# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

## UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y DISEÑO

## CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

# "ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LA UNIÓN – EL PROGRESO - MOLLEPONGO DE LA PARROQUIA PUCARA, CANTÓN PUCARA DESDE LA ABSCISA 0+000 HASTA LA ABSCISA 5+043"

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

**Wilman René Ávila Sanmartín**

**Director: Ing. Luis Mario Almache Sánchez**

**2015**

# DECLARACIÓN

Yo, Wilman René Ávila Sanmartín, 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.

Wilman René Ávila Sanmartín

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Wilman René Ávila Sanmartín, bajo mi supervisión.

Ing. Luis Mario Almache Sánchez

**DIRECTOR**

# DEDICATORIA

Quiero dedicar el esfuerzo en la realización de este estudio y el ejercido para alcanzar esta etapa de mi vida a todas las personas que me han apoyado con sinceridad para ello, esperando no olvidar a ninguna persona dedico principalmente esta meta cumplida a mis padres Carlos Avila y Martha Sanmartín, a mis hermanos Fernando, Byron y Carla, a mi abuela Carmen Orellana a más de la memoria de mis abuelos Gerardo Avila, Néstor Sanmartín y María Orellana que fueron siempre un pilar fundamental en mi formación tanto personal como moral.

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración para la culminación de esta investigación a las siguientes instituciones y personas:

A mis Padres Carlos y Martha, y hermanos por el apoyo económico y moral.

A mis primos y primas por su gran apoyo moral y aliento.

Universidad Católica de Cuenca por la prestación de sus instalaciones para la realización de los estudios necesarios para el proyecto y el tiempo que dedique a mi formación profesional.

Gobierno Provincial del Azuay por permitirme colaborar en el presente proyecto.

Comunidad de La Unión y Progreso por la ayuda brindada para sacar adelante este proyecto investigativo.

Ingeniero Luis Mario Almache por su adecuada guía y corrección en los aspectos necesarios.

Ingeniera Paola Delgado por su colaboración y asesoramiento en la elaboración del proyecto.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN ..... i
CERTIFICACIÓN ..... ii
DEDICATORIA ..... iii
AGRADECIMIENTOS ..... iv
ÍNDICE DE CONTENIDO ..... v
LISTADO DE CUADROS ..... xiii
LISTADO DE IMÁGENES ..... xiii
LISTADO DE MAPAS ..... xiv
LISTADO DE TABLAS ..... xiv
RESUMEN ..... xvi
ABSTRACT ..... xvii
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN ..... 1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 1
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 1
1.2.1 OBJETIVO GENERAL ..... 1
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 1
1.3 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN ..... 2
1.4 VIABILIDAD ..... 2
1.5 CONSECUENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 2
1.6 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 3
1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL ..... 3
1.6.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO ..... 3
1.7 MARCO TEÓRICO ..... 3
1.8 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 4
1.8.1 METODOLOGÍA TÉCNICA ..... 4
1.8.2 METODOLOGÍA PRÁCTICA ..... 5
1.9 CONTENIDO ..... 6
1.9.1 CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN ..... 6

1.9.2 CAPITULO 2: ASPECTOS GENERALES ..... 6
1.9.3 CAPITULO 3: ESTUDIOS PRELIMINARES ..... 6
1.9.4 CAPITULO 4: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA ..... 6
1.9.5 CAPITULO 5: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ..... 6
1.9.6 CAPITULO 6: DISEÑO HIDROLÓGICO ..... 6
1.9.7 CAPITULO 7: ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 7
1.9.8 CAPITULO 8: PRESUPUESTO ..... 7
1.9.9 CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 7
1.9.10 CAPITULO 10: BIBLIOGRAFÍA ..... 7
1.9.11 CAPITULO 11: ANEXOS ..... 7

CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES ..... 8

2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO ..... 8

2.2 VÍAS DE ACCESO ..... 9

2.3 SOCIALIZACIÓN ..... 9

2.4 ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN ..... 10

2.5 CLIMA DE LA ZONA ..... 10
2.5.1 HUMEDAD ..... 10
2.5.2 PRECIPITACIÓN ..... 12
2.5.3 TEMPERATURA ..... 13

CAPITULO 3 ESTUDIOS PRELIMINARES ..... 14

3.1 ESTUDIO DE TRÁFICO ..... 14
3.1.1 DETERMINACIÓN DEL TPDA ..... 14
3.1.1.1 Tráfico observado ..... 14
3.1.1.2 Factor horario ..... 14
3.1.1.3 Factor diario ..... 14
3.1.1.4 Factor semanal ..... 15
3.1.1.5 Factor mensual ..... 15
3.1.1.6 Cálculo ..... 16
3.1.2 PROYECCIÓN DE TRÁFICO ..... 16

3.2 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA SEGÚN SU ORDEN ..... 17
3.2.1 CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD (FUNCIÓN DEL TPDA) ..... 17
3.2.1.1 Clasificación en base al TPDA ..... 18
3.2.1.2 Clasificación según el desempeño de las carreteras ..... 18
3.2.2 CLASIFICACIÓN POR JERARQUÍA EN LA RED VIAL ..... 19

3.2.3 CLASIFICACIÓN POR CONDICIONES OROGRÁFICAS ..... 19
3.2.4 CLASIFICACIÓN POR NÚMERO DE CALZADAS ..... 19
3.2.5 CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO ..... 20
3.3 TOPOGRAFÍA ..... 20
3.3.1 INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN ..... 20
3.3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ..... 20
3.3.2.1 Metodología ..... 21
3.3.2.1.1 Instalación y puesta en condiciones de trabajo ..... 21
3.3.2.1.2 Lectura de ligazón ..... 21
3.3.2.1.3 Lectura para puntos de relleno o detalle ..... 22
3.3.2.2 Trazado de la poligonal ..... 22
3.3.2.2.1 Elección del tipo de poligonal a usarse ..... 22
3.3.2.3 Equipo y herramientas ..... 23
3.4 ESTUDIO DE SUELOS ..... 23
3.4.1 TOMA DE MUESTRAS ..... 24
3.4.2 Equipo Utilizado en los ensayos de laboratorio ..... 24
3.4.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS ..... 27
3.4.3.1 Contenido de humedad (w) ..... 27
3.4.3.2 Análisis mecánico ..... 28
3.4.3.3 Consistencia del suelo ..... 29
3.4.3.3.1 Limite líquido (wL) ..... 29
3.4.3.3.2 Limite plástico (wp) ..... 30
3.4.3.3.3 Índice de Plasticidad (Ip) ..... 31
3.4.3.4 Compactación de suelos ..... 31
3.4.3.4.1 Proctor estándar ..... 32
3.4.3.4.3 Valor de soporte de California CBR ..... 35
3.4.3.4.4 Peso específico de campo ..... 35
3.5 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA ..... 36
3.5.1 DESLIZAMIENTOS ..... 36
CAPITULO 4 DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA ..... 38
4.1 ALTERNATIVAS ..... 38
4.1.1 LÍNEA DE PENDIENTES O CEROS ..... 38
4.1.2 TRAZADO Y EVALUACIÓN DE RUTAS ..... 40
4.2 NORMAS DE DISEÑO ..... 42
4.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAZADO ..... 42

4.3.1 VEHÍCULO DE DISEÑO PARA DISEÑO GEOMÉTRICO ..... 42
4.3.2 VELOCIDAD ..... 42
4.3.2.1 Velocidad de diseño ..... 42
4.3.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL ..... 43
4.3.3.1 Entre - Tangente ..... 43
4.3.3.2 Sobreelevación o peralte y factor de fricción lateral ..... 44
4.3.3.2.1 Desarrollo del peralte ..... 45
4.3.3.3 Radios mínimos de curva ..... 46
4.3.3.4 Sobre ancho ..... 47
4.3.3.5 Curvas circulares ..... 49
4.3.3.5.1 Curva simple ..... 49
4.3.3.5.2 Curva compuesta ..... 51
4.3.4 ALINEAMIENTO VERTICAL ..... 53
4.3.4.1 Curvas Verticales ..... 53
4.3.4.2 Pendientes ..... 54
4.3.5 COORDINACIÓN ENTRE ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ..... 55
4.3.6 SECCIONES TRANSVERSALES ..... 57
4.3.6.1 Calzada ..... 57
4.3.6.2 Bombeo ..... 57
4.3.6.3 Sobreanchos ..... 57
4.3.6.4 Espaldones ..... 58
4.3.6.5 Taludes interiores y cunetas ..... 58
4.3.7 CUBICACIÓN ..... 59
4.3.7.1 Talud ..... 59
4.3.7.2 Calculo de áreas ..... 60
4.3.7.3 Determinación de volúmenes ..... 60
4.4 DISEÑO DEFINITIVO ..... 60
CAPITULO 5 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ..... 61
5.1 INTRODUCCIÓN ..... 61
5.2 VARIABLES GENERALES DE DISEÑO ..... 62
5.2.1 LIMITACIONES DE TIEMPO ..... 62
5.2.2 TRÁFICO ..... 62
5.2.2.1 Determinación de las cargas equivalentes acumuladas (Wt18) ..... 62
5.2.2.1.1 Proceso de cálculo del número de ejes equivalentes estándar Wt18 ..... 63
5.2.3 CONFIABILIDAD ..... 64
5.2.3.1 Elección del desviador “ZR” ..... 65

5.2.3.2 Desviación estándar del sistema (So) ..... 65
5.2.4 IMPACTO DEL AMBIENTE ..... 66
5.3 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA EL PROCESO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES ..... 66
5.3.1 MODULO RESILIENTE DEL MATERIAL DE RASANTE (MR $_{RASANTE.}$) ..... 66
5.3.2 ELECCIÓN DEL CBR DE DISEÑO ..... 67
5.3.3 MÓDULO RESILIENTE SUB-BASE, BASE Y CONCRETO ASFÁLTICO ..... 68
5.4 ECUACIÓN DE DISEÑO ..... 69
5.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO ..... 69
5.5.1 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO ..... 69
5.5.1.1 Número estructural de la carpeta asfáltica ..... 70
5.5.1.2 Número estructural de la base ..... 70
5.5.1.3 Número estructural de la sub-base ..... 71
5.6 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA ..... 71
5.6.1 CAPA ASFÁLTICA ..... 72
5.6.2 BASE ..... 73
5.6.3 SUB-BASE ..... 74
5.7 COEFICIENTE DE DRENAJE ..... 74
5.8 CÁLCULO DE ESPESORES POR CAPA ..... 76
5.8.1 DIAGRAMAS DE LA CARPETA ASFÁLTICA ..... 77
CAPITULO 6 DISEÑO HIDROLÓGICO ..... 78
6.1 INTRODUCCIÓN ..... 78
6.2 DRENAJE VIAL ..... 78
6.2.1 DRENAJE LONGITUDINAL ..... 78
6.2.1.1 Cunetas ..... 78
6.2.1.1.1 Diseño hidráulico de la cuneta ..... 80
6.2.2 DRENAJE TRANSVERSAL ..... 82
6.2.2.1 Alcantarillas de control ..... 82
6.3 SISTEMA HÍDRICO DEL PROYECTO ..... 83
6.4 DISEÑO HIDROLÓGICO DE LAS ALCANTARILLAS ..... 83
6.4.1 CAUDAL MÁXIMO PROBABLE ..... 83
6.4.2 PARÁMETROS DE DISEÑO ..... 84
6.4.2.1 Coeficiente de escorrentía “c” ..... 84
6.4.2.2 Intensidad de lluvia ..... 84

6.4.2.3 Tiempo de Concentración ..... 86
6.4.2.4 Áreas de aporte de los drenajes transversales ..... 87
6.4.2.5 Velocidades de escorrentía ..... 88
6.4.2.6 Intensidad máxima en 24 horas ..... 88
6.5 DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS ALCANTARILLAS ..... 88
6.5.1 RESUMEN DE CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS ALCANTARILLAS ..... 89
6.6 UBICACIÓN, SECCIÓN Y LONGITUD DE ALCANTARILLAS ..... 90
6.7 PROTECCIÓN DE ALCANTARILLAS DE ENTRADA Y SALIDA ..... 91
CAPITULO 7 ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 93
7.1 INTRODUCCIÓN ..... 93
7.2 ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 93
7.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA ..... 93
7.2.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA ..... 93
7.3 OBJETIVOS ..... 94
7.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL ..... 94
7.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 94
7.4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL APLICABLE ..... 94
7.5 CONCEPTOS BÁSICOS ..... 95
7.5.1 MEDIO AMBIENTE ..... 95
7.5.1.1 Medio Natural o Biofísico ..... 95
7.5.1.2 Medio Humano ..... 95
7.5.2 ACCIONES IMPACTANTES ..... 95
7.6 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 95
7.6.1 NATURALEZA DEL IMPACTO ..... 95
7.6.2 INTENSIDAD (I) ..... 96
7.6.3 EXTENSIÓN (EX) ..... 96
7.6.4 MOMENTO (MO) ..... 96
7.6.5 PERSISTENCIA (PE) ..... 96
7.6.6 REVERSIBILIDAD (RV) ..... 96
7.6.7 SINERGIA (SI) ..... 96
7.6.8 ACUMULACIÓN (AC) ..... 97
7.6.9 EFECTO (EF) ..... 97
7.6.10 PERIODICIDAD (PR) ..... 97
7.6.11 RECUPERABILIDAD (MC) ..... 97

7.7 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 97
7.8 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ..... 97
7.8.1 MEDIO FÍSICO ..... 97
7.8.1.1 Aire ..... 98
7.8.1.2 Agua ..... 98
7.8.1.3 Suelo ..... 98
7.8.1.4 Ruido y vibraciones ..... 100
7.8.2 MEDIO BIÓTICO ..... 100
7.8.2.1 Flora y vegetación ..... 100
7.8.2.2 Fauna ..... 100
7.8.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO ..... 100
7.8.3.1 Asentamientos humanos ..... 100
7.8.3.2 Organización territorial ..... 101
7.9 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO ..... 101
7.9.1 IMPACTOS POSITIVOS ..... 101
7.9.2 IMPACTOS NEGATIVOS ..... 101
7.10 MATRIZ DE LEOPOLD ..... 102
7.11 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ..... 102
7.11.1 PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO “DESBROCE Y LIMPIEZA” ..... 103
7.11.1.1 Limitar el área de intervención a lo estrictamente necesario ..... 103
7.11.1.2 Información y coordinación con la población local ..... 103
7.11.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS ..... 103
7.11.2.1 Disminuir recorridos y control de polvo ..... 103
7.11.2.2 Reestablecer las condiciones mínimas de la calidad del suelo para su revegetación 104
7.11.2.3 Evitar la contaminación de fuentes de agua ..... 104
7.11.3 COLOCACIÓN DE CAPAS GRANULARES “MEJORAMIENTO Y PAVIMENTO” 105
7.11.3.1 Utilizar el personal y maquinaria idónea para la colocación del material granular en la estructura vial ..... 105
7.11.4 MANEJO DEL FACTOR HUMANO ..... 105
7.12 CONCLUSIONES AMBIENTALES ..... 105
CAPITULO 8 PRESUPUESTO ..... 106
8.1 DETERMINACIÓN DE RUBROS ..... 106
8.2 CANTIDADES DE OBRA ..... 106

8.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ..... 106
8.4 PRESUPUESTO REFERENCIAL ..... 106
CAPITULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 109
9.1 CONCLUSIONES ..... 109
9.2 RECOMENDACIONES ..... 109
CAPITULO 10 BIBLIOGRAFÍA ..... 110
CAPITULO 11 ANEXOS ..... 112
11.1 PAVIMENTOS ..... 113
11.2 ENSAYOS DE SUELOS ..... 115
11.3 INFORME DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO ..... 162
11.4 INFORME DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL ..... 175
11.5 MARCO LEGAL APLICABLE DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 203
11.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ..... 206
11.7 PLANOS ..... 242

# LISTADO DE CUADROS

Cuadro 3.1.1 Consumo de combustibles en galones Azuay- 2012 ..... 16
Cuadro 3.2.1 Clasificación vial en función del TPDA ..... 18
Cuadro 3.2.2 Tipos de relieve del terreno ..... 19
Cuadro 4.3.1 Radio mínimo recomendado para peraltes de 8% y 10% ..... 47
Cuadro 4.3.2 Índice de curvatura para curvas verticales convexas ..... 53
Cuadro 4.3.3 Índices de curvatura para curvas verticales cóncavas ..... 54
Cuadro 4.3.4 Ancho de espaldones ..... 58
Cuadro 5.5.1 Cálculo del SN estructural ..... 69
Cuadro 5.5.2 Número estructural SN carpeta asfáltica ..... 70
Cuadro 5.5.3 Número estructural SN base ..... 70
Cuadro 5.5.4 Número estructural SN sub-base ..... 71
Cuadro 6.2.1 Coeficientes de rugosidad "n" ..... 80
Cuadro 6.5.1 Diámetros permisibles y número de placas ..... 89
Cuadro 6.5.2 Calculo de alcantarillas ..... 89

# LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 3.2.1 parámetros de diseño recomendados ..... 19
Imagen 3.3.1 Tipos de poligonal ..... 23
Imagen 3.4.1 Cambios de estado de consistencia de un suelo ..... 29
Imagen 3.4.2 Principios de compactación de un suelo ..... 32
Imagen 3.4.3 Equipo para prueba Proctor estándar: (a) molde; (b) pisón ..... 32
Imagen 4.1.1 Trazado de línea de ceros ..... 39
Imagen 4.1.2 Trazados eficiente y apropiado de la línea de ceros ..... 39
Imagen 4.1.3 Trazo de líneas preliminares ..... 41
Imagen 4.3.1 Transición de una sección normal a una peraltada ..... 43
Imagen 4.3.2 Tangente mínima en curvas circulares ..... 43
Imagen 4.3.3 Tangente mínima para curvas espirales ..... 44
Imagen 4.3.4 Transición de peralte alrededor del eje ..... 46
Imagen 4.3.5 Sobre ancho en curvas ..... 49
Imagen 4.3.6 Curva Circular simple ..... 50
Imagen 4.3.7 Curva circular compuesta ..... 52
Imagen 4.3.8 Ejemplos de coordinación entre alineamiento y pendiente AASHTO ..... 56
Imagen 4.3.9 Sección transversal típica de una carretera ..... 57
Imagen 5.1.1 Estructura típica del pavimento flexible ..... 61
Imagen 5.1.2 Esquema del comportamiento del pavimento rígido y flexible ..... 61
Imagen 5.3.1 Graficación de CBR de diseño ..... 68
Imagen 5.6.1 Coeficiente estructural de la capa asfáltica ..... 72
Imagen 5.6.2 Coeficiente estructural de la capa Base a2 ..... 73
Imagen 5.6.3 Coeficiente estructural de la capa Sub-base a3 ..... 74
Imagen 5.8.1 Diagrama de la carpeta asfáltica ..... 77
Imagen 6.2.1 Sección tipo de cuneta ..... 79
Imagen 6.2.2 Drenajes longitudinal y transversal ..... 82
Imagen 6.3.1 Sistema hídrico de la zona ..... 83
Imagen 6.6.1 Ubicación de alcantarillas ..... 90

Imagen 6.7.1 Alcantarilla tipo ..... 91
Imagen 6.7.2 Detalles de obras de protección de entrada y salida de alcantarillas ..... 92

# LISTADO DE MAPAS

Mapa 2.1.1 Ubicación de la vía a nivel cantonal, provincial y nacional ..... 8
Mapa 2.2.1 Vías de acceso a la comunidad ..... 9
Mapa 2.5.1. Tipos de clima del Cantón Pucará ..... 11
Mapa 2.5.2 Mapa de isoyetas del Cantón Pucará ..... 13
Mapa 2.5.3. Mapa de isotermas del Cantón Pucará ..... 13
Mapa 4.1.1 Opciones de ruta de la vía ..... 40
Mapa 6.4.6.4.1 Zonificación de acuerdo la precipitación del sector ..... 85
Mapa 6.4.6.4.2 Áreas de aportación ..... 87
Mapa 7.8.1 Mapa Hidrográfico del Cantón Pucará ..... 98
Mapa 7.8.2 Mapa de fallas geológicas del Cantón Pucara ..... 99
Mapa 7.8.3 Uso de suelo agrícola ..... 99
Mapa 7.8.4 Asentamientos humanos del área de influencia ..... 100

# LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1.1 Coordenadas geográficas del inicio y fin del proyecto vial DATUM WGS84 ..... 8
Tabla 2.5.1. Características de los tipos de clima presentes en la zona ..... 11
Tabla 3.1.1. Factor semanal ..... 15
Tabla 3.1.2 Determinación del TPDA inicial ..... 16
Tabla 3.1.3. Tasas de crecimiento vehicular Azuay ..... 17
Tabla 3.1.4 Proyección del TPDA ..... 17
Tabla 3.4.1 Clasificación de suelos ..... 27
Tabla 3.4.2 Abertura de la serie de tamices usados en la granulometría ..... 28
Tabla 3.4.3 Calculo de cantidades de agua a añadir ..... 33
Tabla 3.5.1 Causas de deslizamientos de un suelo ..... 36
Tabla 4.3.1 Gradiente longitudinal necesaria para el desarrollo del peralte ..... 45
Tabla 4.3.2 Valores recomendados de C ..... 48
Tabla 4.3.3 Informe de curvas compuestas de 3 y 4 radios ..... 52
Tabla 4.3.4 Pendientes de diseño ..... 54
Tabla 4.3.5 Taludes recomendables de acuerdo al tipo de suelo ..... 59
Tabla 4.3.6 Terraplenes recomendados de acuerdo al tipo del suelo ..... 59
Tabla 5.2.1 Lapsos de diseño sugeridos ..... 62
Tabla 5.2.2 Valores de serviciabilidad final recomendados ..... 63
Tabla 5.2.3 Factor de equivalencia de cargas "Factor Camión" ..... 63
Tabla 5.2.4 Valores recomendados "FDC" ..... 64
Tabla 5.2.5 Valores recomendados del % ejes equivalentes en el carril de diseño ..... 64
Tabla 5.2.6 Ejes equivalentes de cargas de diseño ..... 64
Tabla 5.2.7 Niveles recomendados de confiabilidad "R" ..... 65
Tabla 5.2.8 Valores de ZR en función de la confiabilidad ..... 65
Tabla 5.2.9 Valores recomendados en la desviación estándar (So) ..... 65
Tabla 5.2.10 Valores recomendables de servicapacidad final (Pt) ..... 66

Tabla 5.3.1 Determinación del CBR de diseño ..... 67
Tabla 5.6.1 Clasificación de tráfico ..... 71
Tabla 5.6.2 Criterio de la estabilidad de Marshall ..... 72
Tabla 5.7.1 Calidad de drenaje en función del tiempo de retención de humedad ..... 75
Tabla 5.7.2 Coeficientes de drenaje "mi" de las capas de Base y Sub-base ..... 75
Tabla 5.8.1 Espesores de la carpeta de rodadura 2015 - 2025 ..... 76
Tabla 5.8.2 Números estructurales 2015 - 2025 ..... 76
Tabla 5.8.3 Espesores de la carpeta de rodadura 2025 - 2035 ..... 77
Tabla 5.8.4 Números estructurales 2025 - 2035 ..... 77
Tabla 6.2.1 Velocidades de erosión de diferentes materiales ..... 79
Tabla 6.2.2 Cálculo hidráulico de las cunetas ..... 81
Tabla 6.4.1 Coeficientes de escorrentía ..... 84
Tabla 6.4.6.4.2 Ecuaciones de intensidades de la zona de precipitaciones 10 ..... 85
Tabla 6.4.6.4.3 Ubicación de las estructuras de drenaje transversal ..... 86
Tabla 6.4.4 Velocidades de escorrentía ..... 88
Tabla 6.46.4.5 Calculo de intensidad "I" ..... 88
Tabla 7.10.1 Matriz de Leopold reducida ..... 102

# RESUMEN

La presente investigación engloba el diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la apertura vial de 5.043 Km desde la comunidad de La Unión y Progreso hacia el sector de Mollepongo ubicadas ambas en la parroquia Pucara del canto Pucara pertenecientes a la provincia del Azuay.

El trabajo de campo realizado en la zona del proyecto señala las actividades que la comuna desarrolla día a día para comercializar sus productos con gran esfuerzo por la carencia de una red vial adecuada que pueda mejorar estas actividades.

Al constatarse de que la matriz productiva de la comunidad está basada en actividades agrícolas y ganaderas principalmente se justificó la necesidad de la realización del presente trabajo investigativo para solucionar los problemas que refirieren a la vialidad existen en el sector.

El presente estudio contiene la metodología y los resultados obtenidos con la misma para proceder al diseño geométrico y de la estructura de pavimento flexible para proteger la estructura de rodamiento de dicha vía, se muestra así mismo el diseño geométrico propuesto de la vía y las consideración en cuanto a protección de la estructura de la vía se refiere considerando la parte climática con el fin de garantizar este objetivo.

PALABRAS CLAVE: DISEÑO GEOMÉTRICO, PAVIMENTO FLEXIBLE, ESTUDIO SOCIOECONÓMICO, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

# ABSTRACT

The present study includes the geometric design of flexible pavement at the level of road opening 5,043 km from the community of La Union and Progress towards the sector Mollepongo both located in the parish of the canton Pucara belonging to the province of Azuay.

Field work carried out in the project area indicates the activities that the municipality develops every day to market their products with great effort by the lack of an adequate road network which can make these activities better.

Finding the productive matrix based mainly on the agricultural and cattle activities of the community it was justified clearly a need for the implementation of this research work to solve these problems regarding the existence of roads in the area.

The current study contains the methodology and results given by the same to proceed with the geometric design and structure of flexible pavement to protect the bearing structure, further shown in the final design of the road and the consideration to protect the track, considering the climate part in order to safeguard such an objective.

KEYWORDS: GEOMETRIC DESIGN, FLEXIBLE PAVEMENT, SOCIO-ECONOMIC STUDY, TOPOGRAPHICAL RISE.

# CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

Estudio y Diseño Definitivo a Nivel de Pavimento Flexible de la Vía La Unión – El Progreso - Mollepongo de la Parroquia Pucara, Cantón Pucara Desde la Abscisa 0+000 Hasta la Abscisa 5+043.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La comunidad de La Unión y Progreso ubicada en la Parroquia Pucara, Cantón Pucara, Provincia del Azuay se encuentra a 125 km de la Ciudad de Cuenca aproximadamente, sus principales actividades económicas y sociales se centran en el desarrollo agrícola y ganadero, el estado actual de sus vías se encuentran poco desarrolladas, lo que obliga a las personas a comercializar sus productos dentro de las mismas propiedades o a sacarlos a la vía principal, que claramente representa un gran esfuerzo tanto físico como económico.

Además el mal estado tanto de la vía existente para el acceso a la abscisa inicial del proyecto como del sendero que es usada por las personas que transitan y viven en las propiedades aledañas representa un gran peligro para los mismos principalmente en la época de invierno.

Estas necesidades obligan a realizar una investigación que ayude a mejorar estas condiciones, con la creación de una vía que conecte al tránsito del sector con las zonas productoras y así cumplir el objetivo propuesto en el proyecto.

## 1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un diseño geométrico y a nivel de pavimento flexible de la vía La Unión Y Progreso – Mollepongo, donde se pueda aprovechar de mejor manera los materiales que brinda la zona y cumplir con los requerimientos que las normas y leyes locales, nacionales e internacionales exigen en este proyecto.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el tipo de vía que se requiere en base del estudio de tráfico correspondiente para considerar en el diseño horizontal, vertical y de pavimento flexible de la misma.
- Realizar y analizar los estudios topográficos de la zona.
- Aplicar los conocimientos teóricos y datos de campo para realizar el diseño horizontal y vertical de la vía.
- Obtener datos de las precipitaciones de la zona.
- Analizar las condiciones geológicas de la zona.
- Analizar características mecánicas de los suelos.
- Realizar una ficha ambiental del proyecto.
- Realizar un presupuesto estimativo para la realización del proyecto.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

La Investigación planteada del proyecto vial La Unión – El Progreso – Mollepongo busca resolver los problemas de la comunidad al cooperar con el desarrollo de la red vial del sector y buscar desarrollar conjuntamente el campo comercial y cultural de las personas beneficiarias de dicho proyecto, su constante necesidad de realizar un mejor intercambio comercial de sus productos derivados de la actividad agrícola y ganadera han sido la principal causa de que los habitantes hayan realizado una petición a las autoridades pertinentes para la realización de los estudios necesarios para realizar una propuesta del diseño geométrico de la vía ya descrita con anterioridad.

Con la elaboración de este proyecto se busca determinar un diseño que pueda ajustarse de mejor manera a la topografía de la zona para obtener un proyecto económico y a su vez constructivo considerando las limitaciones que esta investigación tiene referente a los estudios complementarios para buscar seguridad para las personas y vehículos que usaran en el futuro dicha vía.

Los estudios necesarios y el trabajo definitivo se centran principalmente en el diseño geométrico y de pavimento de la vía proyectada y que estos guarden la seguridad necesaria para el tránsito en el sector, además de determinar el costo del proyecto en estudio que se realizará en la zona de influencia de la comunidad de La Unión y Progreso – Mollepongo. Estos diseños y estudios cumplirán las normas y leyes vigentes en el campo vial, y todo aquel aspecto de diseño y constructivo que incumpla dichas recomendaciones deberán ser debidamente justificados.

## 1.4 VIABILIDAD

El desarrollo del proyecto vial “La Unión y Progreso – Mollepongo” se justifica en la existencia de recursos técnicos, normativos y económicos contemplados en el diseño vial, además de que se cuenta con la autorización del Gobierno Provincial del Azuay al estar dentro su competencia indicado en el Plan Operativo Anual determinado en el Código Orgánico Territorial, Autonomía y Descentralización.

## 1.5 CONSECUENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN

Por la experiencia vista en otros proyectos de igual magnitud existen muchas consecuencias positivas para el proyecto.

Entre estas se pueden enunciar las siguientes:

- Desarrollo comercial de la zona de influencia del proyecto por la facilidad de comercialización de los productos agrícolas y ganaderos de la misma.
- Desarrollo social de la zona debido al aumento del estatus financiero de las familias beneficiarias del proyecto.
- Desarrollo de la infraestructura vial del sector.
- Aumento de la plusvalía en las propiedades aledañas a la vía proyectada.

Cabe indicar que a pesar de la afectación al medio vegetal y animal del sector por acción antrópica en la construcción y mantenimiento del proyecto siempre se compensaran con el desarrollo que se genere por el proyecto en su totalidad.

## 1.6 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

Se desarrollará el diseño geométrico de la vía desde “La Unión – El Progreso hasta Mollepongo” que causará una notable mejora en el desarrollo social, económico y productivo de la comunidad beneficiaria del proyecto. Esto para mejorar la comercialización de sus productos agrícolas y ganaderos e incentivando el aumento de dicha producción.

### 1.6.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las hipótesis de trabajo se las describe referentes a cada una las respuestas buscadas.

- Se determinará el tráfico que hará uso de la vía y como consecuencia se elegirá el tipo de vía en función de dicho parámetro según lo indica la norma ecuatoriana de vialidad.
- Se determinará las diferentes opciones de ruta y se escogerá la que mejor se acomode a las necesidades y normas aplicables.
- Con las condiciones establecidas se procederá al diseño geométrico horizontal y vertical del proyecto vial.
- Se obtendrá datos de anuarios hidrológicos del INAMHI y se determinara una media de datos para su uso en los respectivos diseños hidráulicos.
- Se analizará la existencia de condiciones geológicas que puedan ocasionar inconvenientes en el diseño geométrico de la vía.
- Se determinará las características de los suelos según su clasificación luego de su análisis según las normas AASHTO y ASTM aplicables al estudio de suelos para proyectos viales.
- Se determinará el impacto ambiental que tendrá el proyecto en sus etapas de construcción principalmente.
- Se analizará el beneficio respecto de costo de construcción del proyecto.

## 1.7 MARCO TEÓRICO

La mente del hombre siempre ha tenido una tendencia a mejorar su estatus de vida, entre ellas, está el mejorar y por ende modernizar sus vías de comunicación, que en este caso ha sido el cambiar el material de recubrimiento de las carreteras, además de que en muchos casos al realizar la apertura de una vía el material nativo de la misma posee características que no favorecen un buen desempeño de cualquier tipo de vehículo que pueda llegar a transitar por ella.

Para el presente proyecto de investigación se ha planteado el uso y por ende un diseño de pavimento flexible o asfáltico el cual se basara en los diferentes criterios de investigación que hasta el momento existe y se encuentran normados.

El avance investigativo en la teoría de diseño de pavimento flexible se dió inicialmente con la consideración de las características del suelo de fundación, la comparación con otros pavimentos que tuvieron gran duración y el efecto que tiene el número de vehículos en la vía, pero sin tener aún, una clasificación de equipo automotor (Corredor M., 2010).

El avance hizo tomar en consideración el efecto de las cargas vehiculares y el número de aplicación de las mismas, además el grado de falla que posee la estructura vial el cual se analizó los diferentes ensayos de prueba realizados en carreteras experimentales (Corredor M., 2010).

El proceso produjo que en 1993 un grupo de investigadores de la AASHTO revisaron y elaboraron la norma que es utilizada en muchos países y que se basa en la incorporación de un factor de confiabilidad, cambio de valor de soporte de suelo por valores de módulos de resistencia tanto del material de fundación como de los materiales usados en la elaboración de pavimentos asfalticos, también el considerar la importancia de un buen sub drenaje y el considerar las condiciones climáticas más locales y ya no regionales (Corredor M., 2010).

También se han elaborado métodos alternos como el publicado en julio de 1999, Diseño Estructural de Pavimentos Asfalticos, Incluyendo Carreteras de Altas Especificaciones usado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM (1999), que se identifica por tener un modelo de deterioro para estimar la deformación permanente del pavimento a la falla y un modelo para determinar el futuro comportamiento a fatiga de las mezclas de pavimento asfaltico basados en las condiciones climáticas y de tránsito, y el cual puede ser usado para todo tipo de vías.

Además Rondón y Reyes (2007) indican que de acuerdo al avance tecnológico que se ha dado en los últimos años existen tendencias y limitaciones para el diseño de pavimentos poniendo especial énfasis en el comportamiento de materiales que conforman las capas de base y sub base de la estructura del pavimento del proyecto vial.

También debemos tomar en cuenta que en muchos casos, como lo explica el ingeniero Augusto Jugo (2010) existen proyectos viales como el objeto de estudio del presente trabajo de investigación, que tienen condiciones que indican una vía con un bajo volumen de tráfico y que para una mejor aproximación a las condiciones de diseño y el garantizar que no exista sub dimensionamiento de espesores así como de características del pavimento usado en dicha vía, se debe desarrollar metodologías que garanticen dichos criterios.

Cabe recalcar que una vez diseñado el pavimento se debe tener mucho cuidado al momento de la construcción y existen muchos ensayos y por ende normas que se debe de cumplir para que dicho pavimento funcione de manera idónea en su vida útil como se indica y se norma. (NEVI-12. Volumen N°3 Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, 2013)

## 1.8 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.8.1 METODOLOGÍA TÉCNICA

En La República del Ecuador, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013) ha elaborado: La Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 que constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y del transporte en el Ecuador bajo los principios de equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistemática.

En esta normativa se establecen las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los proyectos viales para facilitar los estudios de planificación, diseño y evaluación de los proyectos viales, así como para asegurar la calidad y durabilidad de las vías, mitigar el impacto ambiental y optimizar el mantenimiento del tráfico en las fases de contratación, construcción y puesta en servicio. (p.vi)

### 1.8.2 METODOLOGÍA PRÁCTICA

Se establece metodologías que nos ayuden a recolectar y obtener datos que sirvan como base de los diseños y obtención de resultados esperados con el estudio del presente proyecto e indicados en cada objetivo de la investigación.

- **Estudio de tráfico y clasificación vial:** Para el estudio de tráfico se establece la cantidad de vehículos que basados en la norma actual NEVI-12 se calcula este valor compuesto con el transito atraído y el transito actual obtenido del análisis estadístico de la población y el uso que se dará a la vía a construirse, luego del cual se procede al cálculo del tránsito futuro considerando el crecimiento indicado en la norma ya dicha y con dicho valor seguidamente se clasifica la vía en estudio y sus características básicas de diseño.
- **Elección de la ruta más favorable:** Para iniciar con el estudio propuesto se realizó en primer lugar la visita al sector La Unión y Progreso para conocer la zona donde se solicita el proyecto que ayude a mejorar las condiciones de comercio de sus productos, para el estudio topográfico se determina las diferentes propuestas de ruta siendo la mejor opción la que pasé en primer lugar por los lugares que se denominan pasos obligados y que se acople mejor con las normas vigentes según la etapa investigativa, una vez aprobada la mejor opción se realizará el levantamiento topográfico para su posterior diseño definitivo.
- **Diseño geométrico de la vía:** establecidos los parámetros básicos de diseño se dibuja el alineamiento geométrico según la ruta aprobada.
- **Datos hidrológicos:** Ubicado el proyecto se identifica la estación hidrológica más cercana al proyecto para la obtención de datos sobre las precipitaciones de la zona.
- **Condiciones geológicas de la zona:** con el estudio de suelos en la zona de influencia de la vía se determina las condiciones geológicas de la misma con el fin de determinar posibles problemas que ocasiones restricciones en el diseño de la vía, y para lo que determinará fallas o deslizamientos en caso de existir en el sector.
- **Estudio de suelos:** Para la elaboración del estudio de suelos procederemos a obtener las muestras de suelos cada 500 metros para que dichas muestras se trasladan a su análisis en un laboratorio de suelos autorizado.
- **Impacto ambiental:** con el diseño culminado se estudia los impactos positivos y negativos que tendrá la realización y mantenimiento de la vía hacia el medio ambiente en general y se busca las acciones que ayuden a evitar o mitigar los mismos.
- **Presupuesto:** se concluye la investigación con la determinación del costo económico del proyecto en función de las etapas de la construcción del mismo.

## 1.9 CONTENIDO

### 1.9.1 CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

En este capítulo se muestra un análisis sobre la factibilidad del proyecto con sus debidas justificaciones, beneficios y objetivos a alcanzar con la construcción del proyecto establecido.

### 1.9.2 CAPITULO 2: ASPECTOS GENERALES

Los aspectos generales que se indican en el capítulo 2 hacen referencia a los aspectos socio-económicos de la población beneficiaria del proyecto así como aspectos físicos climáticos y geográficos de la zona de emplazamiento del proyecto.

### 1.9.3 CAPITULO 3: ESTUDIOS PRELIMINARES

En esta sección del estudio se indica todos los datos que son necesarios para proceder con el diseño geométrico y posteriores de la vía a emplazarse, entre los principales se tienen los estudios de pavimentos, suelos y geotécnicos.

### 1.9.4 CAPITULO 4: DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA

El capítulo de diseño horizontal y vertical de la vía hace referencia a los parámetros técnicos que se tomaron en cuenta en el diseño de la carretera a más de mostrar datos que sirvieron como guía para el proyecto final del mismo, estos parámetros que se encuentran normados por el MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR en sus diferentes compendios de normas referentes al diseño geométrico vial.

Cabe recalcar que aunque se muestre los parámetros que como mínimo se tiene que cumplir también se da una pequeña explicación de que en ciertas situaciones por cuestiones principalmente de la topografía del sector y económicos se deben diseñar con valores fuera del rango que recomienda la norma, como por ejemplo radios mínimos de curvas, pendientes máximas permisibles, etc.

### 1.9.5 CAPITULO 5: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Basados en los datos del tránsito que ocupará la carretera en su etapa de funcionamiento y el tipo de suelo presente en el sector de emplazamiento se diseñó los espesores del pavimento de las capas de la estructura de rodadura proyectada en el proyecto, esto con el uso del método recomendado por la norma ecuatoriana vial, el cual es el desarrollado por la AASHTO publicada en 1993 denominado AASHTO-93, dicho diseño de pavimento para el presente proyecto se elaboró con la ayuda de la herramienta electrónica “Excel”.

### 1.9.6 CAPITULO 6: DISEÑO HIDROLÓGICO

El diseño hidrológico del presente proyecto se lo realizó para obtener datos para diseñar el sistema de drenaje longitudinal y transversal de la vía, con el mismo se indicó si es necesario el uso de solamente alcantarillas transversales o si es necesario el estudio y diseño de una estructura de paso mayor como un puente, se procedió al diseño de cunetas, alcantarillas que se desarrolló con el método recomendado por el ministerio transporte y obras públicas para estos casos como lo es el método racional mediante el análisis de coeficientes, intensidades de lluvia y áreas de aporte de las microcuencas que afectan la vía.

### 1.9.7 CAPITULO 7: ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En esta sección se indica una ficha ambiental que muestra las actividades de la construcción y mantenimiento de la vía y sus principales impactos positivos y negativos sobre las áreas de influencia del proyecto, además se relatan recomendaciones que ayudarán a mitigar reducir o evitar en lo posible el impacto producido por dichas actividades. Denominadas recomendaciones se conoce como plan de manejo ambiental.

Cabe señalar que cuando se proceda a la construcción del proyecto se debe tener una licencia ambiental que permita dicha avance de la obra sin inconvenientes legales referentes a la protección ambiental.

### 1.9.8 CAPITULO 8: PRESUPUESTO

Como en toda obra de construcción civil es muy necesario la elaboración de un presupuesto referencial donde se analice los costos que representará la construcción del proyecto con el fin de buscar la forma de financiamiento del mismo para evitar como en muchos casos el abandono de obras civiles sin su correcta culminación.

En esta sección mostraremos los principales rubros y sus análisis de precios unitarios para así obtener el costo total de la obra de acuerdo a las cantidades de obra determinadas en la etapa de diseño de la carretera ya dicha.

### 1.9.9 CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones referentes a los objetivos planteados en el trabajo de investigación indican las metas cumplidas con la elaboración del diseño definitivo con lo que se obtuvo una vía de 5.043 Km de largo con una estructura de rodamiento de pavimento asfáltico con sus respectivas obras de drenaje y su costo de referencia.

### 1.9.10 CAPITULO 10: BIBLIOGRAFÍA

La información que se presenta en el presente proyecto de investigación, así como la consultada para la elaboración del mismo posee derechos exclusivos de su autor, y como lo indica la ley de derechos de autoría se deberán indicar el uso de la propiedad intelectual de cualquier fuente que se consultada para sustentar una futura investigación, teniendo esto claro se indican las fuentes ocupadas en la elaboración de este estudio, y que entre las mismas se tiene normas y leyes nacionales del ecuador, normas internacionales, etc.

### 1.9.11 CAPITULO 11: ANEXOS

Aquí se muestra los datos de cálculo que se utilizaron en diseños geométricos, diseño de pavimentos, hidrológicos, etc.; también los diseños definitivos que por su escala de presentación no se puede presentar en el informe principal. Como un último aspecto a mostrarse son los informes de construcción así como el análisis del costo del proyecto.

# CAPITULO 2 ASPECTOS GENERALES

## 2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto vial “La Unión y Progreso – Mollepongo” está ubicada junto a la vía principal Cuenca – Santa Isabel – Pasaje, se encuentra ubicada en la Parroquia Pucara, del Cantón Pucara, Provincia del Azuay, a 125 km desde la ciudad de Cuenca.

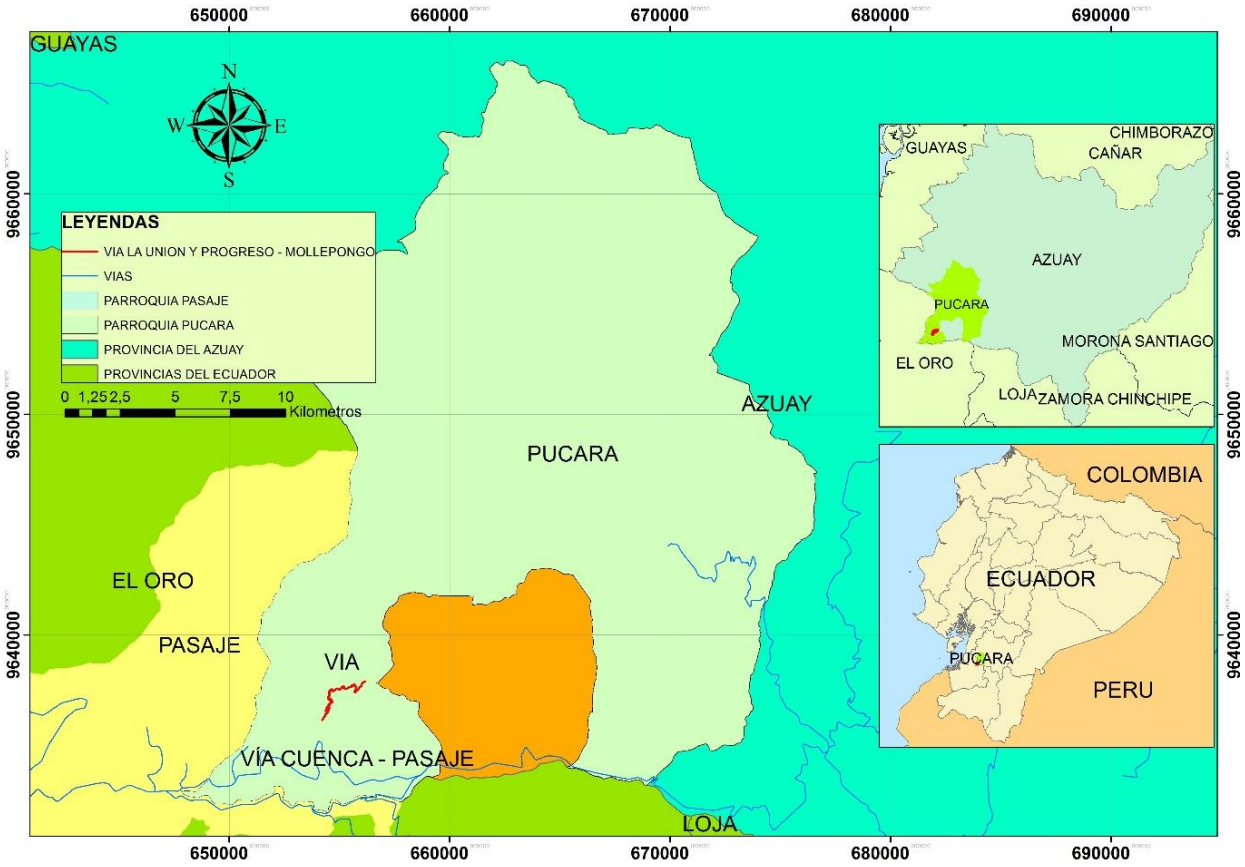
El punto o abscisa inicial de la vía a diseñarse se ha denominado como “La Unión – El Progreso” y la abscisa final ubicada a 5,043 km de distancia se ha denominado como “Mollepongo”, sus respectivas coordenadas están indicadas en la tabla 2.1.1, además de la ubicación de la ruta de la visita preliminar al sector indicado en el Mapa 2.1.1.

**Tabla 2.1.1 Coordenadas geográficas del inicio y fin del proyecto vial DATUM WGS84**

| | Zona | Este | Norte | Altitud |
|---|---|---|---|---|
| La Unión – El Progreso | 17M | 654194 | 9636131 | 460 |
| Mollepongo | 17M | 656182 | 9637903 | 850 |

**Fuente:** GAD. Provincial del Azuay

**Elaboración:** Wilman Avila




**Mapa 2.1.1 Ubicación de la vía a nivel cantonal, provincial y nacional**

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar IGM

**Elaboración:** Wilman Avila (ARCGIS)

## 2.2 VÍAS DE ACCESO

La comunidad La Unión y Progreso se encuentra emplazada en el trayecto de la vía interprovincial Cuenca – Pasaje, la cual es muy transitada, y mientras que la comunidad de Mollepongo se encuentra aproximadamente a 5 Km desde la comunidad de La Unión y Progreso, por tanto se concluye que para llegar o tener acceso a la zona de inicial del proyecto se lo hace desde la Ciudad de Cuenca a 125 km hacia Pasaje o a 25 km desde el ultimo, estás se indican en el Mapa 2.2.1.

**Mapa 2.2.1 Vías de acceso a la comunidad**

**Fuente:** Google

**Elaboración:** Wilman Avila (Google Earth)

## 2.3 SOCIALIZACIÓN

Para iniciar la investigación planteada primeramente se realizó la socialización del proyecto propuesto, esto con el fin de dar a conocer y organizar con la comunidad la presencia del grupo de investigación para realizar todas las indagaciones referentes a recolección de datos de campo que servirán como base estadística en el diseño del proyecto, entre estas actividades se encuentra las encuestas acerca de las actividades socioeconómicas que desarrollan las personas beneficiadas, la recolección de datos de trafico de ser el caso, la realización del estudio topográfico, y la extracción de las muestras de suelos para el estudio respectivo de suelos.

## 2.4 ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN

Aproximadamente hay 25 familias beneficiarias del proyecto, de las cuales se realizó la encuesta a 19, compuesta por gente muy humilde y sencilla, buscan una mejora en su bienestar económico y de ahí la urgencia de la ya nombrada vía.

El 100% de la población posee una vivienda que aunque pertenece a una zona económica baja es propia, un 68% de usuarios poseen las mismas de un nivel económico bajo y un 32% de nivel económico medio.

El 100% de la población posee energía eléctrica, agua traída directamente de la captación entubada a presión pero con muy poco tratamiento a la misma, poseen un sistema de desagüe de pozos sépticos ya que aún no poseen un sistema de alcantarillado.

Dos personas laboran en promedio por cada familia, y que existen 3 con dependencia en las mismas, ya sea hijos e hijas como adultos mayores que por condición ya no poseen las fuerzas necesarias para seguir laborando.

En su gran mayoría se dedican al campo laboral agrícola y ganadero y dichas actividades se desarrollan en las propiedades aledañas al proyecto vial en estudio, que producen productos que por la dificultad se comercializan por medio de acémila o a pie, y este recalca la necesidad de la creación de la vía de comunicación, además cabe decir que los productos que más se comercializan son el plátano, guineo, cítricos y la carne de res, y en menor cantidad los lácteos, además de otros que se lo hace en un pequeño porcentaje, debido a esto notamos que los meses que más producen son Julio y Agosto, por lo general 1 día a la semana que mayormente se lo hace los jueves, viernes o sábados, esto debido a que sacan sus productos a la feria semanal que son los días domingos en la localidad de Sarayunga, la cual está a pocos minutos del sector.

Con la creación de la carretera la gran mayoría de los pobladores planean aumentar sus actividades agrícolas y ganaderas como aumentar áreas de siembra y productos sembrados, además de comenzar a industrializar productos cárnicos y lácteos de su propiedad.

## 2.5 CLIMA DE LA ZONA

La precipitación proyectada al año límite de diseño de 740 mm/año (ver gráfico 2.5.1) y en las temperaturas medias anuales que van desde los 18°C a 24°C determinaron que la zona inicial del proyecto desde la vía de acceso al mismo hasta el abscisa inicial se encuentra en un clima tropical mega térmico seco a húmedo y la zona específica del proyecto presenta un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo a húmedo, los mismos que se detallan en la tabla 2.5.1 y que además se muestran en el Mapa 2.5.1.

### 2.5.1 HUMEDAD

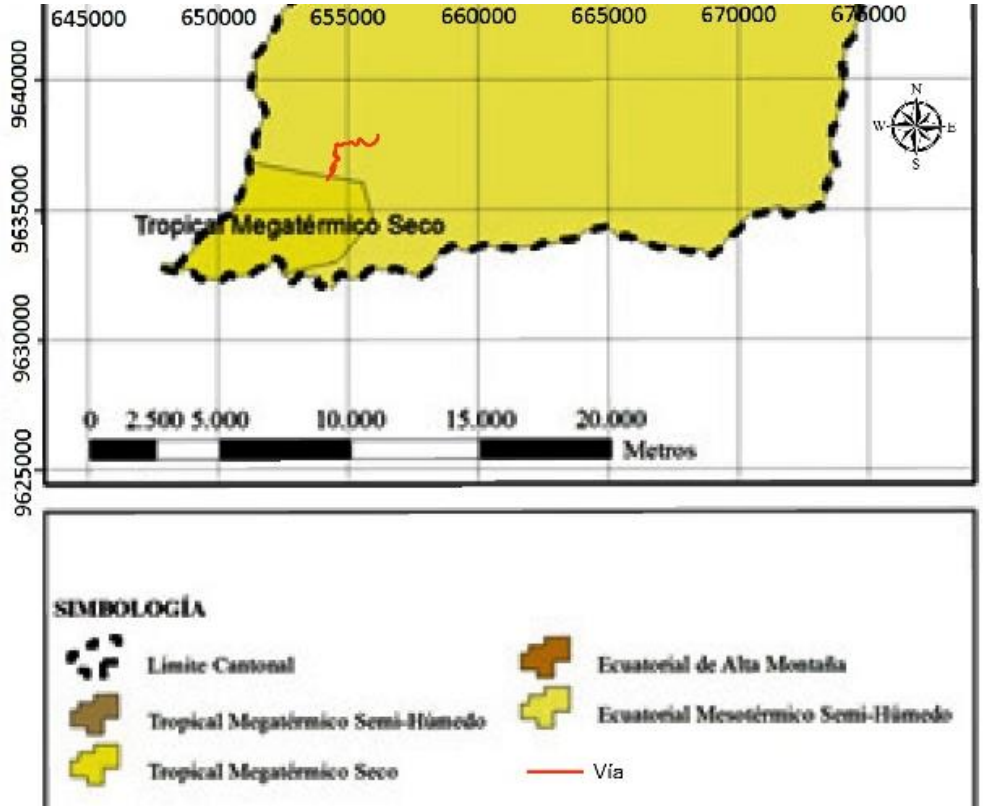
La apreciación del tipo de clima en la visita realizada a la comunidad denota una zona con bastante presencia de humedad que varía entre 65% y 85%, (Grupo de Tesis POU Cabecera Cantonal de Pucará, 2013) con temperaturas propias de estos climas. A continuación se muestra en el Mapa 3 los tipos de clima del sector y que a su vez ayuda a corroborar los tipos de clima indicados.

**Tabla 2.5.1. Características de los tipos de clima presentes en la zona**

| Variables anuales | Tropical mega térmico seco a semi-húmedo | Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo a húmedo |
|---|---|---|
| Régimen de lluvias (número de estaciones ) | 1 húmeda - 1 seca | 2 húmedas - 2 secas |
| Altura de las lluvias (mm) | 500 < P ≤ 1000 | 600 < P ≤ 2000 |
| Temperatura media (°C) | T ≥ 22 | 12 ≤ t < 22 |
| Duración de insolación (número de horas) | 800≤ I ≤1300 | 1000≤ I ≤ 2000 |
| Humedad relativa (%) | 60 < h < 85 | 65 < h < 85 |
| Meses secos (numero)** | 8< n ≤11 | 2< n ≤ 8 |
| Déficit hídrico (mm)** | 100< D ≤ 900 | D < 150 |

**Fuente:** (Pourrut, 1995), pp. 22

**Elaboración:** Wilman Avila




**Mapa 2.5.1. Tipos de clima del Cantón Pucará**

**Fuente:** Plan de Ordenamiento Urbano de la Cabecera Cantonal de Pucará. pp. 62

**Elaboración:** Grupo de tesis P.O.U. Cabecera Cantonal de Pucará; Wilman Avila (ARCGIS)

### 2.5.2 **PRECIPITACIÓN**

Tomando en cuenta los datos de precipitación de la estación pluviométrica de la Parroquia Uzcurrumi, se concluyó que en la zona existe una variación de uno a dos máximos lluviosos y una a dos estaciones secas muy marcada con una precipitación media anual de 740 mm, se confirma con las frecuentes lluvias en la visita a la comunidad que aunque no siendo época de invierno es normal por la presencia de la basta y tupida vegetación del sector (ver gráfico 2.5.1).

El análisis estadístico de las precipitaciones totales anuales proyectadas con una tendencia lineal creciente al año 2035, año límite de diseño del proyecto, se muestra el gráfico 2.5.1 elaborado con los datos obtenidos del INAMHI (2014). Y también comparando con el Mapa 2.5.2 que muestra la distribución en el cantón Pucara de las precipitaciones anuales que varían con una precipitación anual entre 500 y 750 mm, (Grupo de Tesis POU Cabecera Cantonal de Pucará, 2013) datos que comparados en la Tabla 2.5.1 confirma la clasificación climática establecida. (Pourrut, 1995)

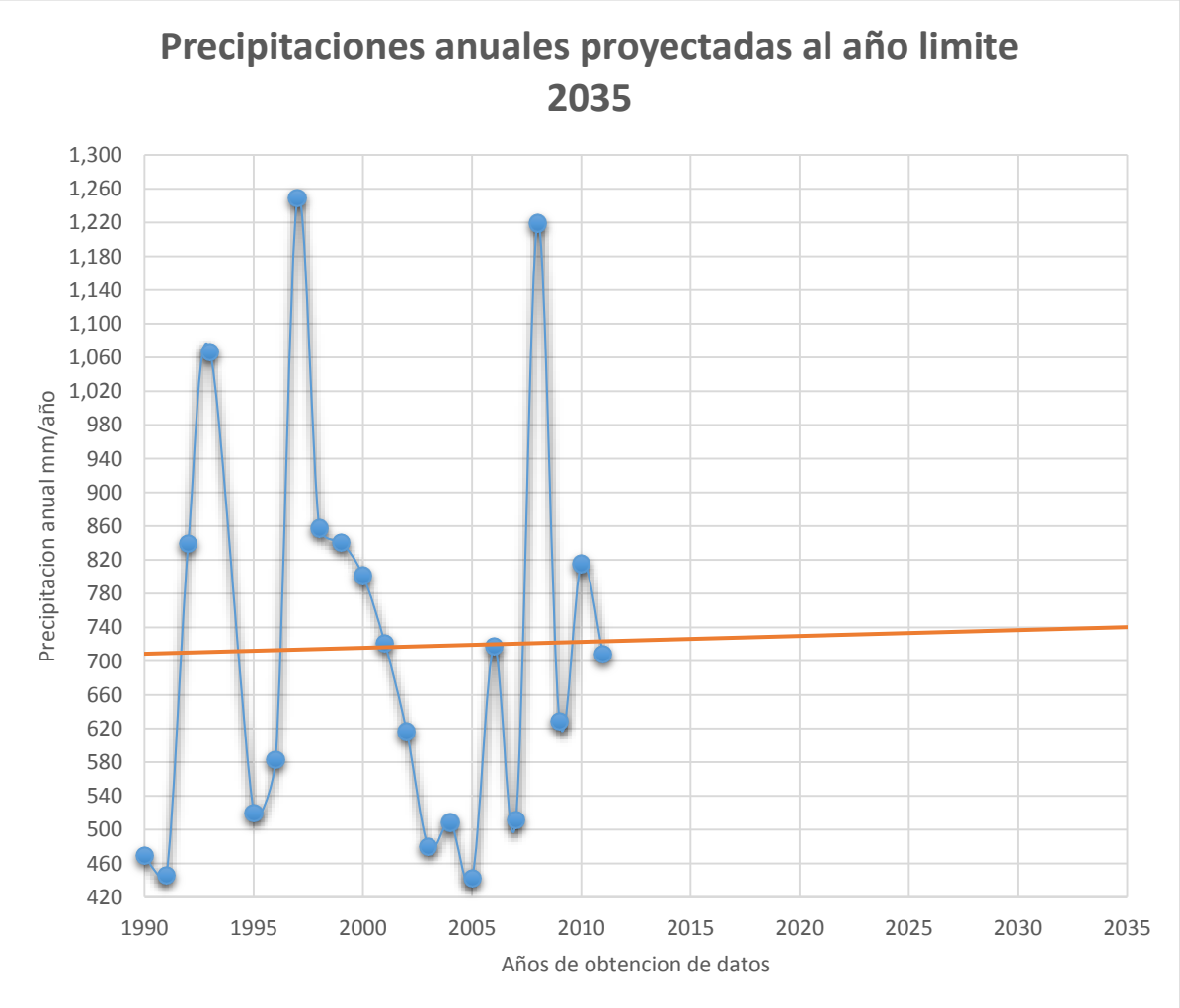
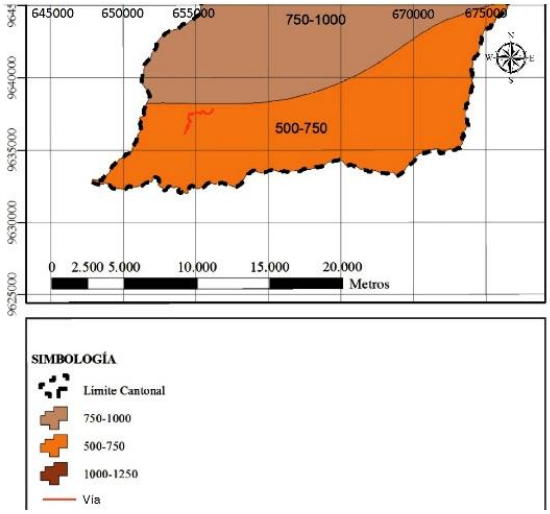



**Grafico 2.5.1 Proyección lineal de las precipitaciones anuales**

**Fuente:** http://www.serviciometeorologico.gob.ec **(al día 10 agosto de 2014)**

**Elaboración:** Wilman Avila (EXCEL)



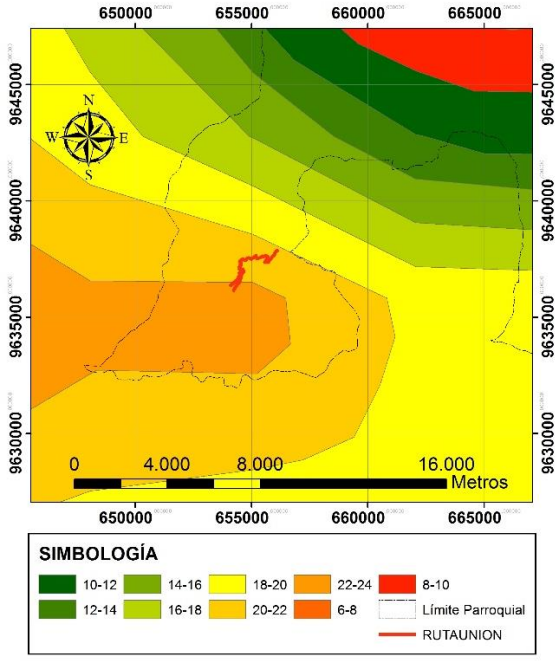

**Mapa 2.5.2 Mapa de isoyetas del Cantón Pucará**

**Fuente:** Plan de Ordenamiento Urbano de la Cabecera Cantonal de Pucará. pp. 63

**Elaboración:** Grupo de tesis P.O.U. Cabecera Cantonal de Pucará; Wilman Avila (ARCGIS)

### 2.5.3 TEMPERATURA

La temperatura media anual observadas en la zona varía de 22 a 24°C en la zona inicial, de 20 a 22°C en el resto de la vía (Grupo de tesis del P. O. U. Cabecera cantonal de Pucará, 2013), datos que se comparan en la tabla 2.5.1 como otro parámetro de comparación y que a su vez se muestran en el Mapa 2.5.3 donde se analiza según la ubicación del proyecto en la parroquia Pucará.




**Mapa 2.5.3. Mapa de isotermas del Cantón Pucará**

**Fuente:** Plan de Ordenamiento Urbano de la Cabecera Cantonal de Pucará. pp. 63

**Elaboración:** Grupo de tesis P.O.U. Cabecera Cantonal de Pucará; Wilman Avila (ARCGIS)

# CAPITULO 3 ESTUDIOS PRELIMINARES

## 3.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

Para realizar un diseño vial es necesario obtener datos que afectan directamente en el diseño de la misma, el estudio de tráfico influye principalmente en el diseño geométrico estableciendo parámetros que sirven para su alineamiento, como la velocidad de diseño y pendientes recomendadas.

### 3.1.1 DETERMINACIÓN DEL TPDA

Al no poseer datos de una estación de contaje permanente que brinde datos de las variaciones diarias, semanales y estacionales como lo recomienda el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013) se procede a determinar el TPDA con la ecuación (1) 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

#### 3.1.1.1 Tráfico observado

El tráfico observado cómo se indicó en el inciso anterior se determinó mediante estadísticas de producción y consumo, con el estudio socioeconómico se determinó que existirán aproximadamente la presencia de 25 vehículos pesados diarios tipo C (camiones de dos ejes) por ser una zona de producción agrícola y ganadera, además de 38 vehículos livianos tipo A2 (automóviles) por consideración de tenencia personal de usuarios futuros de la vía. (Norma Ecuatoriana Vial - 12, 2013)

#### 3.1.1.2 Factor horario

El factor horario como indicó el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013), sirve para transformar el volumen horario promedio a volumen diario promedio, puesto que para el presente proyecto partimos de valores semanales y necesitamos transformar a mensual y anual no se usara este factor y por ende asumimos un FH = 1 con el fin de no alterar el valor final ni la ecuación para posteriores consultas.

