- VIA ACTUAL
- CERRAMIENTOS
- CONSTRUCCIONES (CASAS)
- ÁREA VERDE
- CURVA DE NIVEL c/5m
- CURVA DE NIVEL c/1m
- ACOTACIONES
- 3+600 ABSICISADO
- HITOS

**ALINEAMIENTO VERTICAL**

- PERFIL DEL TERRENO
- PERFIL DE LA RASANTE

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
CORPORACIÓN EDUCATIVA AL SERVIDO DEL PUEBLO

**CUENCA**  
C.A.D. INGENIERÍA

**El Valle**  
C.A.D. INGENIERÍA

Revisión: **Dis: MARCOS X MORQUECHO CABRERA**  
Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA

ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALANCAY- EL VERDE DESDE LA ABSICISA 3+600 HASTA LA ABSICISA 7+200.

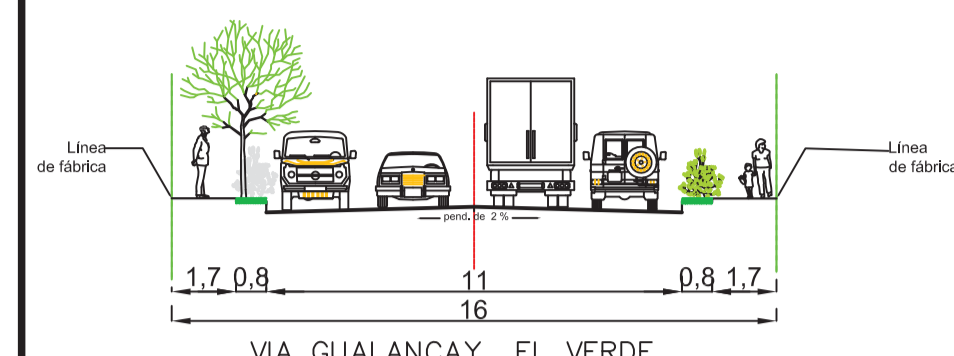
Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc.  
Director de Tesis

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA GUALANCAY - EL VERDE (ABSICISAS 5+540 HASTA 6+060)

Fecha: Mayo de 2016

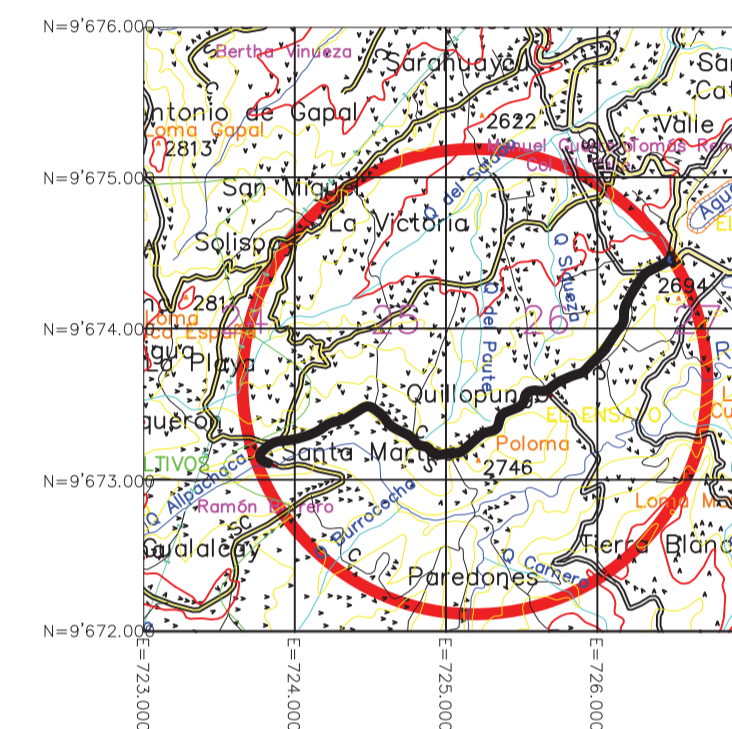
Lamina: 7/9

# SECCIÓN TÍPICA



# UBICACIÓN

## CARTOGRAFÍA DIGITAL GUALACEO ESCALA 1: 50 000



# SIMBOLOGÍA

## ALINEAMIENTO HORIZONTAL

- VIA PROPUESTA
- VEREDAS
- EJE DE VÍA PROPUESTA
- VIA ACTUAL
- CERRAMIENTOS
- CONSTRUCCIONES (CASAS)
- ÁREA VERDE
- CURVA DE NIVEL c/5m
- CURVA DE NIVEL c/1m
- ACOTACIONES
- ABSICISADO
- HITOS