Cuando existe un conteo vehicular se debe calcular este valor con la ecuación (2):

$$FH = \frac{Total\ de\ vehiculos\ desde\ las\ 00h\ a\ 24\ h}{Total\ de\ vehiculos\ desde\ y\ hasta\ la\ hora\ de\ conteo} \quad (2)$$

#### 3.1.1.3 Factor diario

Este valor transforma el volumen de tráfico diario en volumen semanal promedio y con el mismo criterio anterior asumimos FD = 1, este factor se calcula mediante la ecuación (3): (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

$$FD = \frac{Total\ de\ vehiculos\ en\ los\ 7\ dias\ de\ la\ semana}{Total\ de\ vehiculos\ observados\ en\ la\ semana} \quad (3)$$

### 3.1.1.4 Factor semanal

Cambia el volumen de vehículos semanales promedio en el volumen mensual promedio. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

Este valor se calcula mediante la ecuación (4) y cuyos valores se representa en la tabla 3.1.1 y puesto que la investigación se hizo en el mes de junio el valor de FS = 1.072.

$$FS = \frac{Número\ de\ dias\ del\ mes\ hecho\ el\ conteo}{Número\ de\ dias\ del\ mes\ de\ febreo = 28} \quad (4)$$

**Tabla 3.1.1. Factor semanal**

| Mes | FS |
|---|---|
| Enero | 1.107 |
| Febrero | 1.000 |
| Marzo | 1.107 |
| Abril | 1.072 |
| Mayo | 1.107 |
| Junio | 1.072 |
| Julio | 1.107 |
| Agosto | 1.107 |
| Septiembre | 1.072 |
| Octubre | 1.107 |
| Noviembre | 1.072 |
| Diciembre | 1.107 |

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Jun, 2014

### 3.1.1.5 Factor mensual

Sirve para convertir el volumen mensual promedio de tráfico en la cantidad promedio de vehículos diarios anuales (TPDA). (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

Para este cálculo se utilizó el consumo de combustibles del año 2012 de la provincia del Azuay proporcionado por Petro Comercial (Cuadro 3.1.1) y mediante la ecuación (5) tomando al mes de conteo a junio, se obtiene un FM = 0.9975.

$$FM = \frac{Consumo\ mensual\ promedio}{Consumo\ del\ mes\ de\ conteo} \quad (5)$$

**Cuadro 3.1.1 Consumo de combustibles en galones Azuay- 2012**

| 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 |
| **Total** | 44.973.626 | 50.857.358 | 7.622.147 | 36.613 | 103.489.744 |
| Promedio de consumo mensual | | | | | 8.624.145 |

**Fuente:** Petroecuador, 2012

**Elaboración:** Petroecuador

### 3.1.1.6 Cálculo

Una vez obtenido todos los factores que intervienen en el TPDA se calcula el mismo como se indica en la tabla 3.1.2 con la ecuación (1) reemplazando los valores ya obtenidos.

**Tabla 3.1.2 Determinación del TPDA inicial**

| Trafico observado To | | Factor horario | Factor diario | Factor semanal | Factor semanal | TPDA inicial | Distribución tráfico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo | Volumen | FH | FD | FS | FM | | |
| A2 | 38 | 1 | 1 | 1.072 | 0.9975 | 41 | 60% |
| C | 25 | | | | | 27 | 40% |
| | | | | | TOTAL | 67 | 100% |

**Elaboración:** Wilman Avila (EXCEL)

**Fecha:** Julio 2014

## 3.1.2 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 (6)). (2013)

$$TPDA_{2035} = TPDA_{2015} * (1 + i)^n \quad (6)$$

Dónde:

To = trafico 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 3.1.3 se usa para aplicar en la ecuación (6).

**Tabla 3.1.3. Tasas de crecimiento vehicular Azuay**

| Periodo | Livianos | Buses | Camiones |
|---|---|---|---|
| 2010-2015 | 4.39 | 1.69 | 3.37 |
| 2015-2020 | 3.88 | 1.50 | 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 Públicas), Wilman Avila

Se determina la proyección de vehículos con la ecuación (6) para el presente proyecto para el año 2035, considerando un periodo de diseño de 20 años como se muestra en la tabla 3.1.4 que indica TPDA de diseño de 162 vehículos diarios promedio anuales.

**Tabla 3.1.4 Proyección del TPDA**

| Proyección del TPDA | | | |
|---|---|---|---|
| **TPDA** | **# Automóviles A2** | **# Camiones C** | **Total** |
| 2014 | 41 | 27 | 67 |
| 2015 | 42 | 28 | 70 |
| 2020 | 51 | 32 | 83 |
| 2025 | 61 | 37 | 97 |
| 2030 | 70 | 42 | 112 |
| 2035 | 81 | 47 | 127 |

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Agosto, 2012 (EXCEL)

## 3.2 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.

### 3.2.1 CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD (FUNCIÓN DEL TPDA)

Con el fin de elevar la calidad de las vías y en su correspondiente diseño la norma NEVI-12 plantea una nueva orientación en el dimensionamiento de las vías, considerando ya no solo la tendencia de crecimiento actual y futura sino además mejorar la eficiencia y seguridad para todos los usuarios de las vías con el fin de reducir la tasa de accidentes de tránsito, y en adición considerando las operaciones y maniobras del tránsito, cruces sobre las diferentes zonas como pobladas o rurales, cambio en anchos básicos y/o mínimos efectivos para los diferentes tipos de proyectos viales. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

### 3.2.1.1 Clasificación en base al TPDA

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

En base a los valores del cuadro 3.2.1 el proyecto se establece como camino agrícola/ forestal (C3), puesto que establece los límites de 0 a 500 vehículos que encierra a los 127 proyectados para el año 2035, año límite del proyecto.

Se presenta el cuadro 3.2.1 con las características de la clasificación vial en base al TPDA de diseño.

**Cuadro 3.2.1 Clasificación vial en función del TPDA**

| Clasificaciòn Funcional de las Vìas en base al $TPDA_d$ | | | |
|---|---|---|---|
| Descripciòn | Clasificaciòn Funcional | Tràfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte | |
| | | Limite Inferior | Limite Superior |
| Autopista | AP2 | 80000 | 120000 |
| | AP1 | 50000 | 80000 |
| Autovìa 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

** $TPDA_d$ =TPDA correspondiente al año horizonte o de diseño

En esta clasificación considera un $TPDA_d$ para el año horizonte se define como:

$TPDA_d$ =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)

### 3.2.1.2 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 indicada en la norma y basados en el camino agrícola/forestal determinado que indica las siguientes características para el diseño vial en la imagen 3.2.1 que muestra un ancho de vía de 6 m con una velocidad de diseño de 40 Km/h y una pendiente máxima de 16%.

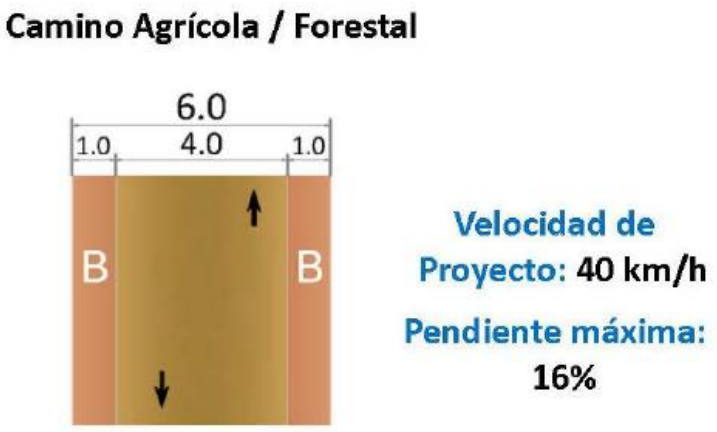



**Imagen 3.2.1 parámetros de diseño recomendados**

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013), pp. 65

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

### 3.2.2 CLASIFICACIÓN POR JERARQUÍA EN LA RED VIAL

Esta clasificación establece según la importancia otorgada a las diferentes estructuras viales del país por ministerio de transporte y obras públicas, indicado en las norma ecuatoriana de vialidad que el proyecto en estudio se clasifica como un camino vecinal que incluye caminos rurales destinados a recibir trafico domestico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola o accesos a sitios turísticos. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

### 3.2.3 CLASIFICACIÓN POR CONDICIONES OROGRÁFICAS

Se clasifica a las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado por la vía, según el análisis de la pendiente media transversal del terreno de la vía del presente proyecto donde la misma posee un relieve muy accidentado en el 85% de su longitud, al variar su pendiente transversal entre 25 a 100% (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

**Cuadro 3.2.2 Tipos de relieve del terreno**

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

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 69)

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

### 3.2.4 CLASIFICACIÓN POR NÚMERO DE CALZADAS

El proyecto indica una vía agrícola que servirá para el acceso a la producción agrícola y ganadera y determina a la misma como una carretera de calzada única, la cual servirá para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

### 3.2.5 CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO

Clasificación de acuerdo a la superficie de rodadura de la vía indicado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013).

- **Pavimentos flexibles:** son aquellos que tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales.
- **Pavimentos rígidos:** son aquellos donde la capa de rodadura está formado por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la sub-rasante de material granular.
- **Afirmados:** son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas (2 ½") y con proporción de finos, debidamente compactado.
- **Superficie natural:** su capa de rodadura se compone del terreno natural del lugar, debidamente conformado. (pág. 70)

Además otros autores como Alfonso Montejo (2002) indican un tipo de pavimento extra a los ya indicados

- **Pavimento articulado:** son pavimentos que se componen por bloques de concreto prefabricado que principalmente son adoquines de espesores y aspecto idéntico, se ubican sobre una capa delgada de arena y que a su vez se ubica sobre una base granular o directamente en la Subrasante.

Una vez conocidas las principales superficies de rodamiento y habiendo elegido una superficie de rodamiento en función del tráfico que servirá y el costo que representaré elegir otro se optó por una superficie de rodamiento de pavimento flexible.

## 3.3 TOPOGRAFÍA

### 3.3.1 INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN

En la realización de un proyecto vial es muy importante el contar con todos los estudios necesarios para un correcto análisis y consideración de las condiciones de diseño, para esto uno de los estudios principales para lograr este objetivo es el levantamiento topográfico de la franja en donde se piensa emplazar el proyecto vial.

### 3.3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El tipo de levantamiento que se utilizó en el estudio son los levantamientos distancio métricos mediante la taquimetría considerando el relieve del terreno. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

### 3.3.2.1 Metodología

Este tipo de levantamiento es de tipo radial o polar (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013), y que con la nueva tecnología es directamente capaz de leer datos de coordenadas con su respectiva cota de terreno, además de una descripción de cada punto, con lo que se conoce como libreta topográfica electrónica.

El método para la obtención de datos de este tipo se lo hace con el uso de poligonales, sean estas de primero, segundo, tercer orden y de tipo auxiliar, apoyadas en la red de transporte de coordenadas de la zona según lo establece el Ministerio de Transporte y Obra Públicas (2013).

> El levantamiento de detalles altimétricos como fondos de quebradas, cimas de montículos, etc., debe ser cuidadoso para que éstos resulten bien representados y sirvan de líneas de quiebre o de frontera que resultan indispensables para el desarrollo de modelos digitales del terreno. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 290)

A continuación se detalla los pasos a seguir en este tipo de levantamientos topográficos.

#### 3.3.2.1.1 Instalación y puesta en condiciones de trabajo

Antes de iniciar cualquier trabajo se debe comprobar que la estación total se encuentre corregida para la medición correcta de ángulos horizontal, vertical y distancias con el fin de obtener datos lo más exacto posibles de las coordenadas tridimensionales de los diferentes puntos del terreno.

Cada estación topográfica donde se ubique la maquina deberán pertenecer a monolitos del sistema de transporte de coordenadas o de no ser el caso a estaciones auxiliares y provisorios, según los diferentes tipos de poligonales que se usen (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

#### 3.3.2.1.2 Lectura de ligazón

Para proceder a la realización de un levantamiento topográfico se debe iniciar en una estación de coordenadas conocidas y está a su vez ligar a la siguiente estación y de ser necesario a la anterior, según el proceso recomendado en la norma ecuatoriana de vialidad y lo indicado por el operador topográfico experimentado.

- Determinar los datos iniciales como altura instrumental, y los diferentes índices que afectan estas mediciones como son la temperatura, presión atmosférica, altura de prismas, etc.
- Orientación de la estación con la estación anterior, o lo que comúnmente se conoce como encerar la estación.
- Medir y guardar la siguiente estación tomando en cuenta la lectura de los grados al segundo y las distancias hacia el prisma al milímetro. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

#### 3.3.2.1.3 Lectura para puntos de relleno o detalle

Una vez hecho el enlace entre las estaciones actual, anterior y siguiente se procede con la lectura de los puntos de detalle con el fin de dibujar correctamente los accidentes y relieve del terreno, aunque la norma indica que la exactitud en algunos casos no es necesario al segundo y al milímetro se lo hace con el mismo proceso que se leen las estaciones topográficas, además el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013) recomienda que:

> Para el levantamiento de estos puntos debe seguirse un orden que facilite el proceso de confección del plano, generalmente tomando en forma consecutiva y con cierta lógica los puntos que representan los detalles, como ser: cercos, borde de camino, cursos de agua, etc. (pág. 291)

Además se debe llevar un croquis para así luego en el modelamiento digital podamos obtener un plano de características lo más reales respecto al terreno.

### 3.3.2.2 Trazado de la poligonal

Para proceder al diseño de una vía terrestre es muy importante establecer el trazado de la poligonal o del eje de la misma, debemos saber que esta poligonal definirá el sentido tanto horizontal como vertical de la misma.

Basados en las normas de diseño geométrico de carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Publicas MTOP (2013) se debe tener en cuenta las diferentes alternativas de diseño de la misma, se debe indicar o separar en diferentes tramos uniendo los puntos obligatorios primarios y sub tramos que los unen y establecer sus características topográficas y geométricas para de esta manera saber la gradiente que gobierna cada sub tramo y así elegir uno conveniente.

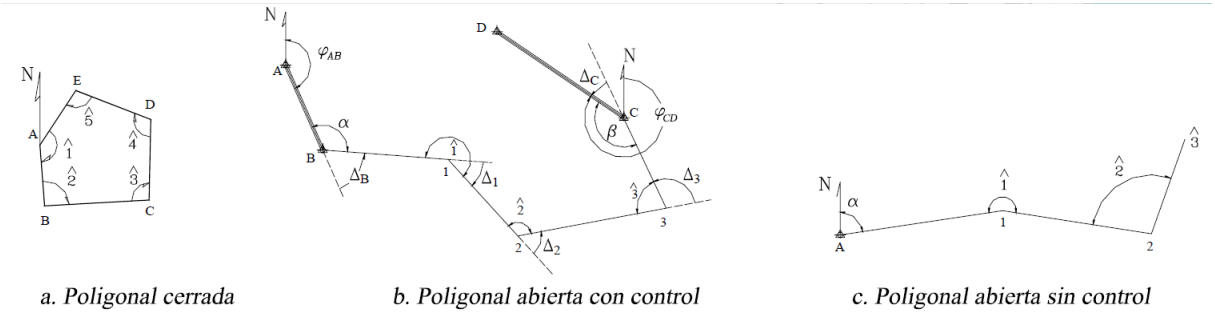
En el presente caso luego de realizar una visita a la localidad y con la ayuda de pobladores de la misma se estableció puntos que a petición de ellos sean puntos primarios, entre estos consta algunas viviendas que se encuentran en el trayecto y también se consideró pasos de quebradas que hagan más fácil el paso de la vía.

#### 3.3.2.2.1 Elección del tipo de poligonal a usarse

Para realizar el trazo de la poligonal primeramente debemos conocer los diferentes tipos de poligonal que podemos usar como indica Casanova (2002) en su libro de topografía plana.

- Poligonales cerradas, en las cuales el punto de inicio es el mismo punto de cierre, proporcionando por lo tanto control de cierre angular y lineal.
- Poligonales abiertas o de enlace con control de cierre, en las que se conocen las coordenadas de los puntos de los puntos inicial y final, y la orientación de las alineaciones inicial y final, siendo también posible efectuar los controles de cierre angular y lineal.

- Poligonales abiertas sin control, en las cuales no es posible establecer los controles de cierre, ya que no se conocen las coordenadas del punto inicial y/o final, o no se conoce la orientación de la alineación inicial y/o final. (págs. 5-3)




*a. Poligonal cerrada* *b. Poligonal abierta con control* *c. Poligonal abierta sin control*

**Imagen 3.3.1 Tipos de poligonal**

**Fuente:** Casanova. L, 2002, pp. 5-3

**Elaboración:** Leonardo Casanova

Conocido esto se determinó para este proyecto el uso del tipo de poligonal abierta sin control ya que se desconoce con exactitud el punto final de la poligonal.

### 3.3.2.3 Equipo y herramientas

Los instrumentos que se utilizan en este tipo de levantamientos son los siguientes y siempre que estos se encuentren en buenas condiciones de funcionalidad (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

- Estación total que generé una precisión 5mm + 5mm/km en distancias y en ángulos de al menos 50 segundos
- Prismas
- Bastones porta prismas con nivel esférico de preferencia.
- Trípode
- Cinta métrica de 2 o 3 m, para toma de altura instrumental

## 3.4 ESTUDIO DE SUELOS

Para la construcción de una carretera es muy importante conocer las características mecánicas de los suelos donde se soportara la misma, de esta manera se obtiene datos que servirán para determinar los diseños de las estructuras del pavimento según las características que cumplan dichos suelos.

Para una clasificación de los suelos según la norma del ministerio de obras públicas en la construcción de carreteras el método más recomendado es el método de la AASHTO y para cimentaciones el método SUCS, y tomando en cuenta que el suelo servirá como una vía de comunicación pero también como cimentación de las obras de arte como puentes y alcantarillas, para el presente proyecto se usará los dos métodos de clasificación (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013).

### 3.4.1 TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras (Ministerio de Obras Públicas; Bowles, 1981) se guía en documentación de la norma ASTM D 420 – 69 y AASHTO T86-70 que indica que para la clasificación de suelos se realizan pozos de aproximadamente 1 $m^2$ cada 500 m o menor distancia si se nota un cambio de estratigrafía del terreno, a una profundidad de 1.5 m de profundidad, en ciertos casos se lo hace considerando cada cambio de tipo de terreno basados en inspección visual y en cartas geológicas, en el presente proyecto se tomó muestras a mayores distancias puesto que se observó que el tipo de suelo presente en la mayoría del diseño consta de arcillas o limos.

Se recolecta el material tomando, aproximadamente 500 g para obtener la humedad natural del suelo el cual se deposita en una funda plástica para mantener su humedad en su transporte, unos 12000 gramos para la clasificación de suelos cuando a primera vista este es grueso o unos 3000 en caso de ser suelo fino, se toma 45000 gr más de suelo para realizar las pruebas de Proctor y CBR que servirán en el diseño de pavimentos principalmente.

**Foto 3.4.1 Toma de muestras**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** sep. 2014

### 3.4.2 EQUIPO UTILIZADO EN LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la clasificación de los suelos en proyectos viales se utiliza los siguientes equipos que son usados en prácticas de contenido de humedad, análisis granulométrico límites líquido y plástico (Bowles, 1981).

En resumen los equipos utilizados son:

- Horno de secado a una temperatura de 110°C +/- 5°C.

**Foto 3.4.2 Horno de secado de muestras**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** sep. 2014

- Balanza de 0.1 gr de precisión a excepción de la obtención de humedades donde se recomienda el uso de una balanza con precisión de 0.01 gr de precisión.

**Foto 3.4.3 Balanza de 0.01 gr de precisión**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Sep. 2014

- Bandejas y otros recipientes que puedan servir para la recopilación, lavado y pesaje de las muestras de suelos, además del uso de cepillo de acero, y una brocha.

**Foto 3.4.4 Bandeja y otros recipientes para pesaje de muestras**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Sep. 2014

- Serie de tamices que se indican en la tabla 6.

**Foto 3.4.5 Tamices para granulometrías de suelos gruesos y finos**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Sep. 2014

- Pipeta y vasijas plásticas para la mescla de suelos para la elaboración de los limites.

**Foto 3.4.6 Pipetas y vasijas para límites de consistencia**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Sep. 2014

### 3.4.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Para clasificar los suelos se establece los datos básicos para este propósito, basados en la norma “ASTM D 3282 Clasificación normalizada de suelos y mezclas de agregados para la construcción de carreteras”, además de la guía del Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil de Joseph E. Bowles (1981).

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico
- Límites de Atterberg

Para la clasificación de los suelos primero se conforma una tabla resumen de cada calicata y aplicando el criterio de Bowles (1980) y Braja (2001) usando el método de la AASHTO y SUCS se muestra los resultados de cada uno en la tabla 3.4.1.

**Tabla 3.4.1 Clasificación de suelos**

| Pozo | Abscisa | Grava % | Arena % | Finos % | W. natural % | wL | wp | Ip | IG | SUCS | AASHTO | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0+000 | 3.93 | 32.02 | 64.05 | 18.90 | 33 | 26 | 7 | 6 | ML | A-4 (6) | Limo arcilloso de Baja plasticidad |
| 2 | 0+580 | 0.00 | 21.14 | 78.86 | 15.53 | 32 | 25 | 7 | 8 | ML | A-4 (8) | Limo arcilloso de Baja plasticidad |
| 3 | 1+300 | 0.00 | 31.70 | 68.30 | 14.70 | 33 | 26 | 7 | 7 | ML | A-4 (7) | Limo arcilloso de Baja plasticidad |
| 4 | 1+900 | 0.04 | 46.64 | 53.32 | 25.76 | 30 | 27 | 3 | 4 | ML | A-4 (4) | Limo arcilloso de Baja plasticidad |
| 5 | 2+280 | 0.00 | 10.96 | 89.04 | 32.83 | 38 | 27 | 11 | 8 | ML | A-6 (8) | Limo Arcilloso de baja plasticidad |
| 6 | 3+100 | 0.02 | 21.85 | 78.13 | 25.26 | 38 | 26 | 12 | 8 | ML | A-6 (8) | Limo Arcilloso de baja plasticidad |
| 7 | 3+800 | 23.88 | 16.80 | 39.60 | 27.58 | 34 | 26 | 7 | 2 | GM | A-4 (2) | Grava-Arena Limosa de Baja plasticidad |
| 8 | 4+300 | 0.73 | 34.72 | 64.55 | 33.92 | 42 | 30 | 12 | 7 | ML | A 7-5 (7) | Limo Arcilloso de baja plasticidad |
| 9 | 4+800 | 0.00 | 30.55 | 69.45 | 41.27 | 55 | 39 | 16 | 12 | OH | A 7-5(12) | Arcilla inorgánica de alta plasticidad |

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Oct. 2014

#### 3.4.3.1 Contenido de humedad (w)

“Es la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco” (ecuación (7)) (Bowles, 1980, p.11).

$$\omega = \frac{W_\omega}{W_s} * 100 \qquad (7)$$

Dónde:

Ww = peso de agua presente en la masa del suelo.
Ws = peso de los sólidos en el suelo.

En esta práctica lo único que se toma en cuenta es su uso, ya que si este sea para granulometría o limites se lo hará tomado el material el momento de realizar la práctica, y además con el único uso de recipientes para el suelo y el horno de secado que debe calibrarse para una temperatura de 110°C +/- 5°C.

### 3.4.3.2 Análisis mecánico

"Es la determinación del rango del tamaño de partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje del peso (o masa) seco total" (Braja, 2001, p.7).

Para fines prácticos se lo define en el manual de laboratorio de Joseph E. Bowles (1980) como:

> Un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada. Obviamente para obtener un resultado significativo la muestra debe ser estadísticamente representativa de la masa de suelo. Como no es físicamente posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente de suelo, la practica solamente agrupa los materiales por rangos de tamaño (p. 37).

El propósito de la práctica es obtener porcentajes retenidos en cada tamiz, para la presente investigación se utilizó las aberturas indicadas en la tabla 3.4.2.

**Tabla 3.4.2 Abertura de la serie de tamices usados en la granulometría**

| Tamiz N° | Abertura mm | Tipo de suelo | |
|---|---|---|---|
| 1 ½ | 38.10 | Grava | Suelos de grano grueso |
| 1 | 25.40 | | |
| ¾ | 19.10 | | |
| ½ | 12.70 | | |
| 3/8 | 9.52 | | |
| N° 4 | 4.76 | | |
| N° 10 | 2.00 | Arena | Suelos de grano fino |
| N° 40 | 0.42 | | |
| N° 200 | 0.074 | | |
| Fondo | | Limo o arcilla | |

**Fuente:** Braja

**Elaboración:** Wilman Avila

Considerando los valores que se obtienen en cada uno de estos tamices se obtiene datos importantes para la clasificación de suelos como es el % que pasa el tamiz N° 10, 40 y 200 y además los valores para graficar la curva granulométrica que servirá para obtener los diámetros característicos como el D10, D15, D30, D60 y D85 con los cuales se puede calcular los coeficientes de uniformidad (Cu) y de concavidad que brindan información acerca de la capacidad hidráulica de un suelo y el grado de gradación de un suelo dando una idea de si el suelo es bueno o malo para usos constructivos (Bowles, 1980).

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (8)$$

$$\mathrm{Cc} = \frac{{D_{30}}^2}{(D_{10} * D_{60})} \quad (9)$$

Cabe mencionar que la muestra debe estar bien preparada considerando que se debe hacer un correcto cuarteo (INEN 688,1968) con el fin de obtener datos relevantes y reales del suelo.

### 3.4.3.3 Consistencia del suelo

Los fundamentos de ingeniería geotécnica de Braja (2001) indican que:

> Atterberg, desarrollo un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino con contenidos de agua variables. A muy bajo contenido de agua, el suelo se comporta más como un sólido frágil. Cuando el contenido de agua es muy alto, el suelo y el agua fluyen como un líquido. Por tanto dependiendo del contenido de agua, la naturaleza del comportamiento del suelo se clasifica arbitrariamente en 4 estados básicos, denominados sólido, semisólido, plástico y líquido. (p.27)

Dicho esquema se indica en la imagen 3.4.1 en forma gráfica.

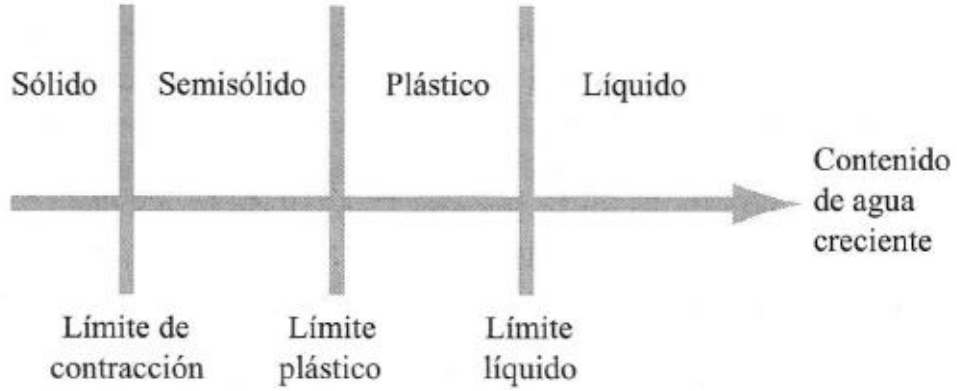



**Imagen 3.4.1 Cambios de estado de consistencia de un suelo**

**Fuente:** (Braja M, 1985), pp. 27

**Elaboración:** (Braja M, 1985)

#### 3.4.3.3.1 Limite líquido (wL)

"Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso" (Bowles, 1980, p.16). Resumiendo se lo conoce como el cambio de estado líquido a plástico de un suelo.

Para fines prácticos Bowles (1980), definió a este límite:

> Como el contenido de humedad al cual una masa de suelo húmedo colocada en un recipiente de forma de capsula de bronce, separada en dos por la acción de una herramienta para hacer una ranura – patrón, y dejada caer desde una altura de 1 cm, sufra después de dejarla caer 25 veces una falla o cierre de la ranura en una longitud de 12.7 mm. (p.16)

Para determinar con rapidez este valor, es necesario recurrir a métodos más cortos para encontrar este valor de humedad tan particular. Se una gráfica con el número de golpes necesario para cerrar la ranura en una escala logarítmica contra el contenido de humedad correspondiente en una escala aritmética, los puntos resultantes nos da un comportamiento lineal, lo que nos facilita el encontrar de manera indirecta este valor, con tan solo 3 a 6 puntos de esta gráfica, donde es recomendable que el número de golpes varié de 10 a 40.

Esta práctica de laboratorio se lo hace con herramientas estandarizadas con las que se hace la ranura propuesta por la ASTM conocida como ranuradora y la otra herramienta desarrollada por Casagrande conocida como la cuchara de Casagrande indicada en la foto 7. (Bowles, 1980)

Como nota adicional para realizar los limites líquido y plástico primeramente se recomienda que el suelo pase por el tamiz N° 40.

**Foto 3.4.7 Cuchará de Casagrande y ranuradora**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Sep. 2014

### 3.4.3.3.2 Limite plástico (wp)

Se define como “el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico”, (Bowles, 1980, p.16) o también resumiendo el porcentaje de humedad cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico.

Para la práctica se define como “el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro se rompe o se resquebraja, cuando se enrolla a un diámetro de 3 mm o aproximadamente 3 mm” (Bowles, 1980, p.20), o como Braja indica a 3.2 mm de diámetro, este método es bastante subjetivo ya que depende del ojo del operador de la práctica.

Con los datos de investigación se ha determinado que un mismo suelo puede variar su límite plástico de 1 a 3% dependiendo del laboratorista, se recomienda que la porción de suelo que se enrolla se ubique sobre un pedazo de vidrio o sobre un papel y este a su vez colocado sobre una superficie lisa, para obtener un valor confiable se hace repeticiones en 4 recipientes de humedad cuyos porcentajes luego se promediaran para determinar el límite plástico. (Bowles, 1980)

**Foto 3.4.8 Cilindros resquebrajados para determinar el límite líquido**

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** Sep. 2014

#### 3.4.3.3.3 Índice de Plasticidad (Ip)

Una vez obtenido los datos de límite líquido y plástico se aplica la ecuación (10) para obtener el índice de plasticidad que es un indicador de la cantidad de humedad y por ende de agua necesaria para pasar al suelo de un estado semisólido a un estado líquido.

$$I\rho = \omega\iota - \omega\rho \qquad (10)$$

Los resultados del presente proyecto los podemos observar en la tabla 3.4.1 mostrada en el subcapítulo 3.4.3 donde se muestra la clasificación de los suelos.

### 3.4.3.4 Compactación de suelos

La compactación de suelos es un proceso que ayuda a un suelo a aumentar su peso específico y consecuentemente su capacidad portante y cohesión, para fines constructivos en campo se hace uso de equipos pesados como rodillos de rueda lisa, rodillos para de cabra, rodillos con neumáticos de hule y vibratorios, el primer, tercer y cuarto tipo de rodillo se usa generalmente para compactar suelos arenosos y arcillosos es decir suelos granulares con la consideración que deben ser en capas no muy espesas, el segundo para suelos arcillosos (finos). (Braja, 2001)

Además se conoce que para llegar a este proceso de campo previamente se analiza el suelo en un laboratorio mediante el análisis de la densidad de un suelo con la misma cantidad fuerza de compactación pero con diferentes cantidades de humedad (agua) presente en el suelo.

Braja indica que si a un suelo se aumenta agua cuando se está compactando las partículas se deslizan a una posición donde se empaca mejor el mismo y aumenta su densidad, pero siempre y cuando este contenido de agua no sobrepase w2 como se indica en la imagen 3.4.2, y donde también se muestra que si este contenido aumenta de dicho valor, la densidad tiende a bajar, debido a que el agua empieza a ocupar más espacio quitando volumen a las partículas de suelo, con esto se concluye que este contenido w2 se denomina normalmente “humedad óptima”, que es con la cual se obtiene la máxima densidad seca y se compara con la compactación de campo.

Esta prueba de laboratorio fue desarrollada por Proctor (1933), que se describe más adelante y se conoce como Proctor Estándar.

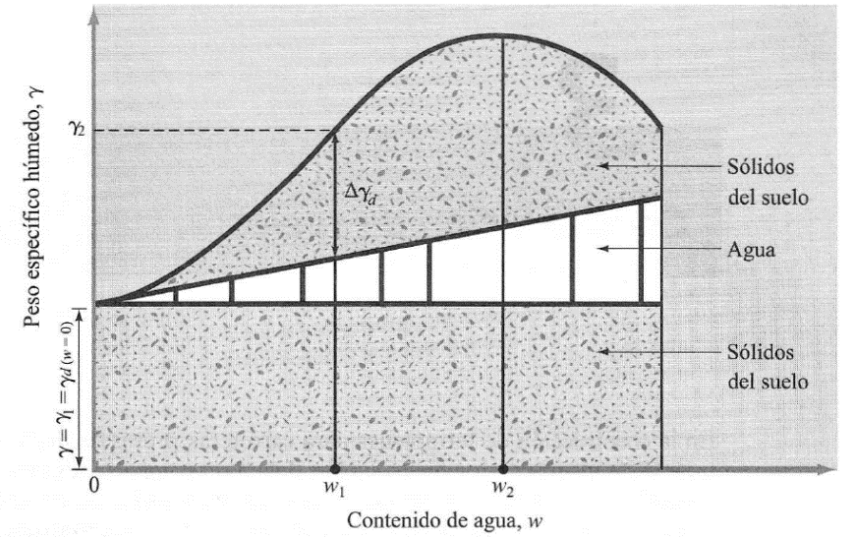



**Imagen 3.4.2 Principios de compactación de un suelo**

**Fuente:** (Braja M, 1985), pp. 52

**Elaboración:** Braja

### 3.4.3.4.1 Proctor estándar

Para esta prueba se usa los siguientes materiales:

- Balanza grande (30 kg de pesaje).
- Un molde de 944 cm3 aproximadamente o 1000 cm3 en algunos casos, y este se une a una placa base en su fondo y a una extensión en su parte superior (collar) para facilitar el enrasado del material.
- Martillo o Pisón de 24.4 N de peso y 30.5 cm o 35 cm de altura de caída.

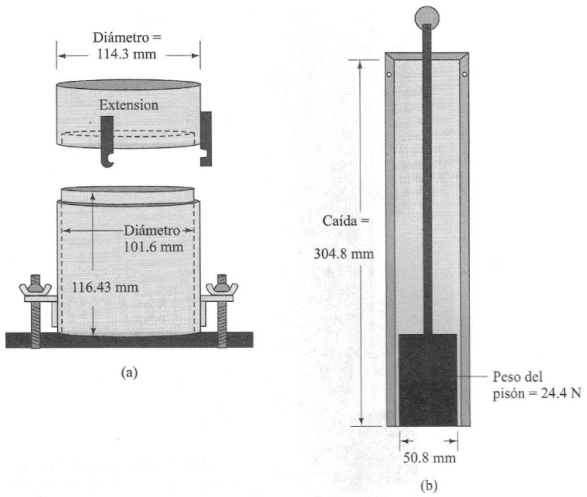



**Imagen 3.4.3 Equipo para prueba Proctor estándar: (a) molde; (b) pisón**

**Fuente:** (Braja M, 1985), pp. 53

**Elaboración:** Braja

- Regla de acero para enrasar el material.
- Bandeja para mesclar el suelo con las diferentes cantidades de agua (humedad).
- Probeta graduada para agregar el agua al suelo.

El procedimiento consiste en mezclar 3 kg de suelo con agua (variable) y luego se procede a compactar con el pisón en el molde armado con la base y collar el cual previamente se debió haber pesado con la base pero sin collar y mediante 25 golpes por capa en 3 capas o 26 golpes si se usa el molde de 1000 cm3 hasta llegar a la junta del molde y el collar, el cual se extrae posteriormente y se enrasa hasta el molde y se pesa el molde + suelo, además se toma una pequeña cantidad del suelo en cada prueba para obtener la humedad de la mezcla, ya que por la experiencia se sabe que varía respecto al calculado.

Para obtener los pesos específicos se sigue el siguiente proceso:

- Determinar la cantidad de humedad que tiene el suelo al momento del ensayo.
- Calcular el peso del suelo seco.

$$\text{Ws}(\text{total de la muestra}) = \frac{3000\ gr}{1+{}^{w\%}/_{100}} \quad (11)$$

Dónde:

Ws = peso del suelo seco
W% = contenido de humedad inicial de la muestra

- Calcular el agua que se aumenta en cada variación de 3%, 4% o 5% partiendo de la humedad inicial.

$$\text{Ww} = \frac{Ws*(3\%\ a\ 5\%)}{100} \quad (12)$$

Dónde:

Ww = peso de agua a añadir

- Proceder con el ensayo tomando diferentes cantidades de agua.

Podemos ilustrar con el siguiente ejemplo indicado en la tabla 3.4.3: si la humedad inicial es 5% y se aumenta cada 5% y suponiendo que Ww obtenido con la ecuación del inciso anterior nos dé un valor de 50 cm3 se tendrá las siguientes cantidades de agua para cada variación:

**Tabla 3.4.3 Calculo de cantidades de agua a añadir**

| % humedad | Volumen de agua cm3 | |
|---|---|---|
| 5 (H. inicial) | 0 | |
| 10 | 50 | Una vez que se obtengan varios valores se procede desde uno de los puntos hacia arriba y abajo y siempre observando el peso del material compactado en cada muestra. |
| 15 | 100 | |
| 20 | 150 | |
| 25 | 200 | |
| 30 | 250 | |

**Fuente:** Experiencia del laboratorista

**Elaboración:** Wilman Avila

- Una vez hecho las pruebas con al menos 5 variaciones de humedad (agua) se calcula la densidad húmeda y seca con las siguientes ecuaciones:

$$\Upsilon = \frac{W\ (de\ cada\ muestra)}{V_m} \quad (13)$$

Dónde:

$\Upsilon$ = peso específico húmedo
Ws = Peso del suelo compactado en el molde
Vm = Volumen del molde (944 cm3)

$$\Upsilon_d = \frac{\Upsilon}{1+\frac{w\%}{100}} \quad (14)$$

Dónde:

Yd = peso específico seco

- Se grafica los valores de Yd contra los contenidos de humedad (%) obteniendo así la curva de compactación determinando la densidad seca máxima y la humedad óptima. (Bowles, 1980; Braja, 2001)

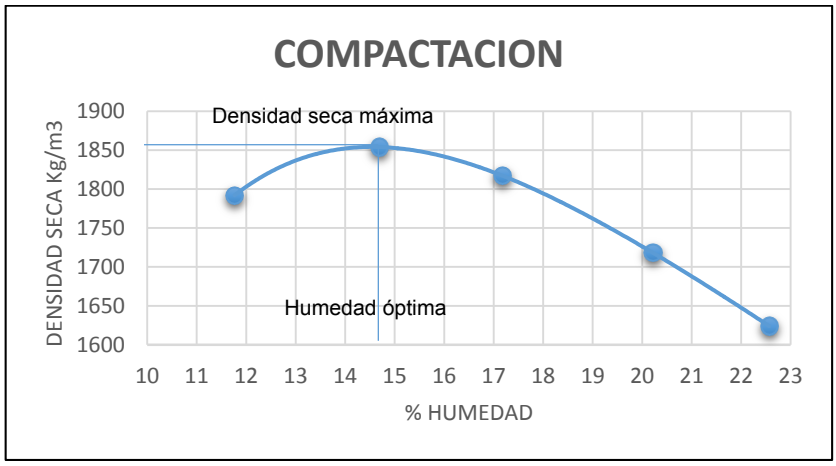



**Grafico 3.4.1 Curva de compactación**

**Fuente:** Ensayos de laboratorio

**Elaboración:** Wilman Avila

### 3.4.3.4.2 Proctor modificado

Por el desarrollo de equipos camineros más grandes para compactación de carreteras se desarrolló una variación al método de Proctor llamado Proctor Modificado que tiene el mismo proceso de practica en laboratorio con algunas variaciones en cuanto a los materiales y numero de golpes y capas en la compactación, esto según el método elegido para ello que para el presente caso se trata del método C detallado en el libro de Braja y en el Manual de Laboratorio de Suelos de Bowles (1980).

Para esta prueba se usa los siguientes materiales y equipos diferentes:

- Un molde de 2124 cm3 aproximadamente en vez de 944 cm3 o 1000 cm3 de la prueba estándar.
- Martillo o Pisón de peso 44.5 N en vez de 24.4 N y 45.7 cm de caída en vez de los 30.5 cm de la prueba estándar.

La prueba modificada mescla 5.5 kg de suelo en vez de los 3 kg de la estándar y la compactación se hace mediante 56 golpes por capa en 5 capas en vez de los 25 golpes y las 3 capas. (Braja; Bowles, 1980)

Este método produce resultados correctos cuando el material posee menos del 30% del suelo que retenga el tamiz de ¾” de abertura, ya que si es lo contrario se establece un reajuste del valor de humedad óptima de acuerdo a la norma D4718. (Bowles, 1980)

#### 3.4.3.4.3 Valor de soporte de California CBR

Este ensayo “es una forma de clasificación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-rasante o material de base en construcción de carreteras”. (Bowles, 1980) o como lo indica la ASTM como un ensayo de relación de soporte, y mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

El procedimiento se basa en el método de las norma ASTM D1557:2 que sirve para suelos de grano fino con 56 golpes en 5 capas y un pisón que pesa 44.5 N, además se trabaja únicamente con la humedad optima obtenida previamente en el ensayo de Proctor estándar o modificado, además se elabora 2 cilindros más, compactados cada uno con 25 y 12 golpes por capa en 5 capas respectivamente.

Posterior a la compactación se deja reposar la muestra con un peso sobre ella equivalente al peso de pavimento que soportara en campo que no será menor a 4.5 kg y dentro del tiempo de reposo se mide la expansión del suelo que según Bowles (1980) recomienda 96 horas pero otros autores indicar que se haga hasta que la expansión de un suelo cese.

Este valor es una relación de carga unitaria medida en lb/pulg2 obtenida de la penetración de un pistón con un área de 3.1pulg2 y esta a su vez comparada con una carga unitaria patrón.

$$CBR = \frac{Carga\ unitaria\ del\ ensayo}{Carga\ unitaria\ patron} * 100\% \quad (15)$$

De esta ecuación se concluye que el valor de CBR es simplemente el porcentaje de resistencia de la carga unitaria patrón. (Bowles, 1980)

#### 3.4.3.4.4 Peso específico de campo

Una vez que se han llevado a cabo la prueba en el laboratorio y determinado la calidad del material se hace uso de él en la construcción de la carretera donde se busca llegar a la compactación relativa indicada por el contratante del proyecto (ecuación (16). (Bowles, 1980)

$$\text{Compactación relativa} = \frac{densidad\ del\ suelo\ compactado\ en\ campo}{densidad\ maxima\ de\ laboratorio} * 100\% \quad (16)$$

Esta densidad de campo se logra con el uso de maquinaria pesada especificada para este tipo de actividad y depende de muchos factores como: tipo de suelo, contenido de agua, espesor de la capa del material a compactar, intensidad de la presión que aplica el equipo al suelo, área de contacto entre el compactador y el suelo, número de pasadas del rodillo.

Braja (2001) indica que la compactación en campo, a un cierto número de pasadas del rodillo se alcanza la densidad máxima deseada y luego de dicho número de pasadas dicha densidad permanece constante y por ende es importante determinar el número de pasadas con el cual se alcanzara la densidad seca máxima deseada económicamente alcanzable, y que según lo indica esté autor este número esta por lo general entre 10 a 15 pasadas.

Los métodos para obtener la densidad de campo después de realizada la compactación son los siguientes y para más detalle se recurre a la fuente o a libros que traten el tema más a fondo.

- Método del cono de arena
- Método del globo de hule
- Método nuclear

## 3.5 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA

Como lo indica el Grupo de tesis del P. O. U. Cabecera cantonal de Pucará (2013), la presencia de deslizamientos o fallas geológicas en un proyecto vial como el actual representan un riesgo en el diseño del mismo, a continuación se describe de acuerdo a los tipos de suelos donde existe la posibilidad de la existencia de deslizamientos, en los referente a las fallas geológicas se observó en campo que no existe tal riesgo por lo que no será un tema abordado.

### 3.5.1 DESLIZAMIENTOS

Terzaghi, define a un deslizamiento como un movimiento rápido de una masa de roca, suelo residual o sedimentos de una ladera, en el cual el centro de la gravedad de la masa que se desplaza se mueve hacia abajo y hacia el exterior.

Los deslizamientos son causados por causas de índole geológico, procesos naturales, morfológicos y de origen antrópico y que causan que se reduzca la resistencia de un suelo sin que los esfuerzos externos cambien, o se da un aumento de los esfuerzos de externos y considerando las fuerzas internas del suelo iguales, y cuando existe una combinación de ellos. (Tambo Encalada, 2011), del análisis de las posibles causas para deslizamientos en el actual proyecto se detallan en la tabla 3.5.1, resumiendo de la tabla 1. (Tambo Encalada, 2011, pág. 20)

**Tabla 3.5.1 Causas de deslizamientos de un suelo**

| Índole | Causas |
|---|---|
| Geológico | Materiales débiles<br>Materiales sensibles<br>Materiales intemperizados<br>Materiales sujetos a cizallamiento<br>Materiales con fisuras y diaclasas<br>Discontinuidades orientados adversamente (esquistosidad, planos de inclinación)<br>Discontinuidades estructurales (fallas, discordancias, contactos)<br>Permeabilidad contrastante<br>Contraste de materiales con diferente plasticidad |
| Procesos naturales | Precipitación intensa<br>Eventos de precipitación extraordinarios<br>Actividad sísmica<br>Erupciones volcánicas<br>Expansión e hidratación de las arcillas |
| Morfológico | Levantamientos tectónicos o volcánicos<br>Erosión fluvial al pie de las laderas<br>Erosión en márgenes laterales<br>Erosión subterránea<br>remoción de la vegetación (por incendios y sequías) |
| Origen antrópico | Excavación al pie de las laderas<br>Incremento del peso en las laderas<br>Deforestación<br>Irrigación<br>Actividad minera<br>Vibraciones artificiales (máquinas y vehículos) |

**Fuente:** Resumen de (Cruden y Varnes, 1996)

**Elaboración:** Wilman Avila

Al observar las causas se puede notar que debido al proyecto mismo como la excavación por la construcción de la carretera, la deforestación por lo mismo y las vibraciones artificiales causadas principalmente por la presencia de maquinaria pesada en la etapa de construcción pueden causar deslizamientos y a mas por el tipo de material de la zona como los limos arcillosos indicados en el inciso 3.4 (tabla 3.4.1) existe un gran riesgo de expansión por las precipitaciones frecuentes del sector y que confirma lo dicho sobre el peligro latente de deslizamientos, todos estos riesgos estarán presentes en todo el proyecto principalmente por el tipo de material presente en la zona.

# CAPITULO 4 DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL DE LA VÍA

## 4.1 ALTERNATIVAS

El diseño de una apertura vial requiere una vez obtenida los datos básicos de la zona, realizar el trazado, análisis y selección de las diferentes rutas que puedan satisfacer los requerimientos básicos cumpliendo con las normas y pedidos por los beneficiarios del mismo.

Se recolecto los siguientes datos e información para el diseño y análisis de las rutas preliminares o alternativas de diseño, entre ellas cartas topográficas escala 1:50000, orto fotos, datos de tráfico y condiciones climáticas, estos se obtuvieron del portal del Instituto Geográfico Militar, GAD municipal de Pucará y GAD provincial del Azuay.

El proceso consistió en determinar en la carta topográfica o fotografía aéreas los puntos de control primario y secundario que en función de las normas y recomendación de la comunidad con quienes previamente se procedió a una visita al lugar se designen como tales, entre ellos son quebradas y ríos, cruces entre montañas, caseríos, áreas productivas, y los puntos de inicio y llegada o final del tramo vial. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003; Cardenas Grisales, 2008; Agudelo Ospina, 2002)

Una vez ubicados estos puntos se procedió a calcular el desnivel, y determinar según las indicaciones de las normas la pendiente máxima de la vía para calcular así la distancia que se debe utilizar en el tramo; según se indicó anteriormente para el proyecto actual la norma recomienda un máximo de 16%, pero para corregir errores debido a las imperfecciones de la carta o fotografía utilizada para el trazado de las alternativas se recomienda reducir en 1% y usar como máxima pendiente un 15%. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

### 4.1.1 LÍNEA DE PENDIENTES O CEROS

La línea de pendientes o ceros es la que se traza siguiendo la topografía del terreno respetando principalmente la pendiente del terreno y la cual si fuera analizada a fondo con la curva de masa, esta resultaría igual a cero, es decir no debe tener corte ni relleno.

La ecuación (17) se usa para calcular la distancia horizontal entre los puntos de control primario y secundario de la línea de ceros, podemos observar una explicación grafica en la imagen 4.1.1.

$$Dh = \frac{\Delta_h}{i} \tag{17}$$

Dónde:

Dh = distancia horizontal entre dos puntos de control (metros)
$\Delta h$ = Desnivel entre los dos puntos de control (metros)
i = Pendiente de diseño (<15%)

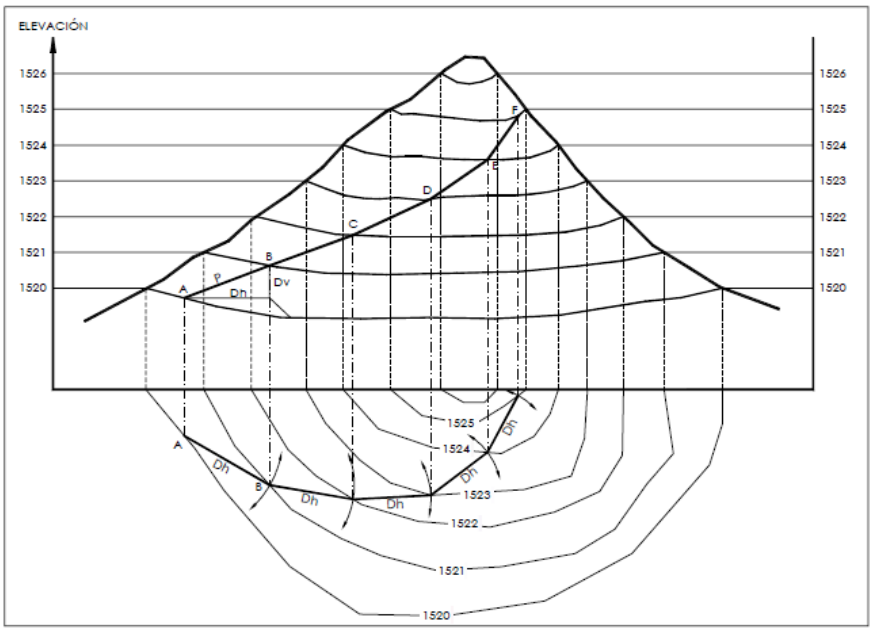



**Imagen 4.1.1 Trazado de línea de ceros**

**Fuente:** (Agudelo Ospina, 2002), pp.109

**Elaboración:** (Agudelo Ospina, 2002)

Además se toma en cuenta que el trazado de la línea de ceros debe ser visualmente armónica y no con cambios bruscos en su alineamiento, estos dos casos lo observamos en la imagen 4.1.2.

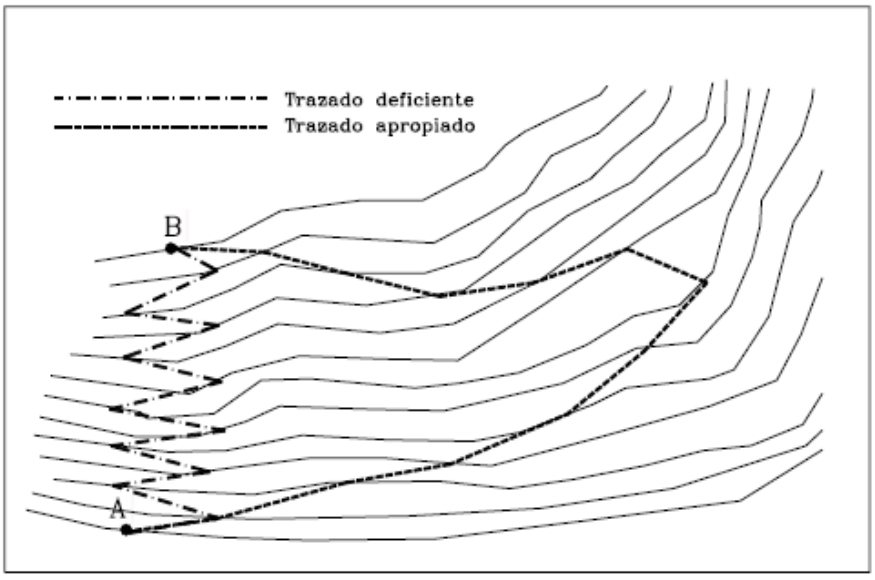


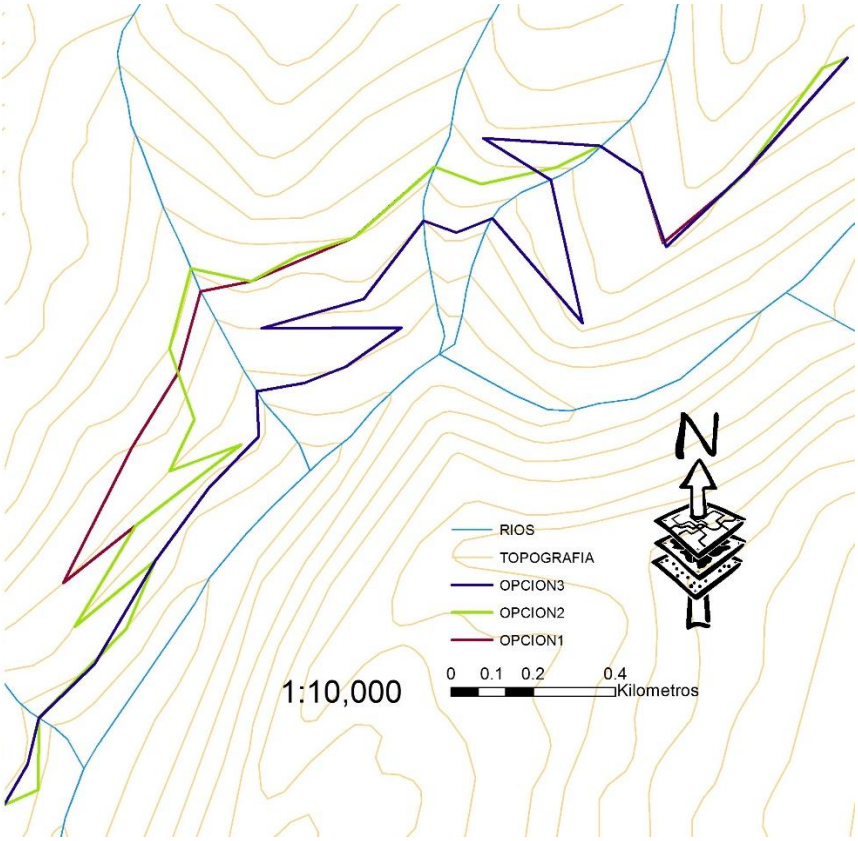

**Imagen 4.1.2 Trazados eficiente y apropiado de la línea de ceros**

**Fuente:** (Agudelo Ospina, 2002), pp.123

**Elaboración:** (Agudelo Ospina, 2002)

El trazado de la vía se hizo además con tramos de retorno para la aplicación de curvas de vuelta o retorno en zonas que la comunidad recomendó puesto que debido al desnivel es necesario el uso de asensos fuertes y por lo tanto el uso de dichas curvas.

A continuación en el mapa 4.1.1 se muestra las diferentes opciones que se consideró para una investigación de campo inicial.




**Mapa 4.1.1 Opciones de ruta de la vía**

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar **IGM**

**Elaboración:** Wilman Avila (ARCGIS)

## 4.1.2 TRAZADO Y EVALUACIÓN DE RUTAS

Para la evaluación de las diferentes alternativas se traza rutas ante preliminares siguiendo como guía las líneas de ceros pero buscando alinearla en base a normas de diseño referente a radios de curva, pendientes, etc.; como se observa en la imagen 4.1.3, (Agudelo Ospina, 2002) en cada ruta se analizó varios aspectos que permitieron calificarlas como: topografía, serviciabilidad, tipos de suelo, condiciones hidráulicas e hidrológicas de las quebradas o ríos presentes y el diseño estructural de la vía en obras como puentes y alcantarillas. (Cueva Moreno, 2000)

Cabe indicar que la ruta elegida fue la denominada como opción 2 que se hizo mediante el método de eliminación, debido a que de las 3 opciones tienes dos asensos fuertes se tomó en consideración como primer factor la longitud que puesto que la opción 3 es la más larga es la primera que se eliminó, como segunda condición de análisis se consideró la serviciabilidad de la vía y de las cuales se observó que la opción que más usuarios beneficiaba fue la opción 2 a mas que el trazado de esta es más armónica que la opción 1.

Como una última acción para la elección de esta ruta fue la visita de campo que confirmó que esta opción es la mejor puesto que es la que mayor beneficio ofrecía a los pobladores de la zona.

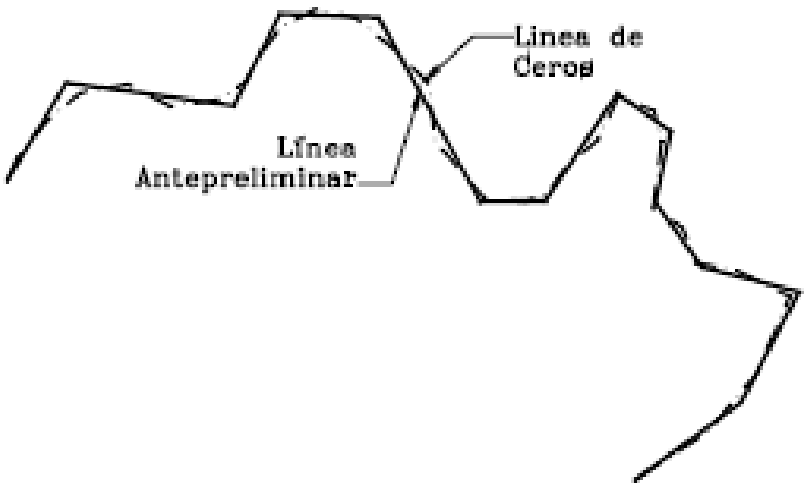



**Imagen 4.1.3 Trazo de líneas preliminares**

**Fuente:** (Agudelo Ospina, 2002), pp.126

**Elaboración:** (Agudelo Ospina, 2002)

Para comprender mejor la evaluación de las rutas se indica como guía el criterio de Wellington que es uno de los más recomendados en aperturas viales como lo recomienda Agudelo (2002)

- No debe hacerse reconocimiento de una línea sino de una franja de terreno lo más ancho posible.
- Toda opinión preconcebida a favor de una línea en particular debe ser abandonada, en especial si es de la línea que parece la más obvia.
- Evitar la tendencia a exagerar méritos de las líneas cercanas, carreteras o lugares muy poblados.
- Desigualdades del terreno, puntos rocosos, cuestas empinadas, pantanos y todo lo parecido ejerce una influencia mal fundada en la mente del explorador.
- Las líneas difíciles de recorrer a pie o de vegetación muy tupida parecen peor de lo que en realidad son.
- Debe hacerse un inventario hidrográfico de la ruta estudiada.
- Se debe dar poco crédito a toda información desfavorable, sea cual fuese su origen, que no esté de acuerdo con su criterio. (pág. 93)

## 4.2 NORMAS DE DISEÑO

Para el diseño geométrico horizontal y vertical de la carretera en estudio nos basaremos principalmente en la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 publicada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013) que a su vez es una actualización de las normas del campo vial existentes desde la creación de la misma. Adicional se hace uso de las siguientes normas y manuales de diseño geométrico que se indica a continuación:

- (Diseño Geometrico de Carreteras, 2008) (Colombia)
- (Manual de Carreteras "Diseño Geométrico" DG 2013, 2013) (Perú)

## 4.3 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAZADO

### 4.3.1 VEHÍCULO DE DISEÑO PARA DISEÑO GEOMÉTRICO

Para el diseño geométrico se hace uso del vehículo de diseño recomendado por la NEVI-12 para el tipo de vía que es el camión C-2 como el más grande posible al momento de la construcción vial, para establecer sus características geométricas se referencia a la tabla 2A.106-02 de la norma NEVI-12 VOL. 2A (pág. 39) donde se hace uso del vehículo Tipo 2DB.

- Altura = 4,1 m
- Ancho = 2,6 m
- Longitud = 12,2 m
- Radio mínimo de giro rueda interna = 10 m
- Radio mínimo de giro rueda externa = 16 m
- Radio mínimo de giro esquina externa delantera = 16 m

### 4.3.2 VELOCIDAD

La determinación de una velocidad directriz o de diseño en el alineamiento geométrico de una carretera es fundamental para guardar la homogeneidad en su diseño, esta velocidad nos ayuda a determinar elementos de la carretera como: ancho de calzadas, espaldones, radios de curva, etc., por lo que es primordial determinarla, en casos excepcionales se la puede cambiar por la velocidad de circulación.

#### 4.3.2.1 Velocidad de diseño

“Es la máxima velocidad en condiciones de seguridad que puede ser adoptada para un determinado tramo de carretera”. (Cueva Moreno, 2000, pág. 11)

En base a esta velocidad de diseño se escoge parámetros de diseño, tomando en cuenta que los cambios de está en tramos contiguos de una vía no se exceda de 20 Km/h y la cual se debe mantener en distancias de entre 5 y 10 Km. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

Para el proyecto se usó una velocidad de diseño de 40 Km/h en base al tipo de vía empleada y según la recomendación de la norma NEVI-12 (imagen 3.2.1)

### 4.3.3 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal es la proyección de una vía sobre la topografía en planta, está conformada por líneas rectas unidas denominadas tangentes y las cuales están empalmadas por medio de curvas.

#### 4.3.3.1 Entre - Tangente

Éstas brindan seguridad a los vehículos en el transcurso sobre dicha vía, se considera una mínima y una máxima distancia.

La longitud mínima de tangentes brinda seguridad para que los vehículos desarrollen una transición adecuada entre una zona normal y una peraltada como se observa en la imagen 4.3.3, así se calcula en caso de curvas circulares y curvas espirales (Ecu. 18 y 19). (Cueva Moreno, 2000)

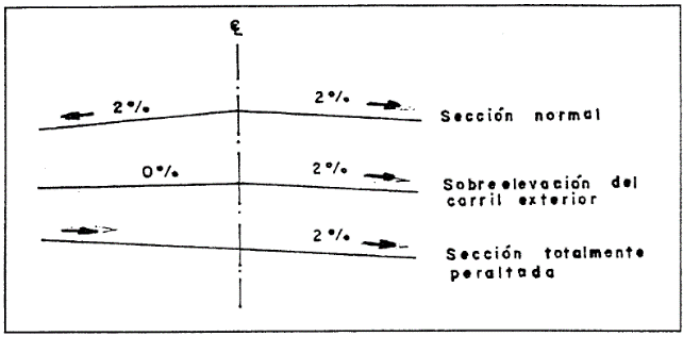



**Imagen 4.3.1 Transición de una sección normal a una peraltada**

**Fuente:** (Cueva Moreno, 2000), pp. 99

**Elaboración:** (Cueva Moreno, 2000)

$$T_{min} = \frac{2}{3}\left(L_a + L_p\right) + 2x \qquad (18)$$

Dónde:

$T_{min}$ = tangente mínima de transición entre curvas circulares (m) (imagen 4.3.4)
$L_a$ = longitud de desarrollo de peralte de la curva de ingreso (m)
$L_p$ = longitud de desarrollo de peralte de la curva de salida (m)
x = distancia segura para girar de carril exterior hasta colocarlo a nivel de la horizontal (m)

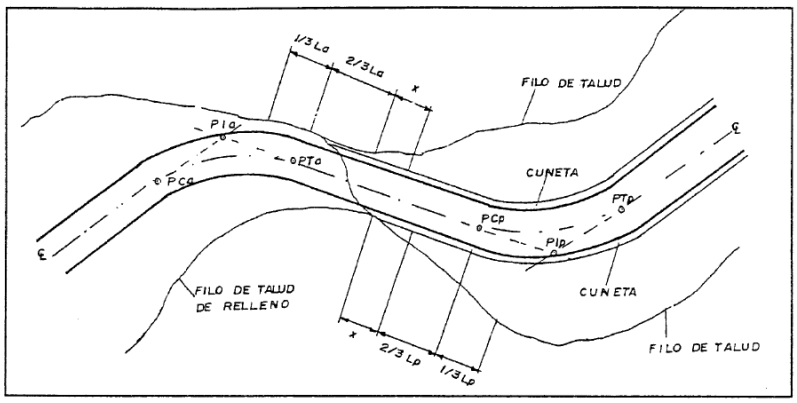



**Imagen 4.3.2 Tangente mínima en curvas circulares**

**Fuente:** (Cueva Moreno, 2000), pp. 96

**Elaboración:** (Cueva Moreno, 2000)

$$T_{min} = \frac{(L_{ta}+L_{tp})}{2} * 10 \quad (19)$$

Dónde:

$T_{min}$ = tangente mínima de transición entre curvas de transición (m) (imagen 4.3.5)
$L_{ta}$ = longitud de desarrollo de peralte de la curva de ingreso (m)
$L_{tp}$ = longitud de desarrollo de peralte de la curva de salida (m)

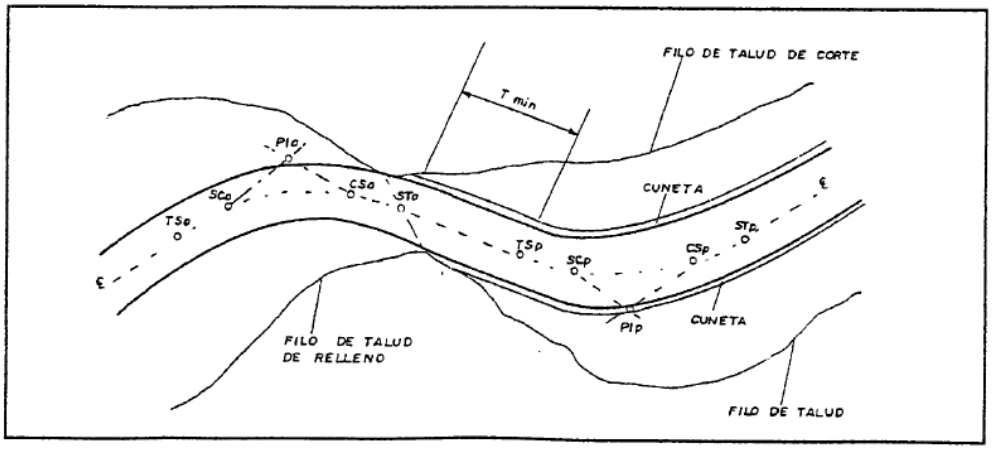



**Imagen 4.3.3 Tangente mínima para curvas espirales**

**Fuente:** (Cueva Moreno, 2000), pp. 96

**Elaboración:** (Cueva Moreno, 2000)

La longitud máxima de tangentes se determina para evitar posibles accidentes por somnolencia producida en el conductor al prestar atención en puntos fijos y/o para evitar el encandilamiento nocturno, en dichos casos se recomienda reemplazar largas tangentes, por lo general mayores a 1.5 Km por alineaciones curvas de gran radio. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003; Agudelo Ospina, 2002)

### 4.3.3.2 Sobreelevación o peralte y factor de fricción lateral

El peralte de curvas y la fricción lateral van directamente relacionados con la seguridad vehicular en curvas, siendo esté valor inversamente decreciente con el aumento del radio de curvatura, el peralte “e” se restringe por el tipo de área donde se emplaza la vía que según recomienda la norma y el cual no debe excederse de 12% y puesto que nuestro proyecto se ubica sobre un área de tipo rural montañosa, tomamos un peralte e = 10 % como se indica en el cuadro 4.3.1.

**Cuadro 4.3.1 Peralte en función del tipo de área**

| Tasa de Sobreelevación, "e" en (%) | Tipo de Area |
|---|---|
| 10 | Rural montañosa |
| 8 | Rural plana |
| 6 | Suburbana |
| 4 | Urbana |

**Fuente:** A policy on geometric design of Highways and Streets

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

El factor de fricción lateral brinda la estabilidad a los vehículos para evitar que resbalen hacia fuera de la curva, puesto que la vía en estudio es del tipo rural y según lo indica la norma varía su valor desde 0.17 hasta 0.10 inversamente según crece la velocidad y tomando la velocidad de diseño "Vd." = 40 Km/h tomamos un f = 0.17.

#### 4.3.3.2.1 Desarrollo del peralte

El peralte se recomienda desarrollar en una curva de transición hasta alcanzar el 100% en el punto de cambio de la curva de transición a la circular, puesto que el desarrollo del peralte depende principalmente de la topógrafa se recomienda usar el método de desarrollo haciendo girar la sección alrededor de su eje, elevando el borde exterior y disminuyendo el nivel en el borde interno según lo recomienda el MTOP (2013) para terrenos montañosos.

El proceso que se sigue para el desarrollo de este peralte es el siguiente:

a. En caso de desarrollar la transición del peralte en una curva espiral se calcula su longitud con la ecuación (40). "Le"
b. Se calcula la sobreelevación con la ecuación (20)

$$h = e * b \quad \rightarrow \quad h = 0.10 * 6\,m \quad \rightarrow \quad h = 0.6\,m \tag{20}$$

Dónde:

$h$ = sobreelevación (m)
$e$ = peralte de la curva (10%)
$b$ = ancho de calzada (6 m)

c. Longitud de desarrollo de peralte en función de i gradiente de borde

$$L = \frac{h}{2i} \quad \rightarrow \quad L = \frac{0.6}{2(0.007)} \quad \rightarrow \quad L = 42.86\,m \tag{21}$$

Dónde:

$i$ = 0.7 %, (Tabla 4.3.1)

**Tabla 4.3.1 Gradiente longitudinal necesaria para el desarrollo del peralte**

| Vd. (Km/h) | i % |
|---|---|
| 20 | 0.800 |
| 25 | 0.775 |
| 30 | 0.750 |
| 35 | 0.725 |
| 40 | 0.700 |
| 50 | 0.650 |
| 60 | 0.600 |
| 70 | 0.550 |
| 80 | 0.500 |
| 90 | 0.470 |
| 100 | 0.430 |
| 110 | 0.400 |
| 120 | 0.370 |

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)**, pp. 59

**Elaboración:** Wilman Avila

d. Comparamos entre el valor de Le y L y asumimos como la longitud de desarrollo del peralte a la que resulte de mayor valor.
e. Además debemos calcular una distancia de transición del borde exterior con bombeo (P) a una pendiente transversal cero "X", para ello calculamos la diferencia de nivel del borde al eje de la vía "S" con la ecuación (22).

$$S = \frac{b*P}{2} \rightarrow S = \frac{6*0.02}{2} \rightarrow S = 0.06\ m \quad (22)$$

f. Calculamos la distancia de dicha zona de transición “X”.

$$X = \frac{S}{i} \rightarrow X = \frac{0.06}{0.007} \rightarrow X = 8.57\ m \quad (23)$$

g. Por ultimo calculamos la longitud total de desarrollo del peralte.

$$L_T = L_{mayor} + X \quad (24)$$

La distribución de este peralte se reparte 2/3 en la tangente y 1/3 en la curva circular, salvo casos excepcionales donde se reparte la longitud de transición equidistantemente entre la curva y la tangente. La imagen 4.3.4, indica el diagrama de desarrollo del peralte girando la sección alrededor del eje de la vía.

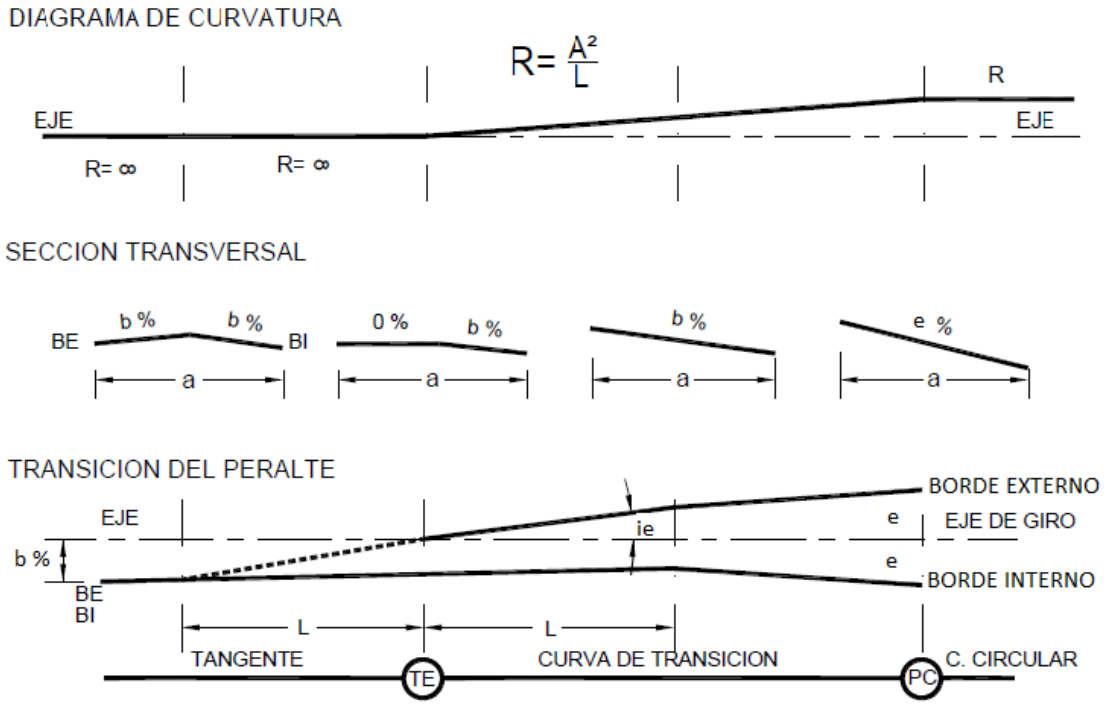



**Imagen 4.3.4 Transición de peralte alrededor del eje**

**Fuente:** (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013), pp. 169

**Elaboración:** (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013), Wilman Avila

### 4.3.3.3 Radios mínimos de curva

Es el valor mínimo del radio de una curva para garantizar un movimiento uniforme a lo largo de la vía, se relaciona con el máximo peralte, el factor de fricción lateral recomendado y la velocidad de diseño. En casos excepcionales se puede usar un radio menor pero con el empleo de un peralte por encima de lo que la norma permite, y en dichos casos lo más recomendable es reducir la velocidad de diseño para dicha curva con la respectiva señalización. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

Aunque más adelante se indica el radio mínimo a usar en ciertos casos por motivos económicos y de la topografía del sector se usará un radio mínimo de 15 m con una velocidad de diseño de 25 Km/h.

$$R = \frac{{v_d}^2}{127(e+f)} \quad (25)$$

Dónde:

Vd.= velocidad de diseño (Km/h)
e = peralte en base a la velocidad de diseño
f = factor de fricción lateral = 0.17
R = radio mínimo de curvatura permitido

En base a la formula (25) se calcula el radio mínimo de curva para el proyecto de R = 46.7 m, y redondeando a un valor de 45 m como mínimo recomendado que a su vez se muestra en el cuadro 4.3.6 basado en un peralte de 8% y 10%.

**Cuadro 4.3.1 Radio mínimo recomendado para peraltes de 8% y 10%**

| 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:** A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.156

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

### 4.3.3.4 Sobre ancho

El sobre ancho en carreteras “Sa” (imagen 4.3.5) se aplica con varios criterios pero el más recomendado es el determinado por la AASHTO, utilizado las siguientes afirmaciones para su aplicación y la ecuación (26). (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

- En curvas circulares se aplica este ensanchamiento totalmente en el borde interno de la curva.
- Este sobre ancho se aplica en forma gradual en toda la longitud de la curva o transición por lo general está variando entre 30 y 60 m.
- Cuando se trata de vías pavimentadas este parámetro se lo aplica para que tenga un desarrollo suave y atractivo para que su uso sea intuitivo por el conductor.

$$Sa = Ac - Ar \quad (26)$$

Dónde:

Ac = ancho de la calzada ensanchada en curva (m)
Ar = ancho de la calzada en tramos rectos (m)

Además el valor de Ac se obtiene con la ecuación (27) con algunas consideraciones.

$$Ac = 2(U + C) + FA + Z \quad (27)$$

Dónde:

2 = # de carriles de la curva
U = ancho del vehículo de diseño (m)
C = espacio lateral entre vehículos (m)

FA = proyección del vuelo delantero (m)
Z = sobre ancho adicional de seguridad (m)

A continuación se muestra el cálculo de cada factor.

1. Ancho del vehículo de diseño “U”

$$U = u + R - \sqrt{R^2 - L^2} \quad (28)$$

Dónde:

u = ancho normal de un vehículo 2.60 m (valor que se usó en el diseño).
R = radio de la curva (m)
L = distancia entre ejes del vehículo, se recomienda un valor de 6.1 m

2. Espacio lateral entre vehículos en función del ancho de calzada (tabla 4.3.2)

**Tabla 4.3.2 Valores recomendados de C**

| Ancho de calzada (m) | Valor de C (m) |
|---|---|
| 6.00 | 0.60 |
| 6.50 | 0.70 |
| 6.70 | 0.75 |
| 7.30 | 0.90 |

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)**, pp. 71

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

3. Proyección del vuelo delantero “FA”.

$$FA = \sqrt{R^2 + A(2L + A)} - R \quad (29)$$

Dónde:

A = vuelo delantero igual a 1.22 de acuerdo al vehículo de diseño utilizado.

4. Sobre ancho adicional de seguridad “Z”.

$$Z = \frac{v}{10\sqrt{R}} \quad (30)$$

Dónde:

v = velocidad de diseño escogido V = 40 Km/h.

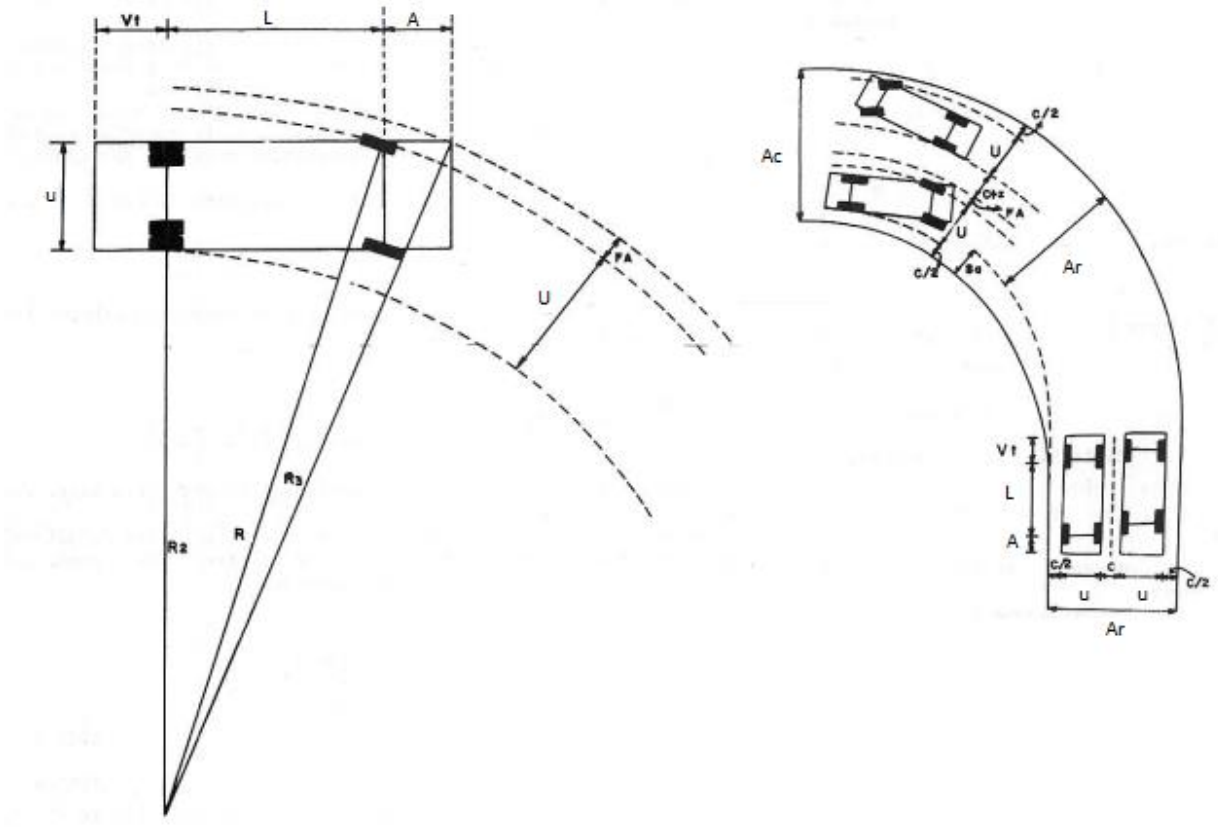



**Imagen 4.3.5 Sobre ancho en curvas**

**Fuente:** Universidad de Oriente – Venezuela

**Elaboración:** Profesora Andreina Narváez

### 4.3.3.5 Curvas circulares

En el alineamiento horizontal las tangentes pueden estar unidas mediante curvas circulares simples, compuestas y reversas, la primera muy usada en el diseño, la segunda se usa en pocos casos y la reversa no se recomienda usarlas sino en casos excepcionales que sean obligados por topografías muy adversas. (Choconca, 2004)

#### 4.3.3.5.1 Curva simple

Son las curvas más usadas en el diseño vial, están simplemente definidas por el radio de curva que define el diseñador en base a la velocidad de diseño, el radio de la curva posee solo la restricción del valor mínimo que se indica en el inciso del radio mínimo de curva. (Choconca, 2004)

Para el cálculo de estas curvas se utilizarán las ecuaciones recomendadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013), y que se detallan a continuación:

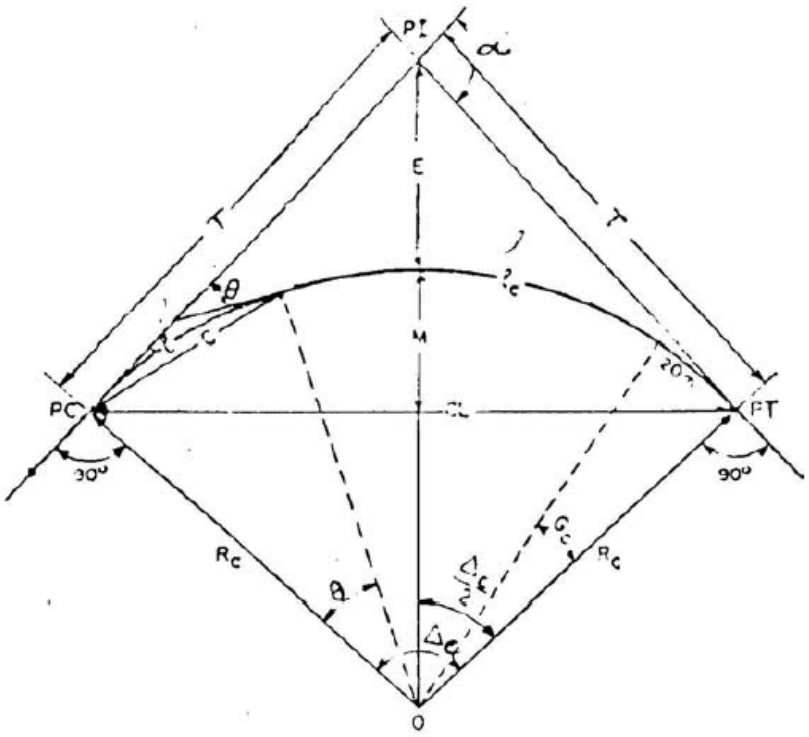



**Imagen 4.3.6 Curva Circular simple**

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)**, pp. 38

**Elaboración: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)**

Dónde: PI = punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC = punto donde empieza la curva simple
PT = punto donde termina la curva simple
$\propto$ = ángulo de deflexión de las tangentes
$\Delta_c$ = ángulo central de la curva circular
$\theta$ = ángulo de deflexión a un punto de la curva circular
$G_c$ = grado de curvatura de la curva circular
$R_c$ = radio de la curva circular
T = tangente de la curva circular o subtangente
E = external
M = ordenada media
C = cuerda
CL = cuerda larga
$l$ = longitud de un arco
$l_e$ = longitud de la curva circular

**PI:** al intersectar las dos tangentes en el punto PI forman un ángulo de deflexión “α” y el cual es igual al ángulo central de la curva:

$$\Delta_c = \propto \quad (31)$$

**Gc:** es el ángulo formado por un arco de 20 m, que determina el valor máximo con que un vehículo recorre seguro una curva con el peralte máximo en función de la velocidad de diseño.

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c} \quad (32)$$

**T:** es la longitud entre el PI y los puntos PC y PT.

$$T = R_c * \tan\left(\frac{\propto}{2}\right) \quad (33)$$

**E:** es la distancia mínima entre el PI y el centro de curva CC.

$$E = R_c * \left(\sec\frac{\propto}{2} - 1\right) \quad (34)$$

**M:** longitud de la flecha en el punto medio de la curva.

$$M = R - R\cos\frac{\propto}{2} \quad (35)$$

***θ*:** Deflexión en un punto de una curva.

$$\theta = \frac{G_c * l}{20} \quad (36)$$

**C:** recta comprendida entre 2 puntos de la curva.

$$C = 2R\sin\frac{\theta}{2} \quad (37)$$

**CL:** recta comprendida entre PC y PT.

$$Cl = 2R\sin\frac{\propto}{2} \quad (38)$$

∅ **:** Angulo de deflexión de la tangente y la cuerda que forma el ángulo $\theta$

$$\emptyset = \frac{\theta}{2} \quad (39)$$

**Le**: Longitud de la curva circular

$$Le = \frac{\pi\alpha R}{180} \quad (40)$$

El informe de las curvas circulares del proyecto vial se puede observar en el anexo 11.4 en el informe de curvas circulares y compuestas, de las cuales se podrá distinguir las curvas compuestas como lo indica la tabla 4.3.3 más adelante expuesta.

#### 4.3.3.5.2 Curva compuesta

Son conformadas por 2 curvas circulares simples pero variando el radio de entrada 1.5 veces el radio de salida. R1 ≤ 1.5*R2 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013) y donde el ángulo de deflexión entre las tangentes de entrada TE y la de salida TS es la suma de los ángulos centrales formadas por los 2 radios.

Se usan por lo general en topografías montañosas para acomodar mejor la carretera a la topografía natural del terreno y/o para casos urbanos cuando se quiere salir de una vía de alta velocidad a una de baja velocidad.

Para el cálculo de estas curvas se hace el uso de las mismas ecuaciones que se utiliza en una curva simple excepto para las tangentes de entrada y salida. (Agudelo Ospina, 2002)

**TE:** se calcula suponiendo T1 igual a la tangente calculada con el radio 1.

$$TE = T1 + a \quad (41)$$

$$a = \frac{\sin \Delta 2 * (T1 + T2)}{\sin \Delta} \quad (42)$$

**TS:** donde T2 se calcula con el radio 2.

$$TS = T2 + b \quad (43)$$

$$b = \frac{\sin \Delta 1 * (T1 + T2)}{\sin \Delta} \quad (44)$$

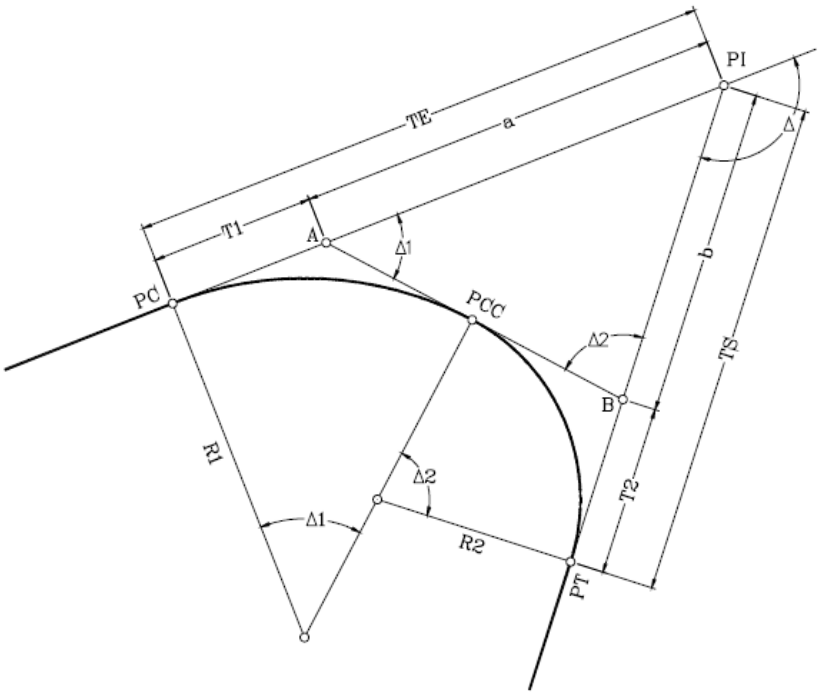



**Imagen 4.3.7 Curva circular compuesta**

**Fuente:** (Agudelo Ospina, 2002), pp. 180

**Elaboración:** (Agudelo Ospina, 2002)

En el presente proyecto se presentan 6 curvas de este tipo que se muestran en la tabla 4.3.3

**Tabla 4.3.3 Informe de curvas compuestas de 3 y 4 radios**

| INFORME DE CURVAS COMPUESTAS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| # CURVA | ABS PC | RADIO 1 | RADIO 2 | RADIO 3 | RADIO 4 | ABS PT |
| 1 | 0+709.64 | 75 | 15 | 25 | 35 | 0+821.03 |
| 2 | 0+993.55 | 15 | 40 | 45 | | 1+074.79 |
| 3 | 1+539.97 | 305 | 15 | 80 | | 1+665.01 |
| 4 | 1+675.83 | 65 | 15 | 45 | | 1+767.65 |
| 5 | 2+259.07 | 95 | 15 | 45 | | 2+340.03 |
| 6 | 3+198.06 | 40 | 15 | 45 | | 3+289.65 |

**Fuente y elaboración: Wilman Avila**

### 4.3.4 ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento horizontal asegura una circulación adecuada garantizando una distancia de visibilidad lo más cercana a la ideal, para el diseño vertical se toma en cuenta las siguientes condiciones de diseño.

- El eje de la vía debe coincidir con el perfil del proyecto en planta.
- 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 tangente 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.
- La pendiente máxima indicada como el 16% para vías de tipo C3 como se indicó en el capítulo 3 ESTUDIOS PRELIMINARES, subcapítulo 3.2 clasificación de la vía según su orden.

#### 4.3.4.1 Curvas Verticales

En caso de vías pavimentadas se usa cuando la diferencia entre gradientes de entrada y salida es mayor al 1%, se las diseña para garantizar una distancia de visibilidad al menos igual a la distancia de visibilidad mínima de parada y mayor a la distancia de visibilidad de adelantamiento mínima.

Para el cálculo de las distancias de las curvas verticales se usó la ecuación 45 con el índice de curvatura “K” igual a la relación de la longitud de la misma sobre la diferencia de gradientes de entrada y salida, se aplica para curvas convexas y cóncavas con valores recomendados en los cuadros 4.3.3 y 4.3.4 respectivamente.

$$L = KA \tag{45}$$

Dónde:

$A$ = diferencia de gradientes de las 2 tangentes que se unen con la curva vertical (%)

**Cuadro 4.3.2 Índice de curvatura para curvas verticales convexas**

| Velocidad (Km/h) | Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado | | Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento | |
|---|---|---|---|---|
| | Distancia de visibilidad de frenado (m) | Indice de Curvatura K | Distancia de visibilidad de adelantamiento (m) | Indice de Curvatura K |
| 20 | 20 | 0,6 | - | - |
| 30 | 35 | 1,9 | 200 | 46 |
| 40 | 50 | 3,8 | 270 | 84 |
| 50 | 65 | 6,4 | 345 | 138 |
| 60 | 85 | 11 | 410 | 195 |
| 70 | 105 | 17 | 485 | 272 |
| 80 | 130 | 26 | 540 | 338 |
| 90 | 160 | 39 | 615 | 438 |
| El indice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K= L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica | | | | |

**Fuente**: **(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)**, pp. 144
**Elaboración**: **(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)**

**Cuadro 4.3.3 Índices de curvatura para curvas verticales cóncavas**

| Velocidad (Km/h) | Distancia de visibilidad de frenado (m) | Indice de Curvatura K |
|---|---|---|
| 20 | 20 | 3 |
| 30 | 35 | 6 |
| 40 | 50 | 9 |
| 50 | 65 | 13 |
| 60 | 85 | 18 |
| 70 | 105 | 23 |
| 80 | 130 | 30 |
| 90 | 160 | 38 |
| El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K = L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica. | | |

**Fuente**: **(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013, pág. 144)**

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

En el anexo 11.4 en el informe de acuerdos verticales se observa los resultados del cálculo de las diferentes curvas tanto cóncavas como convexas donde se nota que el valor de K siempre será mayor en curvas convexas a 3.8 como se indica en el cuadro 4.3.3 y en curvas cóncavas mayor a 9 indicado en el cuadro 4.3.4, salvo en algunos casos donde este valor es menor debido a la necesidad de ajustarse al terreno natural de la zona.

### 4.3.4.2 Pendientes

En el diseño del perfil de proyecto o rasante se usan pendientes mínimas de 0.5% para garantizar un adecuado drenaje, salvo lo indicado en el inciso de alineamiento vertical.

Por motivos de la topografía de la zona y evitar el alargamiento de la vía usando pendientes máximas bajas en el presente proyecto se utilizó una pendiente máxima del 16%, en la siguiente tabla observaremos un resumen de las pendientes usadas en el diseño vial.

**Tabla 4.3.4 Pendientes de diseño**

| ABS INICIO | ABS FIN | PENDIENTE | ABS INICIO | ABS FIN | PENDIENTE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0+000 | 0+020.31 | 0.80% | 2+923.93 | 2+953.40 | 13.83% |
| 0+060.31 | 0+068.25 | -6.00% | 2+983.40 | 3+006.55 | -0.69% |
| 0+108.25 | 0+158.50 | 6.00% | 3+081.55 | 3+110.72 | 14.71% |
| 0+208.50 | 0+275.44 | 10.26% | 3+150.72 | 3+326.87 | 0.00% |
| 0+300.44 | 0+327.05 | 12.65% | 3+416.87 | 3+595.93 | 14.09% |
| 0+392.05 | 0+395.10 | 3.33% | 3+655.93 | 3+700 | 5.85% |
| 0+475.10 | 0+499.57 | 12.84% | 3+740 | 3+774.53 | 11.45% |
| 0+554.57 | 0+580.37 | 4.70% | 3+814.53 | 3+918.97 | 0.79% |
| 0+655.37 | 0+709.30 | 12.40% | 4+033.97 | 4+168.48 | 12.19% |
| 0+754.30 | 0+908.53 | 5.87% | 4+238.48 | 4+240.48 | 2.38% |
| 0+978.53 | 1+098.74 | 13.15% | 4+310.48 | 4+313.88 | 15.60% |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1+163.74 | 1+281.70 | 3.97% | 4+373.88 | 4+377.47 | 2.09% |
| 1+391.70 | 1+751.66 | 14.97% | 4+482.47 | 4+520.87 | 13.66% |
| 1+861.66 | 1+967.87 | -0.96% | 4+560.87 | 4+632.50 | 8.22% |
| 2+087.87 | 2+098.32 | 11.26% | 4+747.50 | 4+778.40 | 8.86% |
| 2+178.32 | 2+298.87 | 0.00% | 4+798.40 | 4+831.84 | 8.60% |
| 2+398.87 | 2+403.39 | 9.55% | 4+906.84 | 4+922.46 | 8.27% |
| 2+483.39 | 2+568.47 | -3.02% | 4+947.46 | 4+949.25 | 10.89% |
| 2+638.47 | 2+730.76 | 4.12% | 4+999.25 | 5+042.98 | 2.64% |
| 2+850.76 | 2+853.93 | 1.50% | | | |

**Fuente y elaboración**: Wilman Avila

### 4.3.5 COORDINACIÓN ENTRE ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

Tres aspectos se deben tratar de coordinar en el alineamiento horizontal y vertical de una vía, estos son la seguridad, velocidad uniforme y apariencia agradable y eficiente.

Para coordinarlos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe tratar de hacer coincidir los PI y PIV´s.
- No se debe comenzar o finalizar una curva horizontal en una cresta vertical, por lo que para tratar de evitarlo se debe diseñar curvas horizontales mayores a las verticales.
- La coordinación de curvas horizontal y vertical no debe ubicarse en zonas de desarrollo de peralte igual a 0%.
- No debe diseñarse curvas reversas que provoquen perdidas de visibilidad de ciertos tramos de la vía.
- La tangencia entre una curva horizontal y vertical se debe ubicar en la zona de una curva de transición lo más alejados de la tangencia con la recta de la vía.

A continuación se muestran los casos coordinación entre el alineamiento y pendiente indicados por la AASHTO.

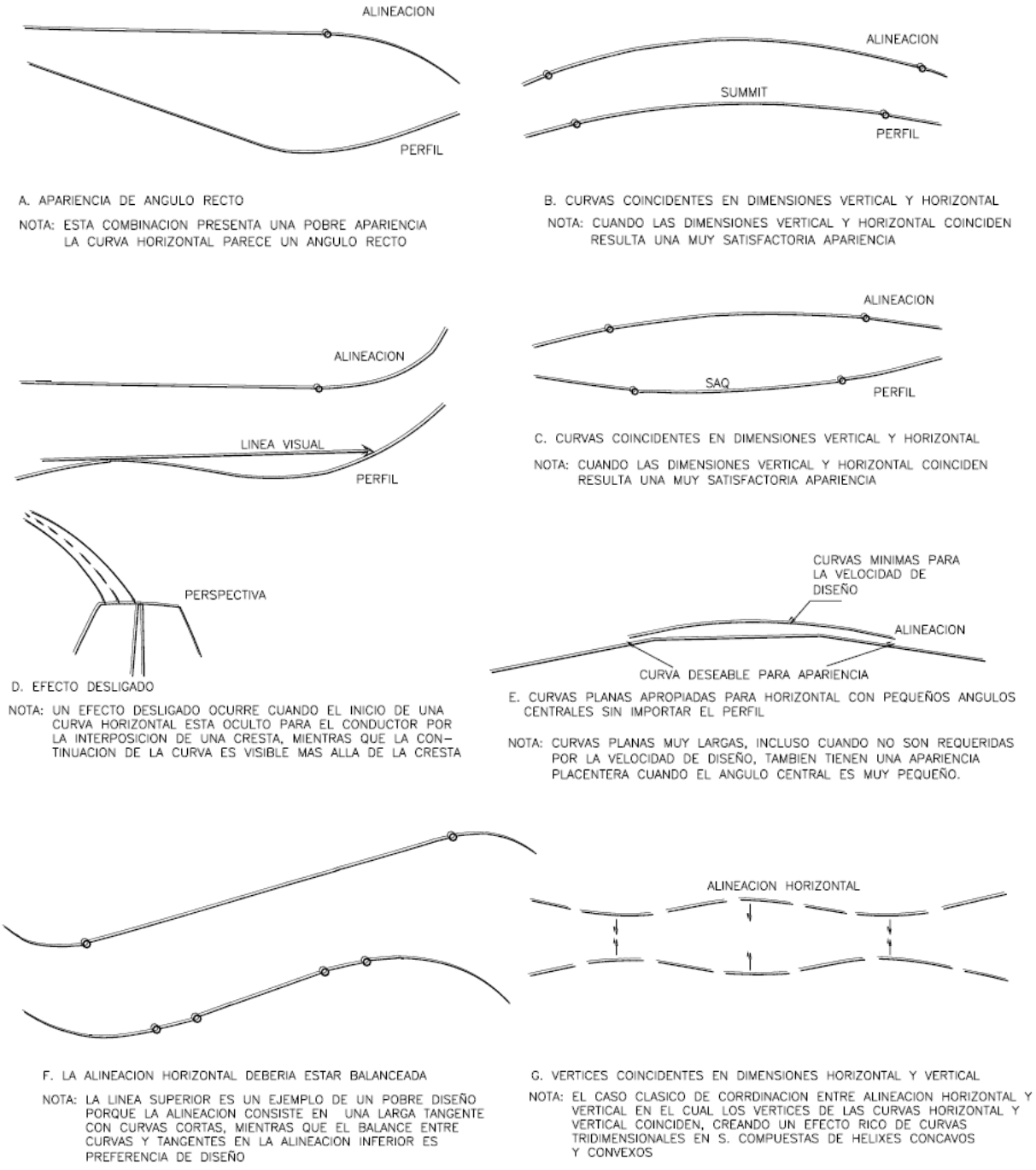



**Imagen 4.3.8 Ejemplos de coordinación entre alineamiento y pendiente AASHTO**

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)**, pp. 147

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

### 4.3.6 SECCIONES TRANSVERSALES

La sección trasversal de una carretera está compuesto por las secciones de los siguientes elementos. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

- Calzada
- Sobre anchos
- Espaldones
- Taludes interiores
- Cunetas

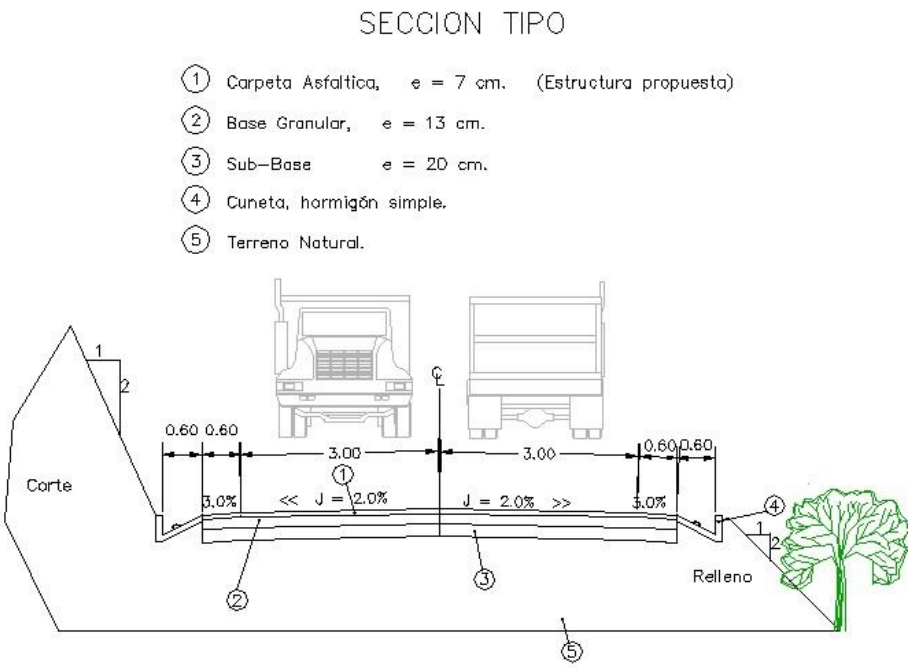



**Imagen 4.3.9 Sección transversal típica de una carretera**

**Fuente**: (Agudelo Ospina, 2002) pp. 478

**Elaboración**: (Agudelo Ospina, 2002)

#### 4.3.6.1 Calzada

El ancho de la calzada para vías tipo C3, como la del actual caso se asume con un ancho de 6 m valor que se utilizó en el presente diseño con carriles de 3 m en cada dirección como se nota en la imagen 4.3.15.

#### 4.3.6.2 Bombeo

El bombeo lateral de las calzadas esta dado principalmente por la superficie de rodadura, en el caso actual se trabajara con un bombeo de 2,0 % puesto que se diseñara en pavimento flexible.

#### 4.3.6.3 Sobreanchos

Lo referente a Sobreanchos a la dimensión de los sobreancho se indicó en el inciso respectivo.

### 4.3.6.4 Espaldones

Los espaldones tienen varias funciones dentro de la composición de una sección transversal como se indica a continuación.

1. Espacios para estacionamiento temporal de vehículos con el fin de evitar accidentes.
2. Brinda una sensación de amplitud para una circulación segura sin tensión nerviosa.
3. Aumenta la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejora la capacidad de una carretera brindándote una velocidad uniforme para la circulación vehicular.
5. Es un soporte extra del pavimento.
6. Espacio para colocar señalización de tránsito y guarda caminos.
7. Brinda una superficie extra para la descarga de aguas, y ayuda a reducir la infiltración en la carpeta de rodadura y por lo tanto daños por deterioro y rotura del mismo.
8. Brinda una mejor apariencia a la vía.
9. Brinda espacio para el mantenimiento vial.

El ancho de los espaldones está dado por el cuadro 4.3.7 y aplicamos el mismo criterio del ancho de calzada y por tanto asumimos un ancho de espaldones de 0.6 m.

**Cuadro 4.3.4 Ancho de espaldones**

| VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Clase de Carretera | Ancho de Espaldones (m) | | | | | |
| | Recomendable | | | Absoluto | | |
| | L | O | M | L | O | M |
| | (1,2) | (1,2) | (1,2) | (1,2) | (1,2) | (1,2) |
| R-I o R-II > 8000 TPDA | 3,0 * | 3,0 * | 2,5 * | 3 | 3,0 * | 2,0 * |
| I 3000 a 8000 TPDA | 2,5 * | 2,5 * | 2,0 * | 2,5 ** | 2,0 ** | 1,5 ** |
| II 1000 a 3000 TPDA | 2,5 * | 2,5 * | 1,5 * | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| III 300 a 1000 TPDA | 2,0 ** | 1,5 ** | 1,0 * | 1,5 | 1,0 | 0,5 |
| IV 100 a 300 TPDA | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| V Menos de 100 TPDA | Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal) | | | | | |
| L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montañoso | | | | | | |
| * La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico | | | | | | |
| ** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación) | | | | | | |

**Fuente**: **(Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)**, pp. 233

**Elaboración**: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

De igual manera la pendiente transversal de los espaldones será de 4% por recomendación del Ministerio de transporte y obras públicas (2013).

### 4.3.6.5 Taludes interiores y cunetas

Los taludes y las cunetas serán tratados en el capítulo referente al diseño de drenaje de la carretera.

### 4.3.7 CUBICACIÓN

La cubicación en un diseño vial determina la cantidad del material que será excavado o usado en terraplenes puesto que conforman aproximadamente el 90% del movimiento total de tierras, además de ser un valor muy influyente en el presupuesto, al repercutir de un 20% al 30% en el mismo.

#### 4.3.7.1 Talud

Se determinan con el fin de obtener valores que sean lo más económicos posibles, en caso de terreno montañoso y escarpado se recomienda diseñar respecto al tipo de suelo considerando además en curvas horizontales una adecuada distancia de visibilidad.

De acuerdo a la clasificación se suelos se recomienda los siguientes taludes de corte mostrados en la tabla 4.3.5.

**Tabla 4.3.5 Taludes recomendables de acuerdo al tipo de suelo**

| Tipo de material | Talud recomendable (H:V) | | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | De 10 a 15 m | Más de 15 m | |
| Arenas limosas y limos muy compactos | ¼:1 | ¼:1 | ½:1 | ¼:1 hasta H/2<br>¾:1 hasta H | Descopetar la parte superior suelta |
| Arcillas poco arenosas firmes | ½:1 | ½:1 | ½:1 hasta H/2<br>¾:1 hasta H | ½:1 hasta H/2<br>¾:1 hasta H | Descopetar 1:1 la parte intemperizada. Si existe flujo de agua proyectar sub drenaje |
| Arcillas muy suaves expansivas y compresibles | 1:1 | 1 ¼:1 | 1 ½:1 | 1 ½:1 | *Para cortes mayores a 15 m proyectar berma a la mitad de la altura bien drenada |

**Nota**: * La construcción de la berma requerida de una contrapendiente con objeto de drenar el agua por medio de cunetas que deberían ser impermeables, pues si no lo son se podría tener una filtración que pondría en peligro la parte inferior del corte al establecerse una superficie de falla ocasionada por la disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del material por efecto de la filtración.

**Fuente:** (Rico Rodriguez & Del Castillo, 2005), pp. 339

**Elaboración**: Wilman Avila

Además se recomienda los valores de la tabla 4.3.6 para taludes en terraplén que de igual modo está en función del tipo de suelo.

**Tabla 4.3.6 Terraplenes recomendados de acuerdo al tipo del suelo**

| **Materiales** | **Talud (H:V)** | | |
|---|---|---|---|
| | Hasta 5 m | De 5 a 10 m | Más de 10 m |
| Grava, limo arenoso y arcilla | 1 ½:1 | 1 ¾:1 | 2:1 |
| Arena | 2:1 | 2 ¼:1 | 2 ½:1 |
| enrocado | 1:1 | 1 ¼:1 | 1 ½:1 |

**Fuente**: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013), pp. 227

**Elaboración:** (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

#### 4.3.7.2 Calculo de áreas

Para el cálculo de áreas de las secciones transversales al alineamiento longitudinal está estrictamente relacionado con la sección transversal elegida que conjuntamente analiza el ancho de calzadas, espaldones, bombeos, etc., y además con el talud elegido para el tipo de sección y que influye en el valor final del volumen de tierras.

Para el cálculo de estas secciones se hizo uso de una herramienta de modelamiento de archivos CAD, AutoCAD Civil 3D, el cual se analiza la información automáticamente con la sincronización de los alineamientos horizontal, vertical y el dibujo de la sección típica a utilizar determinando automáticamente cuando debe hacerse un corte o un terraplén.

A más del método indicado anteriormente se detallan otros métodos que se pueden usar. (Agudelo Ospina, 2002)

- Por planímetro
- Por coordenadas
- Por triangulación y/o trapecios (método gráfico)
- Por chaflanes

Para más detalle de los métodos indicados recurrir a libros especializados en el tema del cálculo de áreas de secciones.

#### 4.3.7.3 Determinación de volúmenes

El volumen de corte y relleno nos indicara la cantidad de material necesario que de sebe excavar y el que se requiere para usar ya sea con el mismo suelo excavado o con material de préstamo (traído de una mina o río) para construir los terraplenes y así estructurar la sección base de la carretera, para el cálculo de estos volúmenes se hace uso de la herramienta informática AutoCAD CIVIL 3D cuya exactitud está en función de la calidad de la topografía utilizada.

De igual manera existen métodos de cálculo que se basa en seccionar transversalmente cada 20 m de abscisado, aunque en casos especiales se puede usar distancias menores por la existencia de secciones diferentes, en caso que se requiera conocer a fondo métodos manuales se puede recurrir a la norma ecuatoriana de vialidad emitida en el año 2013 (NEVI-12) en su volumen 2A, sección 2A.310.2. (pág. 331-341)

## 4.4 DISEÑO DEFINITIVO

Para observar el diseño final del presente proyecto vial se recomienda observar los anexos de la sección de 11.7 PLANOS.

# CAPITULO 5 DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

## 5.1 INTRODUCCIÓN

El pavimento es una estructura conformada por varias capas como se muestra en la imagen 5.1.1, ante todo se debe conocer que existen pavimentos rígidos y flexibles diferenciándose en que están conformados por hormigón hidráulico en el caso de pavimentos hidráulicos y un conglomerado de asfalto y agregados en pavimentos flexibles, además se debe conocer que el pavimento rígido tiene una duración de aproximadamente 4 veces más que el hormigón flexible aunque de igual manera a mayor costo, en el presente proyecto se optó por el diseño de pavimento flexible considerando el bajo volumen de tráfico que servirá y que por ende justifica el diseño de un pavimento de bajo costo.

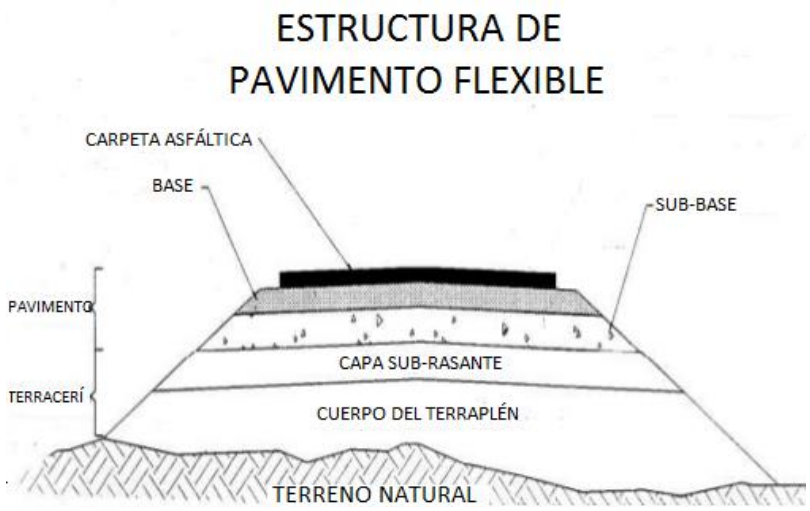



**Imagen 5.1.1 Estructura típica del pavimento flexible**

**Fuente:** es.slideshare.net (al día 3 de marzo 2015)

Sobre estas capas actúan cargas repetidas del tráfico, y dichas capas deben transmitirlas a la capa del terreno (imagen 5.1.2) y siempre que no se supere los esfuerzos y deformaciones admisibles.

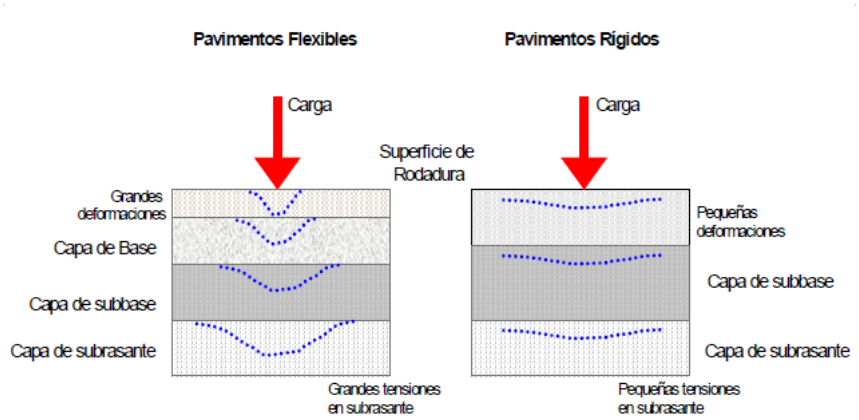



**Imagen 5.1.2 Esquema del comportamiento del pavimento rígido y flexible**

**Fuente**: (Coronado Iturbide, 2002), pp. 1, Cap. 5

**Elaboración**: (Coronado Iturbide, 2002)

## 5.2 VARIABLES GENERALES DE DISEÑO

La estructura de pavimentos considera ciertos elementos que influyen directamente en su cálculo, se denominan variables generales de diseño e incluyen las siguientes descritas; además se seguirá el esquema del resumen del método indicado en el apartado para la cámara de la construcción de la Maestría en Vías Terrestres, Modulo III, Diseño de Pavimentos I del Ingeniero Augusto corredor (2010).

### 5.2.1 LIMITACIONES DE TIEMPO

Estas limitaciones consideran que los pavimentos se diseñen considerando un periodo de comportamiento o diseño que indica el tiempo que pasara desde la construcción del pavimento hasta que llega a una serviciabilidad final asumida en el diseño y de un periodo de análisis que conforman la suma de 2 o más periodos de diseño según el tipo de configuración de pavimento escogida, en condiciones reales estos dos tiempos son iguales pero es recomendable considerar dentro del periodo de análisis al menos dos periodos de diseño, así para el presente proyecto se ha considerado 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 Lapsos 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 la determinación del tráfico se usa el método establecido en el Método AASHTO-72 que se basa en la determinación de las cargas equivalentes acumuladas (Wt18) en base al número de cargas de 80 kN acumuladas en el año de diseño, considerando que se diseñara para dos etapas de 10 años cada una, se determinara estas cargas para los 10 y 20 años de diseño.

#### 5.2.2.1 Determinación de las cargas equivalentes acumuladas (Wt18)

Para determinar este valor de cargas equivalentes acumuladas se utilizó la ecuación (46) donde se requirió determinar previamente los valores descritos a continuación:

$$W_t 18 = \frac{TPDA_i + TPDA_f}{2} * FEi * FDC * FRS * 365 * n \quad (46)$$

Donde:

Wt18 = ejes equivalentes estándar (8,2 Tn)
TPDA*i* = es el volumen de vehículos en el año 2015
TPDA*f* = es el volumen de vehículos en el año 2025 (10 años de diseño) y 2035 (año final de análisis)
FEi = 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

### 5.2.2.1.1 Proceso de cálculo del número de ejes equivalentes estándar Wt18

De acuerdo al método utilizado para determinar el valor de Wt18 se recurre al uso de los factores de equivalencia de carga “FEi” que se indican en las tablas del anexo 11.1, dichos factores 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 escoge de acuerdo a los valores recomendados en la tabla 5.2.2; 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 trafico | 3,0 |
| Autopistas urbanas e interurbanas y troncales de trafico normal | 2,5 |
| Vías Locales, ramales, secundarias y agrícolas | 2,0 |

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

**Elaboración**: (Corredor M., 2010), Wilman Avila

- Selección de un número estructural “SN” asumido

El valor de “SN” se asume arbitrariamente considerando que dicho valor se compara con el SN calculado con la ecuación (50) estos se deben diferenciar en un valor menor a 0.5, caso contrario se repetirá el proceso tomando como SN inicial el calculado en la primera iteración.

Como recomendación (Corredor M., 2010), se asumió un SN inicial igual 3, valor que representa el espesor del pavimento en pulgadas, debido que para el primer periodo de diseño cumple un SN = 2.8787 y para el segundo un SN = 3.3031 se considera correcto el SN asumido SN final = 3.

- Determinación de los factores de equivalencia de carga FEi de cada vehículo de diseño

Para determinar el FEi de cada vehículo se interpola con los valores que se muestran en las tablas indicadas en el anexo 11.1 de acuerdo al tipo de eje del vehículo, al valor de serviciabilidad final “pt” = 2 y del número estructural “SN” asumido.

Dicho proceso se ilustra en la tabla 5.2.3.

**Tabla 5.2.3 Factor de equivalencia de cargas "Factor Camión"**

| Tipo de vehículo | TPDA% | Ejes | Tipo de eje | Peso p/eje | | FEi | Carga Equivalente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Ton | Kip | | |
| Livianos 2D | 60% | 1 | Simple | 3 | 6,63 | 0,0192 | 0,01154586 |
| | | 2 | Simple | 4 | 8,84 | 0,0560 | 0,03359669 |
| Camiones 2DB | 40% | 1 | Simple | 7 | 15,47 | 0,5224 | 0,20897459 |
| | | 2 | Simple | 11 | 24,31 | 3,8660 | 1,54638674 |
| | | | | | F. Camión | | 1,80050387 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Marzo, 2015

- 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 = 50%.

**Tabla 5.2.4 Valores recomendados "FDC"**

| N° 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 = 100%.

**Tabla 5.2.5 Valores recomendados del % ejes equivalentes en el carril de diseño**

| N° 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 (2015-2025) | Periodo de diseño II (2025-2035) |
|---|---|---|
| Wt18 | 371339 | 550549 |
| Wt18 acumulado | 371339 | 921887 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Marzo, 2015

### 5.2.3 CONFIABILIDAD

La confiabilidad en diseño de pavimentos hace referencia a la confianza de que los valores asumidos en el diseño sean iguales a los que actuarán en la realidad en el pavimento diseñado.

Considerando que dicho factor se determina algebraicamente mediante un proceso estadístico complejo la AASHTO elaboró un cuadro (tabla 5.2.7) con valores de confiabilidad que se escogen en función del grado de servicio, tomando en cuenta que 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

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

Para el presente diseño se optó por un valor de confiabilidad “R” = 70% tomando como promedio inmediato superior que se puede usar en la elección del desviador “ZR” más adelante indicado que es el valor que se aplicará en el cálculo del diseño del pavimento.

### 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

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

### 5.2.3.2 Desviación estándar del sistema (So)

Por otro lado 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 So = 0.45.

**Tabla 5.2.9 Valores recomendados en la desviación estándar (So)**

| 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

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

### 5.2.4 IMPACTO DEL AMBIENTE

El impacto del ambiente se refiere a la acción de la temperatura y la 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.

Para considerar este factor en el diseño de pavimentos se usa el índice de servicapacidad, este a su vez para ingresar en la ecuación de diseño de la AASHTO-93 se determina una servicapacidad inicial y una final y con estos la pérdida de serviciabilidad o servicapacidad.

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

La servicapacidad final (Pt) 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, aunque se recomienda que aunque el trafico sea demasiado bajo nunca se tome un valor menor a 1,8 y en caso de que se requiera un valor más bajo aún se recomienda disminuir el periodo de diseño.

**Tabla 5.2.10 Valores recomendables de servicapacidad final (Pt)**

| Configuración vial | Valores de servicapacidad final (Pt) |
|---|---|
| Autopistas urbanas y troncales con mucho trafico | 2,5 – 3,0 |
| Autopistas urbanas y troncales con trafico 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

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

El valor que ingresa en la ecuación es de Pt = 2,0 aplicando perdida de la servicapacidad inicial menos la servicapacidad final $\Delta PSI = Po - Pt$ da como resultado un valor de perdida 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 (MR $_{RASANTE.}$)

El método AASHTO-93 para diseño de pavimentos indica 4 formas de obtener el valor del módulo resiliente (MR.) el primero es el análisis de muestras de material en diferentes épocas del año, una segunda forma analizando deformaciones de vías similares a la que se quiere construir, una tercera forma y el cual usó en el actual análisis que obtiene dicho valor 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), y una última forma mediante el método WinPAS de la Asociación de Pavimentadores de Concreto de los Estados Unidos (ACPA).

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:

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

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

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

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

3) 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$^2$ (psi)

Para el caso actual el CBR de diseño es igual a 3,5% (imagen 5.3.1) por lo que es menor al 10% y que indica la utilización de la ecuación 47 dando un valor del módulo resiliente MR. = 1500*3,5% = 5250 lb/pulg2.

### 5.3.2 ELECCIÓN DEL CBR DE DISEÑO

Para la elección del 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 abscisado vs el % del percentil igual o mayor al de dicho abscisado. Dicho método se muestra en la tabla 5.3.1 y en la imagen 5.3.1 que se muestran a continuación.

**Tabla 5.3.1 Determinación del CBR de diseño**

| Calicata | ABS | CBR % | CBR DE MENOR A MAYOR | Frecuencia | Percentil |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0+000 | 5.20 | 3.70 | 9 | 100% |
| 2 | 0+580 | 7.10 | 3.90 | 8 | 89% |
| 3 | 1+300 | 16.00 | 4.20 | 7 | 78% |
| 4 | 1+900 | 31.00 | 4.30 | 6 | 67% |
| 5 | 2+280 | 3.70 | 5.20 | 5 | 56% |
| 6 | 3+100 | 3.90 | 7.10 | 4 | 44% |
| 7 | 3+800 | 20.00 | 16.00 | 3 | 33% |
| 8 | 4+300 | 4.20 | 20.00 | 2 | 22% |
| 9 | 4+880 | 4.30 | 31.00 | 1 | 11% |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

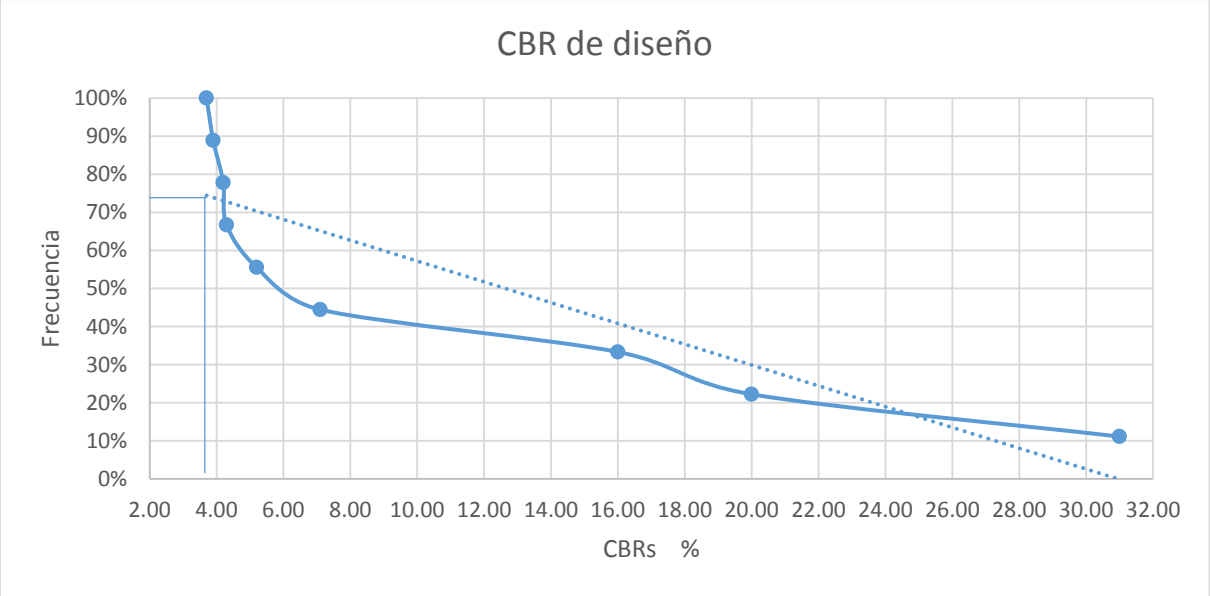



**Imagen 5.3.1 Graficación de CBR de diseño**

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

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 3,5%.

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

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

Los CBR de la sub-base, base y el concreto asfaltico se obtuvo de la recomendación de la Norma Ecuatoriana Vial y de recomendaciones de profesionales con experiencia sobre el tema (Ministerio de Transporte y Obras Públicas)

Así el CBR de la sub-base se recomienda por la norma que sea mínimo un 30% pero por la experiencia de profesionales se optó por un valor de 40% valor que poseen los materiales de sub-base en la provincia del Azuay, que es donde se diseña el proyecto vial, y usando la ecuación señalada se obtuvo un módulo resiliente $MR_{SUB-BASE}$ = 16199 lb/pulg2

Para el valor del CBR de la base, se optó por la recomendación de la norma que indica un CBR mínimo de 80% valor que se utilizó para el diseño de pavimento y produjo un $MR_{BASE}$ = 19198 lb/pulg2

Y de igual manera el CBR del concreto asfaltico a usarse en el diseño es de 266,67% y que resulta en un $MR_{CONCRETO\ ASFÁLTICO}$ = 24406 lb/pulg2

Cabe recalcar que estos valores son los recomendados por la norma y por experiencia profesional, pero que al momento de la construcción se deberá indagar este valor en la respectiva mina donde se planee extraer los materiales para la composición del concreto asfaltico.

## 5.4 ECUACIÓN DE DISEÑO

La ecuación utilizada (50) es la establecida por el método AASHTO-93 incorporando nuevos términos al método desarrollado en 1961 por la misma entidad. (Corredor M., 2010)

Además cabe señalar que 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 indicando en el inciso 5.2.2.1.1.

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

Donde las variables dependientes son:

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

**$Z_R$:** 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.

**ΔPSI:** Perdida 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**).

**$M_R$:** Modulo 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 dependiente 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 lo hizo mediante la aplicación del software Excel con la aplicación de la ecuación 50, se tomó como SN asumido final = 3, valor que se utilizó en el cálculo del SN de la sub-base, base y concreto asfáltico, dicho proceso se ilustra a continuación, además cabe señalar que en el cálculo a la parte izquierda de la ecuación se lo denomino termino A y el resto de la ecuación conforman el termino B.

**Cuadro 5.5.1 Cálculo del SN estructural**

| | VARIABLES | = | VALOR |
|---|---|---|---|
| | ZR | = | -0.524 |
| | So | = | 0.45 |
| | ΔPSI | = | 2.2 |
| | MR | = | 5250 |
| PERIODO DE DISEÑO I | W18 | = | 371339 |
| | TERMINO A | = | 5.5698 |
| | TERMINO B | = | 5.5698 |
| | SN | = | 2.8787 |
| PERIODO DE DISEÑO II | W18 | = | 921887 |
| | TERMINO A | = | 5.9647 |
| | TERMINO B | = | 5.9647 |
| | SN | = | 3.3031 |

**Elaboración**: Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

### 5.5.1.1 Número estructural de la carpeta asfáltica

De la misma manera y aplicando el SN inicial igual a 3 se calcula del 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.

**Cuadro 5.5.2 Número estructural SN carpeta asfáltica**

| | VARIABLES | = | VALOR |
|---|---|---|---|
| | ZR | = | -0.524 |
| | So | = | 0.45 |
| | ΔPSI | = | 2.2 |
| | MR | = | 400000 |
| PERIODO DE DISEÑO I | W18 | = | 371339 |
| | TERMINO A | = | 5.5698 |
| | TERMINO B | = | 5.5698 |
| | SN | = | 0.3041 |
| PERIODO DE DISEÑO II | W18 | = | 921887 |
| | TERMINO A | = | 5.9647 |
| | TERMINO B | = | 5.9647 |
| | SN | = | 0.4372 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

### 5.5.1.2 Número estructural de la base

De igual manera solamente cambiando el módulo resiliente por el respectivo de la base granular se determina el siguiente proceso.

**Cuadro 5.5.3 Número estructural SN base**

| | VARIABLES | = | VALOR |
|---|---|---|---|
| | ZR | = | -0.524 |
| | So | = | 0.45 |
| | ΔPSI | = | 2.2 |
| | MR | = | 19198 |
| PERIODO DE DISEÑO I | W18 | = | 371339 |
| | TERMINO A | = | 5.5698 |
| | TERMINO B | = | 5.5698 |
| | SN | = | 1.7783 |
| PERIODO DE DISEÑO II | W18 | = | 921887 |
| | TERMINO A | = | 5.9647 |
| | TERMINO B | = | 5.9647 |
| | SN | = | 2.0686 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

### 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.

**Cuadro 5.5.4 Número estructural SN sub-base**

| | VARIABLES | = | VALOR |
|---|---|---|---|
| | ZR | = | -0.524 |
| | So | = | 0.45 |
| | ΔPSI | = | 2.2 |
| | MR | = | 16199 |
| PERIODO DE DISEÑO I | W18 | = | 371339 |
| | TERMINO A | = | 5.5698 |
| | TERMINO B | = | 5.5698 |
| | SN | = | 1.9002 |
| PERIODO DE DISEÑO II | W18 | = | 921887 |
| | TERMINO A | = | 5.9647 |
| | TERMINO B | = | 5.9647 |
| | SN | = | 2.2047 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

## 5.6 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA

Para determinar los coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica se utiliza el siguiente ábaco considerando que para ello se tiene que conocer previamente el valor de la estabilidad de Marshall en función del tráfico presente en la vía a diseñarse.