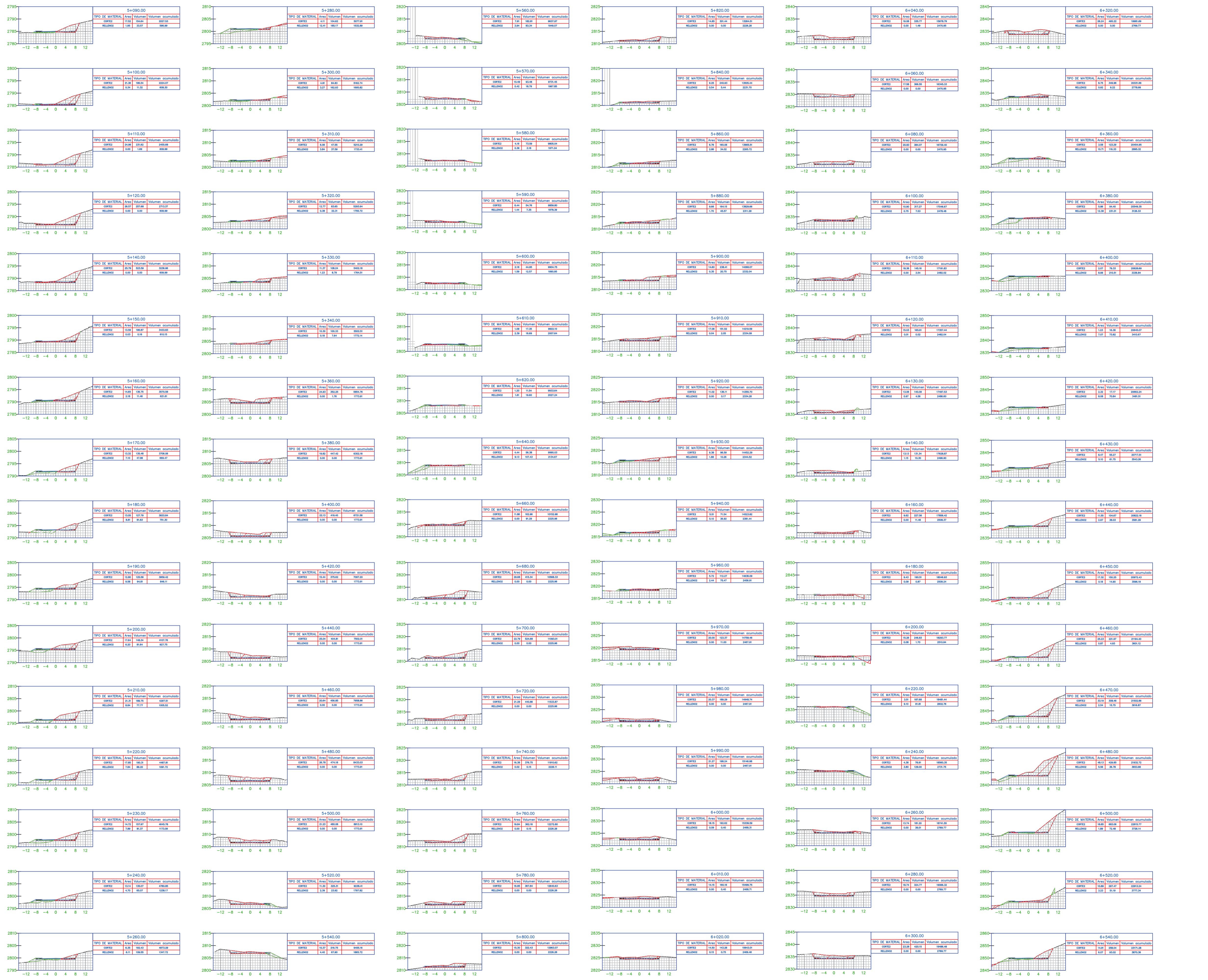
## ALINEAMIENTO VERTICAL