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

**Elaboración:** Wilman Avila, Abril 2015 (Excel)

Se escogió el tráfico liviano en consideración al estudio de tráfico que establece un valor de vehículos pesados al día igual a 47 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 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CRITERIOS MARSHALL | min | Max | min | Max | min | Max | min | Max |
| Estabilidad (lb) | 2200 | ------- | 1800 | ------- | 1200 | ------- | 1000 | 2400 |

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

**Elaboración:** Wilman Avila, Abril 2015 (Excel)

Basados en tabla 5.6.2 se asumió un promedio de valores mínimo y máximo de la estabilidad de Marshall resultando un valor igual a 1700 lb.

Ahora se utiliza el siguiente ábaco dando con ello un coeficiente estructural a1 = 0.4

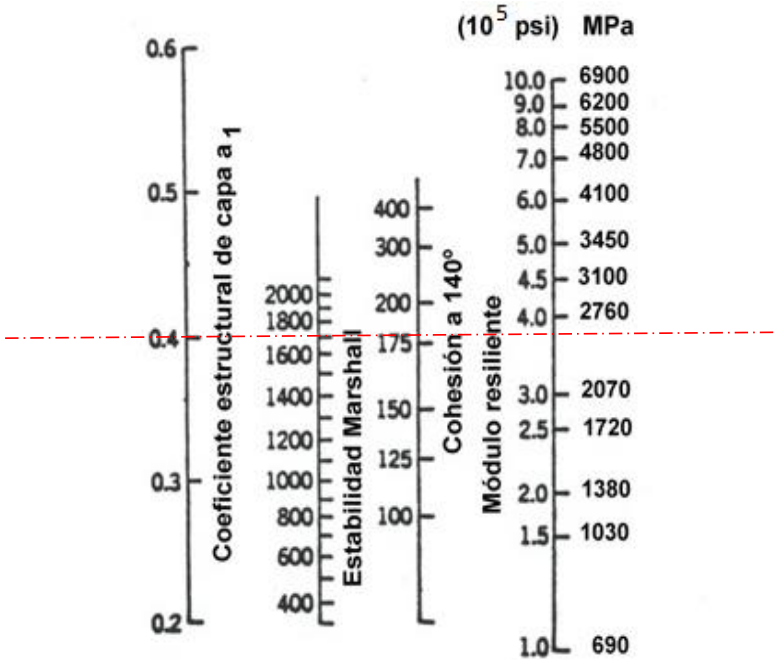



**Imagen 5.6.1 Coeficiente estructural de la capa asfáltica**

**Fuente:** www.libro-pavimentos.blogspot.com (al día 10 de Abril de 2015)

### 5.6.2 BASE

La capa de la base se debe componer principalmente de piedra, grava o escoria triturada, además de la presencia en la mezcla de arena, las diferentes experiencias sobre el tema han dado como resultado recomendaciones de mejorar dichas mezclas de la capa Base con el uso de conglomerantes como cemento, asfalto o cal.

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

- Resistir los cambios de temperatura y humedad del medio ambiente.
- No presentar esponjamiento significativo que pueda comprometer la estructura de la carpeta de rodadura.
- El desgaste del material según el ensayo “Los ángeles” será inferior a 50.
- El porcentaje del material que pasé el tamiz #40 debe tener un límite liquido (wl) menor a 25% y un índice de plasticidad (Ip) menor al 6%.
- El porcentaje del material que pasé 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 será inferior a 80%.

Así se determina el valor de los coeficientes estructurales a2 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 a2 = 0.132

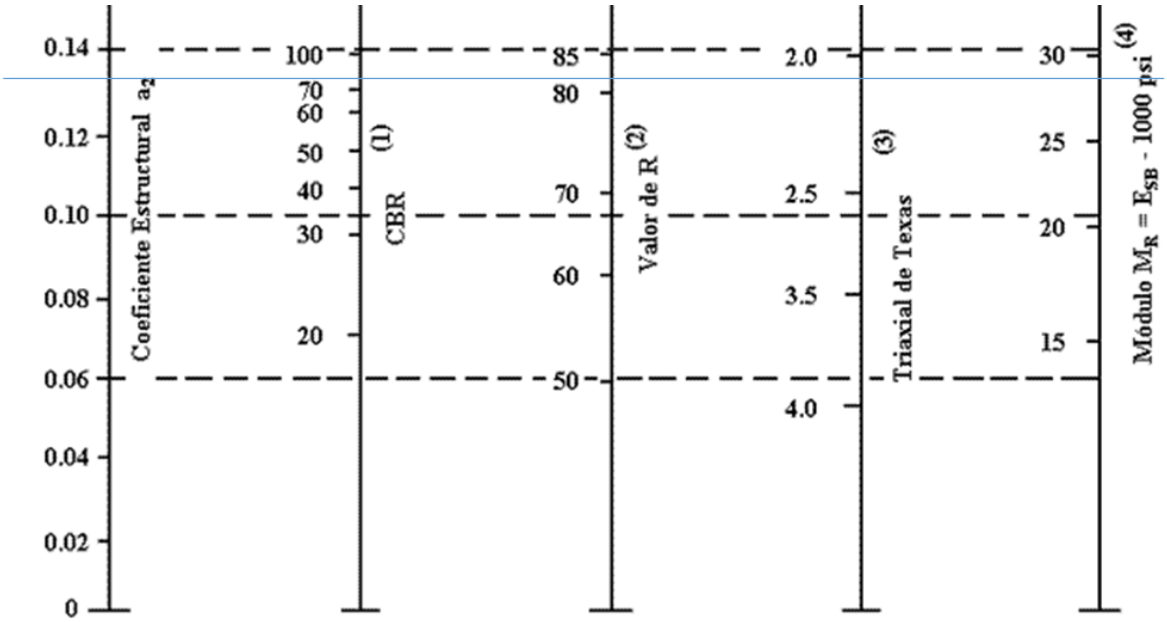



**Imagen 5.6.2 Coeficiente estructural de la capa Base a2**

**Fuente:** www.ingenierocivilinfo.com (al día 10 de Abril de 2015)

### 5.6.3 SUB-BASE

Esta capa se la coloca debajo de la capa Base la cual a su vez está debajo de la capa del concreto asfáltico, en ciertas condiciones se puede obviar esta capa cuando la sub-rasante, capa que se encuentra debajo de la misma es lo sufrientemente resistente para resistir las cargas actuantes sobre la vía.

Está 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).
- El porcentaje que pase el tamiz #40 debe tener un Ip < 6% y un wL < 25%.
- El valor de su CBR igual o mayor al 30%, y con tratamientos externos un mínimo del 40%, valor que se asumió en el respectivo cálculo.

Por último se establece el valor del coeficiente estructural a3 de la capa de sub-base en función del CBR de la misma = 40% dando un valor del a3 = 0.12

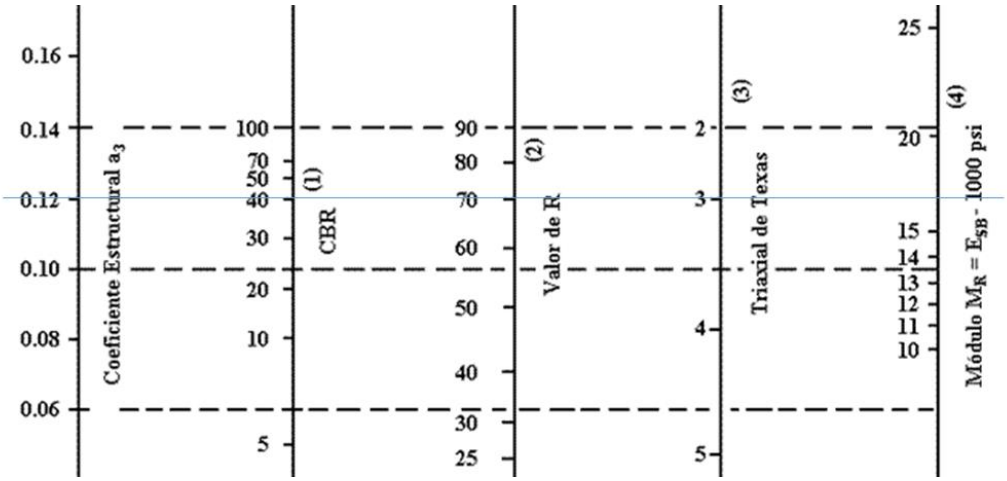



**Imagen 5.6.3 Coeficiente estructural de la capa Sub-base a3**

**Fuente:** www.ingenierocivilinfo.com (al día 10 de Abril de 2015)

## 5.7 COEFICIENTE DE DRENAJE

Para considerar la importancia que tiene el drenaje en el diseño del pavimento flexible el método de diseño AASHTO-93 hace uso del coeficiente de drenaje, el cual queda a criterio del profesional quien realiza el diseño.

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

- Traslado de partículas por los espacios del suelo.
- Fallas producidas por escurrimiento incontrolado del suelo por la saturación del mismo.
- Ablandamiento de la sub-rasante si esta permanece saturada por un lapso considerable de tiempo.
- Degradación de la calidad del material del pavimento por acción de la humedad y por ende del desprendimiento de la capa asfáltica.

Como recomendaciones para evitar estos daños se debe hacer un estudio profundo del material que se usará en el diseño de pavimentos, pero como primera acción se recomienda lo siguiente:

- Crear una buena mezcla asfáltica con los respectivos aditivos que logre un buen sellado de la carpeta de rodadura.
- Construir un buen sistema de drenaje para evacuar lo más rápido posible la humedad presente en la sección vial y evitar su rápido deterioro.

Así este método como se ilustra a continuación deja a criterio del profesional identificar 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)

**Elaboración:** Wilman Avila, Abril 2015 (Excel)

La elección de una calidad de drenaje aceptable indica que el tiempo necesario para que el agua se drene de la carpeta de rodadura que será de 1 semana

Ya determinado la calidad de drenaje se obtiene los valores de “mi” recomendables para modificar los coeficientes estructurales de la base y sub-base.

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, además se tomó un valor promedio de los recomendados dando valores de m2 (base) y m3 (sub-base) = 0.90.

**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)

**Elaboración:** Wilman Avila, Abril 2015 (Excel)

## 5.8 CÁLCULO DE ESPESORES POR CAPA

Para la elección de los espesores de las diferentes capas del pavimento se hace uso del método multicapa que establece las siguientes ecuaciones con las que se determinará los espesores mínimos de cada capa que componen el pavimento.

Cabe indicar que las siguientes ecuaciones las variables D, a, m y SN son valores mínimos mientras que 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 de cálculo tanto para el primer como para el segundo periodo de diseño.

**Tabla 5.8.1 Espesores de la carpeta de rodadura 2015 - 2025**

| Determinación de espesores | | | |
|---|---|---|---|
| **Capa** | **Esp. Cal. (pulg)** | **Esp. Asu. (pulg)** | **Esp. Asumido (cm)** |
| D1= | 0.76 | 3.00 | 8 |
| D2= | 4.87 | 5.80 | 15 |
| D3= | 9.16 | 9.30 | 24 |
| Espesor Total | 14.79 | 18.10 | 46 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

Y para comprobar si estos valores están bien escogidos se toma en cuenta que la suma de los SN finales = 2.89 sea mayor que el SN determinado inicialmente = 2.88.

**Tabla 5.8.2 Números estructurales 2015 - 2025**

| Números estructurales | |
|---|---|
| SN1= | 1.20 |
| SN2= | 0.69 |
| SN3= | 1.00 |
| | 2.89 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

Con el mismo criterio se muestra el proceso para el periodo 2025 - 2035

**Tabla 5.8.3 Espesores de la carpeta de rodadura 2025 - 2035**

| Determinación de espesores | | | |
|---|---|---|---|
| **Capa** | **Esp. Cal. (pulg)** | **Esp. Asu. (pulg)** | **Esp. Asu. (cm)** |
| D1= | 1.09 | 4.03 | 10 |
| D2= | 3.84 | 5.80 | 15 |
| D3= | 9.28 | 9.30 | 24 |
| **Espesor Total** | 14.21 | 19.13 | 49 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

**Tabla 5.8.4 Números estructurales 2025 - 2035**

| Números estructurales | |
|---|---|
| SN1= | 1.61 |
| SN2= | 0.69 |
| SN3= | 1.00 |
| | 3.31 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

En la tabla 5.8.4 se comprueba que la suma de los SN = 3.31 sea mayor que el determinado inicialmente SN = 3.30.

## 5.8.1 DIAGRAMAS DE LA CARPETA ASFÁLTICA

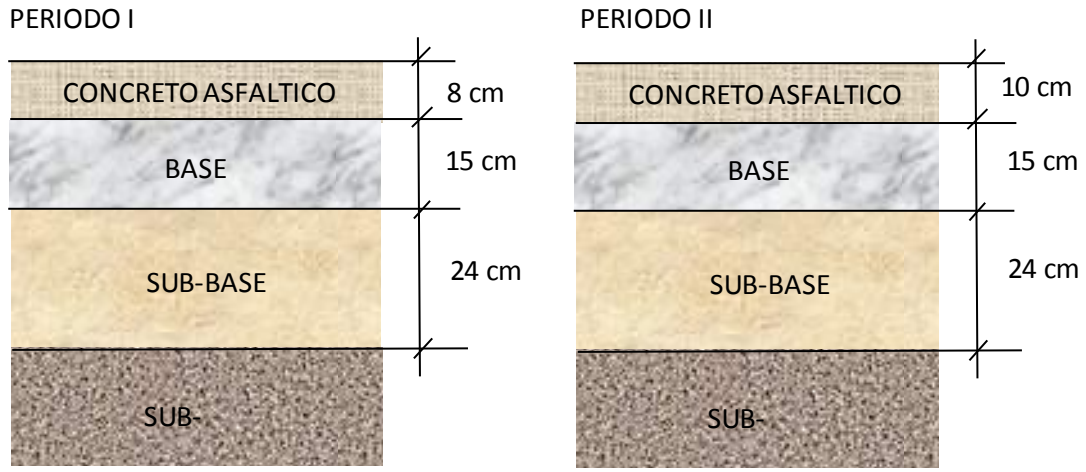



**Imagen 5.8.1 Diagrama de la carpeta asfáltica**

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** Abril, 2015

# CAPITULO 6 DISEÑO HIDROLÓGICO

## 6.1 INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico aunque de gran utilidad en todos los ámbitos del desempeño cotidiano ha sido siempre unos de los grandes temas a tratar en el campo de la construcción.

En el presente caso como lo es una construcción de una carretera, el agua se debe tomar en cuenta con el fin de evitar daños a causa principalmente de las precipitaciones que afectan las microcuencas de aporte a más de los ríos o quebradas por donde el diseño vial atraviesa.

## 6.2 DRENAJE VIAL

La topografía irregular del terreno provoca que la acumulación de las precipitaciones por el suelo poco permeable actúe sobre cualquier parte de la estructura vial y las que pudieran dañar a la misma, por ello se considera el diseño de una estructura de drenaje ya sea esta longitudinal o transversal a la vía.

El drenaje vial cumple principalmente las siguientes funciones como lo indica el ministerio de transporte y obras públicas en su norma vial en el capítulo referente al diseño de drenes, con la única observación de que las 3 primeras funciones lo cumple el drenaje longitudinal y la última lo hace el transversal. (2013)

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- Controlar el nivel freático.
- Interceptar el agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera.
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

### 6.2.1 DRENAJE LONGITUDINAL

Este tipo de drenaje lo conforman estructuras como cunetas, cunetas de coronación, canales de encausamiento, bordillos, y sub-drenes, se denominan como estructuras de captación y defensa.

En lo referente a cunetas es necesario calcular su área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente, nivelación de fondo y el tipo de estructura a usar, ya que su sección pueden ser rectangulares, trapezoidales, circulares o triangulares principalmente, de las cuales la sección más usada y que también se lo hará para el presente proyecto es la triangular.

Para la recolección de las aguas de la carretera diseñada respecto al drenaje longitudinal se hará uso de cunetas a lo largo de la misma.

#### 6.2.1.1 Cunetas

Las cunetas son diseñadas en zonas donde existe corte de talud ya sea a uno o a los 2 lados de la carretera, estas receptan las aguas de la calzada de la carretera, de los taludes y pequeñas áreas adyacentes a la vía para transportarlas a un drenaje natural o estructuras de drenaje transversal artificiales. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Como ya se indicó en el presente proyecto se diseñarán cunetas con sección triangular cuyas medidas se mostrarán más adelante.

Estas estructuras se ubican como lo recomienda la norma entre el talud de corte y el espaldón de la carretera, en casos excepcionales por motivos de estructuras laterales que impidan su construcción se obvia el espaldón y se ubica directamente junto a la calzada de la carretera.

La pendiente de estas cunetas es similar a la pendiente longitudinal de la vía, pero con una pendiente mínima de 0,5% y una máxima dependiendo de la velocidad del agua donde según la misma se condiciona el material de revestimiento de dicha cuneta.

En la tabla 6.2.1 se muestra las velocidades de erosión de diferentes materiales según lo indica el Ministerio de Obras Públicas (2003) que condiciona lo anteriormente dicho, aunque como recomendación se limita a 3 m/s en zampeado y 4 m/s en hormigón.

**Tabla 6.2.1 Velocidades de erosión de diferentes materiales**

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

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 255)**

**Elaboración:** Wilman Avila (junio 2015)

En secciones triangulares en cunetas como en el presente proyecto se recomienda los taludes de la sección hacia la vía de 3:1 o 4:1 y hacia el talud según él la pendiente de dicho talud que para el presente proyecto son 1:1 y siempre considerando una lámina de agua no mayor a 30 cm. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 256)

A pesar de la recomendación de la norma por razones hidráulicas con el fin de reducir la velocidad de transponte del agua puesto que en el presente proyecto se tienen pendientes cercanas del 16% se optó por taludes hacia la vía de 2:1 y vertical hacia el talud de corte.

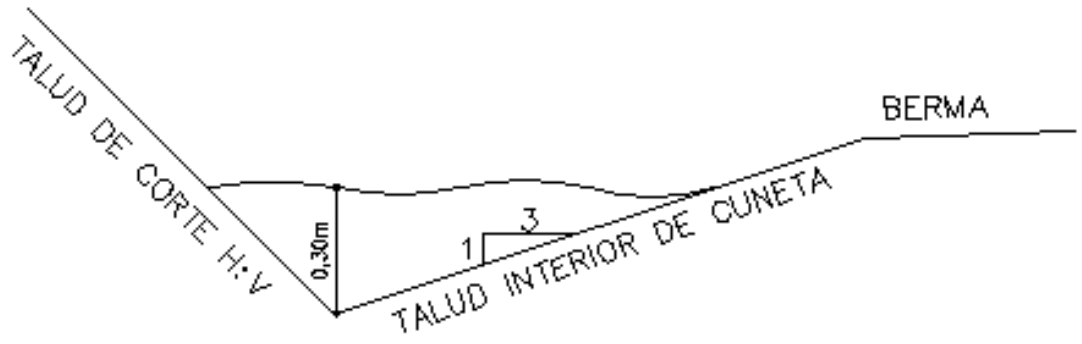



**Imagen 6.2.1 Sección tipo de cuneta**

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 255)**

**Elaboración:** Wilman Avila (junio 2015)

### 6.2.1.1.1 Diseño hidráulico de la cuneta.

El diseño hidráulico de la cuneta como ya se dijo se realizó con la ayuda de la hoja electrónica de Excel con la aplicación de las siguientes ecuaciones.

- Caudal de cuneta

El caudal que transportará las cunetas son determinadas con la ecuación de Manning (56).

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{2/3} * S^{1/2} \quad (56)$$

Dónde: Q: caudal del canal ($m^3/s$)
n: coeficiente de rugosidad (adimensional)
A: área de la sección del canal $m^2$
Rh: radio hidráulico (m)
S: pendiente longitudinal de la cuneta (m/m)

De los términos indicados en la ecuación 56 el valor de "n" es obtenido de la investigación de Manning, en el cuadro 6.2.1 se observan valores de este coeficiente en función del tipo de material por el que recorre el agua.

**Cuadro 6.2.1 Coeficientes de rugosidad "n"**

| DESCRIPCION | "n" |
|---|---|
| TUBOS DE HORMIGON | 0.012 |
| Tubos de metal corrugado o tubos en arco: | |
| a) Simple o revestido | 0.024 |
| b) Solera pavimentada | 0.019 |
| Tubo de arcilla vitrificada | 0.012 |
| Tubo de hierro fundido | 0.013 |
| Alcantarilla de ladrillo | 0.015 |
| Pavimento asfáltico | 0.015 |
| Pavimento de hormigón | 0.014 |
| Parterre de césped | 0.05 |
| Tierra | 0.02 |
| Grava | 0.02 |
| Roca | 0.035 |
| Areas cultivadas | 0.03-0.05 |
| Matorrales espesos | 0.07-0.14 |
| Bosques espesos-poca maleza | 0.10-0.15 |
| Cursos de agua | |
| a) Algo de hierba y maleza-poco o nada de matorrales | 0.03-0.035 |
| b) Maleza densa | 0.035-0.05 |
| c) Algo de maleza-matorrales espesos a los costados | 0.05-0.07 |

**Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 301)**
**Elaboración: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas)**

- Área de la sección

El área de la sección se obtiene con la aplicación de geometría básica.

$$A = \frac{B*h}{2} \quad (57)$$

Dónde: B: Ancho del espejo de agua (m)
h: altura de la lámina de agua que el presente proyecto es de 0,30 m

- Radio hidráulico

$$Rh = \frac{A}{P} \quad (58)$$

Dónde: P: perímetro mojado (m)

- Perímetro mojado

$$P = h * \sqrt{h^2 + B^2} \quad (59)$$

- Pendiente longitudinal de la cuneta

La pendiente longitudinal de la cuneta es similar a la pendiente longitudinal de la vía pero siempre por cuestiones constructivas usando valores múltiplos de 0.5.

En la tabla 6.2.2 se muestra valores del caudal y las velocidades del agua de acuerdo a la sección escogida con un ancho de 0.60 m y los taludes ya indicados, aquí se nota que sabiendo que la pendiente máxima de la vía es de 15.60% se podría asumir como una pendiente máxima de la cuneta de 16%.

- Velocidad

$$V = \frac{Q}{A} \tag{60}$$

**Tabla 6.2.2 Cálculo hidráulico de las cunetas**

| Pendiente longitudinal J | Área canal (m2) | Perímetro mojado (m) | Lamina "y" (m) | Rugosidad "n" | Velocidad "v" (m/s) | Caudal "Q" (m3/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 1.207 | 0.109 |
| 1.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 1.707 | 0.154 |
| 1.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 2.091 | 0.188 |
| 2.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 2.414 | 0.217 |
| 2.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 2.699 | 0.243 |
| 3.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 2.957 | 0.266 |
| 3.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 3.193 | 0.287 |
| 4.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 3.414 | 0.307 |
| 4.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 3.621 | 0.326 |
| 5.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 3.817 | 0.344 |
| 5.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.003 | 0.360 |
| 6.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.181 | 0.376 |
| 6.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.352 | 0.392 |
| 7.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.516 | 0.406 |
| 7.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.675 | 0.421 |
| 8.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.828 | 0.435 |
| 8.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 4.977 | 0.448 |
| 9.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.121 | 0.461 |
| 9.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.261 | 0.474 |
| 10.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.398 | 0.486 |
| 10.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.531 | 0.498 |
| 11.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.661 | 0.510 |
| 11.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.789 | 0.521 |
| 12.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 5.913 | 0.532 |
| 12.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.035 | 0.543 |
| 13.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.155 | 0.554 |
| 13.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.272 | 0.564 |
| 14.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.387 | 0.575 |
| 14.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.500 | 0.585 |
| 15.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.611 | 0.595 |
| 15.50% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.720 | 0.605 |
| 16.00% | 0.09 | 0.971 | 0.3 | 0.012 | 6.828 | 0.615 |

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** junio 2015

### 6.2.2 DRENAJE TRANSVERSAL

El drenaje transversal en una carretera lo conforman estructuras como alcantarillas y puentes, en caso de alcantarillas algunas reciben los drenajes superficiales por medio de muros de ala al igual que los puentes o cajas con estructuras de salida de muros de ala con desembocadura en terreno aguas abajo.

#### 6.2.2.1 Alcantarillas de control

Las alcantarillas de control establecen pasos de la estructura vial para transportar el agua que resume desde las cunetas y pequeñas áreas de aporte siempre que del análisis hidrológico resulten áreas ínfimas que determinen el uso de diámetros mínimos de dichas alcantarillas a las que se denomina como alcantarillas de control. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013)

Debido a las áreas ínfimas estas estructuras se ubicarán por recomendación de profesionales del ramo cada 300 o 400 metros analizando el proyecto vertical ubicando las mismas en puntos bajos de las curvas cóncavas del perfil de la rasante, para observar la ubicación de estas estructuras se recomienda revisar el anexo de planos.

En la zona de emplazamiento del presente proyecto ya se cuentan con un canal de encausamiento de una fuente de agua que alimenta las zonas de riego del sector. Debido a que la vía diseñada atraviesa dicho canal se deberá construir una estructura transversal para proteger a la misma, esta estructura se encuentra en la abscisa 0+645 del proyecto vial.

En la imagen 6.2.2 se observa una cuneta tipo recomendada de la norma con una sección triangular para facilitar el recorrido de la escorrentía superficial y la cual está conectada a una estructura de caja para dar paso a la alcantarilla transversal y desembocar al lado contrario de la sección vial.

**Imagen 6.2.2 Drenajes longitudinal y transversal**

**Fuente:** www.subgerenciatarma.wordpress.com

Para el análisis de las alcantarillas que tengan áreas de aporte no mayores a 400 Ha. Seguiremos el proceso propuesto por el método empírico Racional el cual se deben seguir los siguientes pasos a continuación.

## 6.3 SISTEMA HÍDRICO DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra emplazado en la sub-cuenca del Río Vivar que desemboca en la cuenca del Río Jubones.

En la imagen 6.3.1 podemos observar el sistema hidrológico de la zona de emplazamiento del proyecto.

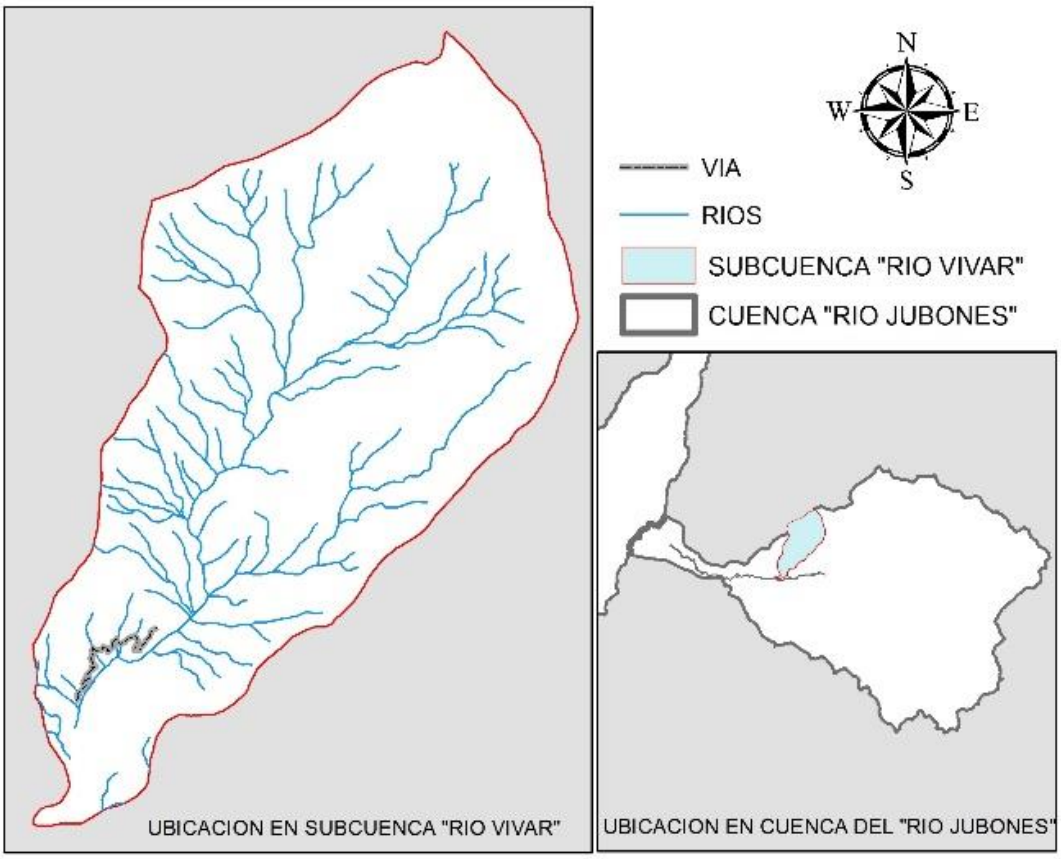



**Imagen 6.3.1 Sistema hídrico de la zona**

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar

**Elaboración:** Wilman Avila (ArcGIS)

## 6.4 DISEÑO HIDROLÓGICO DE LAS ALCANTARILLAS

### 6.4.1 CAUDAL MÁXIMO PROBABLE

El caudal máximo probable según lo establece el método de diseño elegido se calcula con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (61)$$

Dónde:

Q = caudal máximo probable ($m^3/s$)
C = Coeficiente de escorrentía
I = Intensidad de lluvia en mm/hora
A = Área de aportación Ha

## 6.4.2 PARÁMETROS DE DISEÑO

### 6.4.2.1 Coeficiente de escorrentía “c”

El coeficiente de escorrentía se aplica en este método con el fin de considerar la topografía del terreno, el uso que a este se dé, además del tipo de suelo que tenga la zona de estudio.

En la tabla 6.4.1 se observa los valores de este coeficiente.

**Tabla 6.4.1 Coeficientes de escorrentía**

| Cobertura vegetal | Coeficiente de escorrentía "C" | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pendiente del terreno | | | | |
| | Tipo de suelo | Pronunciada | Alta | Media | Suave | Despreciable |
| | | 50% | 20% | 5% | 1% | |
| Sin vegetación | Impermeable | 0.80 | 0.75 | 0.70 | 0.65 | 0.60 |
| | Semipermeable | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.50 |
| | Permeable | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 |
| Cultivos | Impermeable | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.50 |
| | Semipermeable | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 |
| | Permeable | 0.40 | 0.35 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |
| Pastos vegetación ligera | Impermeable | 0.65 | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 |
| | Semipermeable | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 |
| | Permeable | 0.35 | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 |
| Hierba, grama | Impermeable | 0.60 | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 |
| | Semipermeable | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 |
| | Permeable | 0.30 | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 |
| Bosques densa vegetación | Impermeable | 0.55 | 0.50 | 0.45 | 0.40 | 0.35 |
| | Semipermeable | 0.45 | 0.40 | 0.35 | 0.30 | 0.25 |
| | Permeable | 0.25 | 0.20 | 0.15 | 0.10 | 0.05 |

**Nota**: Para zonas que se espera puedan ser quemadas, se deben aumentar los coeficientes así, cultivos: multiplicar por 1,10, hierba: pastos y vegetación ligera, bosques y densa vegetación: multiplicar por 1,20.

**Suelos impermeables:** arcillosos-limos arcillosos-loes arcillosos
**Suelos semipermeables:** loam-loam arcillosos
**Suelos semipermeables:** arenosos-limos arenosos-loam arenosos-limos arenosos

**Fuente**: Normas internas de diseño de carreteras, puentes Copercuador 1999, pp.xxx

**Elaboración**: Normas internas de diseño de carreteras, puentes Copercuador 1999

Como conclusión y basándose en la tabla 6.4.1 decimos que el coeficiente de escorrentía por el tipo de terreno, uso y tipo de suelo se asume un coeficiente de escorrentía C = 0.55.

### 6.4.2.2 Intensidad de lluvia

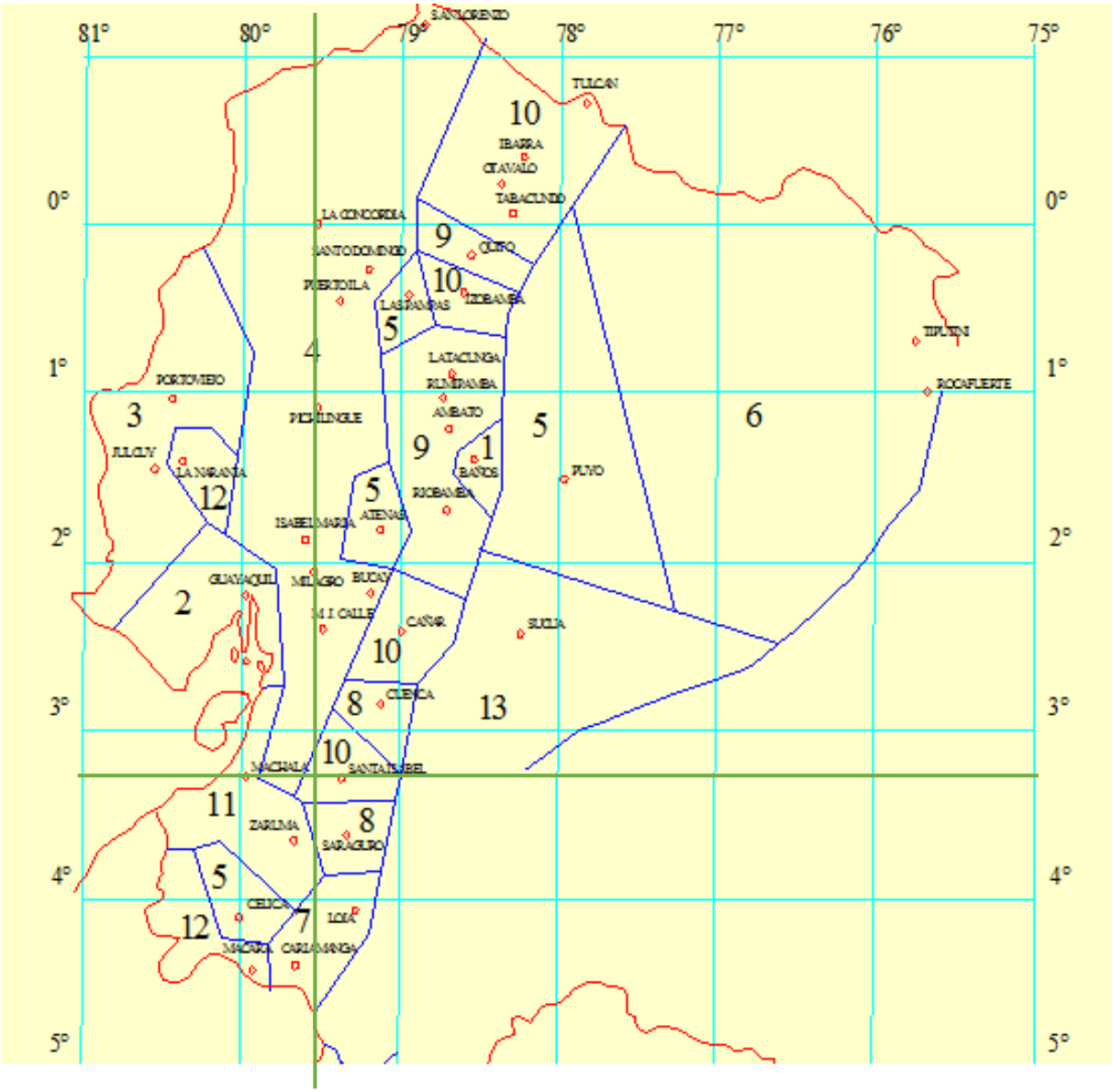
Las intensidades de lluvia son de gran importancia para determinar el caudal de aporte de una cuenca, para un correcto análisis de dicha intensidad se deben obtener en primer lugar la relación entre la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias o curvas IDF.

Las curvas IDF se deben obtener o calcular de acuerdo a la zona donde esté ubicado el proyecto a diseñarse ya sea este vial, de riego, de alcantarillado, etc., sabiendo esto primero se determina la cercanía de estaciones meteorológicas o hidrológicas al proyecto para la obtención de datos de las precipitaciones, para el presente proyecto se determinó la cercanía de la estación hidrológica de Uzcurrumi.

Por recomendación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas con el fin de facilitar el análisis hidrológico del sector se determinó la intensidad de lluvia usando las ecuaciones determinadas por el INAMHI con el fin de facilitar su cálculo.

A continuación se observa en el mapa 6.4.1 la ubicación del proyecto en su respectiva zonificación de precipitaciones hidrológicas.

En base a este análisis grafico se determinó que el proyecto se encuentra en la zona 10 de precipitaciones.




**Mapa 6.4.6.4.1 Zonificación de acuerdo la precipitación del sector**

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), 1999

Basados en la ubicación del proyecto se muestra las ecuaciones de las intensidades de la zona 10 de precipitaciones en la tabla 6.4.2 esto en función del tiempo de duración de las lluvias o también determinado por el tiempo de concentración del agua en las cuencas de aporte.

**Tabla 6.4.6.4.2 Ecuaciones de intensidades de la zona de precipitaciones 10**

| Zona | Duración | Ecuación | |
|---|---|---|---|
| 10 | 5 min < t < 88 min | $I = 40.414 * t^{-0.3124} * Id$ | 104 |
| | 88 min < t < 1440 min | $I = 356.17 * t^{-0.8009} * Id$ | 105 |

**Fuente:** (MTOP 2B, 2013, pág. 172)

**Elaboración:** Wilman Avila

### 6.4.2.3 Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración se determina por el tiempo que demora una gota de agua en caer en el punto más alto y alejado de la desembocadura de la cuenca hasta que esta llega teóricamente al punto de desembocadura de la misma, todo esto dependiendo de la topografía de la zona.

Este tiempo para cuestiones de diseño de drenajes en vías se toma en cuenta no hasta el punto de desembocadura de la cuenca sino hasta que dicha gota de agua llega al inicio de estructuras de drenaje de la carretera que va a diseñarse.

La expresión que se usará en el presente diseño es la obtenida del método de Clark quien se basó en la ecuación de Kirpich pero acotado para el sistema internacional de medidas y para análisis de cuencas de aporte pequeñas.

$$Tc = 0.0195\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (106)$$

Dónde L = Longitud del curso de agua (m)
H = Diferencia de nivel de los puntos extremos del curso de agua (m)
Tc = Tiempo de concentración (minutos)

Además se tiene la ecuación para determinar el tiempo de concentración basada en movimiento uniforme de la física que concluye el siguiente valor.

$$v = \frac{e}{t} \rightarrow t = \frac{e}{v} \rightarrow t = \frac{Li}{60 * Vi} \quad (107)$$

Dónde t = tiempo de concentración del cauce (min)
Li = longitud del cauce de la cuenca (m)
Vi = Tiempo de concentración en función del tipo de suelo del cauce (m/s)

Para encontrar los valores de estas longitudes primero se ubicó las alcantarillas en las abscisas que se indican en la tabla 6.4.3. Donde se muestra también si se trata de alcantarillas solamente de control o si se deberá calcula su área de aporte con la ayuda de la herramienta ArcGIS o si se deberá analizar la posibilidad de diseñar una estructura mayor como un puente.

**Tabla 6.4.6.4.3 Ubicación de las estructuras de drenaje transversal**

| Número | Abscisa | Tipo de estructura | Áreas de aporte | L (m) | H (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0+095 | Alcantarilla de control | | | |
| 2 | 0+270 | Calcular | 19,43 Ha | 940 | 440 |
| 3 | 0+410 | Alcantarilla de control | | | |
| 4 | 0+645 | Tubo de protección de canal | | | |
| 5 | 0+850 | Alcantarilla de control | | | |
| 6 | 1+220 | Alcantarilla de control | | | |
| 7 | 1+570 | Alcantarilla de control | | | |
| 8 | 2+020 | Alcantarilla de control | | | |
| 9 | 2+320 | Calcular | 257,09 Ha | 2610 | 960 |
| 10 | 2+690 | Alcantarilla de control | | | |
| 11 | 3+020 | Alcantarilla de control | | | |
| 12 | 3+280 | Calcular | 90,37 Ha | 2160 | 760 |
| 13 | 3+510 | Alcantarilla de control | | | |
| 14 | 3+840 | Calcular | 44,84 Ha | 1100 | 360 |
| 15 | 4+150 | Alcantarilla de control | | | |
| 16 | 4+430 | Alcantarilla de control | | | |
| 17 | 4+810 | Alcantarilla de control | | | |

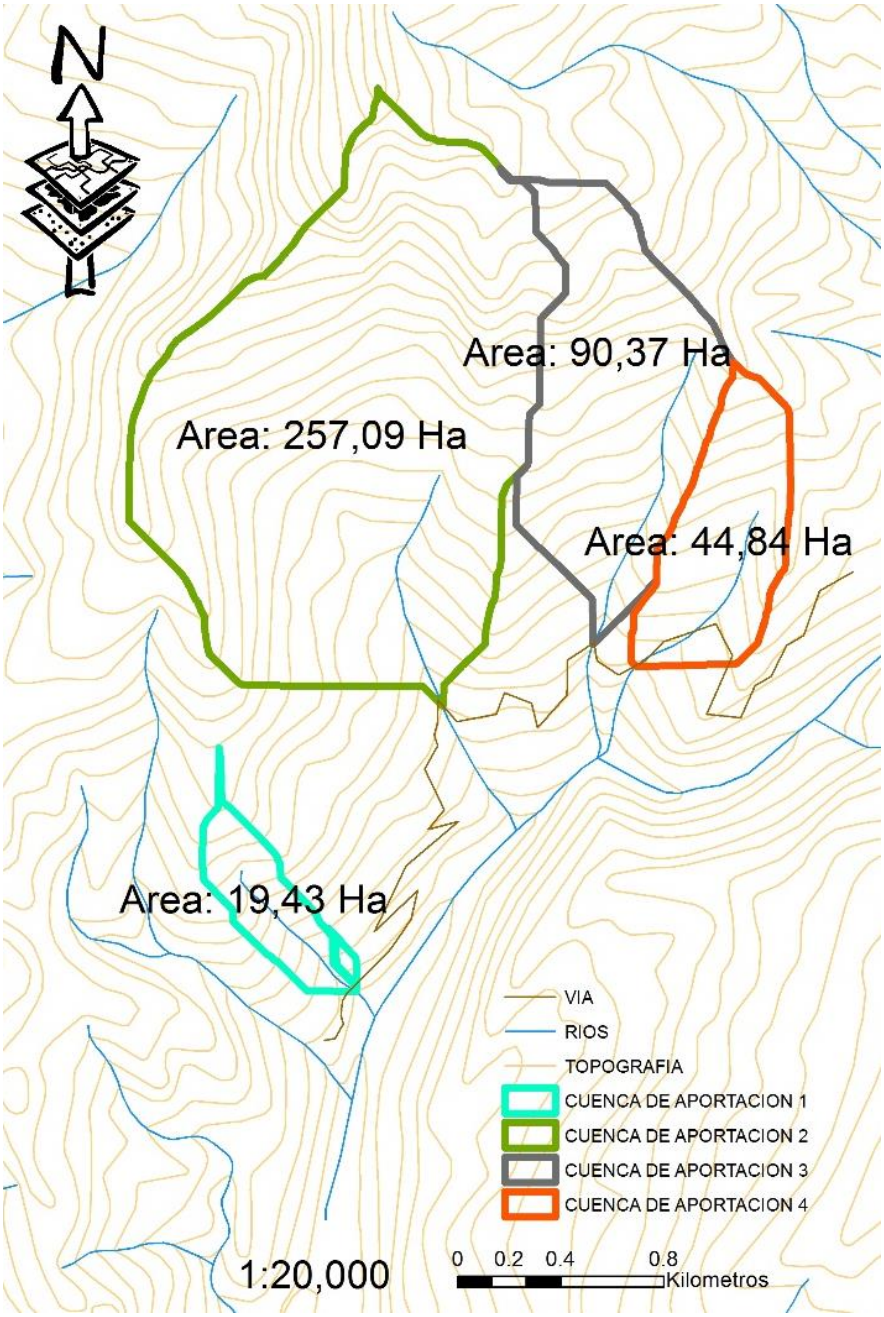
**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** junio 2015

### 6.4.2.4 Áreas de aporte de los drenajes transversales

Para la determinación de las áreas de control se utilizó la herramienta de análisis hidrológico ArcGIS donde se ubicaron las respectivas alcantarillas de control y se determinó las áreas de porte de las abscisas que se indican como necesarias calcular.

En el mapa 6.4.2 se observa las áreas de aportación de estas alcantarillas para su análisis con el método racional.




**Mapa 6.4.6.4.2 Áreas de aportación**

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar IGM

**Elaboración:** Wilman Avila (junio 2015)

### 6.4.2.5 Velocidades de escorrentía

En la tabla 6.4.4 se observa las velocidades de escurrimiento superficial que sirve para determinar el tiempo de concentración del curso de agua que si este resulta mayor que el calculado con el ecuación 106 da la seguridad de su cálculo.

**Tabla 6.4.4 Velocidades de escorrentía**

| Terreno por donde corre el agua | Velocidad m/s | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Porcentaje de pendiente del terreno | | | | | | |
| | 0-3 | 4-7 | 8-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 |
| Zona boscosa | 0.15 | 0.30 | 0.45 | 0.50 | 0.60 | 0.85 | 1.10 |
| Pastizales | 0.25 | 0.45 | 0.65 | 0.80 | 0.90 | 1.25 | 1.40 |
| Cultivos (siembra en surcos) | 0.30 | 0.60 | 0.90 | 1.10 | 1.20 | 1.35 | 1.50 |
| Cauces naturales no bien definidos | 0.25 | 0.75 | 1.20 | 1.85 | -- | -- | -- |

**Fuente**: Manual de diseño de carreteras del MOP

**Elaboración**: Manual de diseño de carreteras del MOP

### 6.4.2.6 Intensidad máxima en 24 horas

Con el fin de aplicar las ecuaciones de intensidad de lluvia se debe obtener el valor de las intensidades máximas diarias que resulta con la aplicación de la ecuación 107.

$$Id = \frac{Pd}{24} \rightarrow Id = \frac{706{,}2\ mm}{24h} \rightarrow Id = 29.84\ mm/h \qquad (108)$$

Dónde Id= intensidad máxima horaria (mm/h)
Pd = precipitación diaria máxima obtenida de la media de los valores de los datos de la estación Uzcurrumi (mm)

Así se muestra en las tablas 6.4.5 el cálculo hidrológico de las estructuras de drenaje transversal que se indicaron como necesarias su cálculo.

**Tabla 6.46.4.5 Calculo de intensidad "I"**

| # estructura | Tipo de suelo | Tiempo de concentración | | | | Intensidad Lluvia | Método racional | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Velocidad cauce (m/s) | Tc cauce (min) | Tc Kirpich (min) | Tc asumido (min) | Id (mm/h) | I (mm/h) | Área de aporte (Ha) | Coeficiente de escorrentía "c" | Q ($m^3/s$) |
| 2 | | 1.1 | 19,03 | 5.08 | 10 | 29.84 | 587.40 | 19.43 | 0.55 | 17.44 |
| 9 | Zona | 1.1 | 50.98 | 12.25 | 15 | 29.84 | 517.51 | 257.09 | 0.55 | 203.27 |
| 12 | boscosa | 1.1 | 41.98 | 10.77 | 15 | 29.84 | 517.51 | 90.37 | 0.55 | 71.45 |
| 14 | | 1.1 | 21.22 | 6.59 | 10 | 29.84 | 587.40 | 44.84 | 0.55 | 40.24 |

**Elaboración:** Wilman Avila

**Fecha:** junio 2015

## 6.5 DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS ALCANTARILLAS

Con el cálculo hidrológico ya indicado se procede al cálculo hidráulico de las alcantarillas y donde se concluye si se usará tubería de sección circular, sección cajón o puente.

La norma dimensiona las alcantarillas metálicas como se muestra en el cuadro 6.4.1 además de que el diámetro máximo por cuestiones constructivas se limitará a 2 m.

En estructuras de cajón se determinó el alto y ancho que deberán tener para satisfacer la demanda del sección requerida con el fin de cumplir con la recomendación de la norma que limita a 12 $m^2$ como sección máxima de las secciones de cajón sabiendo que si se sobrepasa esta sección se considera el estudio de un puente como se observa en la tabla 6.5.2.

**Cuadro 6.5.1 Diámetros permisibles y número de placas**

| Diámetro mm | Placas N° | Diámetro mm. | Placas N° | Diámetro mm | Placas N° |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.200 | 2 | 2.000 | 3 | 3.000 | 4 |
| 1.500 | 2 | 2.400 | 3 | + 3.000 | * |
| 1.800 | 2 | 2.800 | 4 | | |

Nota: Para diámetros mayores a 3.000 mm. se especificará el número de placas en los planos de la obra.

**Fuente**: Manual de diseño de carreteras del MTOP
**Elaboración**: Manual de diseño de carreteras del MTOP

## 6.5.1 RESUMEN DE CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS ALCANTARILLAS

En la tabla 6.5.2 se muestra un resumen del cálculo hidráulico de las alcantarillas de donde se determina si será de sección circular con el usó de tuberías de acero corrugado o comúnmente denominadas armico, o si se propondrá la construcción de drenajes de sección rectangular, o si se requerirá el estudio de una estructura de arte mayor como un puente.

**Cuadro 6.5.2 Calculo de alcantarillas**

| ABSC | CAUDAL (m3/s) | | | n | V (m/s) | J (%) | Long. (m) | Tipo | Area de seccion | SECCION CIRCULAR | | SECCION CAJON | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cuneta | Area aporte | Q Total | | | | | | | Diametro calculado | diametro asumido normas mop (m) | Altura H m | Largo L m |
| 0+095 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 0+270 | 0.15 | 17.44 | 17.59 | 0.024 | 1.707 | 4 | 9.5 | H° A° | 10.307 | | | 3.00 | 4.00 |
| 0+410 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 8.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 0+645 | 0.22 | | 0.22 | 0.012 | 2.414 | 2 | 10 | H° A° | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 0+850 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 8.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 1+220 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 8.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 1+570 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 8.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 2+020 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 2+320 | 0.31 | 203.27 | 203.58 | 0.012 | 3.414 | 4 | 10 | H° A° | 59.632 | | | puente | |
| 2+690 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 8.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 3+020 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9.5 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 3+280 | 0.31 | 71.45 | 71.76 | 0.012 | 3.414 | 4 | 10 | H° A° | 21.019 | | | puente | |
| 3+510 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 3+840 | 0.31 | 40.24 | 40.55 | 0.012 | 3.414 | 4 | 10 | H° A° | 11.877 | | | 3.00 | 4.00 |
| 4+150 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 4+430 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |
| 4+810 | 0.11 | | 0.11 | 0.024 | 1.207 | 2 | 9 | Metal CA-E | 0.090 | 0.339 | 1.20 | | |

Q Caudal máximo m3/s
n Coeficiente de rugosidad
V Veloc. de escurrimiento en la alcantarilla (m/s)
J pendiente (%)

CA = Cajón a entrada y muro de ala a la salida
E = Alc. Con estructura de disipación
R=A/P radio hidraulico
A= 0.090 area de cuneta
P= 0.971 perimetro
Rh= 0.093 Rh de cuneta
V=1/n*R^2/3*J^1/2

**Elaboración:** Wilman Avila
**Fecha:** junio 2015

## 6.6 UBICACIÓN, SECCIÓN Y LONGITUD DE ALCANTARILLAS

La ubicación de las alcantarillas se muestra en la tabla 6.5.2 en la que se indica las abscisas donde dichas estructuras serán colocadas, además de su longitud considerando el ancho total de la sección de acuerdo a cada caso aunque considerando en ancho de la vía con carriles de 3 m, bermas de 0.6 m. y cunetas de 0.6 da un carril por dirección de 4.2 m. dando una alcantarilla total de 8.4 m por seguridad se asumió un largo de mínimo de 8.5 m.

Lo referente a la sección escogida también se engloba en dicha tabla que la mayoría alcantarillas serán de sección circular de estructura metálica a excepción de las ubicadas en las abscisas 0+270 y 3+840 donde se construirá estructuras de sección tipo cajón de 3 m de altura por 4 m de ancho, por último en las abscisas 2+320 y 3+280 por su gran sección hidráulica se recomienda hacer un estudio para el emplazamiento de una obra de arte mayor como un puente.

En la imagen 6.6.1 se observa la forma de colocación de una alcantarilla tomando en cuenta que la pendiente con que esta sea colocada será las indicadas en el cuadro 6.5.2 donde se escogió para la mayoría de alcantarillas pendientes del 2% a excepción de las ubicadas en las abscisas 0+270 y 3+840 donde se establecerá una pendiente de 4% sin tomar en cuenta las estructuras de puentes donde su pendiente se determinará en su respectivo estudio.

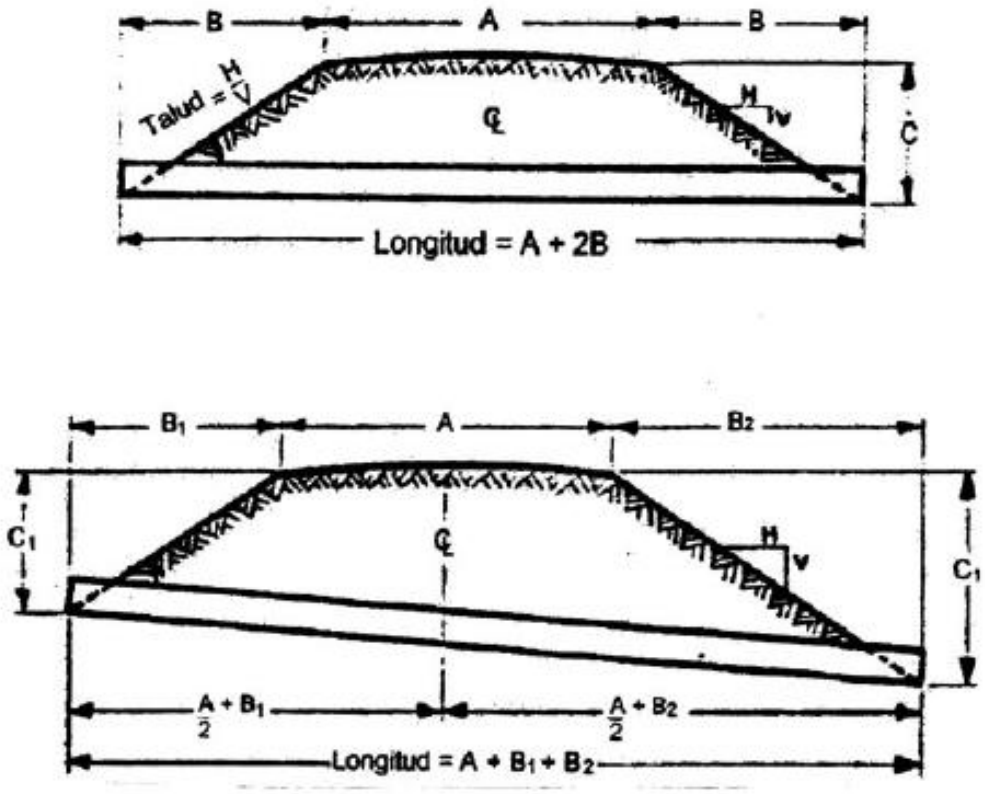



**Imagen 6.6.1 Ubicación de alcantarillas**

**Fuente**: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 289)

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

## 6.7 PROTECCIÓN DE ALCANTARILLAS DE ENTRADA Y SALIDA

La protección de las alcantarillas se construye con una estructura de cajón o ala en la entrada de las mismas, y un muro de cabezal a la salida, esto con el fin de pasar la escorrentía de las cunetas y áreas de aporte de las mismas pasando de su régimen hidráulico natural al de la alcantarilla y viceversa a la salida de las mismas.

Estos muros se diseñan con un ángulo de cambio de 45° sexagesimales respecto al eje longitudinal de las alcantarillas partiendo del mismo nivel de la pantalla del muro con un talud de 1.5:1 hacia su parte alejada de la tubería donde se terminará en alturas de las mismas que oscilan entre 0.3 y 0.85 m de altura.

Un aspecto importante también a considerar es que las alcantarillas se ubicarán quedando en la parte de la entrada de aguas su corono a una profundidad no menor a 1 m. habiéndose escogido una altura de 1.5 m. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003)

En la imagen 6.7.1 se observa una alcantarilla tipo con sus respectivos elementos, y en la imagen 6.7.2 se observan detalles de estas obras de protección.

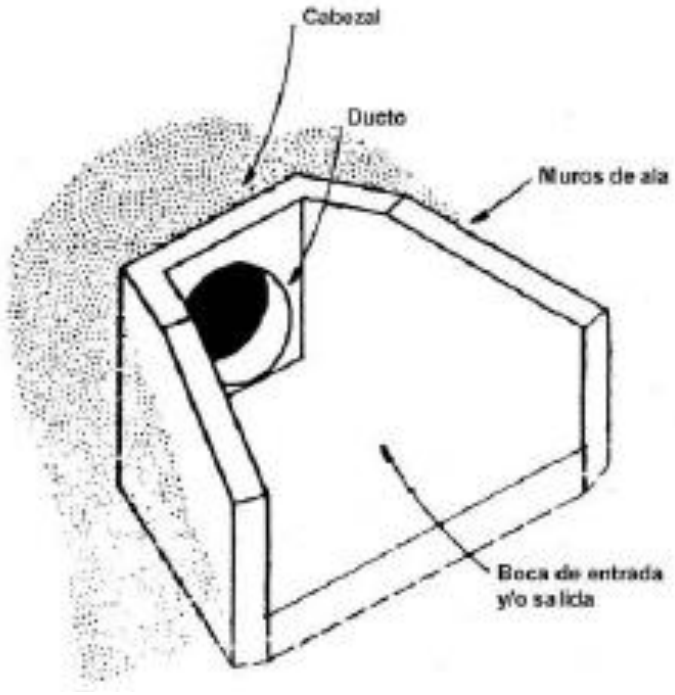



**Imagen 6.7.1 Alcantarilla tipo**

**Fuente**: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 280)

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

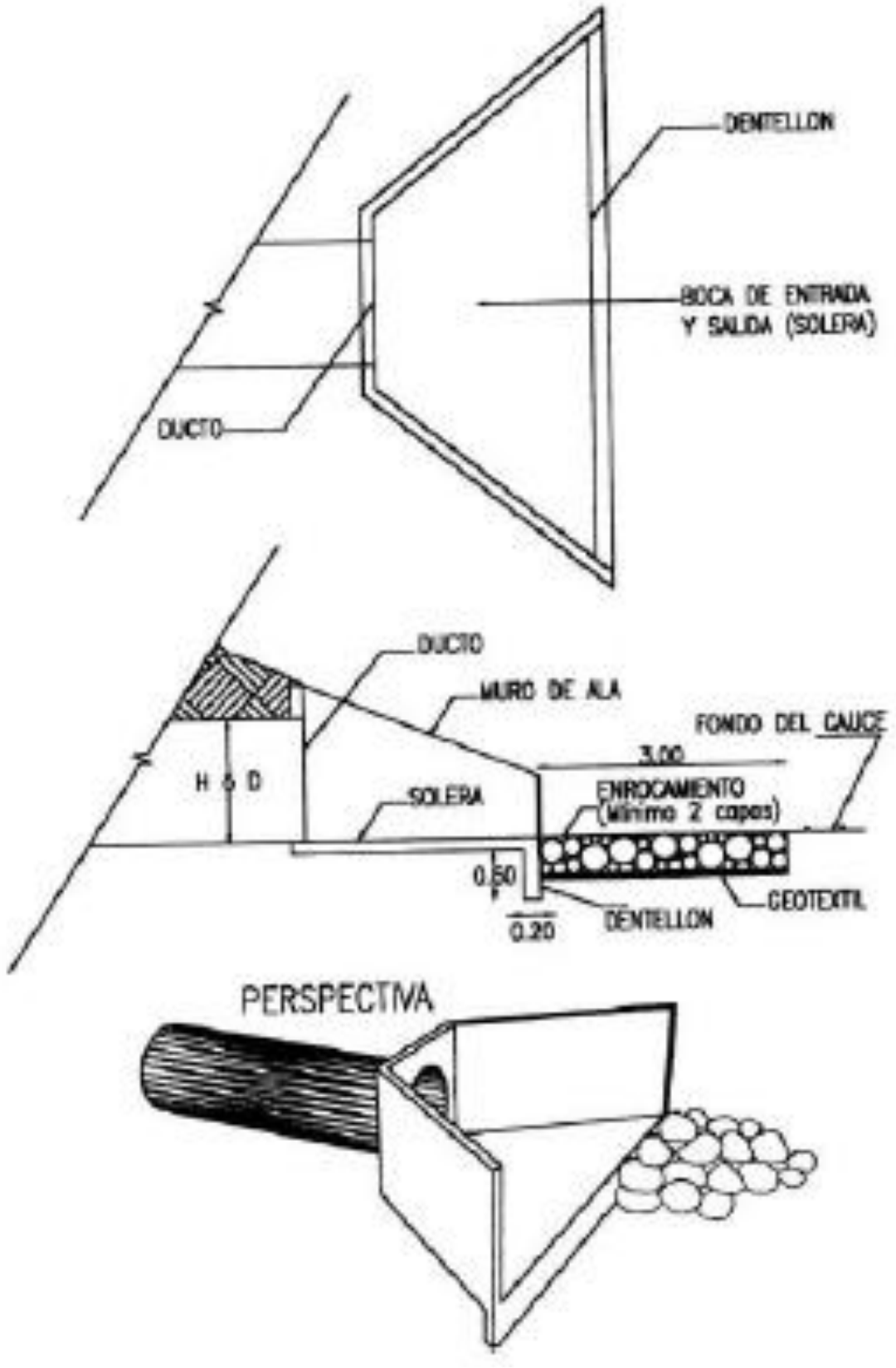



**Imagen 6.7.2 Detalles de obras de protección de entrada y salida de alcantarillas**

**Fuente**: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2003, pág. 307)

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

# CAPITULO 7 ESTUDIO DE IMPACTOS AMBIENTALES

## 7.1 INTRODUCCIÓN

En el Ecuador desde aproximadamente la última década se ha exigido con más rigurosidad en la construcción de la infraestructura vial del país el cumplimiento de los principios constitucionales de equidad, equivalencia, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, todo esto para contribuir con el plan del buen vivir.

Debido a ello y cumpliendo con lo expuesto en las normas nacionales para el estudio del presente proyecto vial se ve necesario el estudio de impacto ambiental con el fin de buscar la manera de afectar en el menor grado posible al medio ambiente que se afectará del mismo. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

## 7.2 ALCANCE DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Entendiendo como alcance del estudio y su objetivo principal el mitigar y de ser posible prevenir los posibles daños al medio ambiente y sus respectivas medidas del Plan de Manejo Ambiental (PMA) considerando las principales variables ambientales del área de influencia, entre estas características se encuentran las físicas, bióticas, sociales y ambientales, y puesto que dichas medidas pueden ayudar a mitigar y prevenir los impactos negativos en el ambiente y a fomentar los impactos positivos. ( (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

### 7.2.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Considerando que la principal afección a dicha área será por contaminación de ruido, polvo, gases, etc., tanto de Maquinas como de los vehículos que ocuparan la vía ya sea para los pobladores o la fauna y plantas del lugar, se considera al área de afección principal a una franja de 50 metros a cada lado del eje vial y puesto que el proyecto es de aproximadamente de 5 Km de longitud nos resulta un área de afección de 0,5 $Km^2$.

### 7.2.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

El área de influencia indirecta se considera principalmente a los pobladores que serán afectados negativamente en la etapa constructiva de la vía considerando las molestias por la maquinaria que construirá dicha vía pero que luego se beneficiaran de la misma en la etapa de funcionamiento considerando las facilidades que tendrán para realizar sus actividades de transporte de productos comerciales que es la principal razón que impulsa el proyecto.

## 7.3 OBJETIVOS

### 7.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Identificar y valorar los impactos ambientales además de las soluciones para mitigarlos o prevenirlos contemplados en el Plan de Manejo Ambiental que se generará con la construcción y funcionamiento de la Vía planificada.

### 7.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la línea base ambiental del área de afección del proyecto.
- Definir el método de evaluación de los impactos ambientales.
- Identificar las acciones entre los componentes del medio ambiente que puedan causar impactos ambientales en la ejecución y funcionamiento del proyecto.
- Valorar la naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad, y recuperabilidad de los impactos ambientales.
- Calcular la importancia de los impactos ambientales.
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental con las acciones que ayuden a mitigar o prevenir los impactos ambientales negativos e incentivar los positivos, siempre guardando concordancia con el marco legal aplicable dentro del País.

## 7.4 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL APLICABLE

Como lo manda la norma legal aplicable que en el presente caso se rige principalmente a la norma ecuatoriana vial, volumen 4 referente a la gestión ambiental, para la realización de estudios y construcción de proyectos viales en el Ecuador se exige un mínimo marco legal ambiental que se enumeran en leyes, decretos leyes, decretos con fuerza de ley, decretos supremos, reglamentos, resoluciones de servicio público, ordenanzas municipales e instrumentos internacionales ratificados por el Ecuador ante la comunidad mundial. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

Entre estos se enumera las principales y mínimas normas que se aplica en el presente proyecto y son las aplicables en el cantón Pucará, provincia del Azuay:

- Constitución de la República del Ecuador R.O. 449/ 20-10-2008, Cap. I: Principios Generales, Art. 276, 400.
- Ley de Gestión Ambiental 2004, R.O.S 418 de 10-09-2004 Titulo II Art. 19, 20.
- Ley de Caminos, Decreto ejecutivo 285/1984, Cap. I: De los caminos públicos, Art. 2-3, ap. IV: De las expropiaciones, indemnizaciones y litigios de camino Art. 3, 4,12.
- Texto unificado de legislación ambiental secundaria – TULSMA R.O. 725 16-12-2002 LIBRO VI: De la Calidad Ambiental, Art. 17, 18, 20.
- Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (TULSMA, LIBRO VI), R.O. 3516 2-03-2003. Art. 58, 59, 75.
- Decreto 451. Contratación de obras viales, Art. 7.