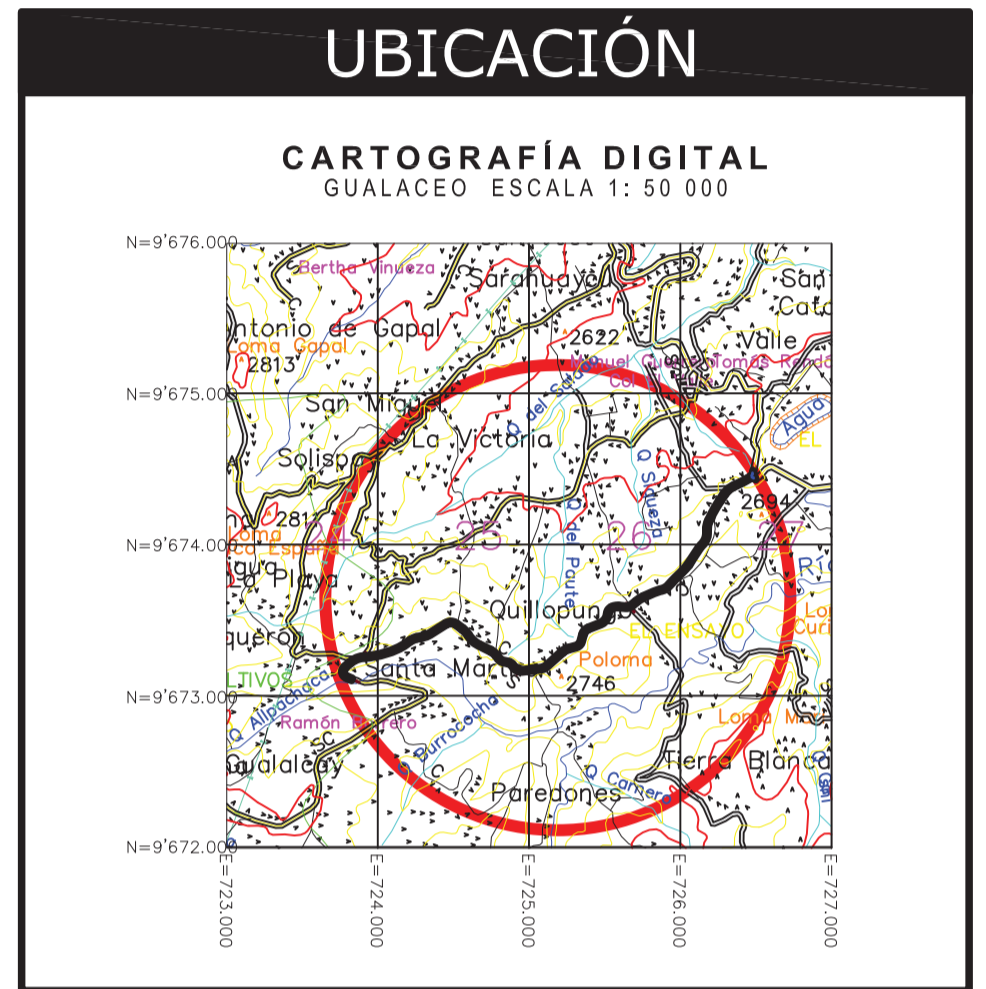
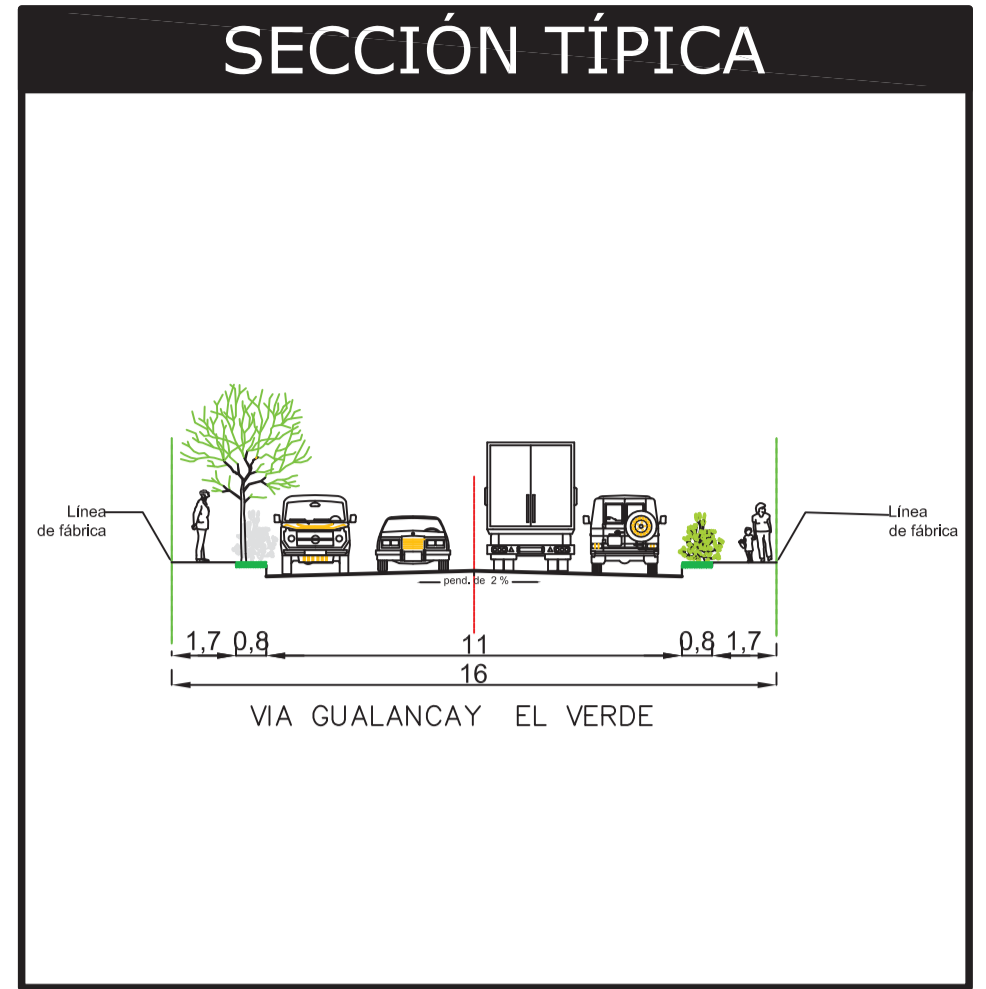
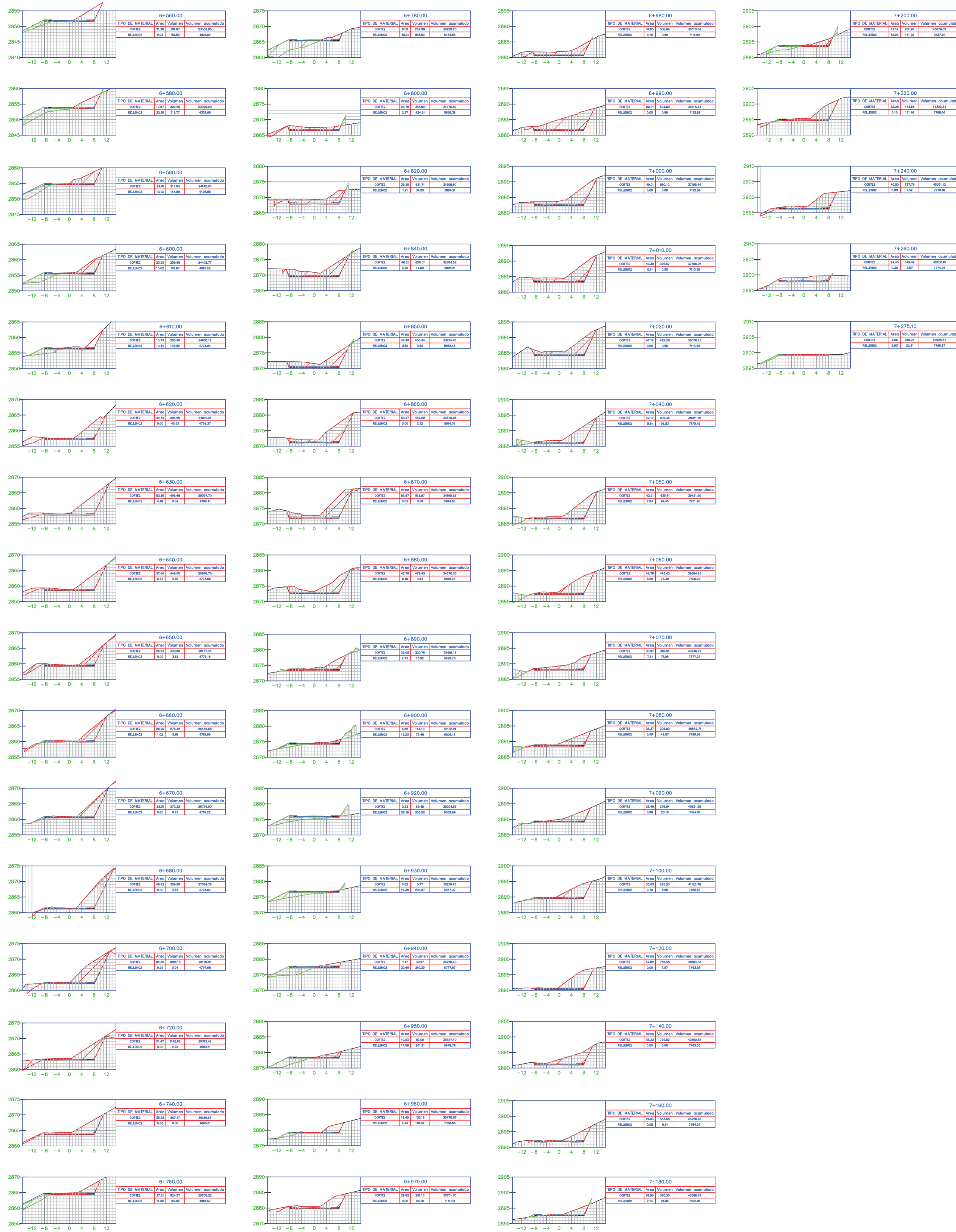
- PERFIL DEL TERRENO
- PERFIL DE LA RASANTE