## 7.5 CONCEPTOS BÁSICOS

### 7.5.1 MEDIO AMBIENTE

"Conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos y de factores sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, a corto o a largo plazo, sobre los seres vivientes y las actividades humanas". (Conferencia de Estocolmo, 5 al 16 de junio de 1972).

Para entender más claramente las acciones impactantes también cabe indicar que el medio ambiente se clasifica en:

#### 7.5.1.1 Medio Natural o Biofísico

- Medio físico-químico: suelo y subsuelo (geología, topografía, minerales, rocas, petróleo, etc.), recursos hídricos superficiales y subterráneos (calidad del agua), aire (calidad del aire, climatología).
- Medio Biótico: Flora y fauna (existencia y diversidad de especies, estabilidad de ecosistemas, bosques, etc.)
- Medio Perceptual: unidades de paisaje (cuencas visuales, valles y bellezas escénicas).

#### 7.5.1.2 Medio Humano

- Medio Cultural: lugares arqueológicos e históricos.
- Medio Socio-Económico: aspectos relacionados con el ser humano y el medio (tendencias demográficas y la distribución de la población, asentamientos urbanos y rurales, educación, dotación de servicios básicos, transporte, indicadores económicos del bienestar humano, organización social, etc.)

### 7.5.2 ACCIONES IMPACTANTES

Las acciones impactantes se definen básicamente a la interacción entre los diferentes componentes del medio ambiente.

## 7.6 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para comprender la metodología de evaluación de impactos ambientales se usó la metodología de la Matriz de Leopold, que establece la metodología que se indicará a continuación, además de que los parámetros escogidos quedan a criterio del profesional que evalúa dichos impactos.

La fórmula que se aplica en dicha evolución es la siguiente:

$$Impacto = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (109)$$

### 7.6.1 NATURALEZA DEL IMPACTO

La naturaleza del impacto ambiental denota si este es un impacto positivo o negativo en el ambiente, su aplicación en la matriz de Leopold se lo hace con un + o – dependiendo el caso y como se puede observar en la ecuación 109.

### 7.6.2 INTENSIDAD (I)

Básicamente indica la fuerza de destrucción que ejerce el impacto, se lo aplica en la matriz y la ecuación con los siguientes rangos:

- Baja: 1
- Media: 2
- Alta: 4
- Muy Alta: 8
- Total: 12

### 7.6.3 EXTENSIÓN (EX)

La extensión de un impacto se refiere al área de influencia que se vea afectado por el mismo, se lo aplica con el siguiente rango:

- Puntual: 1
- Parcial: 2
- Extenso: 4
- Total: 8

### 7.6.4 MOMENTO (MO)

Como lo indica la variable se refiere al momento en que ocurre el impacto, tomando él cuenta la diferencia entre la acción impactante y el impacto, ya que existen ciertas acciones impactes que generan su impacto después de un tiempo, se lo aplica con el siguiente rango:

- Largo plazo: 1
- Medio plazo: 2
- Inmediato: 4

### 7.6.5 PERSISTENCIA (PE)

Este muestra la permanencia del efecto en el ambiente según el siguiente criterio.

- Fugaz: 1
- Temporal: 2
- Permanente: 4

### 7.6.6 REVERSIBILIDAD (RV)

Este factor se aplica a la capacidad de reconstrucción natural que tienen los factores del medio ambiente, se lo aplica en el método con el siguiente rango.

- Corto plazo: 1
- Mediano plazo: 2
- Irreversible: 4

### 7.6.7 SINERGIA (SI)

La sinergia de un impacto ambiental indica la regularidad de la manifestación del impacto, si este vuelve a actuar conjuntamente con otros impactos su rango aplicable es el siguiente:

- Sin sinergismo (simple): 1
- Sinérgico: 2
- Muy sinérgico: 4

### 7.6.8 ACUMULACIÓN (AC)

También en el análisis de los impactos ambientales se toma en cuenta si estos son simples o si co-actúan con otros más adelante convirtiéndose en acumulativo según este rango.

- Simple: 1
- Acumulativo: 4

### 7.6.9 EFECTO (EF)

Este factor denominado efecto denota si la causa que produce un impacto produce efectos sobre el área de influencia directa o indirecta.

- Indirecto (secundario): 1
- Directo: 4

### 7.6.10 PERIODICIDAD (PR)

La periodicidad de un impacto se manifiesta de forma parecida a la sinergia con la diferencia que este indica si el impacto actúa de forma irregular o discontinua, de forma periódica o continua.

- Irregular o discontinua: 1
- Periódico: 2
- Continuo: 4

### 7.6.11 RECUPERABILIDAD (MC)

Como se indicó en la reversibilidad la recuperabilidad mide la capacidad del ambiente de recuperarse de un impacto pero por medio de medios humanos.

- Recuperable de manera inmediata: 1
- Recuperable a mediano plazo: 2
- Mitigable: 4
- Irrecuperable: 8

## 7.7 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos producidos en la construcción de carreteras comenzando con la excavación y movimiento de tierras y luego el uso de materias pétreos seleccionados se establece las acciones que generan interacciones entre los diferentes factores del ambiente siendo como ya se expresó factores físicos-químicos, humanos y sociales.

Con el fin de establecer las prioridades de acuerdo al proyecto se establecerá la caracterización del ambiente en sus factores físicos, bióticos, y sociales.

## 7.8 CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

### 7.8.1 MEDIO FÍSICO

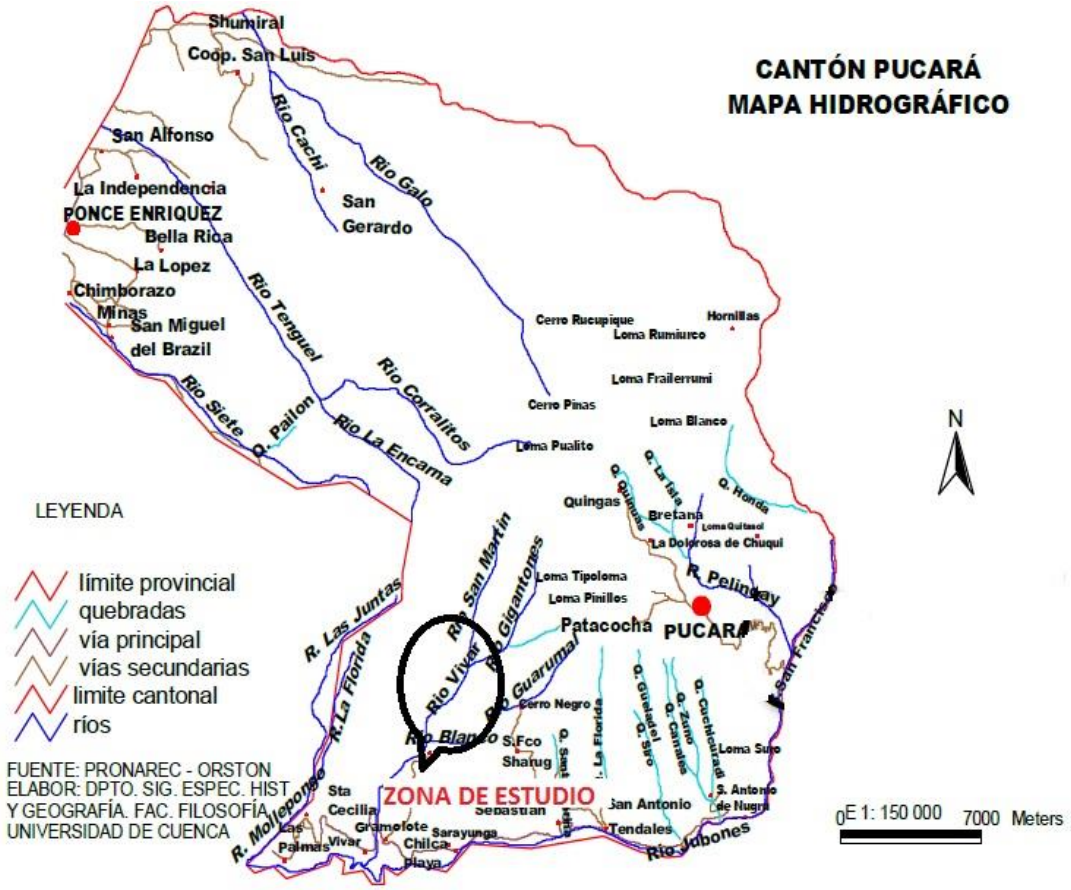
Obedeciendo a la normativa nacional, en el análisis del medio físico se debe tomar en cuenta al menos los siguientes aspectos, tomando en cuenta que a criterio del diseñador son los que se deberán considerar de acuerdo al proyecto, esto con el fin de establecer la línea base del mismo. (Volumen N°4 Manual de Guia y Criterios para Estudios Ambientales en Obra de Infraestructura de Transporte Terrestre, 2013, pág. 156)

### 7.8.1.1 Aire

La calidad del aire de la zona considerando la gran cantidad de vegetación presente, denota un aire bastante puro, ya que también este se encuentra un poco alejado de las vías de alto tráfico, sabiendo que la zona de emplazamiento del proyecto es una zona con tendencia tropical la humedad del sector mantiene al suelo lo bastante macizo y así permite una polución del aire por polvo del mismo suelo poco significativo.

### 7.8.1.2 Agua

En el mapa 7.8.1 podemos observar la hidrografía de la zona de estudio, viendo que la principal zona de afección es el Río Vivar, tomando en cuenta que su régimen hidrológico es el indicado en el numeral 2.5.2.

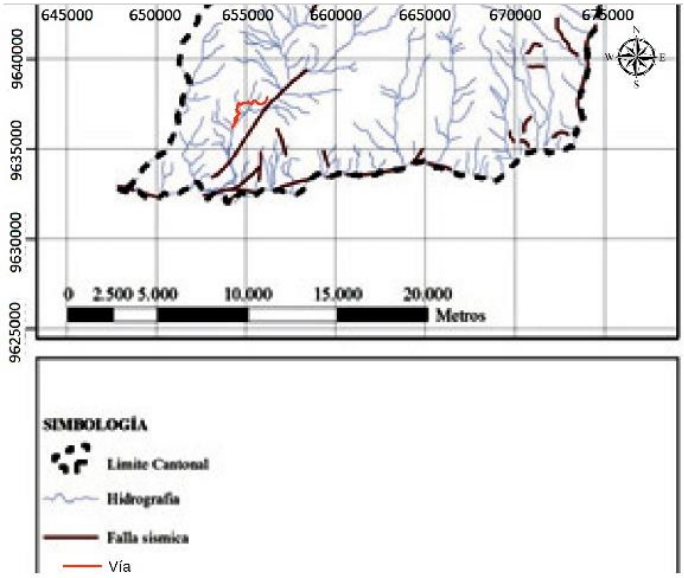



**Mapa 7.8.1 Mapa Hidrográfico del Cantón Pucará**

**Fuente:** GAD-PUCARA

### 7.8.1.3 Suelo

Este punto indica principalmente las zonas de riesgo geotécnico además del uso agrícola que tiene la zona del mismo, respecto a ello, en el mapa 7.8.2 podemos observar que no existen fallas geológicas en la zona pero a pesar de ello existe el gran peligro de deslizamientos puesto que los tipos de suelos del sector son principalmente suelos con presencia de arcillas como limo arcillosos de baja plasticidad, grava-arena limosa de baja plasticidad y arcilla orgánica de alta plasticidad.




**Mapa 7.8.2 Mapa de fallas geológicas del Cantón Pucara**

**Fuente:** (Grupo de Tesis POU Cabecera Cantonal de Pucará, 2013), pp.69

**Elaboración:** Grupo de tesis del P. O. U. Cabecera cantonal de Pucará

Con respecto al uso agrícola del sector lo podemos observar en el mapa 7.8.3 donde podemos notar que el principal uso del suelo del sector es pastos plantados y cultivos de ciclo corto.

**Mapa 7.8.3 Uso de suelo agrícola**

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar IGM

**Elaboración:** Wilman Avila (ArcGIS)

### 7.8.1.4 Ruido y vibraciones

Los ruidos y vibraciones en el sector presentan un 0% de polución ya que no se presentan en el sector el uso de maquinaria de algún tipo.

## 7.8.2 MEDIO BIÓTICO

Al igual que el factor físico se expondrá solamente los factores que se considera importantes según el proyecto.

### 7.8.2.1 Flora y vegetación

La flora y vegetación introducida en el sector principalmente se observa en cultivos de ciclo corto como se investigó en el estudio socioeconómico tales cultivos son el plátano, cítricos, maíz, legumbre, café y cacao además de lo observado en la inspección visual a la zona, como cultivos generales ya lo observamos en el mapa 7.8.3.

### 7.8.2.2 Fauna

Como se indica en el inciso anterior la fauna introducida presente en principalmente el ganado vacuno, aunque con respecto a la fauna nativa se pudo notar en la visita a la zona animales salvajes como serpientes, aves, sajinos, y animales de la familia de los roedores.

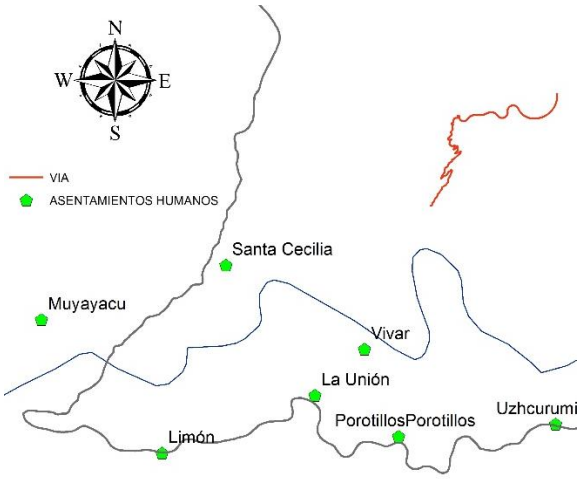
Esta fauna silvestre se ve afectado cada vez más con la presencia del factor humano en el sector a introducir más ganados vacunos e ir desplazando la fauna nativa.

## 7.8.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El medio socioeconómico indicará los beneficios que tendrá la construcción del proyecto vial, puesto que pudiera darse beneficios para unos y para otros considerar contras, se indicará los principales aspectos de este medio.

### 7.8.3.1 Asentamientos humanos

En el mapa 7.8.4 podemos observar los asentamientos humanos cercanos al área de influencia directa del proyecto vial.




**Mapa 7.8.4 Asentamientos humanos del área de influencia**

**Fuente:** Instituto Geográfico Militar IGM

**Elaboración:** Wilman Avila (ArcGIS)

#### 7.8.3.2 Organización territorial

La organización territorial del sector se denota en la presencia de comunidades organizadas y reconocidas a nivel parroquial, cantonal, provincial y nacional, con esto presente como se indicó en el mapa 7.8.4 las comunidades presentes en el área de influencia son las indicadas en el mismo.

## 7.9 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

La valoración de los impactos ambientales se hace con el fin de determinar la importancia que estos han de tener y tomar medidas para mitigar o prevenir los efectos negativos que dichos impactos producirán.

El MTOP como promotor de los estudios de impacto ambiental para proyectos viales, recomienda primero determinar el impacto esperado como proyecto y para lo cual clasifica al mismo de acuerdo a 4 categorías donde el presente proyecto ingresa a la categoría C puesto que este tipo de proyectos engloban a proyectos viales nuevos que afectan significativamente al medio natural y socioeconómico. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013).

### 7.9.1 IMPACTOS POSITIVOS

Basados en lo recomendado en el Volumen 4 de la norma ecuatoriana vial, los impactos positivos suelen por lo general darse en el medio sociocultural aunque en casos especiales se pueden dar sobre el medio físico y biológico que normalmente reciben mayormente impactos negativos, estos impactos que se muestran a continuación son los que a criterio del profesional considera importante para el proyecto en particular.

- Ahorro de recursos en la operación de vehículos.
- Soberanía e integración territorial.
- Contratación de mano de obra.
- Mejorar la competitividad de sectores productivos.
- Aumento de la plusvalía del suelo.
- Acceso a zonas con valor perceptual y paisajísticos.

### 7.9.2 IMPACTOS NEGATIVOS

Los impactos negativos se generan sobre todos los medios que conforman el ambiente, puesto que todo proyecto presenta diferentes fases ya sea de estudios, construcción, explotación y mantenimiento, y abandono de las obras se tienen que mostrar o identificarlos de acuerdo a estas etapas. (Ministerio de Transporte y Obras Publicas, 2013)

- Disminución de la calidad del aire.
- Disminución de la calidad del agua.
- Disminución de suelo y su calidad.
- Disminución de la calidad acústica.
- Cambio de la estructura de la flora.
- Cambio del hábitat ecológico y acuático.
- Cambio de las especies bióticas de la zona.
- Cambio en las costumbres socioeconómicas de la gente.
- Alteración del valor paisajístico o turístico de una zona.

## 7.10 MATRIZ DE LEOPOLD

La matriz de Leopold es uno de los métodos matriciales más simples y conocidos de aplicar, fue desarrollado en 1971 para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de América.

Esta matriz está conformada en forma general por 100 columnas donde se engloban las acciones de cualquier tipo de proyecto, y 88 filas que engloban los factores ambientales del mismo, puesto la importancia del impacto general del proyecto analizaremos solo los factores y acciones más relevantes consideradas a criterio del profesional además de que se considerarán solamente las acciones referentes a la parte técnica dejando la parte legal para un estudio más a fondo que se recomienda elaborarlo cuando se piense iniciar la construcción de la vía.

Los resultados arrojados por este método nos indicaran las acciones que produzcan los mayores impactos ambientales y dependiendo si son positivos o negativos se tomaran en mayor o menor importancia acciones para mitigarlos, prevenirlos o impulsarlos.

En la tabla 7.8.1 se observa una matriz resumida donde cada celda tiene resultados aplicando la fórmula 109 y dando como resultado que las cuatro acciones consideradas en el análisis poseen magnitudes parecidas que nos indica que debemos elaborar un Plan de Manejo Ambiental aplicado a todas ellas.

**Tabla 7.10.1 Matriz de Leopold reducida**

| FACTORES AMBIENTALES | | ACCIONES | | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Desbroce y limpieza | Movimiento de tierras | Mejoramiento | Carpeta asfáltica | |
| Físico | Aire | -26 | -30 | -36 | -36 | -128 |
| | Agua | -25 | -36 | -35 | -60 | -156 |
| | Suelo | -39 | -72 | -76 | -74 | -261 |
| Biótico | Flora y vegetación | -82 | -60 | -48 | -60 | -250 |
| | Fauna | -53 | -47 | -39 | -39 | -178 |
| Socioeconómico | Asentamientos humanos | 51 | 60 | 60 | 74 | 245 |
| | Organización territorial | 45 | 54 | 54 | 68 | 221 |
| | **TOTAL** | -129 | -131 | -120 | -127 | -507 |

**Elaboración:** Wilman Avila (Excel)

**Fecha:** junio de 2015

## 7.11 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El plan de manejo ambiental hace referencia a las medidas necesarias que se deberán incluir en el proyectos con el fin de prevenir, mitigar, compensar o reparar los impactos ambientales significativos para convertirlos en impactos que la clasificación ambiental los considere insignificantes. (Volumen N°4 Manual de Guia y Criterios para Estudios Ambientales en Obra de Infraestructura de Transporte Terrestre, 2013, pág. 301)

Conocido lo que se necesita incluir en un estudio de una vía a continuación se establecerá las medidas necesarias para combatir los impactos del proyecto que se establecieron en el análisis matricial.

### 7.11.1 PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO “DESBROCE Y LIMPIEZA”

#### 7.11.1.1 Limitar el área de intervención a lo estrictamente necesario

La limitación del área de trabajo al momento de los trabajos de desbroce y limpieza se debe principalmente al daño que el medio físico y biótico recibe por la deforestación de la zona que soportara la carpeta de rodadura del proyecto vial.

Esta medida busca evitar que se deforeste vegetación en lugares donde el proyecto no tendrá lugar puesto que si genera demasiada tala de árboles los suelos perderán su estructura y que incluso afectará la estabilidad de taludes y producir a futuro deslizamientos que con la aplicación de esta medida se pudiera evitar.

Para aplicar correctamente esta medida es necesario realizar las siguientes actividades mínimas recomendadas:

- El trazado del eje vial se hará con equipamiento técnico basándose en el diseño horizontal que se lo ejecuto en la etapa de diseño del proyecto.
- El equipo topográfico señalará el ancho que tendrá la sección de la vía, para evitar la erosión en lugares que no sea necesario.
- Se instruirá a las personas y trabajadores que colaborarán con la actividad de desbroce y limpieza para que eviten dañar vegetación innecesaria.
- Para la ejecución de esta actividad se procurará usar lo menos posible maquinaria pesada.

#### 7.11.1.2 Información y coordinación con la población local

Esta medida de mitigación se establece principalmente para coordinar con la población local las fechas, actividades y ayuda que ellos puedan generar en el proyecto.

Las actividades que ayudaran a la aplicación de esta medida mitigadora son las siguientes:

- Recomendar la creación de un grupo organizado en la población local con el fin de que se nombre un representante de la misma para más facilidad en la logística del proyecto.
- Informar oportunamente un cronograma de trabajo a la organización local para que esta pueda también organizar internamente su logística y así buscar personal necesario para ayudar en las actividades del proyecto.
- Organizar reuniones oportunas con la población para rendición de cuentas acerca de las actividades y reajuste de cronogramas de actividades para que esta pueda hacer un reajuste en sus actividades en sus actividades.
- Establecer las actividades y ejecutores de dichas actividades con el fin de evitar que alguna de ellas queden con abandono de personal ejecutor por situaciones de falta de comunicación.

### 7.11.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 7.11.2.1 Disminuir recorridos y control de polvo

La aplicación de los recorridos de vehículos de transporte se debe aplicar generalmente con la ubicación idónea de sitios de escombreras ubicándolas prioritariamente donde se requiera relleno de material, siempre y cuando el material transportado sea de la calidad

necesaria de acuerdo a su uso, también se debe cuidar que en el diseño vertical de la vía se trate de evitar cortes y rellenos de grandes volúmenes para evitar el sobre acarreo de material.

Se deberá cuidar que los vehículos utilizados en el transporte del material estén en buenas condiciones de trabajo para asegurar la fluidez del tráfico y cumplimiento del cronograma de trabajo evitando retrasos del transporte del material.

Con respecto al control de polvo se recomienda tomar las siguientes acciones tomando en cuenta que estas se aplicarán en la etapa de excavación, transporte de materiales y colocación de material de mejoramiento:

- Hidratar la carpeta de material tendido con el agua necesaria para evitar la producción excesiva de polvo, cabe recalcar que la cantidad de agua y la frecuencia de aplicación se aprobara por parte de la parte fiscalizadora, y esto con el fin de obtener la resistencia del suelo con la que fue diseñado.
- Se deberá controlar que los vehículos cisterna usadas en la construcción de la vía estén regulados para que produzcan la cantidad de agua a la velocidad y volúmenes establecidos por la fiscalización.
- Cuando se realice transporte de material en equipo pesado como volquetes se controlará que estos tengan carpas para cubrir el material que se esté transportando.

#### 7.11.2.2 Reestablecer las condiciones mínimas de la calidad del suelo para su revegetación

Esta medida mitigadora se deberá realizar después de haber concluido las etapas constructivas, para que esta medida tome efecto se realizarán las siguientes actividades:

- Fomentar las actividades de reforestación de vegetación nativa e introducida con la población local motivándoles con los beneficios especialmente para la salud pública que tendrán con esta actividad.
- Buscar ayuda por parte de entidades estatales especializadas en estas actividades para que brinden ayuda por medio de semillas, y/o capacitaciones sobre estas actividades.
- Realizar correctamente las actividades de cierre y abandono de minas de material pétreo y escombreras establecidas en la etapa constructiva, para ello se revisará que la concesión de estas zonas de explotación tengan las medidas de prevención necesarias y respectivos permisos.

#### 7.11.2.3 Evitar la contaminación de fuentes de agua

La contaminación de las aguas en proyectos viales ha sido desde siempre uno de los grandes problemas a controlar, para establecer un buen control de la contaminación de fuentes de agua, se buscara ejecutar las siguientes actividades.

- Se deberá en la etapa de diseño procurar alejarse de las fuentes de agua superficial, para así evitar contaminación de las mismas.
- En caso de no poder evitar el diseño cerca de fuentes de agua superficial se procurará construir estructuras que protejan dichas fuentes con el menor daño ambiental posible.
- Cuando se realice actividades de movimiento de tierras se controlará que estos se transporten adecuadamente a zonas determinadas como escombreras.
- Las zonas de escombreras se ubicarán lejos de fuentes de agua superficial.

- Se debe evitar producir embalses a cursos de agua con la estructura de la vía.
- Cuando se realice la colocación de las capas granulares cerca de fuentes y curso de agua se debe construir las barreras que sean necesarias para evitar que este material se riegue en los cuerpos de agua.

### 7.11.3 COLOCACIÓN DE CAPAS GRANULARES "MEJORAMIENTO Y PAVIMENTO"

#### 7.11.3.1 Utilizar el personal y maquinaria idónea para la colocación del material granular en la estructura vial.

La utilización de personal profesional y preparado para realizar las actividades de manejo de la maquinaria pesada puede hacer la diferencia entre un buen manejo y poco desperdicio de material en las etapas de movimiento de tierras, colocación de capas granulares y colocación de la carpeta asfáltica.

En la etapa de colocación de la carpeta asfáltica se debe procurar que el uso de substancias derivadas del petróleo se lo haga con el cuidado necesario para evitar su derrame especialmente en fuente o cursos de agua.

### 7.11.4 MANEJO DEL FACTOR HUMANO

Puesto que en todo proyecto una de las partes más complejas es el manejo del factor humano existen ciertas medidas que se aplicarán para el manejo adecuado de la parte legal del factor humano.

- Cumplir con los requerimientos mínimos de la seguridad industrial y salud ocupacional para evitar en lo posible accidentes de trabajo que pueda ocasionar problemas en la parte legal del proyecto.
- Mantener motivado al personal para un mejor desempeño del personal.
- Mantener instruido al personal para una mejor ejecución de las actividades del proyecto.

Además de lo expuesto anteriormente se debe conocer que para el mejor cumplimiento de todas las actividades de mitigación anteriormente descritas se debe buscar una buena concientización ambiental con el fin de que la gente y el personal se comprometan por convicción el hacer el menor daño posible al medio ambiente.

## 7.12 CONCLUSIONES AMBIENTALES

La elaboración del proyecto vial "La Unión y Progreso – Mollepongo" genera impactos positivos y negativos en los factores del medio ambiente local, el aspecto socioeconómico en el medio que se afecta de forma positiva y se considera el más importante del medio ambiente, además de que este proyecto generará un fuerte impulso en las actividades agrícolas y ganaderas de la zona y por ende en su parte económica para así ayudar en su progreso en ámbitos de salud, educación, integración política, etc.

Los aspectos negativos se generan en la parte física y biótica del área de influencia, aunque son impactos muy importantes y puesto que el medio socioeconómico siempre predominará sobre el medio físico y biótico se toma como un balance positivo con respecto a la afección del proyecto sobre el medio ambiente.

# CAPITULO 8 PRESUPUESTO

## 8.1 DETERMINACIÓN DE RUBROS

Para la determinación de rubros se hizo uso de plantillas existentes sobre proyectos viales ejecutados anteriormente, se estableció además todas las estructuras que se colocarán o construirán en la carretera para drenar las aguas que resumen de las cunetas y áreas de aporte de las microcuencas de aportación y por último se tomó en cuenta la actividad que se generará en la etapa de construcción del proyecto donde se requerirá de análisis de costos referentes al personal que participará en la ejecución de la obra, como último aspecto a considerar para la determinación de rubros se consideró el aspecto ambiental y los costos que este genera en lo referente a la contratación de inspectores ambientales y talleres necesarios para la socialización del proyecto, así como también la señalización que esta una vez construida deberá tener para fines informativos o de advertencia.

## 8.2 CANTIDADES DE OBRA

Para obtención de las cantidades de obra se hizo referencia a los rubros que se determinaron anteriormente, se hizo uso en primera instancia de la herramienta de análisis topográfico AutoCAD CIVIL3d mediante la generación de informes del movimiento de tierras indicados en el anexo pertinente de informes, también se determinó para el caso de estructuras de drenaje como cunetas o alcantarillas la cantidad de placas de tubería de acero que se usará en la construcción de las mismas, para las alcantarillas de tipo cajón se determinó la cantidad de hormigón armado que se usará en la elaboración de dicho rubro así como en la construcción de las estructuras de protección de las alcantarillas de drenaje y esto basándose en los planos de detalle de estas estructuras, por ultimo para el resto de rubros se utilizó el cálculo mediante la ayuda de recomendaciones que establecen normas referentes a los aspectos ambientales y de señalización,

## 8.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Los análisis de precios unitarios se muestran en el anexo respectivo debido a la cantidad de informes generados, para la determinación de estos precios unitarios se utilizó la herramienta informática de InterPRO que es muy utilizado en esta actividad en el entorno local.

## 8.4 PRESUPUESTO REFERENCIAL

El presupuesto referencial se determinó en la cantidad de $ 3´521017 50/100 de dólar como se muestra en la siguiente tabla donde también se puede observar los rubros determinados y sus respectivas cantidades de obra.

| PRESUPUESTO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ítem | Código | Descripción | Unidad | Cantidad | P. Unitario | P. Total |
| 001 | | TOPOGRAFÍA | | | | 115,663.48 |
| 1,001 | 503002 | Replanteo y nivelación de Vías | ml | 5,042.00 | 1.04 | 5,243.68 |
| 1,002 | 501022 | Desbroce y limpieza del terreno | m2 | 151,260.00 | 0.73 | 110,419.80 |
| 2 | | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 549,795.94 |
| 2,001 | 502157 | Excavación mecánica en suelo y talud sin clasificar | m3 | 159,824.40 | 3.44 | 549,795.94 |
| 3 | | OBRAS DE ARTE MENOR | | | | 62,344.33 |
| 3,001 | 500115 | Excavación para cunetas alcantarillas y encauzamientos | m3 | 779.33 | 5.26 | 4,099.28 |
| 3,002 | 500065 | Excavación y relleno para estructuras | m3 | 295.40 | 5.13 | 1,515.40 |
| 3,003 | 500118 | Tubería de acero corrugado (D=1200mm; e=1.5mm) | m | 140.00 | 323.12 | 45,236.80 |
| 3,004 | 500500 | Hormigón Estructural de cemento Portland, Clase D (f´c=210 kg/cm2) | m3 | 136.00 | 126.11 | 17,150.96 |
| 4 | | RELLENOS | | | | 1,552,565.06 |
| 4,001 | 500010 | Relleno compactado con material sin clasificar | m3 | 89,617.74 | 17.21 | 1,542,321.31 |
| 4,002 | 502017 | Relleno compactado con vibro apisonador, material de sitio | m3 | 304.18 | 5.08 | 1,545.23 |
| 4,003 | 502019 | Relleno compactado en zanjas, material de mejoramiento | m3 | 334.43 | 26.01 | 8,698.52 |
| 5 | | ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA | | | | 64,642.74 |
| 5,001 | | CUNETAS | | | | 26,264.79 |
| 5,001,001 | 557051 | Cuneta de hormigón f´c=210kg/cm2 e=5cm, incluye encofrado y piedra bola | m2 | 1,815.12 | 14.47 | 26,264.79 |
| 5,002 | | MUROS DE ALA | | | | 16,086.34 |
| 5,002,001 | 506031 | Muros de HºSº f´c=210 kg/cm² | m3 | 99.28 | 162.03 | 16,086.34 |
| 5,003 | | CAJÓN DE ENTRADAS | | | | 22,291.61 |
| 5,003,001 | 500122 | Hormigón Estructural de cemento Portland, Clase B (f´c=280 kg/cm2) | m3 | 135.24 | 164.83 | 22,291.61 |
| 6 | | CAPAS ESTRUCTURALES | | | | 550,604.49 |
| 6,001 | 502024 | Subrasante, conformación y compactación con equipo pesado | m2 | 36,302.40 | 0.98 | 35,576.35 |
| 6,002 | 502028 | Sub Base, tendido conformación y compactación | m3 | 7,260.48 | 18.65 | 135,407.95 |
| 6,003 | 502027 | Base Clase II, tendido, conformación y compactación | m3 | 4,719.31 | 29.35 | 138,511.75 |
| 6,004 | 554024 | Liga asfáltica | m2 | 30,252.00 | 0.42 | 12,705.84 |
| 6,005 | 554125 | Carpeta asfáltica 03" | m2 | 30,252.00 | 7.55 | 228,402.60 |
| 7 | | DESALOJOS | | | | 105,078.44 |
| 7,001 | 502039 | Cargado de material con cargadora | m3 | 65,266.11 | 1.61 | 105,078.44 |
| 8 | | MEDIDAS DE MITIGACIÓN | | | | 9,341.72 |
| 8,001 | 500074 | Afiches informativos | u | 50.00 | 5.05 | 252.50 |
| 8,002 | 500047 | Agua para control de polvo | lt | 30,252.00 | 0.02 | 605.04 |
| 8,003 | 500046 | Contratación del Inspector Ambiental | mes | 2.00 | 996.71 | 1,993.42 |
| 8,004 | 500037 | Fosa séptica y batería sanitaria | u | 2.00 | 1,062.15 | 2,124.30 |
| 8,005 | 500078 | Señalización con cinta | m | 5,042.00 | 0.19 | 957.98 |
| 8,006 | 500075 | Taller sobre Socialización- Información del Proyecto | u | 1.00 | 209.19 | 209.19 |
| 8,007 | 500076 | Taller sobre Normas de Conducta en la Obra | u | 1.00 | 171.31 | 171.31 |
| 8,008 | 500041 | Tanque metálico para basura del campamento | u | 6.00 | 35.08 | 210.48 |
| 8,009 | 557164 | Dotación de equipo para seguridad personal | global | 1.00 | 1,667.50 | 1,667.50 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,010 | 557165 | Equipamiento médico básico | u | 2.00 | 575.00 | 1,150.00 |
| 9 | | SEÑALIZACIÓN | | | | 128,071.31 |
| 9,001 | 500066 | Marcas de Pavimento - (Señales Horizontales varias) | u | 15,126.00 | 7.23 | 109,360.98 |
| 9,002 | 500072 | Señales al lado de la carretera - (1.80 x 1.20) - informativas tipo IV ASTM-rectangulares. | u | 1.00 | 484.56 | 484.56 |
| 9,003 | 500048 | Señales al lado de la carretera - (0.60 x 0.60m) - preventivas tipo IV ASTM-rectangulares. | u | 84.00 | 174.43 | 14,652.12 |
| 9,004 | 500069 | Señales al lado de la carretera - (1.80 x 0.60) - informativas tipo IV ASTM-rectangulares. | u | 10.00 | 317.81 | 3,178.10 |
| 9,005 | 500049 | Postes de kilometraje, cada km (0.35 x 0.5) | u | 5.00 | 79.11 | 395.55 |
| | | | | | | |
| | | **SUBTOTAL** | | | | 3,143,765.62 |
| | | **IVA** | | | 12% | 377,251.87 |
| | | **TOTAL** | | | | 3,521,017.50 |

Son: TRES MILLONES QUINIENTOS VENTE Y UN MIL DIECISIETE CON 50/100 DÓLARES

# CAPITULO 9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 9.1 CONCLUSIONES

Tras la culminación del presente proyecto de investigación se concluyó con el diseño geométrico y de la capa de rodadura en pavimento flexible de la vía proyectada desde la comunidad de “La Unión y Progreso – Mollepongo” con los siguientes aspectos a considerar.

- Tras el respectivo estudio socioeconómico se determinó la clasificación vial a la que pertenece el proyecto que determinó los parámetros técnicos a los que se debió regirse al momento del diseño geométrico de la vía.
- Se realizó un diseño geométrico respecto a radios mínimos iguales a 15 m y pendientes máximas de 16% debido a razones económicas con el fin de no generar demasiado corte o relleno al momento de la construcción.
- Concluido el diseño geométrico se continuó con el análisis de los tipos de suelo de la zona para el posterior diseño de la carpeta de rodadura en pavimento flexible.
- Se indicó de igual manera un análisis hidrológico con el fin de diseñar el sistema de drenaje tanto longitudinal como transversal de la vía y sus respectivas obras de protección de dicho sistema.
- Considerando todas las actividades a realizarse en la construcción de esta carretera se generó un presupuesto estimativo para que sea considerado en la ejecución de esta obra vial.

## 9.2 RECOMENDACIONES

Tras establecer los objetivos cumplidos en la realización del presente proyecto de investigación se tienen las siguientes recomendaciones a considerarse cuando se planifique la ejecución de la obra civil.

- Para el diseño de taludes se utilizó valores estandarizados y basados en el tipo de suelo obtenido del análisis de suelos del sector, al momento de la construcción se recomienda que mientras más alto sea el corte se amplié el Angulo de corte y de igual manera en terraplenes.
- De igual manera se recomienda realizar los diseños complementarios de estructuras de arte mayor como puentes con el fin de salvar los accidentes topográficos y cursos de agua que requieren ser atravesados por la vía.
- Se recomienda de igual forma considerar el diseño de obras complementarias como se requiera en caso de que en la etapa constructiva se realicen cambios del alineamiento tal como se encuentra actualmente establecido.

# CAPITULO 10 BIBLIOGRAFÍA


- AASHTO. (1993). GUIA PARA DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS. WASHINGTON,DC: ASOCIOACION AMERICANA DE CARRETERA ESTATAL Y FUNCIONARIOS DE TRASPORTE.
- Agudelo Ospina, J. J. (2002). Diseño Geometrico de Vías. Medellín.
- Bowles, J. (1981). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Bogota: Poligráfica S.A.
- Braja M, D. (1985). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Sacramento: International Thomson Editores.
- Cardenas Grisales, J. (2008). Diseño Geometrico de Carreteras. Popayá, Colombia: ECOE EDICIÓN.
- Casanova Matera, L. (2002). Topografía Plana. Merida: Venezuela.
- Choconca, P. (2004). Diseño Geométrico de Vías. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Coronado Iturbide, J. (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala: Guatemala.
- 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.
- Cueva Moreno, P. (2000). Proyecto, Construcción, Fiscalización y Mantenimiento de Caminos. Loja: Ecuador: Emar.
- Grupo de Tesis POU Cabecera Cantonal de Pucará. (2013). Plan de Ordenamiento Urbano de la Cabecera Cantonal de Pucará. Cuenca: Ecuador.
- Instituto de Ingeniería UNAM. (1999). Diseño Estructural de Pavimentos Asfálticos, incluyendo carreteras de altas especificaciones. Mexico: Mexico.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (30 de 06 de 2014). GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA NORMALIZADA UTILIZADA EN CLIMATOLOGÍA. Obtenido de GLOSARIO DE TERMINOLOGÍA NORMALIZADA UTILIZADA EN CLIMATOLOGÍA: http://www.clubdelamar.org/terminologia.htm
- Jugo B., A. (2010). Metodología Para el Diseño de Pavimentos Asfálticos Para Vías de Bajo Volumen de Tráfico. Venezuela: Venezuela.
- 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 Obras Públicas. (2003). Normas de Diseño Geometrico 2003. Quito: Ecuador.

- Ministerio de Obras Públicas. (s.f.). Ensayos de Suelos y Materiales. Quito: Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras "Diseño Geométrico" DG 2013. Lima: Perú.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013). Norma Ecuatoriana Vial (Vol. 2A). Quito: Ecuador.
- Ministerio de Transporte y Obras Publicas. (2013). Volumen N°4 Manual de Guia y Criterios para Estudios Ambientales en Obra de Infraestructura de Transporte Terrestre. Quito: Nevi12.
- Montejo Fonseca, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tomo I. Bogotá: Agora Editores.
- MTOP 2B. (2013). Norma ecuatoria vial -12 (Vol. 2B). Quito: Quito.
- Pourrut, P. (1995). El Agua en el Ecuador. Quito: Corporación Editoria Nacional.
- Rico Rodriguez, A., & Del Castillo, H. (2005). Ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas, Volume 1. Mexico: Limusa.
- Rondón Quintana, H. A., & Reyes Lizcano, F. A. (2007). Metodología de Diseño de Pavimentos Flexibles: Tendencias, Alcances y Limitaciones (Vols. 17-2). Bogota: Colombia.
- Rusell. (1969). Topografia Moderna.
- Siline, M. G., & Abel, O. H. (2006). Diseño Modernos de Pavimentos Asfalticos . Lima: Perú .
- Tambo Encalada, W. S. (2011). Estudio del Peligro de Deslizamiento del Norte de la Ciudad de Loja, Provincia de Loja. Ecuador. Loja.
- Vera Cortés, C. A. (20 de Febrero de 2015). Topografia-Carretera. Obtenido de Topografia-Carretera: http://nodubitatio.es.tl/Curvas-horizontales.htm

# CAPITULO 11

# ANEXOS

# 11.1 PAVIMENTOS

**Factores de equivalencia de carga para pavimentos flexibles por tipo de eje y 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 |
| 42 | 186.8 | 49.70 | 47.70 | 43.00 | 38.60 | 37.20 | 38.50 |
| 44 | 195.7 | 61.80 | 59.30 | 53.40 | 47.60 | 45.70 | 47.10 |
| 46 | 204.6 | 76.10 | 73.00 | 65.60 | 58.30 | 55.70 | 57.00 |
| 48 | 213.5 | 92.90 | 89.10 | 80.00 | 70.90 | 67.30 | 68.60 |
| 50 | 222.4 | 113.00 | 108.00 | 97.00 | 86.00 | 81.00 | 82.00 |

# 11.2 ENSAYOS DE SUELOS

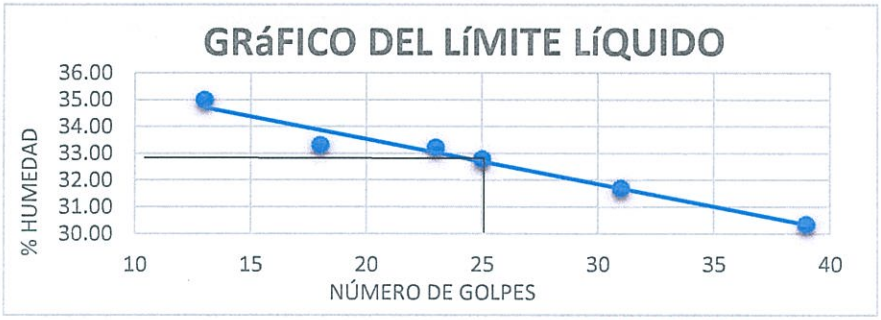
# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERÌA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 1
UBICACIÓN : ABSCICA 0+000

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO

A.S.T.M D-423 D-424

| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 39 | 31 | 25 | 23 | 18 | 13 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 42.21 | 38.02 | 38.28 | 40.65 | 46.64 | 40.85 | 60.33 | 56.46 | 55.67 | 48.70 | 217.51 | 214.97 |
| M. SECA + TARRO | 37.20 | 34.01 | 34.15 | 36.72 | 40.26 | 35.85 | 59.14 | 55.67 | 55.11 | 47.83 | 193.58 | 191.30 |
| PESO DE AGUA | 5.01 | 4.01 | 4.13 | 3.93 | 6.38 | 5.00 | 1.19 | 0.79 | 0.56 | 0.87 | 23.93 | 23.67 |
| PESO DEL TARRO | 20.69 | 21.36 | 21.56 | 24.89 | 21.11 | 21.57 | 54.36 | 52.72 | 52.99 | 44.41 | 67.19 | 65.78 |
| PESO MUESTRA SECA | 16.51 | 12.65 | 12.59 | 11.83 | 19.15 | 14.28 | 4.78 | 2.95 | 2.12 | 3.42 | 126.39 | 125.52 |
| % HUMEDAD | 30.35 | 31.70 | 32.80 | 33.22 | 33.32 | 35.01 | 24.90 | 26.78 | 26.42 | 25.44 | 18.93 | 18.86 |
| | | | | | | | | | | | 18.90 | |

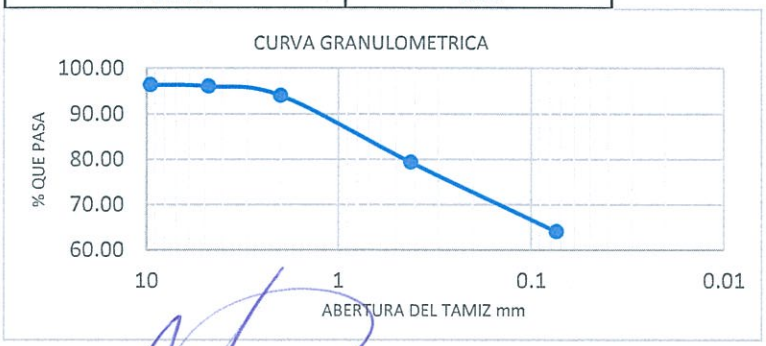



wL = 33
wp = 26
Ip = 7

GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 422.30 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 152.10 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 152.10 | gm |
| HUMEDAD % | 18.40 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 3/8 | 9.52 | 15.00 | 15.00 | 3.55 | 96.45 |
| N° 4 | 4.76 | 1.60 | 16.60 | 3.93 | 96.07 |
| N° 10 | 2 | 8.60 | 25.20 | 5.97 | 94.03 |
| N°40 | 0.42 | 62.10 | 87.30 | 20.67 | 79.33 |
| N° 200 | 0.074 | 64.50 | 151.80 | 35.95 | 64.05 |
| FONDO | | 0.30 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 64.05 | a | 29.05 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 33 | b | 40 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 26 | c | 0 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 7 | d | 0 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 6 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-4 (6), LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 1

UBICACIÓN: 0+000

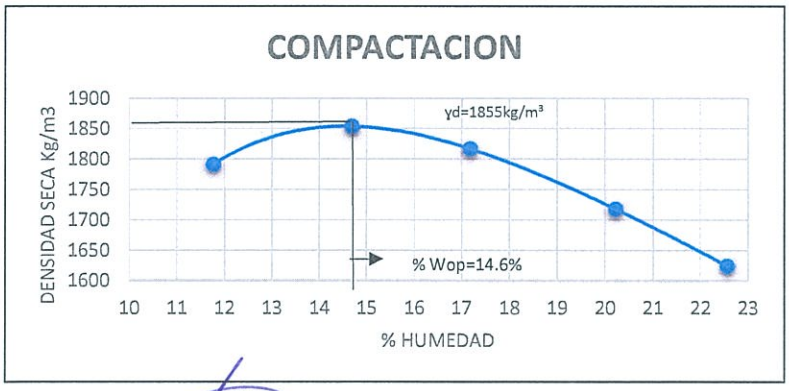
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 1 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5941 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

### DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 12.74 | 15.74 | 18.74 | 21.74 | 24.74 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 150 | 300 | 450 | 600 | 750 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 10269 | 10535 | 10542 | 10404 | 10243 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5941 | 5941 | 5941 | 5941 | 5941 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 4328 | 4594 | 4601 | 4463 | 4302 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 2003 | 2126 | 2129 | 2065 | 1991 |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 223.39 | 205.42 | 229.05 | 205.49 | 216.92 | 189.91 | 202.71 | 182.28 | 193.22 | 168.86 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 206.87 | 190.56 | 208.79 | 187.61 | 194.81 | 171.61 | 180.28 | 162.92 | 169.96 | 150.22 |
| PESO DEL AGUA | 16.52 | 14.86 | 20.26 | 17.88 | 22.11 | 18.3 | 22.43 | 19.36 | 23.26 | 18.64 |
| PESO DEL TARO | 65.83 | 64.78 | 69.8 | 66.87 | 66.49 | 64.82 | 69.76 | 66.83 | 66.14 | 68.22 |
| PESO DEL SUELO SECO | 141.04 | 125.78 | 138.99 | 120.74 | 128.32 | 106.79 | 110.52 | 96.09 | 103.82 | 82 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 11.71 | 11.81 | 14.58 | 14.81 | 17.23 | 17.14 | 20.29 | 20.15 | 22.40 | 22.73 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 11.76 | | 14.69 | | 17.18 | | 20.22 | | 22.57 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1792 | | 1854 | | 1817 | | 1718 | | 1624 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1855 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 14.6 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 1
UBICACIÓN : ABSCICA 0+000

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 10868 | 11010 | 10442 | 10684 | 10314 | 10695 |
| PESO DEL MOLDE | 5928 | 5928 | 5728 | 5728 | 6055 | 6055 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4940 | 5082 | 4714 | 4956 | 4259 | 4640 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2305 | 2347 | 2341 | 2391 | 2323 | 2367 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2143 | 2165 | 2014 | 2073 | 1833 | 1960 |
| DENSIDAD SECA | 1873 | 1878 | 1760 | 1748 | 1603 | 1601 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 172.57 | 183.29 | 225.84 | 202.5 | 242.85 | 217.14 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 159.21 | 168.4 | 206.15 | 185.21 | 221.15 | 198.13 |
| PESO DEL AGUA | 13.36 | 14.89 | 19.69 | 17.29 | 21.7 | 19.01 |
| PESO DEL TARRO | 66.85 | 64.78 | 69.74 | 64.81 | 69.78 | 66.49 |
| PESO MUESTRA SECA | 92.36 | 103.62 | 136.41 | 120.4 | 151.37 | 131.64 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 14.47 | 14.37 | 14.43 | 14.36 | 14.34 | 14.44 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 14.42 | | 14.40 | | 14.39 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 141 | 124.65 | 134.18 | 137.51 | 108.95 | 144.18 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 127.98 | 113.97 | 120.05 | 124.43 | 98.62 | 127.35 |
| PESO DEL AGUA | 13.02 | 10.68 | 14.13 | 13.08 | 10.33 | 16.83 |
| PESO DEL TARRO | 43.01 | 44.01 | 43.46 | 54.37 | 52.44 | 52.76 |
| PESO MUESTRA SECA | 84.97 | 69.96 | 76.59 | 70.06 | 46.18 | 74.59 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.32 | 15.27 | 18.45 | 18.67 | 22.37 | 22.56 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.30 | | 18.56 | | 22.47 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 0.88 | | 4.17 | | 8.08 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Universidad Católica de Cuenca
Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 1
UBICACIÓN : ABSCICA 0+000

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y= 5.7069X+20.29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTANDAR | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LIB/PULG² | LIB/PULG² | C.B.R |
| 17/09/2014 | 19H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 18/09/2014 | 20H30 | 1 | 76 | 5.076 | 0.076 | 1.52 | 25 | 9 | 71.65 | 23.11 | | | |
| 19/09/2014 | 20H00 | 2 | 85 | 5.085 | 0.085 | 1.7 | 50 | 18 | 123.01 | 39.68 | | | |
| 20/09/2014 | - | 3 | - | | | | 75 | 29 | 185.79 | 59.93 | | | |
| 21/09/2014 | - | 4 | - | | | | 100 | 39 | 242.86 | 78.34 | 78.34 | 1000 | 7.83 |
| 22/09/2014 | 16H10 | 5 | 92 | 5.092 | 0.092 | 1.84 | 150 | 57 | 345.58 | 111.48 | | | |
| 23/09/2014 | 17H45 | 6 | 92 | 5.092 | 0.092 | 1.84 | 200 | 73 | 436.89 | 140.93 | 140.93 | 1500 | 9.40 |
| | | | | | | | 250 | 90 | 533.91 | 172.23 | | | |
| | | | | | | | 300 | 105 | 619.51 | 199.84 | 199.84 | 1900 | 10.52 |
| | | | | | | | 400 | 143 | 836.38 | 269.80 | | | |
| | | | | | | | 500 | 187 | 1087.48 | 350.80 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTANDAR | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LIB/PULG² | LIB/PULG² | C.B.R |
| 17/09/2014 | 19H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 18/09/2014 | 20H30 | 1 | 89 | 5.089 | 0.089 | 1.78 | 25 | 5 | 48.82 | 15.75 | | | |
| 19/09/2014 | 20H00 | 2 | 98 | 5.098 | 0.098 | 1.96 | 50 | 9 | 71.65 | 23.11 | | | |
| 20/09/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 13 | 94.48 | 30.48 | | | |
| 21/09/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 18 | 123.01 | 39.68 | 39.68 | 1000 | 3.97 |
| 22/09/2014 | 16H10 | 5 | 107 | 5.107 | 0.107 | 2.14 | 150 | 26 | 168.67 | 54.41 | | | |
| 23/09/2014 | 17H45 | 6 | 107 | 5.107 | 0.107 | 2.14 | 200 | 34 | 214.32 | 69.14 | 69.14 | 1500 | 4.61 |
| | | | | | | | 250 | 42 | 259.98 | 83.86 | | | |
| | | | | | | | 300 | 51 | 311.34 | 100.43 | 100.43 | 1900 | 5.29 |
| | | | | | | | 400 | 69 | 414.07 | 133.57 | | | |
| | | | | | | | 500 | 90 | 533.91 | 172.23 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTANDAR | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LIB/PULG² | LIB/PULG² | C.B.R |
| 17/09/2014 | 19H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 18/09/2014 | 20H30 | 1 | 89 | 5.089 | 0.089 | 1.78 | 25 | 3 | 37.4107 | 12.07 | | | |
| 19/09/2014 | 20H00 | 2 | 93 | 5.093 | 0.093 | 1.86 | 50 | 5 | 48.8245 | 15.75 | | | |
| 20/09/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 5 | 48.8245 | 15.75 | | | |
| 21/09/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 7 | 60.2383 | 19.43 | 19.43 | 1000 | 1.94 |
| 22/09/2014 | 16H10 | 5 | 95 | 5.095 | 0.095 | 1.9 | 150 | 9 | 71.6521 | 23.11 | | | |
| 23/09/2014 | 17H45 | 6 | 95 | 5.095 | 0.095 | 1.9 | 200 | 10 | 77.359 | 24.95 | 24.95 | 1500 | 1.66 |
| | | | | | | | 250 | 12 | 88.7728 | 28.64 | | | |
| | | | | | | | 300 | 14 | 100.1866 | 32.32 | 32.32 | 1900 | 1.70 |
| | | | | | | | 400 | 18 | 123.0142 | 39.68 | | | |
| | | | | | | | 500 | 22 | 145.8418 | 47.05 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil, Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

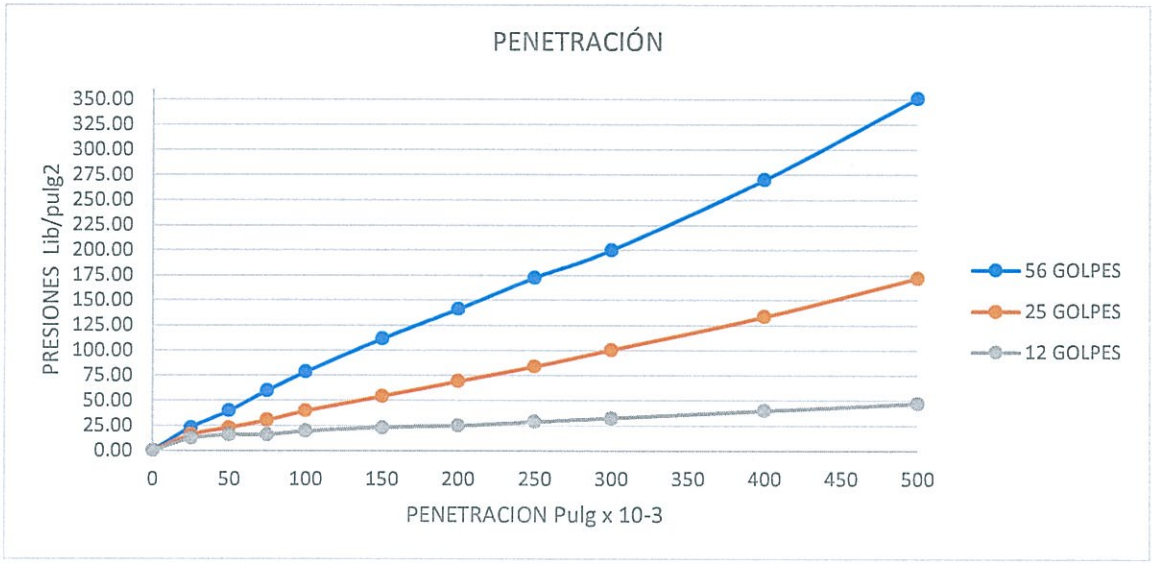
ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

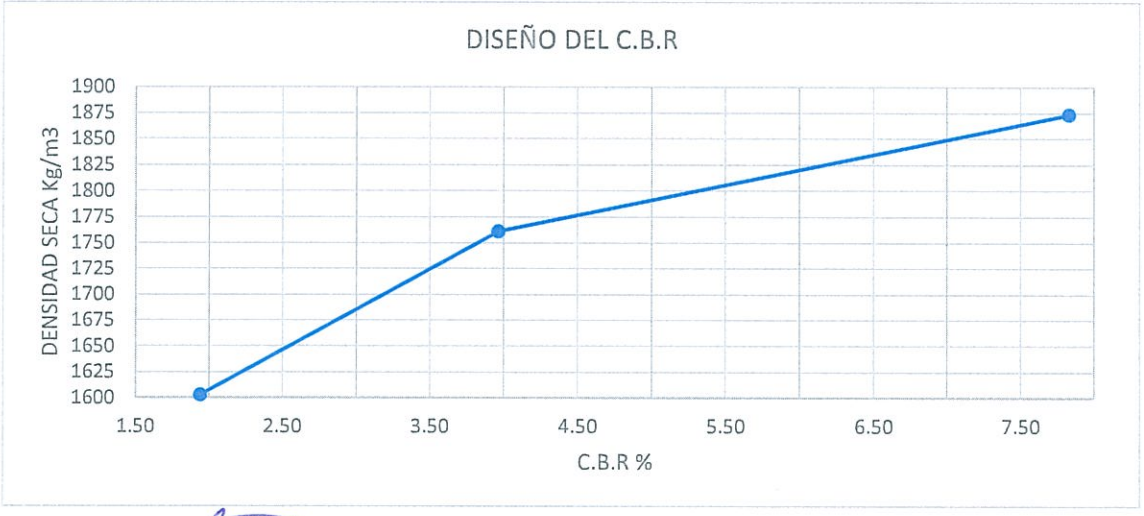
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 1
UBICACIÓN : ABSCICA 0+000

## GRÁFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 7.83 | 1873 |
| 25 | 3.97 | 1760 |
| 12 | 1.94 | 1603 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

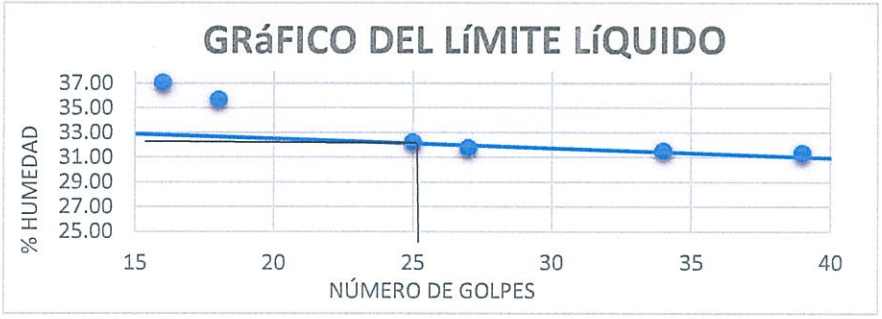
WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 2
UBICACIÓN : ABSCICA 0+580

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO
A.S.T.M D-423 D-424

| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 39 | 34 | 27 | 25 | 18 | 16 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 35.85 | 39.15 | 36.58 | 36.15 | 32.26 | 34.13 | 23.52 | 24.01 | 25.41 | 24.52 | 257.99 | 223.24 |
| M. SECA + TARRO | 32.44 | 34.72 | 33.76 | 32.48 | 29.50 | 30.73 | 23.06 | 23.56 | 24.74 | 24.02 | 232.44 | 201.75 |
| PESO DE AGUA | 3.41 | 4.43 | 2.82 | 3.67 | 2.76 | 3.40 | 0.46 | 0.45 | 0.67 | 0.50 | 25.55 | 21.49 |
| PESO DEL TARRO | 21.57 | 20.68 | 24.89 | 21.10 | 21.77 | 21.56 | 21.23 | 21.74 | 22.05 | 22.00 | 67.84 | 63.40 |
| PESO MUESTRA SECA | 10.87 | 14.04 | 8.87 | 11.38 | 7.73 | 9.17 | 1.83 | 1.82 | 2.69 | 2.02 | 164.60 | 138.35 |
| % HUMEDAD | 31.37 | 31.55 | 31.79 | 32.25 | 35.71 | 37.08 | 25.14 | 24.73 | 24.91 | 24.75 | 15.52 | 15.53 |
| | | | | | | | | | | | 15.53 | |

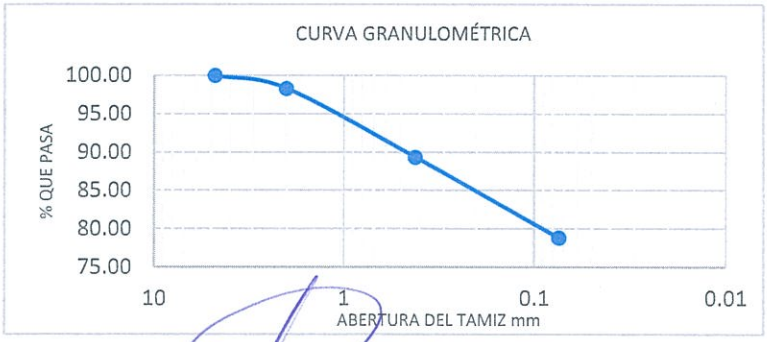



wL = 32
wp = 25
Ip = 7

GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 474.43 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 102.10 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 102.10 | gm |
| HUMEDAD % | 5.39 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 10 | 2 | 8.10 | 8.10 | 1.71 | 98.29 |
| N°40 | 0.42 | 42.40 | 50.50 | 10.64 | 89.36 |
| N° 200 | 0.074 | 49.80 | 100.30 | 21.14 | 78.86 |
| FONDO | | 1.8 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 78.86 | a | 40 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 32 | b | 40 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 25 | c | 0 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 7 | d | 0 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 8 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-4 (8), LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 2

UBICACIÓN: 0+580

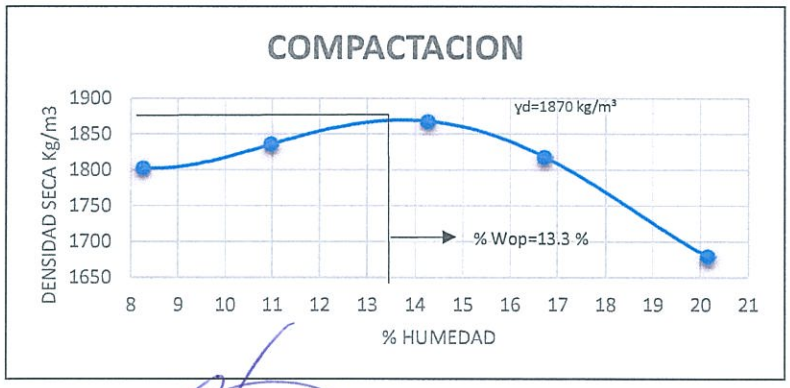
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 2 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5941 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

### DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 9.02 | 12.02 | 15.02 | 18.02 | 21.02 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 155 | 310 | 465 | 620 | 775 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 10159 | 10342 | 10553 | 10526 | 10300 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5941 | 5941 | 5941 | 5941 | 5941 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 4218 | 4401 | 4612 | 4585 | 4359 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1952 | 2037 | 2134 | 2122 | 2017 |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 145.2 | 154.37 | 128.95 | 131.32 | 115.04 | 127.54 | 144.73 | 145.41 | 117.37 | 128.87 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 138.16 | 146.77 | 120.43 | 123.55 | 106.15 | 117.09 | 131.54 | 132.08 | 105 | 116.2 |
| PESO DEL AGUA | 7.04 | 7.6 | 8.52 | 7.77 | 8.89 | 10.45 | 13.19 | 13.33 | 12.37 | 12.67 |
| PESO DEL TARO | 53.09 | 54.37 | 43.02 | 52.43 | 43.73 | 44.02 | 52.75 | 52.34 | 43.88 | 53.1 |
| PESO DEL SUELO SECO | 85.07 | 92.4 | 77.41 | 71.12 | 62.42 | 73.07 | 78.79 | 79.74 | 61.12 | 63.1 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 8.28 | 8.23 | 11.01 | 10.93 | 14.24 | 14.3 | 16.74 | 16.72 | 20.24 | 20.08 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 8.255 | | 10.97 | | 14.27 | | 16.73 | | 20.16 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1803 | | 1836 | | 1868 | | 1818 | | 1679 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1870 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 13.3 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil, Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 2
UBICACIÓN : ABSCICA 0+580

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 12179 | 12338 | 10546 | 10810 | 10085 | 10449 |
| PESO DEL MOLDE | 7359 | 7359 | 5881 | 5881 | 5726 | 5726 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4820 | 4979 | 4665 | 4929 | 4359 | 4723 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2286 | 2323 | 2359 | 2398 | 2341 | 2379 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2108 | 2143 | 1978 | 2056 | 1862 | 1985 |
| DENSIDAD SECA | 1868 | 1869 | 1751 | 1748 | 1650 | 1668 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 124.08 | 123.13 | 118.84 | 125.29 | 118.8 | 113.79 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 114.89 | 115.08 | 111.25 | 115.98 | 111.46 | 105.7 |
| PESO DEL AGUA | 9.19 | 8.05 | 7.59 | 9.31 | 7.34 | 8.09 |
| PESO DEL TARRO | 43.44 | 52.75 | 52.41 | 44 | 54.35 | 42.99 |
| PESO MUESTRA SECA | 71.45 | 62.33 | 58.84 | 71.98 | 57.11 | 62.71 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 12.86 | 12.92 | 12.9 | 12.93 | 12.85 | 12.9 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 12.89 | | 12.92 | | 12.88 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 116.18 | 127.64 | 125.33 | 128 | 122.05 | 121.34 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 106.81 | 118.07 | 114.72 | 115.37 | 110.97 | 109 |
| PESO DEL AGUA | 9.37 | 9.57 | 10.61 | 12.63 | 11.08 | 12.34 |
| PESO DEL TARRO | 43.01 | 52.43 | 54.37 | 43.47 | 52.77 | 44.02 |
| PESO MUESTRA SECA | 63.8 | 65.64 | 60.35 | 71.9 | 58.2 | 64.98 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 14.69 | 14.58 | 17.58 | 17.57 | 19.04 | 18.99 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 14.64 | | 17.58 | | 19.02 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 1.75 | | 4.66 | | 6.14 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Universidad Católica de Cuenca
Facultad de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 2
UBICACIÓN : ABSCICA 0+580

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y= 5.7069X+20.29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTANDAR | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LIB/PULG² | LIB/PULG² | C.B.R |
| 19/09/2014 | 19H50 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.29 | 6.55 | | | |
| 20/09/2014 | - | 2 | - | | | | 25 | 8 | 65.95 | 21.27 | | | |
| 21/09/2014 | - | 3 | - | | | | 50 | 19 | 128.72 | 41.52 | | | |
| 22/09/2014 | 16H15 | 4 | 80 | 5.08 | 0.08 | 1.6 | 75 | 31 | 197.20 | 63.61 | | | |
| 23/09/2014 | 17H50 | 5 | 82 | 5.082 | 0.082 | 1.64 | 100 | 46 | 282.81 | 91.23 | 91.23 | 1000 | 9.12 |
| 24/09/2014 | 16H30 | 6 | 82 | 5.082 | 0.082 | 1.64 | 150 | 75 | 448.31 | 144.62 | | | |
| | | | | | | | 200 | 105 | 619.51 | 199.84 | 199.84 | 1500 | 13.32 |
| | | | | | | | 250 | 131 | 767.89 | 247.71 | | | |
| | | | | | | | 300 | 156 | 910.57 | 293.73 | 293.73 | 1900 | 15.46 |
| | | | | | | | 400 | 202 | 1173.08 | 378.41 | | | |
| | | | | | | | 500 | 249 | 1441.31 | 464.94 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTANDAR | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LIB/PULG² | LIB/PULG² | C.B.R |
| 19/09/2014 | 19H50 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 20/09/2014 | - | 2 | | | | | 25 | 7 | 60.24 | 19.43 | | | |
| 21/09/2014 | - | 3 | | | | | 50 | 15 | 105.89 | 34.16 | | | |
| 22/09/2014 | 16H15 | 4 | 67 | 5.067 | 0.067 | 1.34 | 75 | 23 | 151.55 | 48.89 | | | |
| 23/09/2014 | 17H50 | 5 | 67 | 5.067 | 0.067 | 1.34 | 100 | 32 | 202.91 | 65.46 | 65.46 | 1000 | 6.55 |
| 24/09/2014 | 16H30 | 6 | 67 | 5.067 | 0.067 | 1.34 | 150 | 49 | 299.93 | 96.75 | | | |
| | | | | | | | 200 | 63 | 379.82 | 122.52 | 122.52 | 1500 | 8.17 |
| | | | | | | | 250 | 78 | 465.43 | 150.14 | | | |
| | | | | | | | 300 | 93 | 551.03 | 177.75 | 177.75 | 1900 | 9.36 |
| | | | | | | | 400 | 119 | 699.41 | 225.62 | | | |
| | | | | | | | 500 | 144 | 842.08 | 271.64 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTANDAR | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LIB/PULG² | LIB/PULG² | C.B.R |
| 19/09/2014 | 19H50 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 20/09/2014 | - | 2 | | | | | 25 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 21/09/2014 | - | 3 | | | | | 50 | 10 | 77.359 | 24.95 | | | |
| 22/09/2014 | 16H15 | 4 | 68 | 5.068 | 0.068 | 1.36 | 75 | 14 | 100.1866 | 32.32 | | | |
| 23/09/2014 | 17H50 | 5 | 73 | 5.073 | 0.073 | 1.46 | 100 | 18 | 123.0142 | 39.68 | 39.68 | 1000 | 3.97 |
| 24/09/2014 | 16H30 | 6 | 73 | 5.073 | 0.073 | 1.46 | 150 | 25 | 162.9625 | 52.57 | | | |
| | | | | | | | 200 | 31 | 197.2039 | 63.61 | 63.61 | 1500 | 4.24 |
| | | | | | | | 250 | 36 | 225.7384 | 72.82 | | | |
| | | | | | | | 300 | 41 | 254.2729 | 82.02 | 82.02 | 1900 | 4.32 |
| | | | | | | | 400 | 50 | 305.635 | 98.59 | | | |
| | | | | | | | 500 | 58 | 351.2902 | 113.32 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

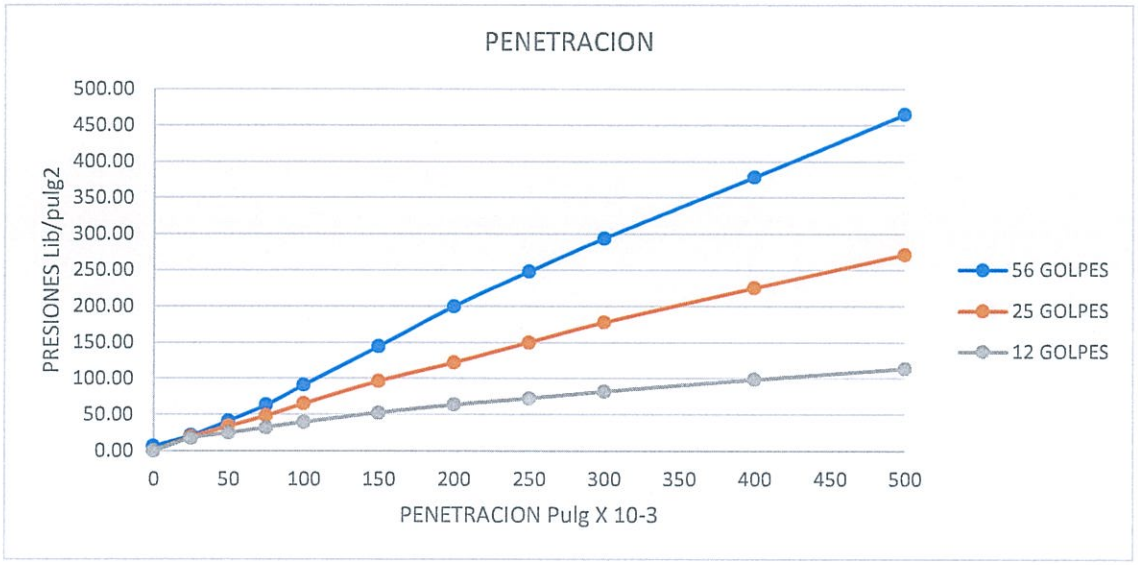
ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

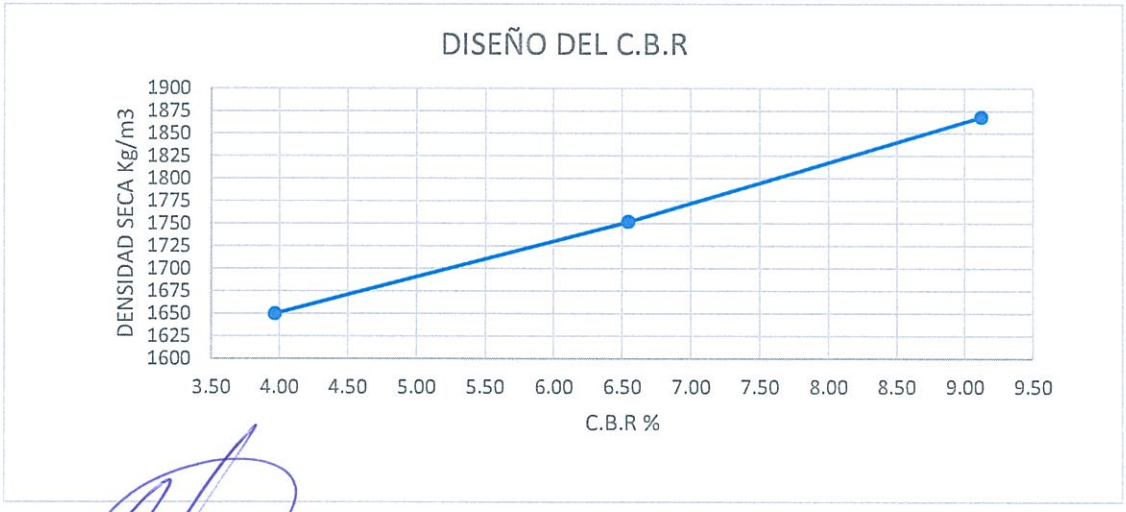
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 2
UBICACIÓN : ABSCICA 0+580

## GRÁFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 9.12 | 1868 |
| 25 | 6.55 | 1751 |
| 12 | 3.97 | 1650 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Universidad Católica de Cuenca
Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 3
UBICACIÓN : ABSCICA 1+300

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO

A.S.T.M D-423 D-424

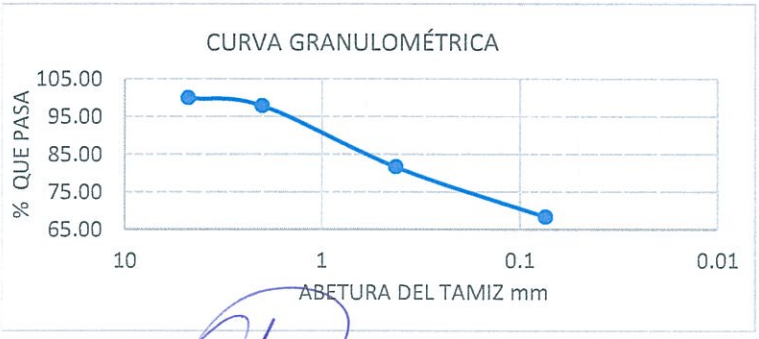
| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 34 | 26 | 22 | 20 | 17 | 13 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 26.34 | 26.30 | 27.53 | 26.47 | 28.34 | 27.13 | 10.62 | 9.37 | 8.68 | 7.30 | 141.77 | 143.69 |
| M. SECA + TARRO | 22.98 | 22.77 | 23.69 | 22.87 | 24.17 | 23.18 | 9.27 | 8.27 | 7.73 | 6.64 | 130.50 | 130.62 |
| PESO DE AGUA | 3.36 | 3.53 | 3.84 | 3.60 | 4.17 | 3.95 | 1.35 | 1.10 | 0.95 | 0.66 | 11.27 | 13.07 |
| PESO DEL TARRO | 12.41 | 12.10 | 12.39 | 12.30 | 12.15 | 12.15 | 4.07 | 4.10 | 4.12 | 4.11 | 52.36 | 43.32 |
| PESO MUESTRA SECA | 10.57 | 10.67 | 11.30 | 10.57 | 12.02 | 11.03 | 5.20 | 4.17 | 3.61 | 2.53 | 78.14 | 87.30 |
| % HUMEDAD | 31.79 | 33.08 | 33.98 | 34.06 | 34.69 | 35.81 | 25.96 | 26.38 | 26.32 | 26.09 | 14.42 | 14.97 |
| | | | | | | | | | | | 14.70 | |

wL = 33
wp = 26
Ip = 7

GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 435.93 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 139.20 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 139.20 | gm |
| HUMEDAD % | 14.70 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 10 | 2 | 9.40 | 9.40 | 2.16 | 97.84 |
| N°40 | 0.42 | 70.70 | 80.10 | 18.37 | 81.63 |
| N° 200 | 0.074 | 58.10 | 138.20 | 31.70 | 68.30 |
| FONDO | | 1.00 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 68.30 | a | 33.3 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 33 | b | 40 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 26 | c | 0 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 7 | d | 0 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 7 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-4 (7), LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Universidad Católica de Cuenca
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 3

UBICACIÓN: 1+300

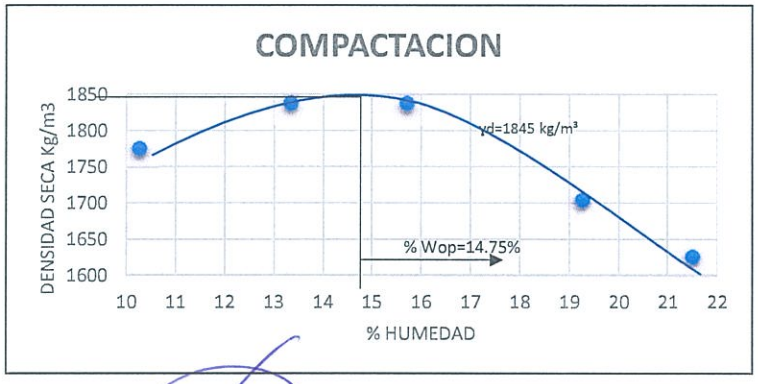
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 3 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5815 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

### DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 10.33 | 13.33 | 16.33 | 19.33 | 22.33 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 0 | 150 | 300 | 450 | 600 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 10044 | 10316 | 10410 | 10206 | 10083 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5815 | 5815 | 5815 | 5815 | 5815 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 4229 | 4501 | 4595 | 4391 | 4268 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1957 | 2083 | 2126 | 2032 | 1975 |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 139.43 | 105.41 | 137.19 | 131.97 | 127.19 | 147.35 | 124.47 | 127.48 | 117.29 | 119.66 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 130.57 | 99.63 | 127.3 | 122.58 | 115.92 | 134.51 | 112.86 | 115.61 | 105.97 | 106.03 |
| PESO DEL AGUA | 8.86 | 5.78 | 9.89 | 9.39 | 11.27 | 12.84 | 11.61 | 11.87 | 11.32 | 13.63 |
| PESO DEL TARO | 44.2 | 43.28 | 52.98 | 52.42 | 44 | 53.08 | 52.86 | 53.71 | 53.08 | 43 |
| PESO DEL SUELO SECO | 86.37 | 56.35 | 74.32 | 70.16 | 71.92 | 81.43 | 60 | 61.9 | 52.89 | 63.03 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 10.26 | 10.26 | 13.31 | 13.38 | 15.67 | 15.77 | 19.35 | 19.18 | 21.4 | 21.62 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 10.26 | | 13.35 | | 15.72 | | 19.27 | | 21.51 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1775 | | 1838 | | 1837 | | 1704 | | 1625 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1845 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 14.75 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil, Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 3
UBICACIÓN : ABSCICA 1+300

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 11061 | 11108 | 10486 | 10646 | 10467 | 10729 |
| PESO DEL MOLDE | 6081 | 6081 | 5764 | 5764 | 6054 | 6054 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4980 | 5027 | 4722 | 4882 | 4413 | 4675 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2341 | 2344 | 2323 | 2331 | 2305 | 2312 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2127 | 2145 | 2033 | 2094 | 1915 | 2022 |
| DENSIDAD SECA | 1855 | 1850 | 1775 | 1783 | 1668 | 1667 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 118.87 | 125.32 | 125.02 | 131.24 | 108.35 | 136.94 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 110.37 | 114.89 | 115.92 | 120.17 | 101.24 | 126.18 |
| PESO DEL AGUA | 8.5 | 10.43 | 9.1 | 11.07 | 7.11 | 10.76 |
| PESO DEL TARRO | 52.89 | 43.01 | 53.01 | 44.02 | 53.1 | 53.74 |
| PESO MUESTRA SECA | 57.48 | 71.88 | 62.91 | 76.15 | 48.14 | 72.44 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 14.79 | 14.51 | 14.47 | 14.54 | 14.77 | 14.85 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 14.65 | | 14.51 | | 14.81 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 123.61 | 125.72 | 120.74 | 116.95 | 134.45 | 119.92 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 113.90 | 115.59 | 109.32 | 105.98 | 118.43 | 106.60 |
| PESO DEL AGUA | 9.71 | 10.13 | 11.42 | 10.97 | 16.02 | 13.32 |
| PESO DEL TARRO | 52.77 | 52.26 | 43.67 | 43.27 | 43.40 | 43.98 |
| PESO MUESTRA SECA | 61.13 | 63.33 | 65.65 | 62.71 | 75.03 | 62.62 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.88 | 16.00 | 17.40 | 17.49 | 21.35 | 21.27 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.94 | | 17.45 | | 21.31 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 1.29 | | 2.94 | | 6.50 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 3
UBICACIÓN : ABSCICA 1+300

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y= 5.7069X+20.29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES C.B.R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | |
| 29/10/2014 | 17H30 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 30/10/2014 | 17H30 | 1 | 6 | 5.006 | 0.006 | 0.12 | 25 | 37 | 231.4453 | 74.66 | | | |
| 31/10/2014 | 15H30 | 2 | 6 | 5.006 | 0.006 | 0.12 | 50 | 77 | 459.7213 | 148.30 | | | |
| 01/11/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 117 | 687.9973 | 221.93 | | | |
| 02/11/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 150 | 876.325 | 282.69 | 282.69 | 1000 | 28.27 |
| 03/11/2014 | - | 5 | | | | | 150 | 200 | 1161.67 | 374.73 | | | |
| 04/11/2014 | - | 6 | | | | | 200 | 243 | 1407.0667 | 453.89 | 453.89 | 1500 | 30.26 |
| 05/11/2014 | 15H32 | 7 | 6 | 5.006 | 0.006 | 0.12 | 250 | 280 | 1618.222 | 522.01 | | | |
| 06/11/2014 | 14H15 | 8 | 6 | 5.006 | 0.006 | 0.12 | 300 | 315 | 1817.9635 | 586.44 | 586.44 | 1900 | 30.87 |
| | | | | | | | 400 | 400 | 2303.05 | 742.92 | | | |
| | | | | | | | 500 | 500 | 2873.74 | 927.01 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES C.B.R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | |
| 29/10/2014 | 17H30 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 30/10/2014 | 17H30 | 1 | 17 | 5.017 | 0.017 | 0.34 | 25 | 15 | 105.8935 | 34.16 | | | |
| 31/10/2014 | 15H30 | 2 | 17 | 5.017 | 0.017 | 0.34 | 50 | 34 | 214.3246 | 69.14 | | | |
| 01/11/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 58 | 351.2902 | 113.32 | | | |
| 02/11/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 85 | 505.3765 | 163.02 | 163.02 | 1000 | 16.302 |
| 03/11/2014 | - | 5 | | | | | 150 | 135 | 790.7215 | 255.07 | | | |
| 04/11/2014 | - | 6 | | | | | 200 | 182 | 1058.9458 | 341.6 | 341.6 | 1500 | 22.773 |
| 05/11/2014 | 15H32 | 7 | 17 | 5.017 | 0.017 | 0.34 | 250 | 225 | 1304.3425 | 420.76 | | | |
| 06/11/2014 | 14H15 | 8 | 17 | 5.017 | 0.017 | 0.34 | 300 | 265 | 1532.6185 | 494.39 | 494.39 | 1900 | 26.021 |
| | | | | | | | 400 | 339 | 1954.9291 | 630.62 | | | |
| | | | | | | | 500 | 407 | 2342.9983 | 755.81 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES C.B.R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | |
| 29/10/2014 | 17H30 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 30/10/2014 | 17H30 | 1 | 14 | 5.014 | 0.014 | 0.28 | 25 | 16 | 111.6004 | 36 | | | |
| 31/10/2014 | 15H30 | 2 | 15 | 5.015 | 0.015 | 0.3 | 50 | 28 | 180.0832 | 58.09 | | | |
| 01/11/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 38 | 237.1522 | 76.5 | | | |
| 02/11/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 45 | 277.1005 | 89.39 | 89.39 | 1000 | 8.939 |
| 03/11/2014 | - | 5 | | | | | 150 | 57 | 345.5833 | 111.48 | | | |
| 04/11/2014 | - | 6 | | | | | 200 | 68 | 408.3592 | 131.73 | 131.73 | 1500 | 8.782 |
| 05/11/2014 | 15H32 | 7 | 15 | 5.015 | 0.015 | 0.3 | 250 | 77 | 459.7213 | 148.3 | | | |
| 06/11/2014 | 14H15 | 8 | 15 | 5.015 | 0.015 | 0.3 | 300 | 86 | 511.0834 | 164.87 | 164.87 | 1900 | 8.677 |
| | | | | | | | 400 | 100 | 590.98 | 190.64 | | | |
| | | | | | | | 500 | 115 | 676.5835 | 218.25 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

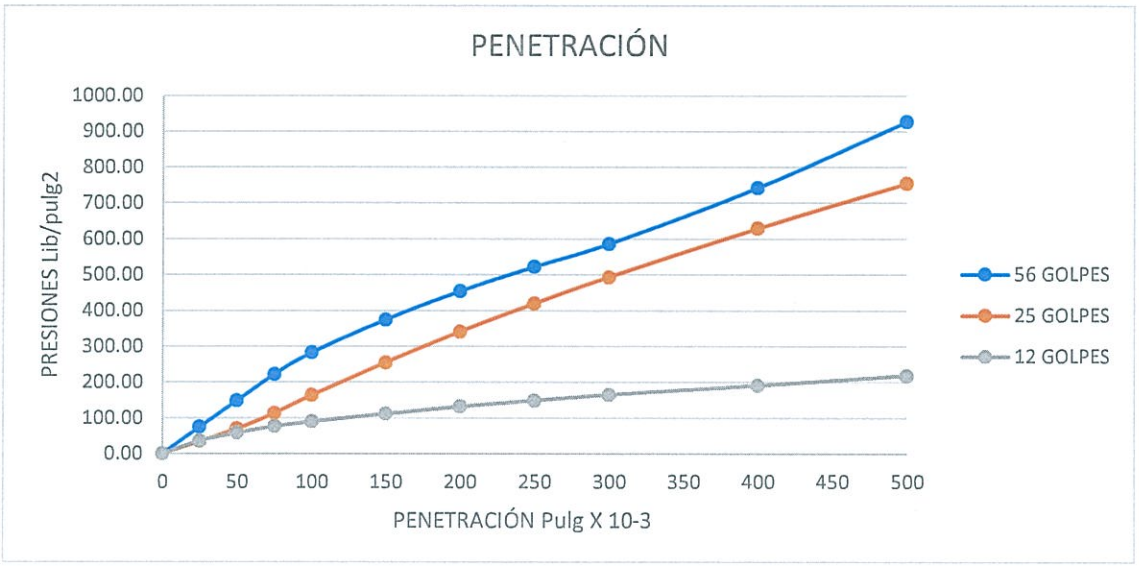
ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 3
UBICACIÓN : ABSCICA 1+300

## GRÁFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 28.269 | 1855 |
| 25 | 16.302 | 1775 |
| 12 | 8.939 | 1668 |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

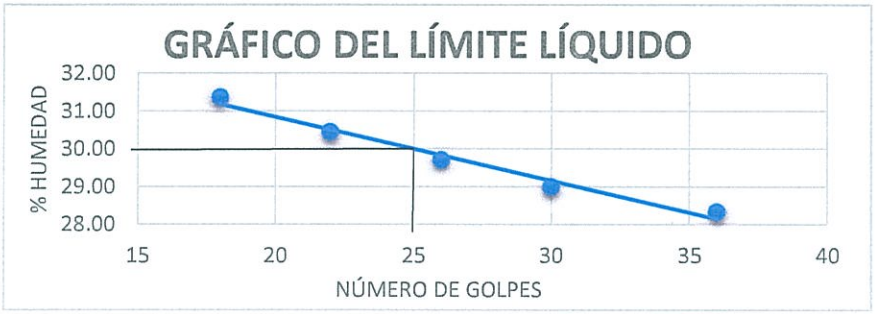
Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 4
UBICACIÓN : ABSCICA 1+900

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO
A.S.T.M D-423 D-424

| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 36 | 30 | 26 | 22 | 18 | 12 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 28.44 | 26.96 | 23.78 | 24.32 | 25.82 | 26.52 | 16.87 | 17.42 | 16.39 | 16.83 | 224.00 | 204.50 |
| M. SECA + TARRO | 24.88 | 23.62 | 21.12 | 21.52 | 22.62 | 22.88 | 15.90 | 16.36 | 15.50 | 15.83 | 191.70 | 176.60 |
| PESO DE AGUA | 3.56 | 3.34 | 2.66 | 2.80 | 3.20 | 3.64 | 0.97 | 1.06 | 0.89 | 1.00 | 32.30 | 27.90 |
| PESO DEL TARRO | 12.31 | 12.10 | 12.17 | 12.32 | 12.42 | 12.34 | 12.30 | 12.33 | 12.11 | 12.15 | 67.56 | 67.22 |
| PESO MUESTRA SECA | 12.57 | 11.52 | 8.95 | 9.20 | 10.20 | 10.54 | 3.60 | 4.03 | 3.39 | 3.68 | 124.14 | 109.38 |
| % HUMEDAD | 28.32 | 28.99 | 29.72 | 30.43 | 31.37 | 34.54 | 26.94 | 26.30 | 26.25 | 27.17 | 26.02 | 25.51 |
| | | | | | | | | | | | 25.76 | |

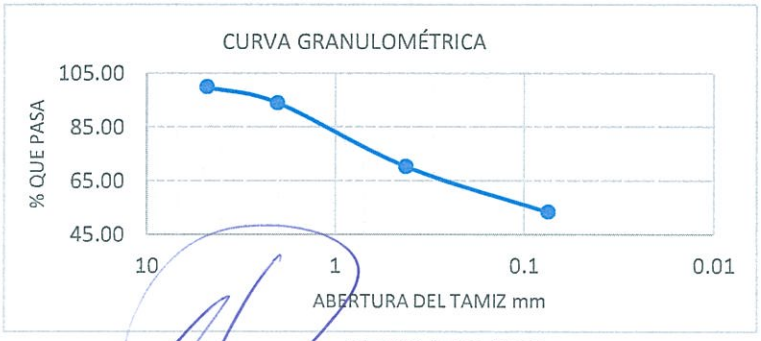



wL = 30
wp = 27
Ip = 3

GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 452.45 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 213.20 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 213.10 | gm |
| HUMEDAD % | 10.51 | % |
| % ERROR | 0.05 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 0.20 | 0.20 | 0.04 | 99.96 |
| N° 10 | 2 | 27.00 | 27.20 | 6.01 | 93.99 |
| N°40 | 0.42 | 107.00 | 134.20 | 29.66 | 70.34 |
| N° 200 | 0.074 | 77.00 | 211.20 | 46.68 | 53.32 |
| FONDO | | 1.90 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 53.32 | a | 18.32 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 30 | b | 38.32 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 27 | c | 0 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 3 | d | 0 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 4 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-4 (4), LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 4

UBICACIÓN: 1+900

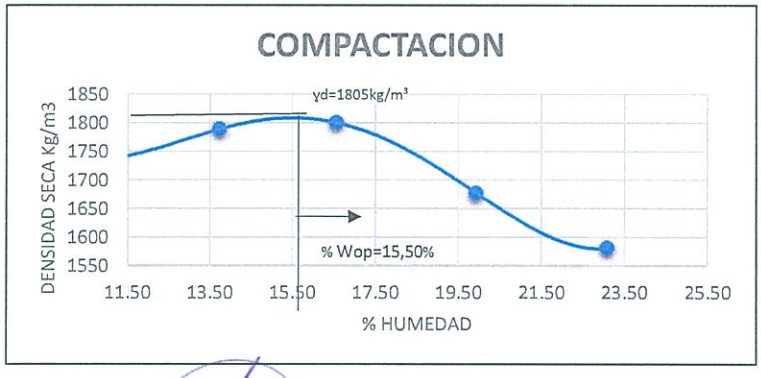
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 4 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5817 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

### DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 10.83 | 13.83 | 16.83 | 19.83 | 22.83 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 320 | 480 | 640 | 800 | 960 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 9977 | 10216 | 10352 | 10165 | 10023 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5817 | 5817 | 5817 | 5817 | 5817 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 4160 | 4399 | 4535 | 4348 | 4206 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1925 | 2036 | 2099 | 2012 | 1946 |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 142.44 | 146.65 | 164.99 | 147.86 | 158.13 | 190.14 | 173.18 | 182.04 | 132.56 | 136.28 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 133.66 | 137.45 | 153.04 | 138.18 | 145.16 | 172.41 | 155.36 | 162.55 | 115.85 | 120.73 |
| PESO DEL AGUA | 8.78 | 9.2 | 11.95 | 9.68 | 12.97 | 17.73 | 17.82 | 19.49 | 16.71 | 15.55 |
| PESO DEL TARO | 52.76 | 52.35 | 66.3 | 67.54 | 66.83 | 65.32 | 65.97 | 64.77 | 43.74 | 53.09 |
| PESO DEL SUELO SECO | 80.9 | 85.1 | 86.74 | 70.64 | 78.33 | 107.09 | 89.39 | 97.78 | 72.11 | 67.64 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 10.85 | 10.81 | 13.78 | 13.7 | 16.56 | 16.56 | 19.94 | 19.93 | 23.17 | 22.99 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 10.83 | | 13.74 | | 16.56 | | 19.94 | | 23.08 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1737 | | 1790 | | 1801 | | 1678 | | 1581 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1805 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 15.5 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 4
UBICACIÓN : ABSCICA 1+900

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 10655 | 10697 | 10597 | 10727 | 10300 | 10557 |
| PESO DEL MOLDE | 5839 | 5839 | 6007 | 6007 | 6054 | 6054 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4816 | 4858 | 4590 | 4720 | 4246 | 4503 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2311 | 2312 | 2329 | 2331 | 2365 | 2369 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2084 | 2101 | 1971 | 2025 | 1795 | 1901 |
| DENSIDAD SECA | 1805 | 1811 | 1703 | 1709 | 1554 | 1554 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 157.81 | 149.76 | 121.78 | 115.47 | 118.46 | 136.61 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 145.51 | 138.9 | 111.19 | 107 | 108.26 | 125.35 |
| PESO DEL AGUA | 12.3 | 10.86 | 10.59 | 8.47 | 10.2 | 11.26 |
| PESO DEL TARRO | 66.15 | 68.21 | 43.98 | 52.89 | 43.3 | 52.36 |
| PESO MUESTRA SECA | 79.36 | 70.69 | 67.21 | 54.11 | 64.96 | 72.99 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.5 | 15.36 | 15.76 | 15.65 | 15.7 | 15.43 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.43 | | 15.71 | | 15.57 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 132.08 | 116.65 | 107.49 | 117.44 | 118.74 | 105.01 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 121.15 | 107.86 | 97.5 | 105.89 | 105.1 | 93.61 |
| PESO DEL AGUA | 10.93 | 8.79 | 9.99 | 11.55 | 13.64 | 11.4 |
| PESO DEL TARRO | 53.09 | 52.73 | 43.4 | 43.28 | 43.26 | 43.05 |
| PESO MUESTRA SECA | 68.06 | 55.13 | 54.1 | 62.61 | 61.84 | 50.56 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.06 | 15.94 | 18.47 | 18.45 | 22.06 | 22.55 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.00 | | 18.46 | | 22.31 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 0.57 | | 2.76 | | 6.74 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 4
UBICACIÓN : ABSCICA 1+900

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y=5.7069X+20,29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 15/10/2014 | 17H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 16/10/2014 | 18H00 | 1 | 2 | 5.002 | 0.002 | 0.04 | 25 | 62 | 374.1178 | 120.68 | | | |
| 17/10/2014 | 20H00 | 2 | 3 | 5.003 | 0.003 | 0.06 | 50 | 143 | 836.3767 | 269.80 | | | |
| 18/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 203 | 1178.7907 | 380.26 | | | |
| 19/10/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 256 | 1481.2564 | 477.82 | 477.82 | 1000 | 47.78 |
| 20/10/2014 | 15H00 | 5 | 3 | 5.003 | 0.003 | 0.06 | 150 | 341 | 1966.3429 | 634.30 | | | |
| | | | | | | | 200 | 410 | 2360.119 | 761.33 | 761.33 | 1500 | 50.76 |
| | | | | | | | 250 | 469 | 2696.8261 | 869.94 | | | |
| | | | | | | | 300 | 520 | 2987.878 | 963.83 | 963.83 | 1900 | 50.73 |
| | | | | | | | 400 | 608 | 3490.0852 | 1125.83 | | | |
| | | | | | | | 500 | 671 | 3849.6199 | 1241.81 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 15/10/2014 | 17H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 16/10/2014 | 18H00 | 1 | 4 | 5.004 | 0.004 | 0.08 | 25 | 35 | 220.0315 | 70.98 | | | |
| 17/10/2014 | 20H00 | 2 | 5 | 5.005 | 0.005 | 0.1 | 50 | 81 | 482.5489 | 155.66 | | | |
| 18/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 122 | 716.5318 | 231.14 | | | |
| 19/10/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 156 | 910.5664 | 293.73 | 293.73 | 1000 | 29.373 |
| 20/10/2014 | 15H00 | 5 | 5 | 5.005 | 0.005 | 0.1 | 150 | 207 | 1201.6183 | 387.62 | | | |
| | | | | | | | 200 | 250 | 1447.015 | 466.78 | 466.78 | 1500 | 31.119 |
| | | | | | | | 250 | 287 | 1658.1703 | 534.89 | | | |
| | | | | | | | 300 | 317 | 1829.3773 | 590.12 | 590.12 | 1900 | 31.059 |
| | | | | | | | 400 | 374 | 2154.6706 | 695.06 | | | |
| | | | | | | | 500 | 426 | 2451.4294 | 790.78 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 15/10/2014 | 17H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 16/10/2014 | 18H00 | 1 | 9 | 5.009 | 0.009 | 0.18 | 25 | 15 | 105.8935 | 34.16 | | | |
| 17/10/2014 | 20H00 | 2 | 9 | 5.009 | 0.009 | 0.18 | 50 | 25 | 162.9625 | 52.57 | | | |
| 18/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 34 | 214.3246 | 69.14 | | | |
| 19/10/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 40 | 248.566 | 80.18 | 80.18 | 1000 | 8.018 |
| 20/10/2014 | 15H00 | 5 | 9 | 5.009 | 0.009 | 0.18 | 150 | 53 | 322.7557 | 104.11 | | | |
| | | | | | | | 200 | 63 | 379.8247 | 122.52 | 122.52 | 1500 | 8.168 |
| | | | | | | | 250 | 72 | 431.1868 | 139.09 | | | |
| | | | | | | | 300 | 81 | 482.5489 | 155.66 | 155.66 | 1900 | 8.193 |
| | | | | | | | 400 | 97 | 573.8593 | 185.12 | | | |
| | | | | | | | 500 | 114 | 670.8766 | 216.41 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

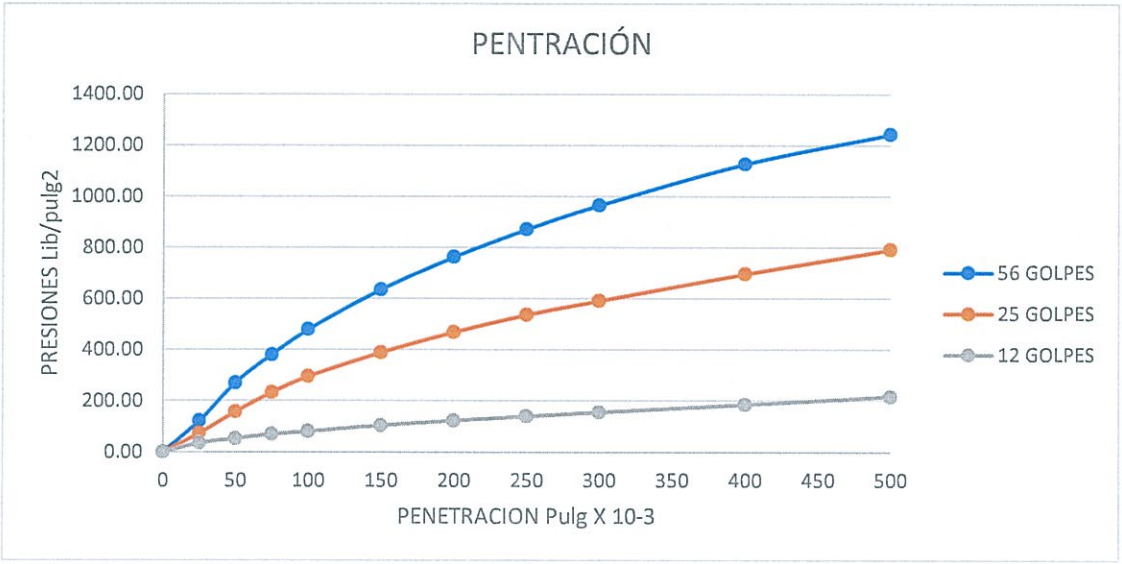
WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO
Universidad Católica de Cuenca
Facultad de Ingeniería Civil Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

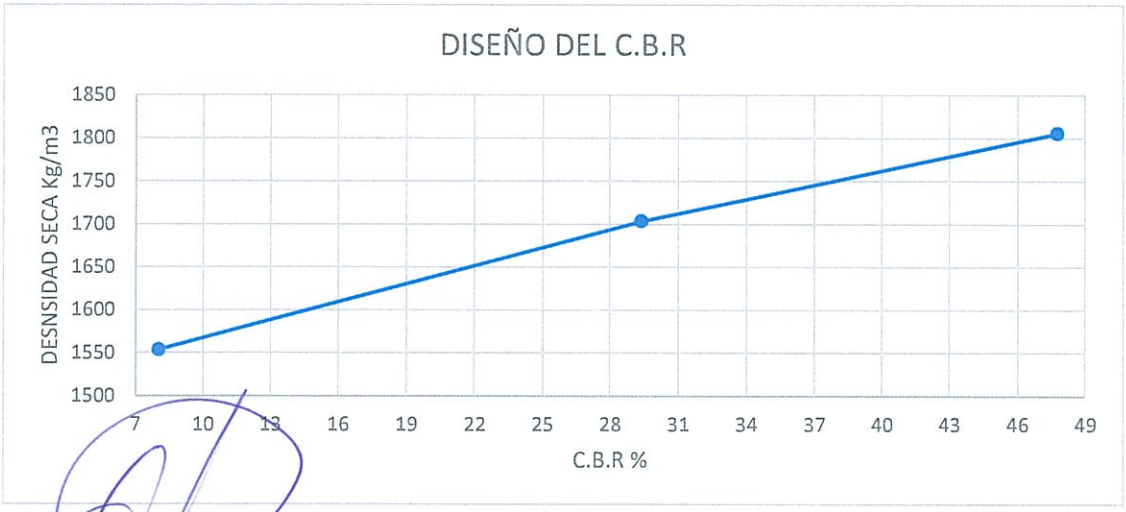
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 4
UBICACIÓN : ABSCICA 1+900

## GRAFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 47.782 | 1805 |
| 25 | 29.373 | 1703 |
| 12 | 8.018 | 1554 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Universidad Católica de Cuenca
Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 5
UBICACIÓN : ABSCICA 2+280

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO
A.S.T.M D-423 D-424

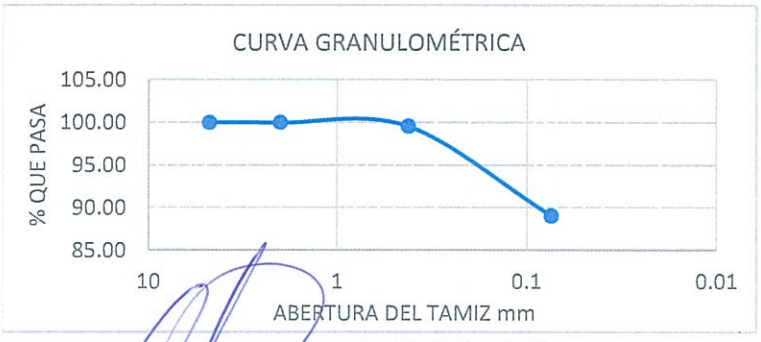
| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 36 | 29 | 22 | 15 | 14 | 10 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 68.86 | 71.82 | 82.16 | 80.25 | 73.79 | 81.24 | 16.47 | 14.19 | 15.62 | 16.37 | 185.27 | 189.55 |
| M. SECA + TARRO | 62.06 | 64.31 | 74.48 | 72.31 | 65.09 | 72.89 | 15.54 | 13.76 | 14.94 | 15.51 | 150.04 | 153.75 |
| PESO DE AGUA | 6.80 | 7.51 | 7.68 | 7.94 | 8.70 | 8.35 | 0.93 | 0.43 | 0.68 | 0.86 | 35.23 | 35.80 |
| PESO DEL TARRO | 43.02 | 44.03 | 54.37 | 52.44 | 43.46 | 52.76 | 12.15 | 12.16 | 12.43 | 12.34 | 43.41 | 43.98 |
| PESO MUESTRA SECA | 19.04 | 20.28 | 20.11 | 19.87 | 21.63 | 20.13 | 3.39 | 1.60 | 2.51 | 3.17 | 106.63 | 109.77 |
| % HUMEDAD | 35.71 | 37.03 | 38.19 | 39.96 | 40.22 | 41.48 | 27.43 | 26.88 | 27.09 | 27.13 | 33.04 | 32.61 |
| | | | | | | | | | | | 32.83 | |

wL = 38
wp = 27
Ip = 11

GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 413.33 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 46.00 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 46.00 | gm |
| HUMEDAD % | 20.97 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 10 | 2 | 0.10 | 0.10 | 0.02 | 99.98 |
| N°40 | 0.42 | 1.80 | 1.90 | 0.46 | 99.54 |
| N° 200 | 0.074 | 43.40 | 45.30 | 10.96 | 89.04 |
| FONDO | | 0.70 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 89.04 | a | 40 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 38 | b | 40 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 27 | c | 0 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 11 | d | 0.67 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 8 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-6 (8),ARCILLA PLASTICA |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 5

UBICACIÓN: 2+280

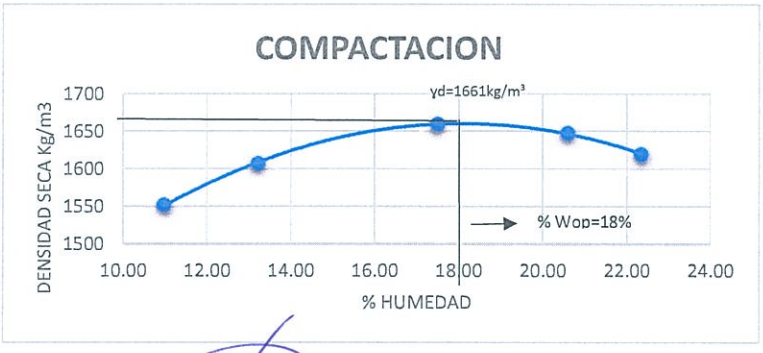
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 5 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5812 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

### DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 10.52 | 13.52 | 16.52 | 19.52 | 22.52 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 155 | 310 | 465 | 620 | 775 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 9536 | 9744 | 10027 | 10109 | 10095 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5812 | 5812 | 5812 | 5812 | 5812 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 3724 | 3932 | 4215 | 4297 | 4283 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1723 | 1820 | 1950 | 1988 | 1982 |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 120.06 | 125.2 | 119.58 | 128.74 | 105.12 | 122.47 | 119.77 | 120.24 | 125.08 | 125.65 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 113.45 | 117.11 | 111.8 | 119.89 | 95.94 | 112.13 | 108.51 | 107.26 | 110.16 | 112.43 |
| PESO DEL AGUA | 6.61 | 8.09 | 7.78 | 8.85 | 9.18 | 10.34 | 11.26 | 12.98 | 14.92 | 13.22 |
| PESO DEL TARO | 52.71 | 44.23 | 52.93 | 52.89 | 43.73 | 52.75 | 53.73 | 44.41 | 43.88 | 52.89 |
| PESO DEL SUELO SECO | 60.74 | 72.88 | 58.87 | 67 | 52.21 | 59.38 | 54.78 | 62.85 | 66.28 | 59.54 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 10.88 | 11.1 | 13.22 | 13.21 | 17.58 | 17.41 | 20.55 | 20.65 | 22.51 | 22.2 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 10.99 | | 13.22 | | 17.50 | | 20.60 | | 22.36 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1552 | | 1608 | | 1660 | | 1648 | | 1620 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1661 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 18 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ing. Civil Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 5
UBICACIÓN : ABSCICA 2+280

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 10413 | 10900 | 10481 | 11030 | 10541 | 11150 |
| PESO DEL MOLDE | 5880 | 5880 | 6350 | 6350 | 6537 | 6537 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4533 | 5020 | 4131 | 4680 | 4004 | 4613 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2314 | 2407 | 2359 | 2460 | 2403 | 2489 |
| DENSIDAD HUMEDA | 1959 | 2086 | 1751 | 1902 | 1666 | 1853 |
| DENSIDAD SECA | 1660 | 1659 | 1489 | 1472 | 1415 | 1410 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 8 | 9 | 6 | 7 | 5 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 133.05 | 111.39 | 97.9 | 116.52 | 126.43 | 126.66 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 119.4 | 101.01 | 89.7 | 105.56 | 115.36 | 115.5 |
| PESO DEL AGUA | 13.65 | 10.38 | 8.2 | 10.96 | 11.07 | 11.16 |
| PESO DEL TARRO | 43.41 | 43.47 | 43.06 | 43.26 | 52.72 | 53.09 |
| PESO MUESTRA SECA | 75.99 | 57.54 | 46.64 | 62.3 | 62.64 | 62.41 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 17.96 | 18.04 | 17.58 | 17.59 | 17.67 | 17.88 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 18.00 | | 17.59 | | 17.78 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 115.8 | 130.4 | 102.9 | 116.97 | 116.07 | 126.1 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 101.07 | 114.31 | 89.54 | 102.44 | 101 | 108.54 |
| PESO DEL AGUA | 14.73 | 16.09 | 13.36 | 14.53 | 15.07 | 17.56 |
| PESO DEL TARRO | 43.46 | 52.33 | 44.02 | 52.7 | 52.98 | 52.94 |
| PESO MUESTRA SECA | 57.61 | 61.98 | 45.52 | 49.74 | 48.02 | 55.6 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 25.57 | 25.96 | 29.35 | 29.21 | 31.38 | 31.58 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 25.77 | | 29.28 | | 31.48 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 7.77 | | 11.70 | | 13.71 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Universidad Católica de Cuenca
Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 5
UBICACIÓN : ABSCICA 2+280

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y=5.7069X+20,29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 199 | 5.199 | 0.199 | 3.98 | 25 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 12 | 88.7728 | 28.64 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 18 | 123.0142 | 39.68 | | | |
| 27/10/2014 | 14H30 | 4 | 200 | 5.2 | 0.2 | 4 | 100 | 24 | 157.2556 | 50.73 | 50.73 | 1000 | 5.073 |
| | | | | | | | 150 | 36 | 225.7384 | 72.82 | | | |
| | | | | | | | 200 | 47 | 288.5143 | 93.07 | 93.07 | 1500 | 6.205 |
| | | | | | | | 250 | 57 | 345.5833 | 111.48 | | | |
| | | | | | | | 300 | 67 | 402.6523 | 129.89 | 129.89 | 1900 | 6.836 |
| | | | | | | | 400 | 86 | 511.0834 | 164.87 | | | |
| | | | | | | | 500 | 104 | 613.8076 | 198.00 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 209 | 5.209 | 0.209 | 4.18 | 25 | 4 | 43.1176 | 13.91 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 8 | 65.9452 | 21.27 | 21.27 | 1000 | 2.127 |
| 27/10/2014 | 14H30 | 4 | 214 | 5.214 | 0.214 | 4.28 | 100 | 11 | 83.0659 | 26.8 | | | |
| | | | | | | | 150 | 15 | 105.8935 | 34.16 | 34.160 | 1500 | 2.277 |
| | | | | | | | 200 | 19 | 128.7211 | 41.52 | | | |
| | | | | | | | 250 | 22 | 145.8418 | 47.05 | 47.05 | 1900 | 2.476 |
| | | | | | | | 300 | 26 | 168.6694 | 54.41 | | | |
| | | | | | | | 400 | 33 | 208.6177 | 67.3 | | | |
| | | | | | | | 500 | 41 | 254.2729 | 82.02 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 177 | 5.177 | 0.177 | 3.54 | 25 | 2 | 31.7038 | 10.23 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 3 | 37.4107 | 12.07 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 4 | 43.1176 | 13.91 | | | |
| 27/10/2014 | 14H30 | 4 | 179 | 5.179 | 0.179 | 3.58 | 100 | 5 | 48.8245 | 15.75 | 15.75 | 1000 | 1.575 |
| | | | | | | | 150 | 8 | 65.9452 | 21.27 | | | |
| | | | | | | | 200 | 10 | 77.359 | 24.95 | 24.95 | 1500 | 1.663 |
| | | | | | | | 250 | 11 | 83.0659 | 26.8 | | | |
| | | | | | | | 300 | 13 | 94.4797 | 30.48 | 30.48 | 1900 | 1.604 |
| | | | | | | | 400 | 18 | 123.0142 | 39.68 | | | |
| | | | | | | | 500 | 22 | 145.8418 | 47.05 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ingeniería Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

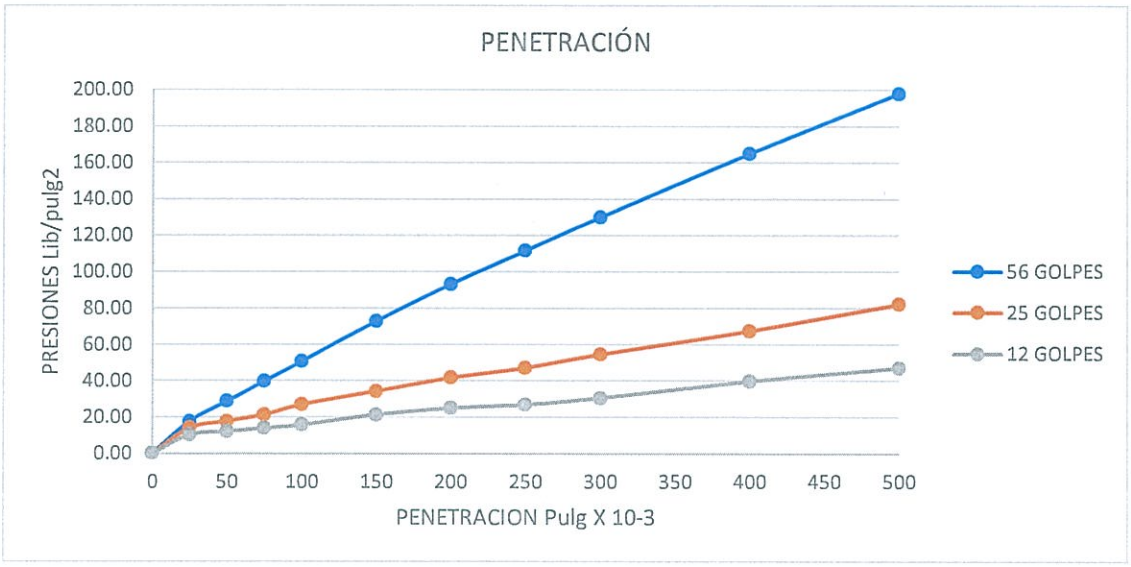
ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

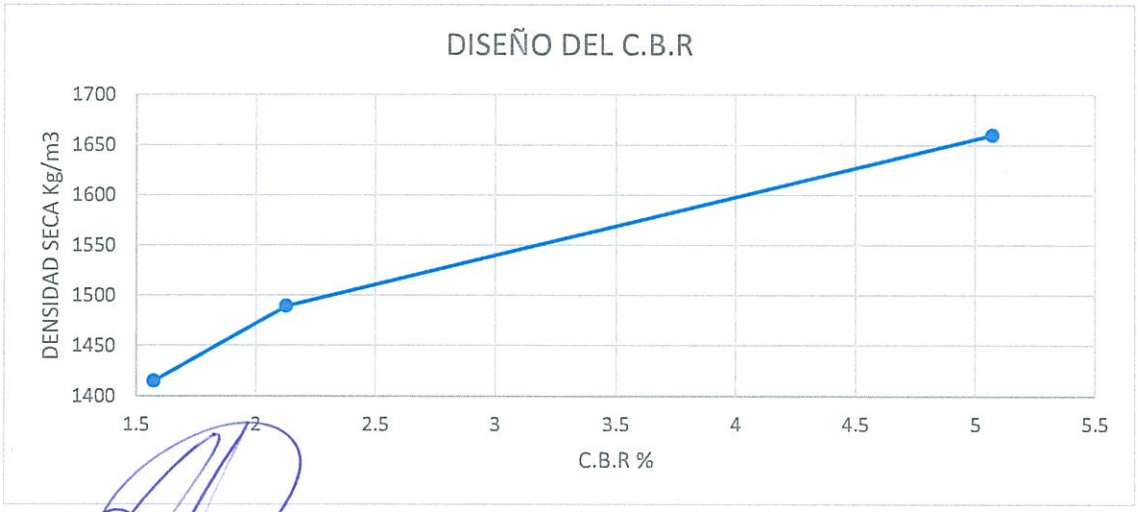
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 5
UBICACIÓN : ABSCICA 2+280

## GRAFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 5.073 | 1660 |
| 25 | 2.127 | 1489 |
| 12 | 1.575 | 1415 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Universidad Católica de Cuenca
Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 6
UBICACIÓN : ABSCICA 3+100

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO
A.S.T.M D-423 D-424

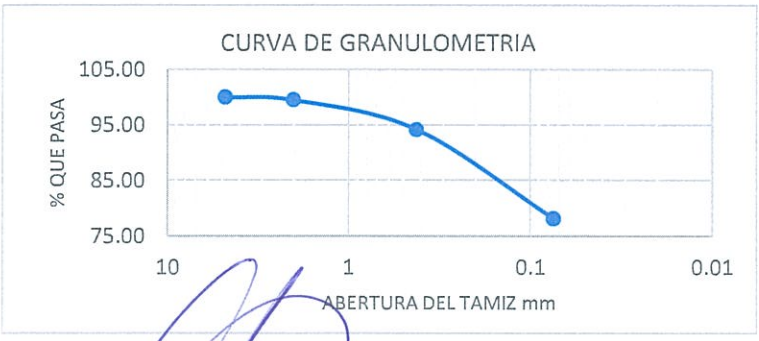
| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 40 | 30 | 27 | 25 | 17 | 12 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 34.64 | 34.11 | 33.12 | 33.25 | 32.82 | 29.71 | 7.82 | 6.71 | 6.89 | 7.22 | 213.42 | 209.26 |
| M. SECA + TARRO | 31.22 | 30.56 | 30.09 | 30.16 | 29.84 | 27.29 | 7.06 | 6.18 | 6.32 | 6.59 | 181.69 | 177.14 |
| PESO DE AGUA | 3.42 | 3.55 | 3.03 | 3.09 | 2.98 | 2.42 | 0.76 | 0.53 | 0.57 | 0.63 | 31.73 | 32.12 |
| PESO DEL TARRO | 21.56 | 21.11 | 22.06 | 21.99 | 22.07 | 21.72 | 4.09 | 4.10 | 4.11 | 4.09 | 52.88 | 53.09 |
| PESO MUESTRA SECA | 9.66 | 9.45 | 8.03 | 8.17 | 7.77 | 5.57 | 2.97 | 2.08 | 2.21 | 2.50 | 128.81 | 124.05 |
| % HUMEDAD | 35.40 | 37.57 | 37.73 | 37.82 | 38.35 | 43.45 | 25.59 | 25.48 | 25.79 | 25.20 | 24.63 | 25.89 |
| | | | | | | | | | | | 25.26 | |

wL = 38
wp = 26
Ip = 12

GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 414.22 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 90.80 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 90.80 | gm |
| HUMEDAD % | 20.71 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 0.10 | 0.10 | 0.02 | 99.98 |
| N° 10 | 2 | 2.10 | 2.20 | 0.53 | 99.47 |
| N°40 | 0.42 | 22.00 | 24.20 | 5.84 | 94.16 |
| N° 200 | 0.074 | 66.40 | 90.60 | 21.87 | 78.13 |
| FONDO | | 0.20 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 78.13 | a | 40 |
| LIMITE LIQUIDO (LL) | 38 | b | 40 |
| LIMITE PLASTICO (LP) | 26 | c | 0 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 12 | d | 2.28 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 9 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-6 (8),LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Universidad Católica de Cuenca
Facultad de Ingeniería Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 6

UBICACIÓN: 3+100

| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 6 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5814 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 12.45 | 15.45 | 18.45 | 21.45 | 24.45 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 310 | 465 | 620 | 775 | 930 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 10058 | 10249 | 10339 | 10142 | 10045 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5814 | 5814 | 5814 | 5814 | 5814 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 4244 | 4435 | 4525 | 4328 | 4231 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1964 | 2052 | 2094 | 2003 | 1958 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 131.3 | 140.97 | 147.1 | 137.37 | 116.82 | 108.87 | 115.25 | 128.11 | 121.52 | 129.48 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 121.85 | 130.4 | 135.16 | 126.37 | 105.37 | 98.97 | 102.65 | 114.72 | 106.4 | 114.77 |
| PESO DEL AGUA | 9.45 | 10.57 | 11.94 | 11 | 11.45 | 9.9 | 12.6 | 13.39 | 15.12 | 14.71 |
| PESO DEL TARO | 43.47 | 43.06 | 54.38 | 52.92 | 43.25 | 44.02 | 43.26 | 53.09 | 43.4 | 52.73 |
| PESO DEL SUELO SECO | 78.38 | 87.34 | 80.78 | 73.45 | 62.12 | 54.95 | 59.39 | 61.63 | 63 | 62.04 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 12.06 | 12.1 | 14.78 | 14.98 | 18.43 | 18.02 | 21.22 | 21.73 | 24 | 23.71 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 12.08 | | 14.88 | | 18.23 | | 21.48 | | 23.86 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1752 | | 1786 | | 1771 | | 1649 | | 1581 | |

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1780 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 15.8 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 6
UBICACIÓN : ABSCICA 3+100

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 10811 | 10990 | 10830 | 11052 | 10270 | 10659 |
| PESO DEL MOLDE | 5927 | 5927 | 6268 | 6268 | 6081 | 6081 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4884 | 5063 | 4562 | 4784 | 4189 | 4578 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2332 | 2412 | 2305 | 2381 | 2354 | 2426 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2094 | 2099 | 1979 | 2009 | 1780 | 1887 |
| DENSIDAD SECA | 1806 | 1804 | 1705 | 1727 | 1532 | 1553 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 111.06 | 137.29 | 121.42 | 117.85 | 139.62 | 131.37 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 101.77 | 125.57 | 110.63 | 107.72 | 127.41 | 120.53 |
| PESO DEL AGUA | 9.29 | 11.72 | 10.79 | 10.13 | 12.21 | 10.84 |
| PESO DEL TARRO | 43.3 | 52.34 | 44.24 | 43.88 | 52.44 | 53 |
| PESO MUESTRA SECA | 58.47 | 73.23 | 66.39 | 63.84 | 74.97 | 67.53 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.89 | 16 | 16.25 | 15.9 | 16.29 | 16.05 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 15.95 | | 16.06 | | 16.17 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 127.88 | 127.74 | 111.75 | 115.8 | 118.04 | 116.88 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 117.3 | 117.2 | 103.35 | 105.58 | 104.98 | 105.45 |
| PESO DEL AGUA | 10.58 | 10.54 | 8.4 | 10.22 | 13.06 | 11.43 |
| PESO DEL TARRO | 52.34 | 53.09 | 52.42 | 43.32 | 44.22 | 52.32 |
| PESO MUESTRA SECA | 64.96 | 64.11 | 50.93 | 62.26 | 60.76 | 53.13 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.29 | 16.44 | 16.49 | 16.42 | 21.49 | 21.51 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 16.37 | | 16.46 | | 21.50 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 0.42 | | 0.40 | | 5.33 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Vo. Bo. Director de Escuela de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 6
UBICACIÓN : ABSCICA 3+100

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y=5,7069X+20,29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 137 | 5.137 | 0.137 | 2.74 | 25 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 13 | 94.4797 | 30.48 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 20 | 134.428 | 43.36 | | | |
| 27/10/2014 | 14H00 | 4 | 169 | 5.169 | 0.169 | 3.38 | 100 | 27 | 174.3763 | 56.25 | 56.25 | 1000 | 5.63 |
| 28/10/2014 | 18H30 | 5 | 171 | 5.171 | 0.171 | 3.42 | 150 | 41 | 254.2729 | 82.02 | | | |
| 29/10/2014 | 16H00 | 6 | 171 | 5.171 | 0.171 | 3.42 | 200 | 52 | 317.0488 | 102.27 | 102.27 | 1500 | 6.82 |
| | | | | | | | 250 | 61 | 368.4109 | 118.84 | | | |
| | | | | | | | 300 | 70 | 419.773 | 135.41 | 135.41 | 1900 | 7.13 |
| | | | | | | | 400 | 86 | 511.0834 | 164.87 | | | |
| | | | | | | | 500 | 101 | 596.6869 | 192.48 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 148 | 5.148 | 0.148 | 2.96 | 25 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 10 | 77.359 | 24.95 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 14 | 100.1866 | 32.32 | | | |
| 27/10/2014 | 14H00 | 4 | 164 | 5.164 | 0.164 | 3.28 | 100 | 17 | 117.3073 | 37.84 | 37.84 | 1000 | 3.78 |
| 28/10/2014 | 18H30 | 5 | 165 | 5.165 | 0.165 | 3.3 | 150 | 22 | 145.8418 | 47.05 | | | |
| 29/10/2014 | 16H00 | 6 | 165 | 5.165 | 0.165 | 3.3 | 200 | 27 | 174.3763 | 56.25 | 56.25 | 1500 | 3.75 |
| | | | | | | | 250 | 32 | 202.9108 | 65.46 | | | |
| | | | | | | | 300 | 35 | 220.0315 | 70.98 | 70.98 | 1900 | 3.736 |
| | | | | | | | 400 | 44 | 271.3936 | 87.55 | | | |
| | | | | | | | 500 | 52 | 317.0488 | 102.27 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 148 | 5.148 | 0.148 | 2.96 | 25 | 3 | 37.4107 | 12.07 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 4 | 43.1176 | 13.91 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 27/10/2014 | 14H00 | 4 | 151 | 5.151 | 0.151 | 3.02 | 100 | 7 | 60.2383 | 19.43 | 19.43 | 1000 | 1.94 |
| 28/10/2014 | 18H30 | 5 | 152 | 5.152 | 0.152 | 3.04 | 150 | 9 | 71.6521 | 23.11 | | | |
| 29/10/2014 | 16H00 | 6 | 152 | 5.152 | 0.152 | 3.04 | 200 | 11 | 83.0659 | 26.8 | 26.8 | 1500 | 1.79 |
| | | | | | | | 250 | 13 | 94.4797 | 30.48 | | | |
| | | | | | | | 300 | 15 | 105.8935 | 34.16 | 34.16 | 1900 | 1.80 |
| | | | | | | | 400 | 18 | 123.0142 | 39.68 | | | |
| | | | | | | | 500 | 21 | 140.1349 | 45.2 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

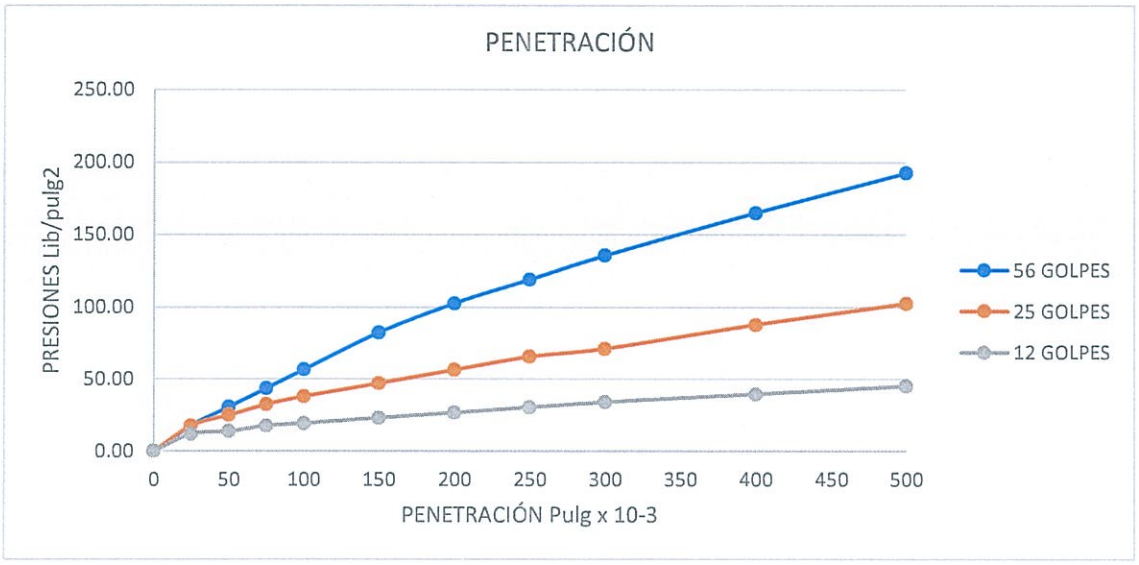
WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Facultad de Ing. Civil Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