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Revisión: Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc. Director de Tesis	Dis: MARCOS X MORQUECHO CABRERA Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA
ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALANCAY-EL VERDE DESDE LA ABSICISA 3+600 HASTA LA ABSICISA 7+200.	
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA GUALANCAY - EL VERDE (ABSICISAS 5+540 HASTA 6+060)	Fecha: Mayo de 2016 Lámina: 8/9





### SIMBOLOGÍA

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

- VIA PROPUESTA
- VEREDAS
- EJE DE VÍA PROPUESTA
- VIA ACTUAL
- CERRAMIENTOS
- CONSTRUCCIONES (CASAS)
- ÁREA VERDE
- CURVA DE NIVEL c/5m
- CURVA DE NIVEL c/1m
- ACOTACIONES

3+600 ABSICISADO

CP30 HITOS

ALINEAMIENTO VERTICAL

- PERFIL DEL TERRENO
- PERFIL DE LA RASANTE

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVIDO DEL PUEBLO

**CUENCA**  
GAD MUNICIPAL

El Valle

Revisión: Dis: MARCOS X MORQUECHO CABRERA  
Dib: MARCOS X MORQUECHO CABRERA

ESTUDIO DE RECTIFICACIÓN, MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA GUALANCAY- EL VERDE DESDE LA ABSICISA 3+600 HASTA LA ABSICISA 7+200.

Ing. César Maldonado Noboa, M.Sc.  
Director de Tesis

CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA GUALANCAY - EL VERDE (ABSICISAS 5+540 HASTA 6+060)

Fecha: Mayo de 2016

Lamina: 9/9