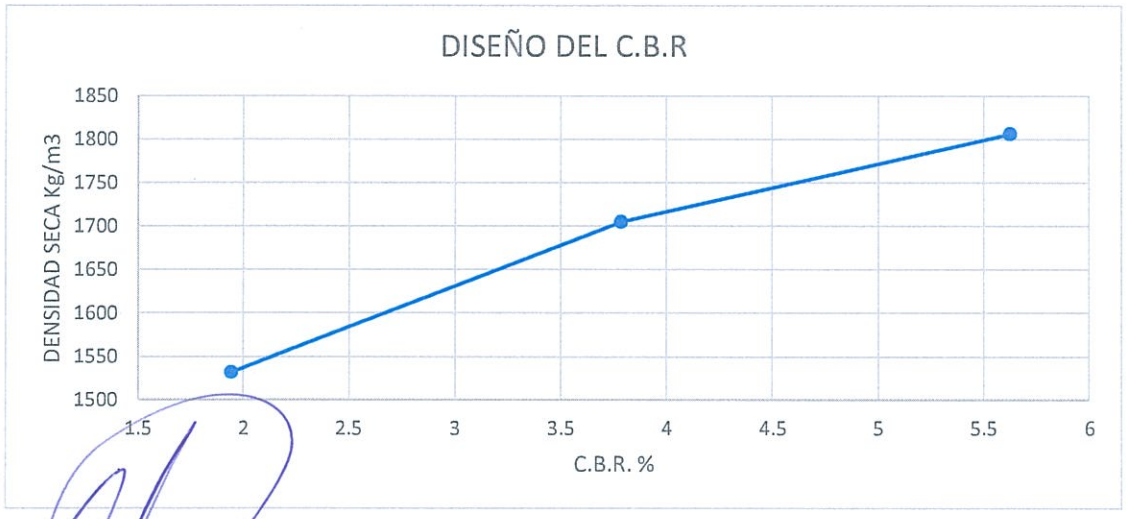
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 6
UBICACIÓN : ABSCICA 3+100

## GRAFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 5.63 | 1806 |
| 25 | 3.78 | 1705 |
| 12 | 1.94 | 1532 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Universidad Católica de Cuenca
Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

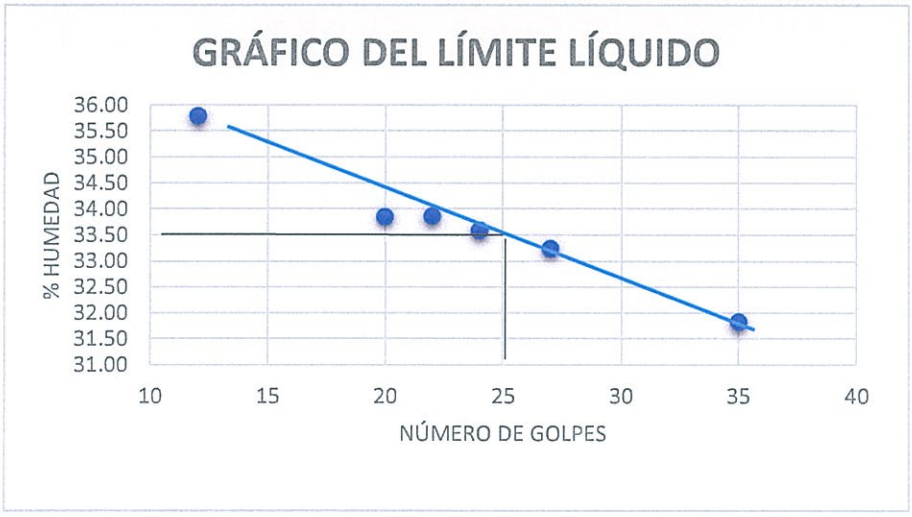
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 7
UBICACIÓN : ABSCICA 3+800

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO

A.S.T.M D-423 D-424

| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 35 | 27 | 24 | 22 | 20 | 12 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 27.76 | 26.87 | 26.33 | 25.03 | 24.40 | 23.19 | 18.79 | 17.09 | 17.70 | 18.48 | 281.98 | 271.41 |
| M. SECA + TARRO | 24.03 | 23.20 | 22.75 | 21.81 | 21.34 | 20.27 | 17.48 | 16.06 | 16.63 | 17.19 | 233.42 | 228.29 |
| PESO DE AGUA | 3.73 | 3.67 | 3.58 | 3.22 | 3.06 | 2.92 | 1.31 | 1.03 | 1.07 | 1.29 | 48.56 | 43.12 |
| PESO DEL TARRO | 12.31 | 12.16 | 12.09 | 12.30 | 12.30 | 12.11 | 12.40 | 12.15 | 12.42 | 12.32 | 64.77 | 64.79 |
| PESO MUESTRA SECA | 11.72 | 11.04 | 10.66 | 9.51 | 9.04 | 8.16 | 5.08 | 3.91 | 4.21 | 4.87 | 168.65 | 163.50 |
| % HUMEDAD | 31.83 | 33.24 | 33.58 | 33.86 | 33.85 | 35.78 | 25.79 | 26.34 | 25.42 | 26.49 | 28.79 | 26.37 |
| | | | | | | | | | | | 27.58 | |




wL = 34
wp = 26
Ip = 7

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

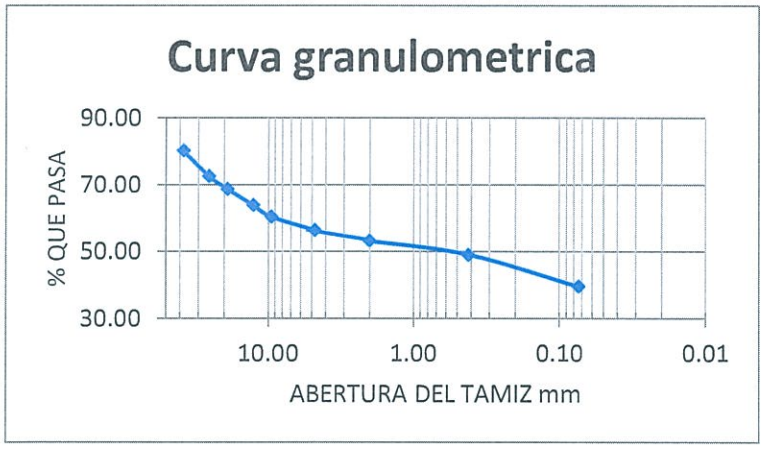
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA : POZO 7
UBICACIÓN : ABSCICA 3+800

GRANULOMETRÍA

| | | |
|---|---|---|
| PESO ANTES DEL ENSAYO | 10000 | gm |
| PESO DESPUES DEL ENSAYO | 9993 | gm |
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 448.87 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 135.20 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 135.20 | gm |
| HUMEDAD % | 11.39 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 1 1/2 | 38.10 | 1271.50 | 1271.50 | 19.72 | 80.28 |
| 1 | 25.40 | 496.50 | 1768.00 | 27.42 | 72.58 |
| 3/4 | 19.10 | 243.50 | 2011.50 | 31.20 | 68.80 |
| 1/2 | 12.70 | 313.50 | 2325.00 | 36.06 | 63.94 |
| 3/8 | 9.52 | 225.50 | 2550.50 | 39.56 | 60.44 |
| N° 4 | 4.76 | 260.50 | 2811.00 | 43.60 | 56.40 |
| PASA N° 4 | | 7182.00 | 6447.62 | | |
| N° 10 | 2.00 | 25.50 | 25.50 | 46.80 | 53.20 |
| N° 40 | 0.42 | 32.40 | 57.90 | 50.88 | 49.12 |
| N° 200 | 0.074 | 75.80 | 133.70 | 60.40 | 39.60 |
| FONDO | | 1.50 | | | |
| TOTAL | | 135.20 | 9258.62 | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 39.60 | a | 4.60 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 34 | b | 24.60 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 26 | c | 0 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 7 | d | 0.00 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 1 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A-4 (2) , LIMOS DE BAJA PLATICIDAD |
| SUCS | (GM), MEZCLA GRAVA-ARENA LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 7

UBICACIÓN: 3+800

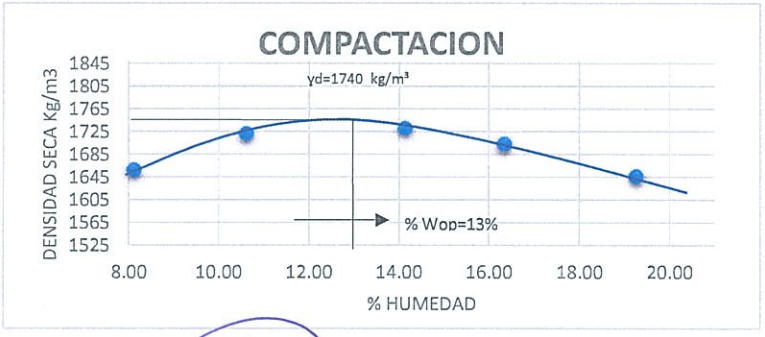
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 7 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5817 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 8 | 11 | 14.7 | 17.7 | 20.7 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 160 | 320 | 300 | 450 | 600 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 9689 | 9932 | 10088 | 10098 | 10060 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5817 | 5817 | 5817 | 5817 | 5817 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 3872 | 4115 | 4271 | 4281 | 4243 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1792 | 1904 | 1976 | 1981 | 1963 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 146.63 | 137.74 | 151.19 | 128.14 | 171.89 | 184.34 | 153.13 | 140.92 | 175.44 | 170.87 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 139.55 | 130.75 | 140.87 | 120.94 | 158.54 | 170.25 | 138.95 | 127.3 | 157.8 | 153.92 |
| PESO DEL AGUA | 7.08 | 6.99 | 10.32 | 7.2 | 13.35 | 14.09 | 14.18 | 13.62 | 17.64 | 16.95 |
| PESO DEL TARO | 53.11 | 43.83 | 44.03 | 52.77 | 64.81 | 69.73 | 52.73 | 43.26 | 66.07 | 66.03 |
| PESO DEL SUELO SECO | 86.44 | 86.92 | 96.84 | 68.17 | 93.73 | 100.52 | 86.22 | 84.04 | 91.73 | 87.89 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 8.19 | 8.04 | 10.66 | 10.56 | 14.24 | 14.02 | 16.45 | 16.21 | 19.23 | 19.29 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 8.12 | | 10.61 | | 14.13 | | 16.33 | | 19.26 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1657 | | 1721 | | 1731 | | 1703 | | 1646 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1740 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 13 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil, Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 7
UBICACIÓN : ABSCICA 3+800

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 11961 | 12010 | 11614 | 11900 | 11983 | 12300 |
| PESO DEL MOLDE | 7312 | 7312 | 7248 | 7248 | 7838 | 7838 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4649 | 4698 | 4366 | 4652 | 4145 | 4462 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2286 | 2305 | 2323 | 2352 | 2341 | 2357 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2034 | 2038 | 1879 | 1978 | 1771 | 1893 |
| DENSIDAD SECA | 1796 | 1799 | 1650 | 1686 | 1557 | 1583 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 128.28 | 110.91 | 123.3 | 129.75 | 137.72 | 128.03 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 119.53 | 103.03 | 113.45 | 120.42 | 127.47 | 119.12 |
| PESO DEL AGUA | 8.75 | 7.88 | 9.85 | 9.33 | 10.25 | 8.91 |
| PESO DEL TARRO | 53.1 | 44.02 | 43.02 | 53.1 | 52.89 | 53.74 |
| PESO MUESTRA SECA | 66.43 | 59.01 | 70.43 | 67.32 | 74.58 | 65.38 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.17 | 13.35 | 13.99 | 13.86 | 13.74 | 13.63 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.26 | | 13.93 | | 13.69 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 143.38 | 132.05 | 125.17 | 122.81 | 130.21 | 135.7 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 132.68 | 121.73 | 113.12 | 111.04 | 116.09 | 121.95 |
| PESO DEL AGUA | 10.7 | 10.32 | 12.05 | 11.77 | 14.12 | 13.75 |
| PESO DEL TARRO | 52.77 | 43.97 | 43.4 | 43.25 | 43.66 | 52.24 |
| PESO MUESTRA SECA | 43.06 | 77.76 | 69.72 | 67.79 | 72.43 | 69.71 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.39 | 13.27 | 17.28 | 17.36 | 19.49 | 19.72 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 13.33 | | 17.32 | | 19.61 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 0.07 | | 3.40 | | 5.92 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DEL LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 7
UBICACIÓN : ABSCICA 3+800

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y=5.7069X+20,29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 38 | 5.038 | 0.038 | 0.76 | 25 | 24 | 157.2556 | 50.73 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 71 | 425.4799 | 137.25 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 132 | 773.6008 | 249.55 | | | |
| 27/10/2014 | 14H00 | 4 | 41 | 5.041 | 0.041 | 0.82 | 100 | 188 | 1093.1872 | 352.64 | 352.64 | 1000 | 35.264 |
| 28/10/2014 | 18H30 | 5 | 41 | 5.041 | 0.041 | 0.82 | 150 | 261 | 1509.7909 | 487.03 | | | |
| 29/10/2014 | 16H00 | 6 | 41 | 5.041 | 0.041 | 0.82 | 200 | 312 | 1800.8428 | 580.92 | 580.92 | 1500 | 38.728 |
| | | | | | | | 250 | 361 | 2080.4809 | 671.12 | | | |
| | | | | | | | 300 | 406 | 2337.2914 | 753.96 | 753.96 | 1900 | 39.682 |
| | | | | | | | 400 | 496 | 2850.9124 | 919.65 | | | |
| | | | | | | | 500 | 575 | 3301.7575 | 1065.08 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 60 | 5.06 | 0.06 | 1.2 | 25 | 14 | 100.1866 | 32.32 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 29 | 185.7901 | 59.93 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 43 | 265.6867 | 85.71 | | | |
| 27/10/2014 | 14H00 | 4 | 63 | 5.063 | 0.063 | 1.26 | 100 | 53 | 322.7557 | 104.11 | 104.11 | 1000 | 10.411 |
| 28/10/2014 | 18H30 | 5 | 63 | 5.063 | 0.063 | 1.26 | 150 | 74 | 442.6006 | 142.77 | | | |
| 29/10/2014 | 16H00 | 6 | 63 | 5.063 | 0.063 | 1.26 | 200 | 92 | 545.3248 | 175.91 | 175.91 | 1500 | 11.727 |
| | | | | | | | 250 | 109 | 642.3421 | 207.21 | | | |
| | | | | | | | 300 | 124 | 727.9456 | 234.82 | 234.82 | 1900 | 12.359 |
| | | | | | | | 400 | 152 | 887.7388 | 286.37 | | | |
| | | | | | | | 500 | 176 | 1024.7044 | 330.55 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 23/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 1 | 33 | 5.033 | 0.033 | 0.66 | 25 | 7 | 60.2383 | 19.43 | | | |
| 25/10/2014 | - | 2 | | | | | 50 | 10 | 77.359 | 24.95 | | | |
| 26/10/2014 | - | 3 | | | | | 75 | 13 | 94.4797 | 30.48 | | | |
| 27/10/2014 | 14H00 | 4 | 34 | 5.034 | 0.034 | 0.68 | 100 | 15 | 105.8935 | 34.16 | 34.16 | 1000 | 3.416 |
| 28/10/2014 | 18H30 | 5 | 34 | 5.034 | 0.034 | 0.68 | 150 | 19 | 128.7211 | 41.52 | | | |
| 29/10/2014 | 16H00 | 6 | 34 | 5.034 | 0.034 | 0.68 | 200 | 21 | 140.1349 | 45.2 | 45.2 | 1500 | 3.013 |
| | | | | | | | 250 | 23 | 151.5487 | 48.89 | | | |
| | | | | | | | 300 | 25 | 162.9625 | 52.57 | 52.57 | 1900 | 2.767 |
| | | | | | | | 400 | 29 | 185.7901 | 59.93 | | | |
| | | | | | | | 500 | 32 | 202.9108 | 65.46 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

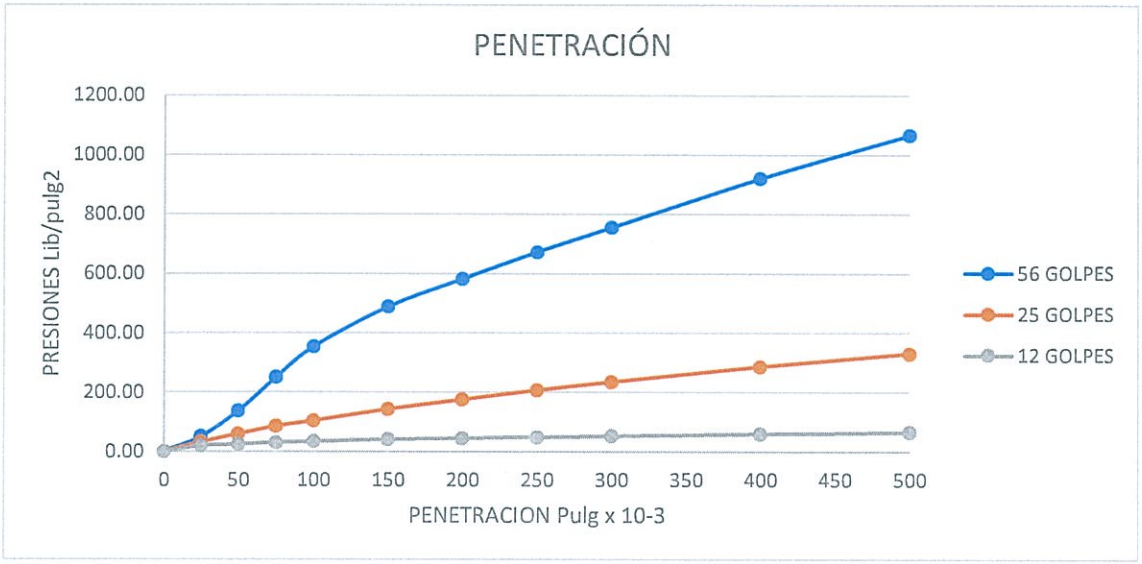
ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 7
UBICACIÓN : ABSCICA 3+800

## GRÁFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 35.26 | 1796 |
| 25 | 10.41 | 1650 |
| 12 | 3.42 | 1557 |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Facultad de Ingeniería Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 8
UBICACIÓN : ABSCICA 4+300

## DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO
A.S.T.M D-423 D-424

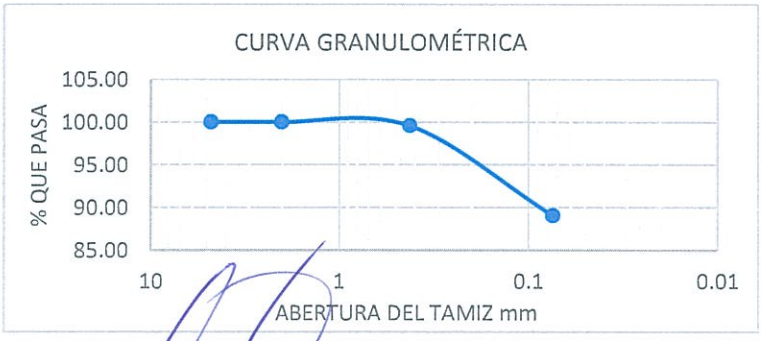
| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 35 | 30 | 26 | 19 | 15 | 13 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 35.92 | 33.72 | 39.20 | 32.20 | 35.05 | 31.34 | 9.95 | 8.64 | 8.52 | 8.82 | 224.70 | 234.45 |
| M. SECA + TARRO | 31.93 | 30.36 | 34.99 | 28.93 | 30.87 | 28.14 | 8.62 | 7.60 | 7.50 | 7.73 | 185.25 | 192.20 |
| PESO DE AGUA | 3.99 | 3.36 | 4.21 | 3.27 | 4.18 | 3.20 | 1.33 | 1.04 | 1.02 | 1.09 | 39.45 | 42.25 |
| PESO DEL TARRO | 21.98 | 22.05 | 24.88 | 21.56 | 21.55 | 21.10 | 4.08 | 4.11 | 4.10 | 4.10 | 69.72 | 66.84 |
| PESO MUESTRA SECA | 9.95 | 8.31 | 10.11 | 7.37 | 9.32 | 7.04 | 4.54 | 3.49 | 3.40 | 3.63 | 115.53 | 125.36 |
| % HUMEDAD | 40.10 | 40.43 | 41.64 | 44.37 | 44.85 | 45.45 | 29.30 | 29.80 | 30.00 | 30.03 | 34.15 | 33.70 |
| | | | | | | | | | | | 33.92 | |

wL = 42
wp = 30
Ip = 12

## GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 384.44 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 138.10 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 138.10 | gm |
| HUMEDAD % | 30.06 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 2.80 | 2.80 | 0.73 | 99.27 |
| N° 10 | 2 | 19.80 | 22.60 | 5.88 | 94.12 |
| N°40 | 0.42 | 47.10 | 69.70 | 18.13 | 81.87 |
| N° 200 | 0.074 | 66.60 | 136.30 | 35.45 | 64.55 |
| FONDO | | 1.8 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 64.55 | a | 29.55 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 42 | b | 40.00 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 30 | c | 1.80 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 12 | d | 2.02 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 7 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A 7-5 (7),LIMO ARCILLOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| SUCS | (ML), LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 8

UBICACIÓN: 4+300

| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 8 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5814 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 15.7 | 18.7 | 21.7 | 24.7 | 27.7 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 145 | 290 | 435 | 580 | 725 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 9800 | 10075 | 10110 | 10023 | 9936 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5814 | 5814 | 5814 | 5814 | 5814 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 3986 | 4261 | 4296 | 4209 | 4122 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1845 | 1972 | 1988 | 1948 | 1907 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 134.72 | 135.29 | 123.23 | 137.06 | 128.74 | 114.72 | 113.21 | 124.87 | 108.76 | 119.3 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 123.71 | 124.44 | 110.55 | 123.34 | 115.25 | 103.75 | 99.83 | 109.47 | 95.3 | 105.19 |
| PESO DEL AGUA | 11.01 | 10.85 | 12.68 | 13.72 | 13.49 | 10.97 | 13.38 | 15.4 | 13.46 | 14.11 |
| PESO DEL TARO | 52.95 | 53.74 | 43.98 | 52.77 | 52.76 | 52.9 | 43.74 | 43.89 | 44.41 | 52.9 |
| PESO DEL SUELO SECO | 70.76 | 70.7 | 66.57 | 70.57 | 62.49 | 50.85 | 56.09 | 65.58 | 50.89 | 52.29 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 15.56 | 15.35 | 19.05 | 19.44 | 21.59 | 21.57 | 23.85 | 23.48 | 26.45 | 26.98 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 15.46 | | 19.25 | | 21.58 | | 23.67 | | 26.72 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1598 | | 1654 | | 1635 | | 1575 | | 1505 | |

| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1654 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 19.4 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil, Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 8
UBICACIÓN : ABSCICA 4+300

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 10793 | 10991 | 10439 | 10706 | 9935 | 10346 |
| PESO DEL MOLDE | 6053 | 6053 | 6006 | 6006 | 5838 | 5838 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4740 | 4938 | 4433 | 4700 | 4097 | 4508 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2365 | 2435 | 2329 | 2399 | 2311 | 2386 |
| DENSIDAD HUMEDA | 2004 | 2028 | 1903 | 1959 | 1773 | 1889 |
| DENSIDAD SECA | 1670 | 1648 | 1590 | 1578 | 1486 | 1471 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 116.44 | 128.57 | 126.54 | 114.78 | 117.66 | 115.46 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 105.84 | 114.48 | 112.83 | 103.13 | 107.12 | 105.61 |
| PESO DEL AGUA | 10.6 | 14.09 | 13.71 | 11.65 | 10.54 | 9.85 |
| PESO DEL TARRO | 52.77 | 43.98 | 43.26 | 44.02 | 52.91 | 54.36 |
| PESO MUESTRA SECA | 53.07 | 70.5 | 69.57 | 59.11 | 54.21 | 51.25 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 19.97 | 19.99 | 19.71 | 19.71 | 19.44 | 19.22 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 19.98 | | 19.71 | | 19.33 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 120.91 | 125.74 | 108.99 | 106.78 | 96.21 | 110.05 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 108 | 110.27 | 98.02 | 96.33 | 84.67 | 95.31 |
| PESO DEL AGUA | 12.91 | 15.47 | 10.97 | 10.45 | 11.54 | 14.74 |
| PESO DEL TARRO | 52.35 | 43.05 | 52.72 | 53.09 | 43.81 | 43.88 |
| PESO MUESTRA SECA | 43.06 | 67.22 | 45.3 | 43.24 | 40.86 | 51.43 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 23.2 | 23.01 | 24.22 | 24.17 | 28.24 | 28.66 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 23.11 | | 24.20 | | 28.45 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 3.13 | | 4.49 | | 9.12 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 8
UBICACIÓN : ABSCICA 4+300

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y=5.7069X+20,29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 21/10/2014 | 19H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 22/10/2014 | 14H30 | 1 | 120 | 5.12 | 0.12 | 2.4 | 25 | 9 | 71.6521 | 23.11 | | | |
| 23/10/2014 | 14H30 | 2 | 142 | 5.142 | 0.142 | 2.84 | 50 | 17 | 117.3073 | 37.84 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 3 | 147 | 5.147 | 0.147 | 2.94 | 75 | 25 | 162.9625 | 52.57 | | | |
| 25/10/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 34 | 214.3246 | 69.14 | 69.14 | 1000 | 6.91 |
| 26/10/2014 | - | 5 | | | | | 150 | 50 | 305.635 | 98.59 | | | |
| 27/10/2014 | 14H30 | 6 | 147 | 5.147 | 0.147 | 2.94 | 200 | 63 | 379.8247 | 122.52 | 122.52 | 1500 | 8.17 |
| | | | | | | | 250 | 72 | 431.1868 | 139.09 | | | |
| | | | | | | | 300 | 80 | 476.842 | 153.82 | 153.82 | 1900 | 8.10 |
| | | | | | | | 400 | 95 | 562.4455 | 181.43 | | | |
| | | | | | | | 500 | 110 | 648.049 | 209.05 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 21/10/2014 | 19H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 22/10/2014 | 14H30 | 1 | 133 | 5.133 | 0.133 | 2.66 | 25 | 5 | 48.8245 | 15.75 | | | |
| 23/10/2014 | 14H30 | 2 | 143 | 5.143 | 0.143 | 2.86 | 50 | 10 | 77.359 | 24.95 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 3 | 150 | 5.15 | 0.15 | 3 | 75 | 15 | 105.8935 | 34.16 | | | |
| 25/10/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 19 | 128.7211 | 41.52 | 41.52 | 1000 | 4.15 |
| 26/10/2014 | - | 5 | | | | | 150 | 26 | 168.6694 | 54.41 | | | |
| 27/10/2014 | 14H30 | 6 | 150 | 5.15 | 0.15 | 3 | 200 | 32 | 202.9108 | 65.46 | 65.46 | 1500 | 4.36 |
| | | | | | | | 250 | 38 | 237.1522 | 76.5 | | | |
| | | | | | | | 300 | 44 | 271.3936 | 87.55 | 87.55 | 1900 | 4.61 |
| | | | | | | | 400 | 55 | 334.1695 | 107.8 | | | |
| | | | | | | | 500 | 69 | 414.0661 | 133.57 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 21/10/2014 | 19H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 22/10/2014 | 14H30 | 1 | 155 | 5.155 | 0.155 | 3.1 | 25 | 4 | 43.1176 | 13.91 | | | |
| 23/10/2014 | 14H30 | 2 | 158 | 5.158 | 0.158 | 3.16 | 50 | 7 | 60.2383 | 19.43 | | | |
| 24/10/2014 | 18H00 | 3 | 161 | 5.161 | 0.161 | 3.22 | 75 | 9 | 71.6521 | 23.11 | | | |
| 25/10/2014 | - | 4 | | | | | 100 | 11 | 83.0659 | 26.8 | 26.8 | 1000 | 2.68 |
| 26/10/2014 | - | 5 | | | | | 150 | 15 | 105.8935 | 34.16 | | | |
| 27/10/2014 | 14H30 | 6 | 163 | 5.163 | 0.163 | 3.26 | 200 | 18 | 123.0142 | 39.68 | 39.68 | 1500 | 2.65 |
| | | | | | | | 250 | 20 | 134.428 | 43.36 | | | |
| | | | | | | | 300 | 23 | 151.5487 | 48.89 | 48.89 | 1900 | 2.57 |
| | | | | | | | 400 | 28 | 180.0832 | 58.09 | | | |
| | | | | | | | 500 | 33 | 208.6177 | 67.3 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Facultad de Ingeniería Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

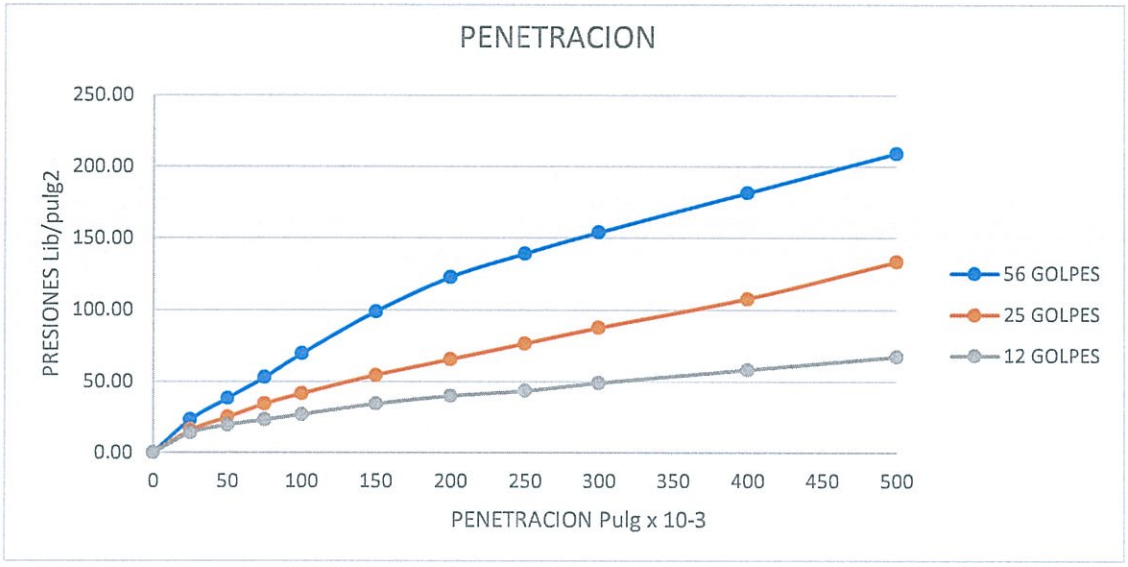
ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

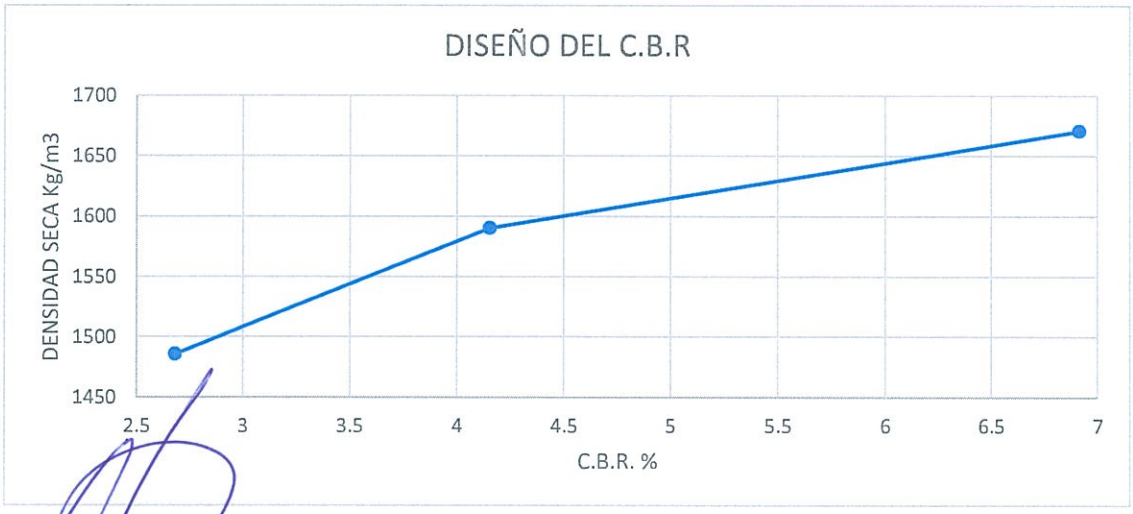
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 8
UBICACIÓN : ABSCICA 4+300

## GRÁFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 6.91 | 1670 |
| 25 | 4.15 | 1590 |
| 12 | 2.68 | 1486 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 9
UBICACIÓN : ABSCICA 4+880

## DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO
A.S.T.M D-423 D-424

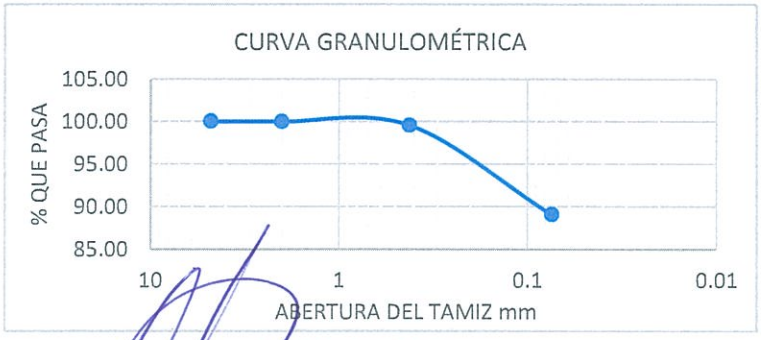
| | LIMITE LIQUIDO | | | | | | LIMITE PLASTICO | | | | H. NATURAL | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TARRO # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N. GOLPES | 35 | 30 | 24 | 18 | 15 | 13 | | | | | | |
| M. HUMEDA + TARRO | 24.67 | 22.10 | 20.30 | 21.91 | 22.09 | 21.61 | 15.84 | 16.37 | 14.34 | 18.08 | 149.77 | 161.34 |
| M. SECA + TARRO | 20.53 | 18.70 | 17.41 | 18.35 | 18.55 | 18.17 | 14.82 | 15.21 | 13.72 | 16.46 | 118.88 | 129.66 |
| PESO DE AGUA | 4.14 | 3.40 | 2.89 | 3.56 | 3.54 | 3.44 | 1.02 | 1.16 | 0.62 | 1.62 | 30.89 | 31.68 |
| PESO DEL TARRO | 12.41 | 12.31 | 12.15 | 12.09 | 12.33 | 12.30 | 12.14 | 12.30 | 12.10 | 12.32 | 44.01 | 52.92 |
| PESO MUESTRA SECA | 8.12 | 6.39 | 5.26 | 6.26 | 6.22 | 5.87 | 2.68 | 2.91 | 1.62 | 4.14 | 74.87 | 76.74 |
| % HUMEDAD | 50.99 | 53.21 | 54.94 | 56.87 | 56.91 | 58.60 | 38.06 | 39.86 | 38.27 | 39.13 | 41.26 | 41.28 |
| | | | | | | | | | | | 41.27 | |

wL = 55
wp = 39
Ip = 16

## GRANULOMETRIA

| | | |
|---|---|---|
| PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO | 500.00 | gm |
| PESO SECO ANTES DEL LAVADO | 364.64 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL LAVADO | 111.70 | gm |
| PESO SECO DESPUES DEL TAMIZADO | 111.70 | gm |
| HUMEDAD % | 37.12 | % |
| % ERROR | 0.00 | % |

| TAMIZ | | PESO RETENIDO PARCIAL | PESO RETENIDO ACUMULADO | %RETENIDO | % QUE PASA |
|---|---|---|---|---|---|
| N. | mm | | | | |
| N° 4 | 4.76 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 10 | 2 | 0.90 | 0.90 | 0.25 | 99.75 |
| N°40 | 0.42 | 58.20 | 59.10 | 16.21 | 83.79 |
| N° 200 | 0.074 | 52.30 | 111.40 | 30.55 | 69.45 |
| FONDO | | 0.3 | | | |




| DATOS PARA CLASIFICACION | | IG | |
|---|---|---|---|
| % QUE PASA #200 | 69.45 | a | 34.45 |
| LIMITE LIQUIDO (wL) | 55 | b | 40.00 |
| LIMITE PLASTICO (wp) | 39 | c | 14.60 |
| INDICE PLASTICIDAD (Ip) | 16 | d | 5.77 |
| INDICE DE GRUPO (IG) | 12 | | |

| | |
|---|---|
| AASHTO | A 7-5 (12),ARCILLA ORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| SUCS | (OH), ARCILLA ORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
## LABORATORIO DE GEOTECNIA
## ENSAYO DE COMPACTACION

PROYECTO: UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO

MUESTRA: Pozo 9

UBICACIÓN: 4+880

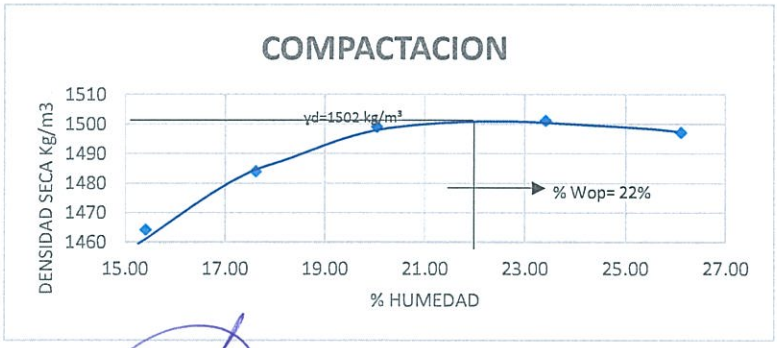
| | | | |
|---|---|---|---|
| ENSAYO | 9 | PESO DEL MARTILLO | 4.45 Kg |
| MOLDE N° | 1 | ALTURA DE CAIDA | 0.46 m |
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2161 | NUMERO DE CAPAS | 5 |
| PESO DEL MOLDE | 5814 | GOLPES POR CAPA | 56 golpes |

### DATOS DE LA CURVA

| MUESTRA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO | | | | | |
| HUMEDAD AÑADIDA EN % | 17.03 | 20.03 | 23.03 | 26.03 | 29.03 |
| AGUA AUMENTADA EN C.C | 145 | 290 | 435 | 580 | 725 |
| NUMERO DEL MOLDE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| PESO MOLDE CILINDRICO + SUELO HUMEDO P1 | 9466 | 9585 | 9701 | 9818 | 9893 |
| PESO MOLDE CILINDRICO SIN COLLARIN P2 | 5814 | 5814 | 5814 | 5814 | 5814 |
| PESO SUELO HUMEDO P1 - P2 =P3 | 3652 | 3771 | 3887 | 4004 | 4079 |
| VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARIN | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 | 2161 |
| DENSIDAD HUMEDA D1= P3/V kg/m³ | 1690 | 1745 | 1799 | 1853 | 1888 |

### CONTENIDO DE HUMEDAD

| MUESTRAS PARA PROMEDEAR | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DEL TARRO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO HUMEDO | 111.36 | 120.4 | 123.04 | 124.02 | 108.43 | 113.53 | 122.86 | 112.56 | 104.23 | 105.83 |
| PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO | 102.35 | 111.39 | 112.73 | 113.4 | 99.15 | 101.96 | 109.31 | 99.56 | 91.68 | 92.91 |
| PESO DEL AGUA | 9.01 | 9.01 | 10.31 | 10.62 | 9.28 | 11.57 | 13.55 | 13 | 12.55 | 12.92 |
| PESO DEL TARO | 43.98 | 52.77 | 54.38 | 52.92 | 52.75 | 44.41 | 52.26 | 43.26 | 43.67 | 43.4 |
| PESO DEL SUELO SECO | 58.37 | 58.62 | 58.35 | 60.48 | 46.4 | 57.55 | 57.05 | 56.3 | 48.01 | 49.51 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD EN % | 15.44 | 15.37 | 17.67 | 17.56 | 20 | 20.1 | 23.75 | 23.09 | 26.14 | 26.1 |
| CONTENIDO DPROMEDIO DE AGUA EN % | 15.41 | | 17.62 | | 20.05 | | 23.42 | | 26.12 | |
| DENSIDAD SECA kg/m³ | 1464 | | 1484 | | 1499 | | 1501 | | 1497 | |




| | | |
|---|---|---|
| DENSIDAD SECA | 1502 | Kg/m³ |
| % HUMEDAD | 22 | % |

REVISADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Unidad Académica de Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 9
UBICACIÓN : ABSCICA 4+880

## ENSAYOS DE C.B.R.

| MOLDE N° | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NUMERO DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 12 | |
| | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO | ANTES DEL REMOJO | DESPUES DEL REMOJO |
| PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE | 10127 | 10450 | 10009 | 10436 | 10608 | 11210 |
| PESO DEL MOLDE | 5878 | 5878 | 5979 | 5979 | 6906 | 6906 |
| PESO MUESTA HUMEDA | 4249 | 4572 | 4030 | 4457 | 3702 | 4304 |
| VOLUMEN DE LA MUESTRA | 2323 | 2426 | 2359 | 2444 | 2421 | 2492 |
| DENSIDAD HUMEDA | 1829 | 1884 | 1708 | 1824 | 1529 | 1727 |
| DENSIDAD SECA | 1492 | 1429 | 1392 | 1368 | 1254 | 1242 |

## CONTENIDO DE AGUA (ANTES DEL REMOJO)

| TARRO N° | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 126.34 | 114.78 | 102.29 | 106.03 | 117.94 | 127.87 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 112.88 | 101.63 | 91.3 | 94.46 | 104.52 | 114.32 |
| PESO DEL AGUA | 13.46 | 13.15 | 10.99 | 11.57 | 13.42 | 13.55 |
| PESO DEL TARRO | 52.76 | 43.98 | 43.26 | 43.4 | 43.67 | 52.24 |
| PESO MUESTRA SECA | 60.12 | 57.65 | 48.04 | 51.06 | 60.85 | 62.08 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 22.39 | 22.81 | 22.88 | 22.66 | 22.05 | 21.83 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 22.60 | | 22.77 | | 21.94 | |

## CONTENIDO DE AGUA (DESPUES DEL REMOJO )

| TARRO N° | 8 | 1 | 7 | 4 | 2 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PESO MUESTA HUMEDA+TARRO | 124.93 | 100.43 | 115.89 | 134.32 | 129.8 | 123.24 |
| PESO MUESTA SECA + TARRO | 107.36 | 86.84 | 97.77 | 113.81 | 108.14 | 103.44 |
| PESO DEL AGUA | 17.57 | 13.59 | 18.12 | 20.51 | 21.66 | 19.8 |
| PESO DEL TARRO | 52.32 | 44.23 | 43.31 | 52.35 | 53.1 | 52.43 |
| PESO MUESTRA SECA | 43.06 | 42.61 | 54.46 | 61.46 | 55.04 | 51.01 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 31.92 | 31.89 | 33.27 | 33.37 | 39.35 | 38.82 |
| PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD % | 31.91 | | 33.32 | | 39.09 | |
| % AGUA ABSORVIDA | 9.31 | | 10.55 | | 17.15 | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Civil
Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 9
UBICACIÓN : ABSCICA 4+880

ALTURA DEL MOLDE 5 PULG
AREA DEL PISTON 3.1 PULG² ECUACIÓN DEL RING DE CALIBRACION = Y=5.7069X+20,29

MOLDE : 56

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 29/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | | | |
| 30/10/2014 | 17H30 | 0 | 207 | 5.207 | 0.207 | 4.14 | 25 | 6 | 54.5314 | 17.59 | | | |
| 31/10/2014 | 15H00 | 0 | 215 | 5.215 | 0.215 | 4.3 | 50 | 11 | 83.0659 | 26.80 | | | |
| 01/11/2014 | - | 0 | | | | | 75 | 17 | 117.3073 | 37.84 | | | |
| 02/11/2014 | - | 0 | | | | | 100 | 23 | 151.5487 | 48.89 | 48.89 | 1000 | 4.89 |
| 03/11/2014 | - | 0 | | | | | 150 | 35 | 220.0315 | 70.98 | | | |
| 04/11/2014 | - | 0 | | | | | 200 | 46 | 282.8074 | 91.23 | 91.23 | 1500 | 6.08 |
| 05/11/2014 | 15H30 | 0 | 222 | 5.222 | 0.222 | 4.44 | 250 | 57 | 345.5833 | 111.48 | | | |
| 06/11/2014 | 14H15 | 0 | 222 | 5.222 | 0.222 | 4.44 | 300 | 68 | 408.3592 | 131.73 | 131.73 | 1900 | 6.93 |
| | | | | | | | 400 | 88 | 522.4972 | 168.55 | | | |
| | | | | | | | 500 | 109 | 642.3421 | 207.21 | | | |

MOLDE : 25

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 29/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 30/10/2014 | 17H30 | 0 | 171 | 5.171 | 0.171 | 3.42 | 25 | 5 | 48.8245 | 15.75 | | | |
| 31/10/2014 | 15H00 | 0 | 176 | 5.176 | 0.176 | 3.52 | 50 | 10 | 77.359 | 24.95 | | | |
| 01/11/2014 | - | 0 | | | | | 75 | 14 | 100.1866 | 32.32 | | | |
| 02/11/2014 | - | 0 | | | | | 100 | 19 | 128.7211 | 41.52 | 41.52 | 1000 | 4.15 |
| 03/11/2014 | - | 0 | | | | | 150 | 27 | 174.3763 | 56.25 | | | |
| 04/11/2014 | - | 0 | | | | | 200 | 35 | 220.0315 | 70.98 | 70.98 | 1500 | 4.73 |
| 05/11/2014 | 15H30 | 0 | 180 | 5.18 | 0.18 | 3.6 | 250 | 42 | 259.9798 | 83.86 | | | |
| 06/11/2014 | 14H15 | 0 | 180 | 5.18 | 0.18 | 3.6 | 300 | 49 | 299.9281 | 96.75 | 96.75 | 1900 | 5.09 |
| | | | | | | | 400 | 63 | 379.8247 | 122.52 | | | |
| | | | | | | | 500 | 80 | 476.842 | 153.82 | | | |

MOLDE : 12

| FECHA | HORA | TIEMPO TRASCURRIDO DIAS | LECTURA DIAL | ALTURA MUESTRA | ESPONJAMIENTO | | PENETRACION | LECTURA DEL DIAL | CARGA | PRESIONES | PRESIONES CORREGIDAS | PRESION ESTAND | VALORES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | PULG x 10-3 | PULG | PULG | % | PULG x 10-3 | | LIB | LIB/PULG² | LB/PULG² | LB/PULG² | C.B.R |
| 29/10/2014 | 18H00 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 30/10/2014 | 17H30 | 0 | 138 | 5.138 | 0.138 | 2.76 | 25 | 5 | 48.8245 | 15.75 | | | |
| 31/10/2014 | 15H00 | 0 | 141 | 5.141 | 0.141 | 2.82 | 50 | 8 | 65.9452 | 21.27 | | | |
| 01/11/2014 | - | 0 | | | | | 75 | 11 | 83.0659 | 26.8 | | | |
| 02/11/2014 | - | 0 | | | | | 100 | 13 | 94.4797 | 30.48 | 30.48 | 1000 | 3.05 |
| 03/11/2014 | - | 0 | | | | | 150 | 17 | 117.3073 | 37.84 | | | |
| 04/11/2014 | - | 0 | | | | | 200 | 21 | 140.1349 | 45.2 | 45.2 | 1500 | 3.01 |
| 05/11/2014 | 15H30 | 0 | 146 | 5.146 | 0.146 | 2.92 | 250 | 25 | 162.9625 | 52.57 | | | |
| 06/11/2014 | 14H15 | 0 | 146 | 5.146 | 0.146 | 2.92 | 300 | 28 | 180.0832 | 58.09 | 58.09 | 1900 | 3.06 |
| | | | | | | | 400 | 34 | 214.3246 | 69.14 | | | |
| | | | | | | | 500 | 40 | 248.566 | 80.18 | | | |

REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

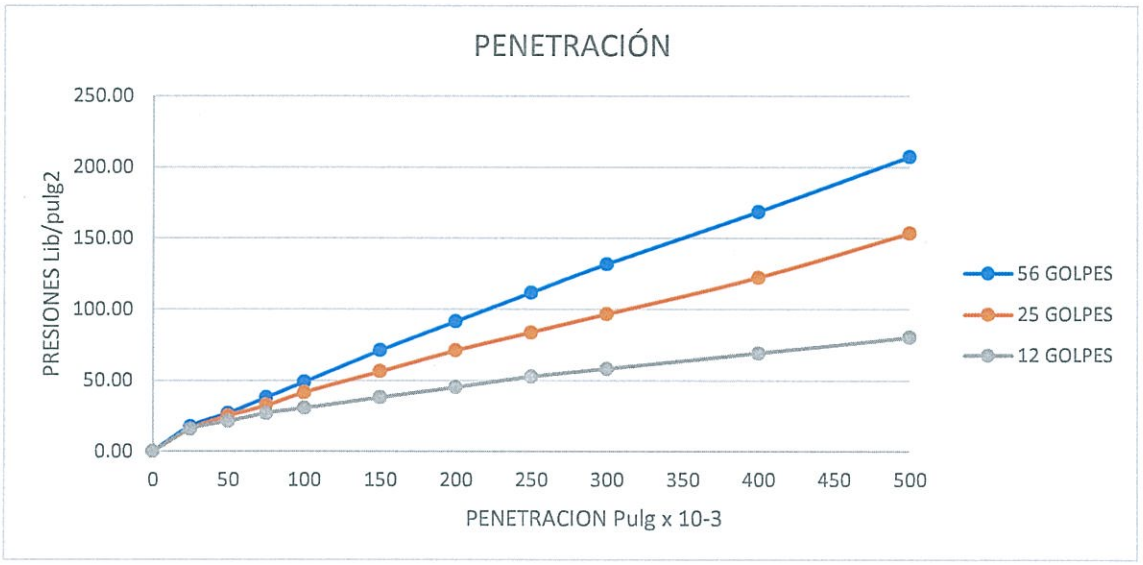
WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

Facultad de Ing. Civil Arquitectura y Diseño
LABORATORIO DE SUELOS

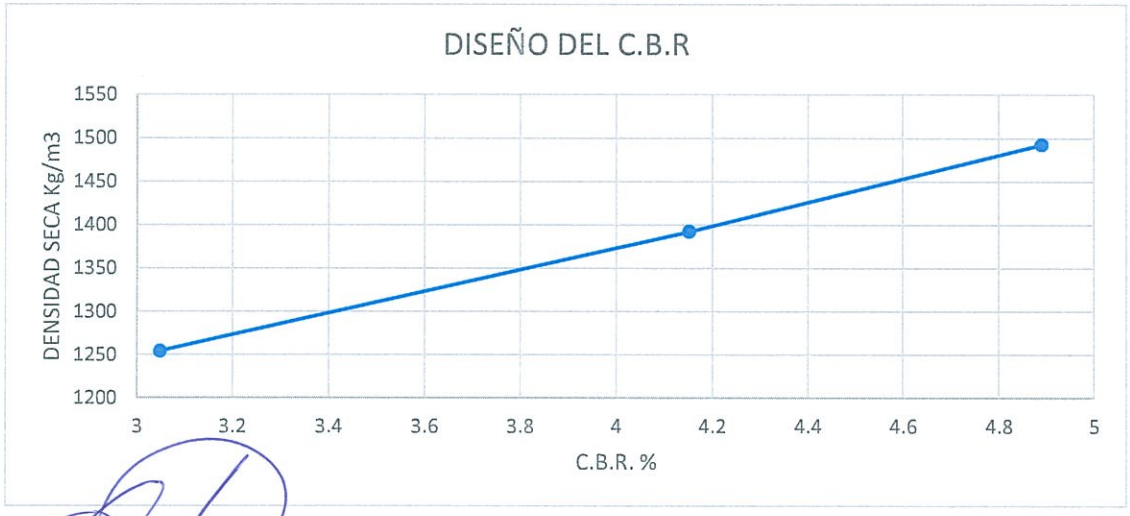
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PROYECTO : UNION Y PROGRESO - MOLLEPONGO
MUESTRA: POZO 9
UBICACIÓN : ABSCICA 4+880

## GRÁFICOS




| MOLDE | CBR | DENSIDAD SECA Kg/m3 |
|---|---|---|
| 56 | 4.89 | 1492 |
| 25 | 4.15 | 1392 |
| 12 | 3.05 | 1254 |




REVIZADO POR:

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DE LABORATORIO

ATANASIO JARA
LABORATORISTA

WILMAN AVILA
REALIZADO POR:

# 11.3 INFORME DE VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+000.00 | 6.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0+010.00 | 12.97 | 95.36 | 3.73 | 18.66 | 95.36 | 18.66 | 76.7 |
| 0+020.00 | 5.68 | 93.29 | 7.14 | 54.37 | 188.65 | 73.03 | 115.62 |
| 0+030.00 | 29.08 | 144.09 | 0 | 33.46 | 332.74 | 106.49 | 226.24 |
| 0+040.00 | 22.62 | 223.44 | 0 | 0 | 556.17 | 106.49 | 449.68 |
| 0+050.00 | 14.23 | 165.1 | 0.32 | 1.26 | 721.28 | 107.75 | 613.52 |
| 0+060.00 | 14.42 | 127.61 | 2.9 | 16.65 | 848.88 | 124.41 | 724.47 |
| 0+070.00 | 15.21 | 148.13 | 4.17 | 35.37 | 997.02 | 159.78 | 837.24 |
| 0+080.00 | 2.15 | 86.8 | 19.35 | 117.63 | 1,083.82 | 277.41 | 806.41 |
| 0+090.00 | 0.74 | 13.36 | 32.71 | 249.17 | 1,097.18 | 526.58 | 570.6 |
| 0+100.00 | 2.33 | 17.02 | 22.1 | 241.52 | 1,114.20 | 768.09 | 346.1 |
| 0+110.00 | 31.79 | 186.37 | 6.39 | 112.79 | 1,300.57 | 880.89 | 419.68 |
| 0+120.00 | 44.45 | 402.27 | 9.19 | 56.18 | 1,702.84 | 937.06 | 765.77 |
| 0+130.00 | 40.26 | 426.01 | 17.52 | 129.09 | 2,128.85 | 1,066.15 | 1,062.70 |
| 0+140.00 | 3.21 | 232.46 | 26.94 | 164.06 | 2,361.32 | 1,230.21 | 1,131.11 |
| 0+150.00 | 1.12 | 22.52 | 28.78 | 243.04 | 2,383.84 | 1,473.25 | 910.59 |
| 0+160.00 | 0 | 5.58 | 30.57 | 296.78 | 2,389.41 | 1,770.03 | 619.38 |
| 0+170.00 | 0 | 0 | 20.78 | 256.79 | 2,389.41 | 2,026.82 | 362.59 |
| 0+180.00 | 2.95 | 14.75 | 9.04 | 149.14 | 2,404.16 | 2,175.96 | 228.2 |
| 0+190.00 | 16.65 | 101.17 | 7.34 | 75.63 | 2,505.33 | 2,251.60 | 253.73 |
| 0+200.00 | 37.73 | 294.94 | 3.41 | 39.96 | 2,800.27 | 2,291.55 | 508.72 |
| 0+210.00 | 48.21 | 439.27 | 3.77 | 33.8 | 3,239.54 | 2,325.35 | 914.19 |
| 0+220.00 | 53.07 | 517.02 | 4.63 | 40.05 | 3,756.56 | 2,365.40 | 1,391.16 |
| 0+230.00 | 44.96 | 507.99 | 9.54 | 64.89 | 4,264.55 | 2,430.29 | 1,834.26 |
| 0+240.00 | 37.7 | 423.55 | 7.09 | 76.57 | 4,688.10 | 2,506.86 | 2,181.24 |
| 0+250.00 | 26.29 | 319.97 | 2.53 | 48.07 | 5,008.07 | 2,554.92 | 2,453.14 |
| 0+260.00 | 0 | 131.47 | 43.7 | 231.12 | 5,139.53 | 2,786.04 | 2,353.49 |
| 0+270.00 | 0 | 0 | 86.24 | 672.51 | 5,139.53 | 3,458.56 | 1,680.98 |
| 0+280.00 | 0.74 | 3.6 | 53.7 | 749.03 | 5,143.13 | 4,207.59 | 935.54 |
| 0+290.00 | 8.35 | 45.47 | 15.71 | 347.05 | 5,188.60 | 4,554.64 | 633.96 |
| 0+300.00 | 20.43 | 143.9 | 1.06 | 83.85 | 5,332.50 | 4,638.48 | 694.02 |
| 0+310.00 | 26.93 | 236.79 | 1.52 | 12.91 | 5,569.29 | 4,651.39 | 917.9 |
| 0+320.00 | 26.7 | 268.16 | 4.72 | 31.21 | 5,837.45 | 4,682.60 | 1,154.84 |
| 0+330.00 | 28.22 | 274.61 | 0.76 | 27.41 | 6,112.06 | 4,710.01 | 1,402.05 |
| 0+340.00 | 24.36 | 253.72 | 3.42 | 21.89 | 6,365.78 | 4,731.91 | 1,633.88 |
| 0+350.00 | 15.76 | 182.65 | 2.8 | 34.47 | 6,548.43 | 4,766.37 | 1,782.06 |
| 0+360.00 | 18.71 | 167.2 | 2 | 24.99 | 6,715.63 | 4,791.37 | 1,924.26 |
| 0+370.00 | 31.54 | 251.27 | 1.38 | 16.88 | 6,966.90 | 4,808.25 | 2,158.64 |
| 0+380.00 | 50.47 | 410.03 | 0.27 | 8.22 | 7,376.92 | 4,816.47 | 2,560.46 |
| 0+390.00 | 29.5 | 399.85 | 1.45 | 8.6 | 7,776.78 | 4,825.07 | 2,951.71 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+400.00 | 0 | 145.27 | 40.76 | 221.03 | 7,922.04 | 5,046.10 | 2,875.95 |
| 0+410.00 | 0 | 0 | 64.38 | 552.81 | 7,922.04 | 5,598.91 | 2,323.13 |
| 0+420.00 | 13.06 | 76.68 | 45.55 | 528.11 | 7,998.72 | 6,127.02 | 1,871.70 |
| 0+430.00 | 6.78 | 99.23 | 8.95 | 272.52 | 8,097.95 | 6,399.54 | 1,698.41 |
| 0+440.00 | 21.1 | 139.42 | 0.1 | 45.25 | 8,237.37 | 6,444.79 | 1,792.59 |
| 0+450.00 | 27.63 | 243.67 | 3.61 | 18.52 | 8,481.04 | 6,463.31 | 2,017.73 |
| 0+460.00 | 46.42 | 373.41 | 0.36 | 20.06 | 8,854.45 | 6,483.37 | 2,371.08 |
| 0+470.00 | 58.17 | 543.71 | 0.2 | 1.9 | 9,398.16 | 6,485.27 | 2,912.89 |
| 0+480.00 | 41 | 506.18 | 0 | 0.66 | 9,904.34 | 6,485.93 | 3,418.41 |
| 0+490.00 | 17.06 | 281.99 | 32.49 | 192.48 | 10,186.33 | 6,678.41 | 3,507.92 |
| 0+500.00 | 6.7 | 123.51 | 34.44 | 314.23 | 10,309.84 | 6,992.63 | 3,317.21 |
| 0+510.00 | 18.75 | 126.85 | 4.86 | 179.37 | 10,436.69 | 7,172.00 | 3,264.69 |
| 0+520.00 | 23.89 | 209.02 | 0 | 23.23 | 10,645.71 | 7,195.23 | 3,450.48 |
| 0+530.00 | 18.71 | 212.98 | 2.81 | 14.06 | 10,858.69 | 7,209.29 | 3,649.40 |
| 0+540.00 | 24.11 | 211.66 | 1.18 | 21.28 | 11,070.35 | 7,230.57 | 3,839.78 |
| 0+550.00 | 13.76 | 177.29 | 5.5 | 38.57 | 11,247.65 | 7,269.14 | 3,978.50 |
| 0+560.00 | 6.21 | 85.96 | 14.33 | 112.62 | 11,333.60 | 7,381.76 | 3,951.84 |
| 0+570.00 | 17.23 | 158.24 | 43.53 | 227.98 | 11,491.85 | 7,609.75 | 3,882.10 |
| 0+580.00 | 7.61 | 173.96 | 16.29 | 242.77 | 11,665.80 | 7,852.51 | 3,813.29 |
| 0+590.00 | 35.23 | 247.51 | 1.07 | 74.47 | 11,913.32 | 7,926.98 | 3,986.34 |
| 0+600.00 | 46.13 | 402.47 | 0 | 7.04 | 12,315.79 | 7,934.01 | 4,381.77 |
| 0+610.00 | 25.78 | 377.95 | 0.87 | 4.88 | 12,693.74 | 7,938.89 | 4,754.85 |
| 0+620.00 | 0.62 | 137.55 | 17.73 | 102.47 | 12,831.28 | 8,041.35 | 4,789.93 |
| 0+630.00 | 0.28 | 3.45 | 16.78 | 186.02 | 12,834.73 | 8,227.38 | 4,607.35 |
| 0+640.00 | 3.8 | 21.29 | 12.25 | 144.84 | 12,856.02 | 8,372.22 | 4,483.81 |
| 0+650.00 | 43.99 | 238.97 | 0.71 | 64.81 | 13,094.99 | 8,437.03 | 4,657.97 |
| 0+660.00 | 111.39 | 776.89 | 0.87 | 7.9 | 13,871.88 | 8,444.93 | 5,426.96 |
| 0+670.00 | 118.34 | 1,148.64 | 11.87 | 63.69 | 15,020.52 | 8,508.62 | 6,511.90 |
| 0+680.00 | 130.85 | 1,245.96 | 5.23 | 85.49 | 16,266.48 | 8,594.11 | 7,672.37 |
| 0+690.00 | 100.8 | 1,288.35 | 1.65 | 24.84 | 17,554.83 | 8,618.96 | 8,935.88 |
| 0+700.00 | 37.04 | 738.86 | 0.91 | 10.25 | 18,293.69 | 8,629.21 | 9,664.48 |
| 0+710.00 | 4.68 | 208.6 | 6.28 | 35.94 | 18,502.29 | 8,665.15 | 9,837.14 |
| 0+720.00 | 1.23 | 29.23 | 24.53 | 158.52 | 18,531.53 | 8,823.67 | 9,707.85 |
| 0+730.00 | 0 | 8.75 | 39.9 | 298.49 | 18,540.28 | 9,122.16 | 9,418.12 |
| 0+740.00 | 0 | 0 | 45.16 | 405.84 | 18,540.28 | 9,528.00 | 9,012.27 |
| 0+750.00 | 8.56 | 50.99 | 11.03 | 248.46 | 18,591.27 | 9,776.46 | 8,814.81 |
| 0+760.00 | 91.1 | 571.62 | 5.97 | 41.1 | 19,162.89 | 9,817.57 | 9,345.32 |
| 0+770.00 | 132.85 | 1,304.74 | 4.83 | 12.63 | 20,467.62 | 9,830.20 | 10,637.43 |
| 0+780.00 | 131.26 | 1,604.48 | 5.11 | 7.44 | 22,072.11 | 9,837.64 | 12,234.47 |
| 0+790.00 | 72.47 | 1,063.43 | 6.85 | 51.71 | 23,135.54 | 9,889.35 | 13,246.19 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+800.00 | 62.64 | 606.99 | 0 | 48.35 | 23,742.52 | 9,937.70 | 13,804.82 |
| 0+810.00 | 80.54 | 750.46 | 0 | 0 | 24,492.99 | 9,937.70 | 14,555.29 |
| 0+820.00 | 87.06 | 928.23 | 0 | 0 | 25,421.21 | 9,937.70 | 15,483.52 |
| 0+830.00 | 74.43 | 810.13 | 0 | 0 | 26,231.34 | 9,937.70 | 16,293.64 |
| 0+840.00 | 23.83 | 502.79 | 1.06 | 5.06 | 26,734.13 | 9,942.76 | 16,791.37 |
| 0+850.00 | 4.1 | 152.51 | 40.27 | 182.92 | 26,886.64 | 10,125.68 | 16,760.97 |
| 0+860.00 | 16.15 | 114.06 | 26.99 | 290.59 | 27,000.70 | 10,416.27 | 16,584.43 |
| 0+870.00 | 15.57 | 158.61 | 10.54 | 187.67 | 27,159.31 | 10,603.94 | 16,555.37 |
| 0+880.00 | 17.27 | 154.78 | 6.75 | 95.14 | 27,314.10 | 10,699.08 | 16,615.01 |
| 0+890.00 | 30.85 | 223.35 | 3.66 | 60.35 | 27,537.44 | 10,759.44 | 16,778.00 |
| 0+900.00 | 53.23 | 399.84 | 0 | 22.58 | 27,937.28 | 10,782.02 | 17,155.25 |
| 0+910.00 | 68.13 | 587.31 | 0 | 0.01 | 28,524.59 | 10,782.03 | 17,742.56 |
| 0+920.00 | 79.52 | 724.88 | 0 | 0 | 29,249.47 | 10,782.03 | 18,467.44 |
| 0+930.00 | 78.75 | 844.33 | 1.11 | 4.42 | 30,093.80 | 10,786.46 | 19,307.35 |
| 0+940.00 | 56.1 | 764.7 | 19.97 | 83.24 | 30,858.50 | 10,869.69 | 19,988.81 |
| 0+950.00 | 53.54 | 635.67 | 29.18 | 197.73 | 31,494.18 | 11,067.42 | 20,426.75 |
| 0+960.00 | 58.96 | 653.12 | 5.11 | 141.32 | 32,147.30 | 11,208.75 | 20,938.56 |
| 0+970.00 | 70.76 | 676.33 | 0 | 24.4 | 32,823.63 | 11,233.15 | 21,590.48 |
| 0+980.00 | 56.22 | 634.91 | 0 | 0 | 33,458.54 | 11,233.15 | 22,225.40 |
| 0+990.00 | 18.09 | 371.55 | 5.04 | 25.18 | 33,830.09 | 11,258.33 | 22,571.76 |
| 1+000.00 | 0 | 95.35 | 40.32 | 262.82 | 33,925.43 | 11,521.16 | 22,404.28 |
| 1+010.00 | 0 | 0 | 40.54 | 524.25 | 33,925.43 | 12,045.41 | 21,880.03 |
| 1+020.00 | 6.63 | 59.79 | 3.89 | 279.75 | 33,985.22 | 12,325.16 | 21,660.06 |
| 1+030.00 | 34.67 | 254.43 | 0.22 | 21.21 | 34,239.65 | 12,346.36 | 21,893.29 |
| 1+040.00 | 78.1 | 665.99 | 0.21 | 0.41 | 34,905.64 | 12,346.77 | 22,558.87 |
| 1+050.00 | 84.29 | 990.56 | 0.25 | 0.57 | 35,896.20 | 12,347.34 | 23,548.86 |
| 1+060.00 | 69.16 | 699.61 | 0 | 1.63 | 36,595.81 | 12,348.97 | 24,246.84 |
| 1+070.00 | 51.55 | 589.09 | 0.16 | 0.58 | 37,184.90 | 12,349.54 | 24,835.36 |
| 1+080.00 | 33.97 | 433.34 | 4.49 | 22.29 | 37,618.24 | 12,371.84 | 25,246.40 |
| 1+090.00 | 7.6 | 207.85 | 20.01 | 122.49 | 37,826.09 | 12,494.33 | 25,331.77 |
| 1+100.00 | 1.98 | 42.79 | 44.2 | 322.31 | 37,868.88 | 12,816.64 | 25,052.24 |
| 1+110.00 | 4.03 | 29.23 | 21.09 | 317.27 | 37,898.11 | 13,133.90 | 24,764.21 |
| 1+120.00 | 15.45 | 97.39 | 7.51 | 142.97 | 37,995.50 | 13,276.87 | 24,718.63 |
| 1+130.00 | 25.57 | 205.12 | 2.05 | 47.8 | 38,200.62 | 13,324.68 | 24,875.94 |
| 1+140.00 | 22.25 | 239.09 | 2.37 | 22.12 | 38,439.71 | 13,346.80 | 25,092.92 |
| 1+150.00 | 20.73 | 202.74 | 3.96 | 33.49 | 38,642.46 | 13,380.28 | 25,262.18 |
| 1+160.00 | 31.04 | 230.48 | 2.01 | 32.97 | 38,872.93 | 13,413.25 | 25,459.69 |
| 1+170.00 | 23.83 | 246.95 | 5.61 | 41.62 | 39,119.89 | 13,454.87 | 25,665.02 |
| 1+180.00 | 21.1 | 224.65 | 4.61 | 51.13 | 39,344.53 | 13,506.00 | 25,838.53 |
| 1+190.00 | 16.63 | 188.66 | 12.69 | 86.52 | 39,533.19 | 13,592.52 | 25,940.67 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+200.00 | 16.1 | 163.65 | 12.77 | 127.3 | 39,696.84 | 13,719.82 | 25,977.02 |
| 1+210.00 | 22.96 | 214.74 | 37.03 | 209.06 | 39,911.57 | 13,928.88 | 25,982.69 |
| 1+220.00 | 1.74 | 138.66 | 81.63 | 510.03 | 40,050.23 | 14,438.91 | 25,611.32 |
| 1+230.00 | 24.88 | 152.46 | 20.09 | 446.68 | 40,202.69 | 14,885.59 | 25,317.10 |
| 1+240.00 | 78.55 | 584.23 | 1.55 | 92.62 | 40,786.92 | 14,978.22 | 25,808.70 |
| 1+250.00 | 113.73 | 1,034.79 | 0 | 6.37 | 41,821.70 | 14,984.58 | 26,837.12 |
| 1+260.00 | 97.55 | 1,000.99 | 0 | 0 | 42,822.69 | 14,984.58 | 27,838.10 |
| 1+270.00 | 53 | 667.76 | 0.37 | 2.48 | 43,490.45 | 14,987.06 | 28,503.39 |
| 1+280.00 | 29.94 | 356.68 | 28.62 | 176.58 | 43,847.13 | 15,163.65 | 28,683.49 |
| 1+290.00 | 37.02 | 284.49 | 28.06 | 346.17 | 44,131.62 | 15,509.82 | 28,621.80 |
| 1+300.00 | 55.46 | 393.05 | 19.1 | 290.64 | 44,524.68 | 15,800.46 | 28,724.21 |
| 1+310.00 | 47.95 | 507.51 | 36.91 | 286.65 | 45,032.18 | 16,087.11 | 28,945.07 |
| 1+320.00 | 0 | 319.33 | 124.47 | 746.91 | 45,351.51 | 16,834.02 | 28,517.49 |
| 1+330.00 | 0 | 0 | 75.19 | 1,020.47 | 45,351.51 | 17,854.50 | 27,497.01 |
| 1+340.00 | 65.33 | 412.07 | 12.89 | 437.12 | 45,763.58 | 18,291.62 | 27,471.96 |
| 1+350.00 | 68.55 | 683.55 | 3.09 | 77.57 | 46,447.13 | 18,369.20 | 28,077.93 |
| 1+360.00 | 55.32 | 589.81 | 3.32 | 34.86 | 47,036.94 | 18,404.06 | 28,632.88 |
| 1+370.00 | 69.17 | 564.74 | 0 | 20.5 | 47,601.68 | 18,424.56 | 29,177.12 |
| 1+380.00 | 102.17 | 831.49 | 0 | 0.02 | 48,433.17 | 18,424.58 | 30,008.59 |
| 1+390.00 | 60.68 | 778.97 | 0.11 | 0.68 | 49,212.14 | 18,425.26 | 30,786.88 |
| 1+400.00 | 18.76 | 364.11 | 22.86 | 125.65 | 49,576.25 | 18,550.91 | 31,025.34 |
| 1+410.00 | 23.63 | 220.53 | 9.84 | 156.85 | 49,796.79 | 18,707.77 | 31,089.02 |
| 1+420.00 | 37.01 | 318.66 | 6.71 | 77.38 | 50,115.44 | 18,785.15 | 31,330.29 |
| 1+430.00 | 71.14 | 570.81 | 6.66 | 60.59 | 50,686.25 | 18,845.74 | 31,840.51 |
| 1+440.00 | 79.66 | 795.64 | 6.26 | 57.84 | 51,481.89 | 18,903.58 | 32,578.31 |
| 1+450.00 | 79.43 | 827.09 | 0 | 28.17 | 52,308.98 | 18,931.75 | 33,377.23 |
| 1+460.00 | 77.43 | 809.01 | 0 | 0 | 53,117.99 | 18,931.75 | 34,186.24 |
| 1+470.00 | 64.87 | 739.17 | 0 | 0 | 53,857.16 | 18,931.75 | 34,925.41 |
| 1+480.00 | 51.96 | 594.01 | 0 | 0 | 54,451.17 | 18,931.75 | 35,519.42 |
| 1+490.00 | 37.26 | 446.09 | 4.22 | 21.1 | 54,897.26 | 18,952.85 | 35,944.41 |
| 1+500.00 | 21.56 | 285.89 | 22.32 | 137.37 | 55,183.15 | 19,090.23 | 36,092.92 |
| 1+510.00 | 11.67 | 157.27 | 44.27 | 356.56 | 55,340.42 | 19,446.78 | 35,893.63 |
| 1+520.00 | 7.82 | 92.18 | 35.56 | 425.5 | 55,432.60 | 19,872.29 | 35,560.31 |
| 1+530.00 | 7.4 | 76.11 | 33.56 | 345.56 | 55,508.71 | 20,217.85 | 35,290.86 |
| 1+540.00 | 7.94 | 76.73 | 41.56 | 375.58 | 55,585.43 | 20,593.43 | 34,992.00 |
| 1+550.00 | 6.56 | 73.67 | 46.12 | 427.29 | 55,659.10 | 21,020.72 | 34,638.38 |
| 1+560.00 | 2.59 | 46.43 | 40.28 | 421.62 | 55,705.53 | 21,442.35 | 34,263.18 |
| 1+570.00 | 2.33 | 25.28 | 72.2 | 552.2 | 55,730.81 | 21,994.55 | 33,736.26 |
| 1+580.00 | 2.51 | 14.98 | 104.86 | 980.54 | 55,745.79 | 22,975.09 | 32,770.70 |
| 1+590.00 | 1.93 | 6.52 | 116.5 | 1,286.89 | 55,752.30 | 24,261.99 | 31,490.32 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+600.00 | 8.14 | 53.64 | 43.23 | 939.69 | 55,805.94 | 25,201.67 | 30,604.27 |
| 1+610.00 | 41.92 | 294.44 | 0 | 239.56 | 56,100.38 | 25,441.23 | 30,659.14 |
| 1+620.00 | 114.07 | 953.77 | 0 | 0 | 57,054.15 | 25,441.23 | 31,612.92 |
| 1+630.00 | 138.37 | 1,416.64 | 0 | 0 | 58,470.79 | 25,441.23 | 33,029.56 |
| 1+640.00 | 105.21 | 1,133.68 | 0.75 | 4.29 | 59,604.48 | 25,445.53 | 34,158.95 |
| 1+650.00 | 82.02 | 863.41 | 0.74 | 8.51 | 60,467.89 | 25,454.04 | 35,013.85 |
| 1+660.00 | 60.48 | 652 | 7.86 | 47.66 | 61,119.89 | 25,501.70 | 35,618.19 |
| 1+670.00 | 46.67 | 512.63 | 16.15 | 126.53 | 61,632.52 | 25,628.23 | 36,004.28 |
| 1+680.00 | 28.17 | 389.87 | 27.2 | 204.93 | 62,022.39 | 25,833.16 | 36,189.23 |
| 1+690.00 | 5.48 | 184.18 | 48.78 | 334.41 | 62,206.57 | 26,167.57 | 36,039.00 |
| 1+700.00 | 0.9 | 34.95 | 94.24 | 643.51 | 62,241.52 | 26,811.08 | 35,430.44 |
| 1+710.00 | 0.17 | 1.7 | 114.6 | 1,345.67 | 62,243.22 | 28,156.75 | 34,086.48 |
| 1+720.00 | 0.06 | 0.1 | 96.67 | 1,378.39 | 62,243.32 | 29,535.14 | 32,708.18 |
| 1+730.00 | 3.21 | 28.05 | 8.41 | 681.14 | 62,271.37 | 30,216.28 | 32,055.09 |
| 1+740.00 | 60.83 | 405.06 | 0.25 | 40.82 | 62,676.42 | 30,257.10 | 32,419.32 |
| 1+750.00 | 105.87 | 1,029.68 | 0 | 0.42 | 63,706.10 | 30,257.52 | 33,448.58 |
| 1+760.00 | 110.48 | 1,220.50 | 0.03 | 0.11 | 64,926.60 | 30,257.63 | 34,668.97 |
| 1+770.00 | 91.86 | 917.19 | 0 | 0.2 | 65,843.79 | 30,257.83 | 35,585.96 |
| 1+780.00 | 80.49 | 861.76 | 0.02 | 0.09 | 66,705.55 | 30,257.92 | 36,447.63 |
| 1+790.00 | 77.64 | 729.95 | 0 | 0.11 | 67,435.50 | 30,258.03 | 37,177.47 |
| 1+800.00 | 62.03 | 638.71 | 0.1 | 0.61 | 68,074.21 | 30,258.64 | 37,815.56 |
| 1+810.00 | 58.37 | 550.97 | 0 | 0.61 | 68,625.18 | 30,259.26 | 38,365.92 |
| 1+820.00 | 49.91 | 491.65 | 0 | 0 | 69,116.83 | 30,259.26 | 38,857.58 |
| 1+830.00 | 67.61 | 555.94 | 0 | 0 | 69,672.78 | 30,259.26 | 39,413.52 |
| 1+840.00 | 60.35 | 641.44 | 0 | 0 | 70,314.22 | 30,259.26 | 40,054.96 |
| 1+850.00 | 35.18 | 477.64 | 3.24 | 16.22 | 70,791.86 | 30,275.48 | 40,516.38 |
| 1+860.00 | 56.1 | 456.43 | 0.98 | 21.13 | 71,248.28 | 30,296.61 | 40,951.68 |
| 1+870.00 | 101.14 | 786.21 | 0 | 4.92 | 72,034.50 | 30,301.53 | 41,732.97 |
| 1+880.00 | 109.48 | 1,053.08 | 0 | 0.01 | 73,087.57 | 30,301.53 | 42,786.04 |
| 1+890.00 | 87.67 | 985.74 | 0 | 0 | 74,073.32 | 30,301.53 | 43,771.78 |
| 1+900.00 | 70.27 | 789.74 | 0 | 0 | 74,863.06 | 30,301.53 | 44,561.53 |
| 1+910.00 | 29.9 | 500.87 | 14.5 | 72.51 | 75,363.93 | 30,374.04 | 44,989.88 |
| 1+920.00 | 20.06 | 249.79 | 39.57 | 270.39 | 75,613.71 | 30,644.43 | 44,969.28 |
| 1+930.00 | 49.19 | 346.25 | 49.66 | 446.19 | 75,959.96 | 31,090.62 | 44,869.34 |
| 1+940.00 | 71.23 | 535.65 | 23.3 | 471.64 | 76,495.61 | 31,562.26 | 44,933.35 |
| 1+950.00 | 78.44 | 644.21 | 11.14 | 251.13 | 77,139.82 | 31,813.38 | 45,326.43 |
| 1+960.00 | 37.56 | 561.93 | 17.64 | 158.21 | 77,701.75 | 31,971.59 | 45,730.15 |
| 1+970.00 | 2.94 | 202.5 | 84.81 | 512.26 | 77,904.25 | 32,483.85 | 45,420.39 |
| 1+980.00 | 0 | 14.69 | 55.99 | 704 | 77,918.94 | 33,187.85 | 44,731.09 |
| 1+990.00 | 77.06 | 380.22 | 0 | 291.26 | 78,299.16 | 33,479.11 | 44,820.05 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2+000.00 | 28.89 | 540.01 | 2.1 | 9.31 | 78,839.17 | 33,488.43 | 45,350.74 |
| 2+010.00 | 0.03 | 162.97 | 68.07 | 327.96 | 79,002.15 | 33,816.38 | 45,185.76 |
| 2+020.00 | 0 | 0.09 | 57.66 | 587.88 | 79,002.23 | 34,404.26 | 44,597.97 |
| 2+030.00 | 0 | 0 | 33.98 | 423.49 | 79,002.23 | 34,827.75 | 44,174.48 |
| 2+040.00 | 0.9 | 4.95 | 30.92 | 287.92 | 79,007.18 | 35,115.68 | 43,891.50 |
| 2+050.00 | 0 | 4.95 | 62.41 | 416.53 | 79,012.12 | 35,532.21 | 43,479.92 |
| 2+060.00 | 8.52 | 45.97 | 37.71 | 483.73 | 79,058.10 | 36,015.94 | 43,042.16 |
| 2+070.00 | 36.56 | 225.41 | 0.89 | 193.01 | 79,283.51 | 36,208.95 | 43,074.56 |
| 2+080.00 | 43.42 | 399.9 | 0 | 4.47 | 79,683.41 | 36,213.42 | 43,469.99 |
| 2+090.00 | 31.04 | 372.32 | 2.73 | 13.63 | 80,055.73 | 36,227.04 | 43,828.68 |
| 2+100.00 | 16.78 | 239.12 | 10.49 | 66.1 | 80,294.85 | 36,293.14 | 44,001.71 |
| 2+110.00 | 29.48 | 231.31 | 22.25 | 163.74 | 80,526.16 | 36,456.88 | 44,069.28 |
| 2+120.00 | 61.26 | 408.8 | 18.1 | 284.99 | 80,934.96 | 36,741.88 | 44,193.08 |
| 2+130.00 | 86.99 | 673.2 | 22.94 | 306.83 | 81,608.15 | 37,048.70 | 44,559.45 |
| 2+140.00 | 78.86 | 749.88 | 15.46 | 265.64 | 82,358.03 | 37,314.34 | 45,043.69 |
| 2+150.00 | 42.35 | 606.07 | 16.35 | 159.05 | 82,964.11 | 37,473.39 | 45,490.72 |
| 2+160.00 | 4.69 | 267.17 | 36.69 | 239.32 | 83,231.27 | 37,712.71 | 45,518.57 |
| 2+170.00 | 15.12 | 119.78 | 18.59 | 240.68 | 83,351.05 | 37,953.39 | 45,397.67 |
| 2+180.00 | 47.47 | 343.51 | 10.79 | 119.94 | 83,694.57 | 38,073.33 | 45,621.24 |
| 2+190.00 | 69.77 | 586.2 | 13.82 | 123.05 | 84,280.76 | 38,196.38 | 46,084.38 |
| 2+200.00 | 65.41 | 675.92 | 8.51 | 111.62 | 84,956.68 | 38,308.01 | 46,648.67 |
| 2+210.00 | 123.97 | 896.11 | 4.54 | 80.58 | 85,852.78 | 38,388.58 | 47,464.20 |
| 2+220.00 | 108.28 | 1,080.64 | 0.13 | 29.98 | 86,933.42 | 38,418.56 | 48,514.86 |
| 2+230.00 | 91.28 | 997.79 | 0 | 0.66 | 87,931.21 | 38,419.22 | 49,511.99 |
| 2+240.00 | 58.43 | 748.52 | 4.47 | 22.35 | 88,679.74 | 38,441.58 | 50,238.16 |
| 2+250.00 | 13.56 | 359.96 | 21.8 | 131.37 | 89,039.69 | 38,572.95 | 50,466.74 |
| 2+260.00 | 1.64 | 76 | 7 | 144.02 | 89,115.70 | 38,716.98 | 50,398.72 |
| 2+270.00 | 32.66 | 169.69 | 10.53 | 85.11 | 89,285.39 | 38,802.08 | 50,483.30 |
| 2+280.00 | 46.14 | 418.45 | 0.33 | 62.76 | 89,703.84 | 38,864.85 | 50,838.99 |
| 2+290.00 | 0.01 | 262.18 | 5.99 | 21.24 | 89,966.02 | 38,886.09 | 51,079.93 |
| 2+300.00 | 0 | 0.05 | 47.3 | 222.62 | 89,966.07 | 39,108.71 | 50,857.36 |
| 2+310.00 | 27.62 | 243.45 | 41.68 | 348.63 | 90,209.52 | 39,457.34 | 50,752.18 |
| 2+320.00 | 20.74 | 415.3 | 82.6 | 471.07 | 90,624.82 | 39,928.41 | 50,696.41 |
| 2+330.00 | 17.9 | 140.87 | 76.16 | 873.68 | 90,765.69 | 40,802.09 | 49,963.60 |
| 2+340.00 | 20.43 | 141.46 | 31.49 | 612.75 | 90,907.15 | 41,414.84 | 49,492.31 |
| 2+350.00 | 11.4 | 159.14 | 23.13 | 273.08 | 91,066.29 | 41,687.92 | 49,378.38 |
| 2+360.00 | 21.48 | 164.41 | 23.35 | 232.39 | 91,230.70 | 41,920.31 | 49,310.40 |
| 2+370.00 | 22.22 | 218.47 | 5.45 | 144 | 91,449.17 | 42,064.31 | 49,384.86 |
| 2+380.00 | 63.52 | 426.13 | 2.92 | 42.9 | 91,875.30 | 42,107.21 | 49,768.10 |
| 2+390.00 | 48.68 | 548.25 | 17.42 | 121.81 | 92,423.55 | 42,229.01 | 50,194.54 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2+400.00 | 39.62 | 428.36 | 9.94 | 163.39 | 92,851.91 | 42,392.40 | 50,459.52 |
| 2+410.00 | 43.42 | 397.38 | 10.2 | 120.93 | 93,249.29 | 42,513.33 | 50,735.96 |
| 2+420.00 | 39.93 | 397.61 | 3.21 | 80.56 | 93,646.90 | 42,593.89 | 51,053.01 |
| 2+430.00 | 20.22 | 291.18 | 12.34 | 82.32 | 93,938.08 | 42,676.21 | 51,261.88 |
| 2+440.00 | 7.89 | 140.58 | 35.27 | 238.08 | 94,078.66 | 42,914.29 | 51,164.37 |
| 2+450.00 | 16.62 | 122.55 | 42.34 | 388.08 | 94,201.21 | 43,302.37 | 50,898.84 |
| 2+460.00 | 38.97 | 277.94 | 21.53 | 319.37 | 94,479.15 | 43,621.74 | 50,857.42 |
| 2+470.00 | 51.03 | 450 | 4.67 | 131.01 | 94,929.15 | 43,752.74 | 51,176.41 |
| 2+480.00 | 45.31 | 465.41 | 2.3 | 39.63 | 95,394.56 | 43,792.37 | 51,602.20 |
| 2+490.00 | 52.07 | 476.07 | 0 | 13.16 | 95,870.64 | 43,805.52 | 52,065.11 |
| 2+500.00 | 45.05 | 490.13 | 0.51 | 2.23 | 96,360.77 | 43,807.75 | 52,553.02 |
| 2+510.00 | 5.12 | 256.31 | 29.89 | 157.76 | 96,617.08 | 43,965.51 | 52,651.57 |
| 2+520.00 | 1.4 | 32.59 | 36.45 | 331.69 | 96,649.67 | 44,297.20 | 52,352.47 |
| 2+530.00 | 1.43 | 14.17 | 31.98 | 342.14 | 96,663.84 | 44,639.33 | 52,024.50 |
| 2+540.00 | 16.47 | 89.48 | 18.17 | 250.71 | 96,753.32 | 44,890.05 | 51,863.27 |
| 2+550.00 | 25.91 | 201.1 | 8.28 | 143.04 | 96,954.41 | 45,033.09 | 51,921.32 |
| 2+560.00 | 34.77 | 287.77 | 6.85 | 85.17 | 97,242.18 | 45,118.26 | 52,123.92 |
| 2+570.00 | 39.32 | 340.44 | 15.34 | 132.05 | 97,582.62 | 45,250.31 | 52,332.31 |
| 2+580.00 | 45.69 | 404.23 | 1.83 | 94.53 | 97,986.85 | 45,344.84 | 52,642.01 |
| 2+590.00 | 59.14 | 524.12 | 0 | 9.17 | 98,510.97 | 45,354.01 | 53,156.96 |
| 2+600.00 | 53.8 | 570.44 | 1.28 | 6.17 | 99,081.41 | 45,360.19 | 53,721.23 |
| 2+610.00 | 54.39 | 588.86 | 7.89 | 34.1 | 99,670.27 | 45,394.29 | 54,275.99 |
| 2+620.00 | 34.89 | 485.07 | 7.18 | 56.18 | 100,155.34 | 45,450.46 | 54,704.88 |
| 2+630.00 | 32.95 | 370.17 | 3.77 | 40.8 | 100,525.52 | 45,491.26 | 55,034.26 |
| 2+640.00 | 17.76 | 279.57 | 3.68 | 30.61 | 100,805.09 | 45,521.87 | 55,283.21 |
| 2+650.00 | 17.46 | 192.57 | 11.42 | 67.02 | 100,997.66 | 45,588.90 | 55,408.76 |
| 2+660.00 | 7.88 | 143.14 | 12.56 | 101.79 | 101,140.80 | 45,690.69 | 55,450.12 |
| 2+670.00 | 1.58 | 56.62 | 20.65 | 150.24 | 101,197.42 | 45,840.93 | 55,356.50 |
| 2+680.00 | 18.64 | 101.11 | 17.14 | 188.95 | 101,298.54 | 46,029.87 | 55,268.67 |
| 2+690.00 | 42.07 | 303.57 | 13.24 | 151.91 | 101,602.11 | 46,181.78 | 55,420.33 |
| 2+700.00 | 63.5 | 527.83 | 7.27 | 102.57 | 102,129.94 | 46,284.35 | 55,845.59 |
| 2+710.00 | 28.28 | 458.89 | 7.3 | 72.88 | 102,588.83 | 46,357.23 | 56,231.61 |
| 2+720.00 | 8.44 | 191.02 | 34.35 | 212.64 | 102,779.85 | 46,569.87 | 56,209.98 |
| 2+730.00 | 23.9 | 189.73 | 33.54 | 328.8 | 102,969.58 | 46,898.67 | 56,070.91 |
| 2+740.00 | 31.5 | 335.43 | 39.48 | 325.18 | 103,305.01 | 47,223.84 | 56,081.17 |
| 2+750.00 | 16.32 | 291.68 | 24.78 | 290.81 | 103,596.69 | 47,514.65 | 56,082.04 |
| 2+760.00 | 29.61 | 277.14 | 19.63 | 204.78 | 103,873.83 | 47,719.43 | 56,154.41 |
| 2+770.00 | 58.07 | 454.67 | 19.59 | 192.55 | 104,328.51 | 47,911.98 | 56,416.53 |
| 2+780.00 | 38.33 | 383.38 | 29.32 | 271.15 | 104,711.88 | 48,183.13 | 56,528.76 |
| 2+790.00 | 29.62 | 249.74 | 13.89 | 252.99 | 104,961.63 | 48,436.12 | 56,525.51 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2+800.00 | 46.4 | 310.12 | 9.02 | 142.99 | 105,271.74 | 48,579.10 | 56,692.64 |
| 2+810.00 | 36.15 | 365.35 | 0.82 | 63.08 | 105,637.09 | 48,642.18 | 56,994.91 |
| 2+820.00 | 26.6 | 289.05 | 4.91 | 35.91 | 105,926.14 | 48,678.09 | 57,248.05 |
| 2+830.00 | 35.53 | 278.72 | 0.06 | 32.05 | 106,204.86 | 48,710.14 | 57,494.72 |
| 2+840.00 | 27.77 | 279.94 | 10.51 | 70.59 | 106,484.80 | 48,780.73 | 57,704.07 |
| 2+850.00 | 22.44 | 238.35 | 18.88 | 164.57 | 106,723.14 | 48,945.30 | 57,777.85 |
| 2+860.00 | 22.75 | 218.81 | 17.73 | 196.07 | 106,941.95 | 49,141.37 | 57,800.58 |
| 2+870.00 | 15.08 | 183.33 | 13.99 | 169.53 | 107,125.28 | 49,310.90 | 57,814.39 |
| 2+880.00 | 0.14 | 73.82 | 37.59 | 262.93 | 107,199.10 | 49,573.82 | 57,625.28 |
| 2+890.00 | 0 | 0.7 | 44.13 | 410.6 | 107,199.81 | 49,984.42 | 57,215.39 |
| 2+900.00 | 5.39 | 25.7 | 30.47 | 379.33 | 107,225.50 | 50,363.75 | 56,861.75 |
| 2+910.00 | 13.55 | 92.22 | 18.65 | 250.29 | 107,317.72 | 50,614.04 | 56,703.68 |
| 2+920.00 | 16.82 | 151.81 | 16.37 | 175.11 | 107,469.53 | 50,789.15 | 56,680.38 |
| 2+930.00 | 23.4 | 201.08 | 3.97 | 101.72 | 107,670.61 | 50,890.87 | 56,779.74 |
| 2+940.00 | 34.1 | 287.5 | 0.46 | 22.14 | 107,958.10 | 50,913.01 | 57,045.10 |
| 2+950.00 | 66.92 | 461.34 | 2.16 | 16.07 | 108,419.44 | 50,929.08 | 57,490.36 |
| 2+960.00 | 73.95 | 626.22 | 9.29 | 74.03 | 109,045.66 | 51,003.11 | 58,042.55 |
| 2+970.00 | 109.06 | 840.47 | 6.8 | 104.35 | 109,886.13 | 51,107.46 | 58,778.67 |
| 2+980.00 | 96.17 | 974.71 | 0.01 | 44.6 | 110,860.84 | 51,152.06 | 59,708.78 |
| 2+990.00 | 23.49 | 563.78 | 20.07 | 114.88 | 111,424.63 | 51,266.94 | 60,157.68 |
| 3+000.00 | 21.65 | 225.7 | 52.73 | 364.02 | 111,650.32 | 51,630.96 | 60,019.36 |
| 3+010.00 | 23.05 | 281.9 | 78.03 | 565.51 | 111,932.23 | 52,196.47 | 59,735.76 |
| 3+020.00 | 7.36 | 193.36 | 90.57 | 742.33 | 112,125.59 | 52,938.80 | 59,186.79 |
| 3+030.00 | 6.73 | 89.65 | 102.91 | 879.68 | 112,215.23 | 53,818.48 | 58,396.75 |
| 3+040.00 | 14.4 | 110.32 | 57.43 | 786.53 | 112,325.55 | 54,605.01 | 57,720.54 |
| 3+050.00 | 17.98 | 161.93 | 74.31 | 658.7 | 112,487.48 | 55,263.72 | 57,223.77 |
| 3+060.00 | 7.71 | 128.47 | 82.68 | 784.94 | 112,615.96 | 56,048.66 | 56,567.30 |
| 3+070.00 | 1.2 | 44.56 | 96.75 | 897.18 | 112,660.52 | 56,945.84 | 55,714.68 |
| 3+080.00 | 22.46 | 118.31 | 18.14 | 574.45 | 112,778.83 | 57,520.29 | 55,258.54 |
| 3+090.00 | 18.95 | 207.09 | 53 | 355.71 | 112,985.92 | 57,876.00 | 55,109.92 |
| 3+100.00 | 43.78 | 362.41 | 50.06 | 441.01 | 113,348.32 | 58,317.01 | 55,031.31 |
| 3+110.00 | 63.8 | 638.64 | 12.71 | 258.21 | 113,986.96 | 58,575.22 | 55,411.74 |
| 3+120.00 | 93.91 | 915.59 | 4.15 | 66.48 | 114,902.55 | 58,641.70 | 56,260.85 |
| 3+130.00 | 106.11 | 1,047.27 | 1.61 | 26.24 | 115,949.82 | 58,667.95 | 57,281.87 |
| 3+140.00 | 77.36 | 917.34 | 7.56 | 45.8 | 116,867.16 | 58,713.75 | 58,153.41 |
| 3+150.00 | 0.9 | 391.31 | 55.36 | 314.6 | 117,258.47 | 59,028.35 | 58,230.12 |
| 3+160.00 | 10.03 | 54.67 | 71.88 | 636.22 | 117,313.14 | 59,664.57 | 57,648.57 |
| 3+170.00 | 20.49 | 152.6 | 12.88 | 423.78 | 117,465.74 | 60,088.35 | 57,377.39 |
| 3+180.00 | 26.11 | 233.01 | 8.5 | 106.9 | 117,698.75 | 60,195.25 | 57,503.50 |
| 3+190.00 | 45.31 | 357.1 | 11.4 | 99.49 | 118,055.85 | 60,294.74 | 57,761.12 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3+200.00 | 73.52 | 588.04 | 0.06 | 60.31 | 118,643.89 | 60,355.05 | 58,288.84 |
| 3+210.00 | 77.7 | 709.27 | 3.08 | 20.68 | 119,353.16 | 60,375.73 | 58,977.43 |
| 3+220.00 | 121.79 | 962.74 | 1.58 | 26.08 | 120,315.89 | 60,401.81 | 59,914.08 |
| 3+230.00 | 141.97 | 1,682.61 | 1.52 | 1.32 | 121,998.50 | 60,403.13 | 61,595.37 |
| 3+240.00 | 83.06 | 1,473.85 | 2.09 | 2.09 | 123,472.35 | 60,405.22 | 63,067.13 |
| 3+250.00 | 0.08 | 558.78 | 33.7 | 166.3 | 124,031.13 | 60,571.51 | 63,459.62 |
| 3+260.00 | 27.4 | 242.94 | 40.14 | 320.31 | 124,274.07 | 60,891.82 | 63,382.25 |
| 3+270.00 | 3.21 | 185.39 | 67.64 | 510.37 | 124,459.46 | 61,402.19 | 63,057.27 |
| 3+280.00 | 18.06 | 76.05 | 76.49 | 759.38 | 124,535.52 | 62,161.57 | 62,373.94 |
| 3+290.00 | 22.5 | 147.76 | 71.95 | 779.71 | 124,683.27 | 62,941.28 | 61,742.00 |
| 3+300.00 | 33.6 | 280.49 | 54.48 | 632.12 | 124,963.77 | 63,573.40 | 61,390.36 |
| 3+310.00 | 38 | 357.97 | 62.44 | 584.59 | 125,321.74 | 64,158.00 | 61,163.74 |
| 3+320.00 | 31.05 | 279.63 | 68.63 | 694.32 | 125,601.37 | 64,852.32 | 60,749.05 |
| 3+330.00 | 22.09 | 192.07 | 31.5 | 531.01 | 125,793.44 | 65,383.32 | 60,410.11 |
| 3+340.00 | 27.38 | 182.57 | 10.72 | 225.8 | 125,976.00 | 65,609.12 | 60,366.88 |
| 3+350.00 | 21.07 | 184.53 | 10.31 | 115.74 | 126,160.54 | 65,724.87 | 60,435.67 |
| 3+360.00 | 6.05 | 130.39 | 21.83 | 162.52 | 126,290.92 | 65,887.39 | 60,403.54 |
| 3+370.00 | 0.01 | 30.29 | 36.77 | 293.01 | 126,321.21 | 66,180.39 | 60,140.82 |
| 3+380.00 | 5.13 | 24.97 | 28.68 | 323.18 | 126,346.18 | 66,503.57 | 59,842.61 |
| 3+390.00 | 27.83 | 160.14 | 15.84 | 224.07 | 126,506.33 | 66,727.64 | 59,778.68 |
| 3+400.00 | 79.54 | 521.63 | 1.79 | 93.87 | 127,027.95 | 66,821.52 | 60,206.44 |
| 3+410.00 | 95.21 | 851.36 | 0.67 | 13.39 | 127,879.32 | 66,834.90 | 61,044.41 |
| 3+420.00 | 43.82 | 680.68 | 1.87 | 13.5 | 128,560.00 | 66,848.41 | 61,711.59 |
| 3+430.00 | 32.75 | 376 | 23.38 | 138.3 | 128,936.00 | 66,986.71 | 61,949.29 |
| 3+440.00 | 17.57 | 246.6 | 36.51 | 325.66 | 129,182.59 | 67,312.37 | 61,870.22 |
| 3+450.00 | 11.48 | 142.16 | 29.59 | 359.75 | 129,324.75 | 67,672.12 | 61,652.64 |
| 3+460.00 | 11.94 | 113.78 | 20.75 | 278.97 | 129,438.54 | 67,951.08 | 61,487.45 |
| 3+470.00 | 13.33 | 121.67 | 18.76 | 211.78 | 129,560.21 | 68,162.87 | 61,397.34 |
| 3+480.00 | 18.28 | 158.07 | 16.72 | 177.38 | 129,718.27 | 68,340.25 | 61,378.03 |
| 3+490.00 | 19.78 | 190.32 | 21.68 | 191.98 | 129,908.60 | 68,532.23 | 61,376.37 |
| 3+500.00 | 19.51 | 196.47 | 33.04 | 273.6 | 130,105.07 | 68,805.82 | 61,299.24 |
| 3+510.00 | 4.92 | 122.14 | 42.74 | 378.91 | 130,227.21 | 69,184.73 | 61,042.48 |
| 3+520.00 | 6.85 | 58.86 | 41.98 | 423.6 | 130,286.07 | 69,608.33 | 60,677.74 |
| 3+530.00 | 7.3 | 60.58 | 40 | 448.38 | 130,346.65 | 70,056.71 | 60,289.94 |
| 3+540.00 | 11.72 | 84.47 | 32.37 | 397.9 | 130,431.13 | 70,454.61 | 59,976.52 |
| 3+550.00 | 21.32 | 148.69 | 20.69 | 292.2 | 130,579.81 | 70,746.80 | 59,833.01 |
| 3+560.00 | 20.09 | 207.05 | 20.27 | 204.84 | 130,786.87 | 70,951.65 | 59,835.22 |
| 3+570.00 | 17.15 | 186.2 | 24.57 | 224.22 | 130,973.07 | 71,175.87 | 59,797.21 |
| 3+580.00 | 20.42 | 194.8 | 7.99 | 158.49 | 131,167.88 | 71,334.36 | 59,833.52 |
| 3+590.00 | 23.89 | 229.86 | 4.21 | 59.16 | 131,397.74 | 71,393.52 | 60,004.22 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3+600.00 | 22.06 | 238.98 | 21.37 | 121.75 | 131,636.72 | 71,515.26 | 60,121.46 |
| 3+610.00 | 21.87 | 230.02 | 21.21 | 202.92 | 131,866.74 | 71,718.18 | 60,148.56 |
| 3+620.00 | 21.24 | 226.74 | 26.82 | 230.05 | 132,093.47 | 71,948.23 | 60,145.24 |
| 3+630.00 | 5.35 | 139.37 | 27.88 | 262.49 | 132,232.84 | 72,210.73 | 60,022.11 |
| 3+640.00 | 3.53 | 45.45 | 30.64 | 281.28 | 132,278.28 | 72,492.01 | 59,786.27 |
| 3+650.00 | 1.02 | 23.2 | 38.27 | 331.59 | 132,301.49 | 72,823.60 | 59,477.89 |
| 3+660.00 | 0.26 | 6.42 | 34 | 349.9 | 132,307.90 | 73,173.49 | 59,134.41 |
| 3+670.00 | 8.76 | 42.18 | 17.33 | 251.85 | 132,350.08 | 73,425.34 | 58,924.74 |
| 3+680.00 | 27.33 | 180.41 | 0.86 | 90.96 | 132,530.50 | 73,516.30 | 59,014.19 |
| 3+690.00 | 44.6 | 359.61 | 0 | 4.29 | 132,890.11 | 73,520.60 | 59,369.51 |
| 3+700.00 | 31.09 | 378.44 | 0 | 0 | 133,268.55 | 73,520.60 | 59,747.95 |
| 3+710.00 | 15.88 | 234.86 | 0.64 | 3.21 | 133,503.41 | 73,523.81 | 59,979.60 |
| 3+720.00 | 3.77 | 98.25 | 7.51 | 40.75 | 133,601.66 | 73,564.56 | 60,037.10 |
| 3+730.00 | 1.98 | 28.75 | 11.33 | 94.18 | 133,630.41 | 73,658.74 | 59,971.66 |
| 3+740.00 | 0 | 9.9 | 14.45 | 128.88 | 133,640.30 | 73,787.62 | 59,852.68 |
| 3+750.00 | 0.13 | 0.63 | 16.4 | 154.26 | 133,640.93 | 73,941.88 | 59,699.04 |
| 3+760.00 | 0.14 | 1.34 | 15.42 | 159.11 | 133,642.27 | 74,100.99 | 59,541.27 |
| 3+770.00 | 0.3 | 2.2 | 12.89 | 141.56 | 133,644.47 | 74,242.55 | 59,401.92 |
| 3+780.00 | 0.96 | 6.29 | 12.6 | 127.45 | 133,650.76 | 74,370.00 | 59,280.76 |
| 3+790.00 | 3.79 | 23.76 | 8.32 | 104.6 | 133,674.52 | 74,474.60 | 59,199.92 |
| 3+800.00 | 9.18 | 65.69 | 7.77 | 76.7 | 133,740.21 | 74,551.30 | 59,188.91 |
| 3+810.00 | 8.53 | 93.11 | 6.5 | 55.05 | 133,833.32 | 74,606.35 | 59,226.97 |
| 3+820.00 | 3.77 | 64.87 | 15.44 | 96.01 | 133,898.19 | 74,702.36 | 59,195.83 |
| 3+830.00 | 0 | 20.1 | 28.11 | 219.28 | 133,918.29 | 74,921.64 | 58,996.65 |
| 3+840.00 | 0.01 | 0.02 | 22.53 | 271.64 | 133,918.31 | 75,193.28 | 58,725.04 |
| 3+850.00 | 5.08 | 26.98 | 2.62 | 133.2 | 133,945.29 | 75,326.47 | 58,618.82 |
| 3+860.00 | 17.55 | 120.77 | 2.75 | 20.3 | 134,066.06 | 75,346.78 | 58,719.28 |
| 3+870.00 | 24.91 | 220.74 | 0 | 11.38 | 134,286.80 | 75,358.16 | 58,928.64 |
| 3+880.00 | 11.94 | 184.25 | 3.17 | 15.83 | 134,471.05 | 75,373.98 | 59,097.07 |
| 3+890.00 | 4.72 | 83.3 | 8.73 | 59.5 | 134,554.35 | 75,433.48 | 59,120.87 |
| 3+900.00 | 2.86 | 37.89 | 13.22 | 109.79 | 134,592.23 | 75,543.27 | 59,048.97 |
| 3+910.00 | 5.67 | 42.65 | 8.14 | 106.8 | 134,634.89 | 75,650.07 | 58,984.82 |
| 3+920.00 | 6.67 | 61.69 | 6.62 | 73.78 | 134,696.58 | 75,723.85 | 58,972.73 |
| 3+930.00 | 4.68 | 56.75 | 12.5 | 95.59 | 134,753.33 | 75,819.44 | 58,933.89 |
| 3+940.00 | 4.6 | 46.42 | 16.77 | 146.36 | 134,799.75 | 75,965.80 | 58,833.95 |
| 3+950.00 | 3.83 | 46.14 | 24.18 | 188.07 | 134,845.90 | 76,153.86 | 58,692.03 |
| 3+960.00 | 4.95 | 53.52 | 44.37 | 296.63 | 134,899.41 | 76,450.50 | 58,448.91 |
| 3+970.00 | 5.4 | 63.13 | 44.28 | 376.8 | 134,962.54 | 76,827.30 | 58,135.25 |
| 3+980.00 | 4.39 | 59.53 | 35.02 | 335.9 | 135,022.07 | 77,163.19 | 57,858.88 |
| 3+990.00 | 10.01 | 81.76 | 32.85 | 311.5 | 135,103.84 | 77,474.70 | 57,629.14 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4+000.00 | 10.68 | 103.43 | 40.09 | 364.69 | 135,207.27 | 77,839.39 | 57,367.88 |
| 4+010.00 | 9.71 | 101.95 | 28.1 | 340.91 | 135,309.22 | 78,180.30 | 57,128.92 |
| 4+020.00 | 10.58 | 101.49 | 29.32 | 287.06 | 135,410.71 | 78,467.36 | 56,943.36 |
| 4+030.00 | 5.65 | 81.15 | 28.5 | 289.08 | 135,491.87 | 78,756.44 | 56,735.43 |
| 4+040.00 | 11.77 | 87.1 | 29.49 | 289.94 | 135,578.97 | 79,046.37 | 56,532.60 |
| 4+050.00 | 12.23 | 120.03 | 19.14 | 243.14 | 135,699.00 | 79,289.51 | 56,409.50 |
| 4+060.00 | 16.5 | 143.68 | 15.81 | 174.77 | 135,842.69 | 79,464.27 | 56,378.41 |
| 4+070.00 | 21.83 | 191.65 | 15.11 | 154.62 | 136,034.33 | 79,618.89 | 56,415.44 |
| 4+080.00 | 20 | 209.12 | 14.58 | 148.47 | 136,243.46 | 79,767.36 | 56,476.10 |
| 4+090.00 | 18.74 | 193.71 | 20.64 | 176.13 | 136,437.17 | 79,943.48 | 56,493.68 |
| 4+100.00 | 16.61 | 176.79 | 23.57 | 221.08 | 136,613.96 | 80,164.57 | 56,449.39 |
| 4+110.00 | 14.65 | 156.32 | 23.93 | 237.5 | 136,770.28 | 80,402.06 | 56,368.21 |
| 4+120.00 | 13.14 | 138.93 | 32.71 | 283.19 | 136,909.21 | 80,685.25 | 56,223.96 |
| 4+130.00 | 11.95 | 125.43 | 38.66 | 356.84 | 137,034.64 | 81,042.09 | 55,992.55 |
| 4+140.00 | 3.99 | 79.68 | 54.17 | 464.11 | 137,114.32 | 81,506.20 | 55,608.13 |
| 4+150.00 | 1.78 | 28.06 | 62.2 | 591.34 | 137,142.38 | 82,097.53 | 55,044.85 |
| 4+160.00 | 1.24 | 10.64 | 55.79 | 677.06 | 137,153.02 | 82,774.60 | 54,378.42 |
| 4+170.00 | 5.32 | 26.59 | 19.93 | 434.7 | 137,179.61 | 83,209.30 | 53,970.31 |
| 4+180.00 | 18.41 | 104.43 | 8.09 | 161.51 | 137,284.03 | 83,370.81 | 53,913.22 |
| 4+190.00 | 51.56 | 326.37 | 2.82 | 66.01 | 137,610.40 | 83,436.81 | 54,173.58 |
| 4+200.00 | 71.42 | 564.4 | 5.86 | 54.8 | 138,174.80 | 83,491.61 | 54,683.19 |
| 4+210.00 | 57.32 | 599.53 | 0 | 36.42 | 138,774.32 | 83,528.04 | 55,246.29 |
| 4+220.00 | 26.19 | 399.49 | 4.62 | 26 | 139,173.82 | 83,554.03 | 55,619.79 |
| 4+230.00 | 24.75 | 228.31 | 22.69 | 157.78 | 139,402.13 | 83,711.82 | 55,690.31 |
| 4+240.00 | 34.02 | 278.72 | 21.86 | 237.54 | 139,680.85 | 83,949.36 | 55,731.49 |
| 4+250.00 | 32.43 | 332.25 | 12.56 | 172.07 | 140,013.10 | 84,121.43 | 55,891.67 |
| 4+260.00 | 21.59 | 270.07 | 7.9 | 102.27 | 140,283.17 | 84,223.69 | 56,059.48 |
| 4+270.00 | 5.72 | 136.54 | 40.56 | 242.29 | 140,419.71 | 84,465.98 | 55,953.73 |
| 4+280.00 | 10.76 | 73.84 | 37.06 | 436.13 | 140,493.55 | 84,902.12 | 55,591.43 |
| 4+290.00 | 11.95 | 100.47 | 34.93 | 424.24 | 140,594.02 | 85,326.35 | 55,267.66 |
| 4+300.00 | 17.94 | 131.51 | 33.38 | 404.48 | 140,725.53 | 85,730.83 | 54,994.70 |
| 4+310.00 | 29.62 | 207.83 | 18.26 | 306.04 | 140,933.35 | 86,036.87 | 54,896.48 |
| 4+320.00 | 31.7 | 279.06 | 2.4 | 122.27 | 141,212.42 | 86,159.14 | 55,053.28 |
| 4+330.00 | 26.17 | 273.58 | 7.16 | 52.96 | 141,485.99 | 86,212.11 | 55,273.89 |
| 4+340.00 | 30.73 | 284.49 | 12.77 | 99.63 | 141,770.48 | 86,311.74 | 55,458.74 |
| 4+350.00 | 31.18 | 309.52 | 13.51 | 131.42 | 142,080.00 | 86,443.16 | 55,636.84 |
| 4+360.00 | 40.54 | 358.59 | 14.95 | 142.3 | 142,438.59 | 86,585.46 | 55,853.12 |
| 4+370.00 | 45.6 | 430.71 | 13.16 | 140.52 | 142,869.30 | 86,725.98 | 56,143.32 |
| 4+380.00 | 52.01 | 488.06 | 10.76 | 119.57 | 143,357.36 | 86,845.55 | 56,511.80 |
| 4+390.00 | 38.57 | 452.89 | 10.22 | 104.91 | 143,810.24 | 86,950.46 | 56,859.78 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4+400.00 | 13.74 | 261.53 | 29.11 | 196.69 | 144,071.77 | 87,147.15 | 56,924.63 |
| 4+410.00 | 29.19 | 214.64 | 34.05 | 315.8 | 144,286.42 | 87,462.95 | 56,823.47 |
| 4+420.00 | 45.75 | 410.74 | 41.64 | 356.83 | 144,697.15 | 87,819.78 | 56,877.38 |
| 4+430.00 | 49.68 | 587.64 | 38.37 | 355.34 | 145,284.79 | 88,175.11 | 57,109.68 |
| 4+440.00 | 36.01 | 528.41 | 23.51 | 278.45 | 145,813.21 | 88,453.57 | 57,359.64 |
| 4+450.00 | 18.31 | 313.88 | 17.55 | 189.1 | 146,127.09 | 88,642.66 | 57,484.43 |
| 4+460.00 | 15.85 | 170.82 | 21.5 | 195.22 | 146,297.91 | 88,837.88 | 57,460.03 |
| 4+470.00 | 23.68 | 197.64 | 14.07 | 177.85 | 146,495.55 | 89,015.73 | 57,479.82 |
| 4+480.00 | 24.17 | 239.25 | 14.39 | 142.29 | 146,734.80 | 89,158.02 | 57,576.78 |
| 4+490.00 | 23.02 | 224.95 | 21.41 | 187.93 | 146,959.74 | 89,345.94 | 57,613.80 |
| 4+500.00 | 25.97 | 209.76 | 11.79 | 191.27 | 147,169.50 | 89,537.22 | 57,632.28 |
| 4+510.00 | 10.7 | 155.75 | 23.83 | 202.52 | 147,325.25 | 89,739.74 | 57,585.51 |
| 4+520.00 | 16.65 | 122.66 | 24.48 | 263.53 | 147,447.91 | 90,003.27 | 57,444.64 |
| 4+530.00 | 26.52 | 215.83 | 11.66 | 180.71 | 147,663.74 | 90,183.98 | 57,479.76 |
| 4+540.00 | 27.85 | 271.83 | 7.24 | 94.48 | 147,935.57 | 90,278.46 | 57,657.11 |
| 4+550.00 | 27.77 | 278.09 | 7.73 | 74.82 | 148,213.66 | 90,353.27 | 57,860.38 |
| 4+560.00 | 28.75 | 282.56 | 10.49 | 91.06 | 148,496.22 | 90,444.34 | 58,051.89 |
| 4+570.00 | 28.54 | 286.43 | 8.87 | 96.8 | 148,782.65 | 90,541.13 | 58,241.51 |
| 4+580.00 | 28.39 | 284.62 | 6.17 | 75.23 | 149,067.27 | 90,616.36 | 58,450.91 |
| 4+590.00 | 26.4 | 273.9 | 7.93 | 70.49 | 149,341.17 | 90,686.85 | 58,654.33 |
| 4+600.00 | 27.94 | 271.67 | 11.38 | 96.53 | 149,612.84 | 90,783.38 | 58,829.46 |
| 4+610.00 | 28.84 | 283.87 | 10.11 | 107.47 | 149,896.71 | 90,890.84 | 59,005.87 |
| 4+620.00 | 30.11 | 294.71 | 9.48 | 97.98 | 150,191.42 | 90,988.82 | 59,202.60 |
| 4+630.00 | 27.27 | 346.88 | 16.14 | 113.34 | 150,538.30 | 91,102.16 | 59,436.14 |
| 4+640.00 | 15.75 | 261.07 | 15.62 | 140.7 | 150,799.37 | 91,242.86 | 59,556.51 |
| 4+650.00 | 25.47 | 239.34 | 4.07 | 87.66 | 151,038.70 | 91,330.52 | 59,708.19 |
| 4+660.00 | 36.77 | 311.19 | 1.62 | 28.47 | 151,349.89 | 91,358.99 | 59,990.90 |
| 4+670.00 | 49.77 | 432.7 | 0 | 8.12 | 151,782.59 | 91,367.11 | 60,415.49 |
| 4+680.00 | 44.93 | 473.49 | 0 | 0 | 152,256.08 | 91,367.11 | 60,888.97 |
| 4+690.00 | 13.26 | 292.53 | 8.87 | 45.38 | 152,548.61 | 91,412.48 | 61,136.12 |
| 4+700.00 | 1.86 | 76.47 | 23.11 | 177.32 | 152,625.08 | 91,589.81 | 61,035.27 |
| 4+710.00 | 1 | 13.05 | 23.83 | 260.35 | 152,638.12 | 91,850.16 | 60,787.97 |
| 4+720.00 | 3.93 | 22.29 | 12.96 | 204.2 | 152,660.41 | 92,054.36 | 60,606.05 |
| 4+730.00 | 12.99 | 79.98 | 8.33 | 118.28 | 152,740.40 | 92,172.64 | 60,567.76 |
| 4+740.00 | 30.79 | 218.91 | 0.91 | 46.22 | 152,959.31 | 92,218.85 | 60,740.46 |
| 4+750.00 | 42.27 | 365.29 | 0 | 4.57 | 153,324.60 | 92,223.42 | 61,101.18 |
| 4+760.00 | 21.68 | 319.76 | 8.43 | 42.15 | 153,644.36 | 92,265.57 | 61,378.78 |
| 4+770.00 | 28.58 | 251.32 | 2.55 | 54.91 | 153,895.68 | 92,320.48 | 61,575.20 |
| 4+780.00 | 29.47 | 290.25 | 1.93 | 22.42 | 154,185.93 | 92,342.90 | 61,843.03 |
| 4+790.00 | 27.18 | 290.68 | 9.04 | 53.93 | 154,476.61 | 92,396.82 | 62,079.79 |

# INFORME DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

| P.K. | Área de desmonte (Metros cuadrados) | Volumen de desmonte (Metros cúbicos) | Área de terraplén (Metros cuadrados) | Volumen de terraplén (Metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (Metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (Metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (Metros cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4+800.00 | 15.63 | 228.24 | 21.55 | 148.29 | 154,704.86 | 92,545.11 | 62,159.74 |
| 4+810.00 | 18.28 | 182.86 | 25.66 | 228.34 | 154,887.72 | 92,773.45 | 62,114.27 |
| 4+820.00 | 24.78 | 231.31 | 18.89 | 214.45 | 155,119.03 | 92,987.90 | 62,131.13 |
| 4+830.00 | 23.18 | 246.84 | 15.59 | 169.54 | 155,365.86 | 93,157.44 | 62,208.42 |
| 4+840.00 | 23.39 | 232.84 | 9.9 | 127.47 | 155,598.70 | 93,284.91 | 62,313.79 |
| 4+850.00 | 23.44 | 234.15 | 11.27 | 105.85 | 155,832.85 | 93,390.76 | 62,442.09 |
| 4+860.00 | 25.07 | 242.58 | 11.19 | 112.3 | 156,075.43 | 93,503.06 | 62,572.37 |
| 4+870.00 | 24.39 | 252.51 | 10.09 | 104.82 | 156,327.94 | 93,607.89 | 62,720.05 |
| 4+880.00 | 25.55 | 269.53 | 20.04 | 142.49 | 156,597.47 | 93,750.38 | 62,847.10 |
| 4+890.00 | 23.92 | 268.46 | 24.02 | 208.27 | 156,865.93 | 93,958.64 | 62,907.29 |
| 4+900.00 | 19.98 | 237.93 | 13.5 | 178.21 | 157,103.86 | 94,136.85 | 62,967.01 |
| 4+910.00 | 18.5 | 205.74 | 7.41 | 99.85 | 157,309.60 | 94,236.71 | 63,072.89 |
| 4+920.00 | 13.25 | 166.11 | 6.02 | 63.99 | 157,475.70 | 94,300.70 | 63,175.01 |
| 4+930.00 | 11.72 | 126.38 | 6.01 | 59.15 | 157,602.09 | 94,359.84 | 63,242.24 |
| 4+940.00 | 10.13 | 109.27 | 2.26 | 41.35 | 157,711.35 | 94,401.19 | 63,310.16 |
| 4+950.00 | 13.7 | 119.17 | 0.59 | 14.26 | 157,830.52 | 94,415.45 | 63,415.06 |
| 4+960.00 | 18.6 | 162.33 | 0.02 | 2.98 | 157,992.85 | 94,418.43 | 63,574.42 |
| 4+970.00 | 14.83 | 167.51 | 0.05 | 0.33 | 158,160.36 | 94,418.76 | 63,741.60 |
| 4+980.00 | 13.63 | 142.71 | 0.77 | 3.92 | 158,303.07 | 94,422.69 | 63,880.38 |
| 4+990.00 | 17.18 | 154.99 | 2.15 | 13.8 | 158,458.06 | 94,436.49 | 64,021.58 |
| 5+000.00 | 19.24 | 183.27 | 6.44 | 40.62 | 158,641.33 | 94,477.11 | 64,164.23 |
| 5+010.00 | 24.74 | 219.89 | 9.12 | 77.81 | 158,861.23 | 94,554.92 | 64,306.31 |
| 5+020.00 | 34.01 | 293.74 | 5.76 | 74.42 | 159,154.97 | 94,629.34 | 64,525.62 |
| 5+030.00 | 52.38 | 431.93 | 0 | 28.8 | 159,586.90 | 94,658.15 | 64,928.75 |
| 5+040.00 | 11.19 | 317.82 | 0 | 0 | 159,904.72 | 94,658.15 | 65,246.57 |
| 5+042.98 | 1.96 | 19.57 | 0.02 | 0.03 | 159,924.29 | 94,658.18 | 65,266.11 |

# 11.4 INFORME DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL

# Informe PI's sin curvas horizontales

Intervalo de Estaciones: Inicial: 0+000.00, Final: 5+042.98

| Cadenamiento PI | Norte (Y) | Este (X) | Longitud | Rumbo |
|---|---|---|---|---|
| 0+000.00 | 9,636,067.5755m | 654,134.7157m | | |
| | | | 41.398m | N80° 17' 18"E |
| 0+041.40 | 9,636,074.5589m | 654,175.5205m | | |
| | | | 65.325m | N29° 20' 23"E |
| 0+103.86 | 9,636,131.5044m | 654,207.5286m | | |
| | | | 34.128m | N19° 38' 07"W |
| 0+135.46 | 9,636,163.6479m | 654,196.0605m | | |
| | | | 59.279m | N7° 55' 51"E |
| 0+194.31 | 9,636,222.3597m | 654,204.2395m | | |
| | | | 32.659m | N28° 50' 02"E |
| 0+226.79 | 9,636,250.9693m | 654,219.9899m | | |
| | | | 46.162m | N39° 24' 32"E |
| 0+272.88 | 9,636,286.6359m | 654,249.2961m | | |
| | | | 71.980m | N51° 37' 45"E |
| 0+344.79 | 9,636,331.3171m | 654,305.7290m | | |
| | | | 62.300m | N30° 52' 19"E |
| 0+406.89 | 9,636,384.7900m | 654,337.6964m | | |
| | | | 66.942m | N56° 44' 57"E |
| 0+473.48 | 9,636,421.4946m | 654,393.6782m | | |
| | | | 33.611m | N15° 11' 33"E |
| 0+505.58 | 9,636,453.9307m | 654,402.4863m | | |
| | | | 41.939m | N39° 47' 45"E |
| 0+547.22 | 9,636,486.1533m | 654,429.3292m | | |
| | | | 28.443m | N10° 38' 21"E |
| 0+575.19 | 9,636,514.1074m | 654,434.5805m | | |
| | | | 39.527m | N64° 07' 32"E |
| 0+612.48 | 9,636,531.3569m | 654,470.1448m | | |
| | | | 79.226m | N10° 53' 27"E |
| 0+688.42 | 9,636,609.1558m | 654,485.1135m | | |
| | | | 28.302m | N33° 02' 31"E |
| 0+716.50 | 9,636,632.8803m | 654,500.5451m | | |
| | | | 22.033m | S43° 29' 15"W |
| 0+752.21 | 9,636,616.8952m | 654,485.3824m | | |
| | | | 22.891m | N11° 23' 32"W |
| 0+790.80 | 9,636,639.3348m | 654,480.8610m | | |
| | | | 18.747m | S15° 35' 17"W |
| 0+809.33 | 9,636,621.2772m | 654,475.8233m | | |
| | | | 39.704m | S55° 37' 09"W |
| 0+847.99 | 9,636,598.8566m | 654,443.0553m | | |
| | | | 47.293m | S23° 28' 22"W |
| 0+894.60 | 9,636,555.4771m | 654,424.2180m | | |
| | | | 53.661m | S76° 25' 04"W |
| 0+945.02 | 9,636,542.8755m | 654,372.0577m | | |
| | | | 5.109m | S84° 00' 00"W |
| 1+043.02 | 9,636,542.3415m | 654,366.9771m | | |

# Informe PI's sin curvas horizontales

Intervalo de Estaciones: Inicial: 0+000.00, Final: 5+042.98

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 43.739m | S51° 58' 18"W |
| 1+055.23 | 9,636,515.3958m | 654,332.5233m | | |
| | | | 12.736m | N35° 40' 04"E |
| 1+067.89 | 9,636,525.7429m | 654,339.9496m | | |
| | | | 33.093m | N20° 45' 34"E |
| 1+100.88 | 9,636,556.6877m | 654,351.6793m | | |
| | | | 55.973m | N36° 24' 02"E |
| 1+156.79 | 9,636,601.7399m | 654,384.8955m | | |
| | | | 70.583m | N7° 29' 55"E |
| 1+226.88 | 9,636,671.7190m | 654,394.1068m | | |
| | | | 61.233m | N66° 15' 17"E |
| 1+283.59 | 9,636,696.3760m | 654,450.1563m | | |
| | | | 50.884m | N3° 14' 47"W |
| 1+327.15 | 9,636,747.1784m | 654,447.2748m | | |
| | | | 56.943m | N73° 19' 03"E |
| 1+378.04 | 9,636,763.5251m | 654,501.8215m | | |
| | | | 65.101m | N26° 07' 46"E |
| 1+440.64 | 9,636,821.9730m | 654,530.4920m | | |
| | | | 69.346m | N65° 29' 49"E |
| 1+507.01 | 9,636,850.7339m | 654,593.5927m | | |
| | | | 50.411m | N48° 58' 34"E |
| 1+557.24 | 9,636,883.8221m | 654,631.6244m | | |
| | | | 25.769m | N48° 02' 44"W |
| 1+645.42 | 9,636,901.0496m | 654,612.4607m | | |
| | | | 44.113m | S71° 14' 09"W |
| 1+688.68 | 9,636,886.8594m | 654,570.6918m | | |
| | | | 76.527m | S26° 29' 52"W |
| 1+707.16 | 9,636,818.3716m | 654,536.5485m | | |
| | | | 120.825m | N34° 55' 22"E |
| 1+760.54 | 9,636,917.4386m | 654,605.7172m | | |
| | | | 53.354m | S77° 14' 54"W |
| 1+761.74 | 9,636,905.6620m | 654,553.6795m | | |
| | | | 52.876m | N62° 05' 19"E |
| 1+814.54 | 9,636,930.4135m | 654,600.4048m | | |
| | | | 137.534m | N10° 00' 41"W |
| 1+943.19 | 9,637,065.8537m | 654,576.4950m | | |
| | | | 85.353m | N53° 21' 12"W |
| 2+027.59 | 9,637,116.7991m | 654,508.0135m | | |
| | | | 116.537m | N35° 06' 07"E |
| 2+125.99 | 9,637,212.1412m | 654,575.0261m | | |
| | | | 41.625m | N25° 41' 56"W |
| 2+164.81 | 9,637,249.6488m | 654,556.9758m | | |
| | | | 47.151m | N19° 23' 24"E |
| 2+210.67 | 9,637,294.1254m | 654,572.6296m | | |
| | | | 55.951m | N2° 43' 20"W |
| 2+266.40 | 9,637,350.0129m | 654,569.9724m | | |

# Informe PI's sin curvas horizontales

Intervalo de Estaciones: Inicial: 0+000.00, Final: 5+042.98

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 30.961m | N81° 36' 58"E |
| 2+329.91 | 9,637,354.5271m | 654,600.6026m | | |
| | | | 76.945m | S43° 08' 29"E |
| 2+406.48 | 9,637,298.3828m | 654,653.2175m | | |
| | | | 87.957m | N86° 33' 37"E |
| 2+490.78 | 9,637,303.6601m | 654,741.0162m | | |
| | | | 70.056m | N60° 37' 32"E |
| 2+560.12 | 9,637,338.0234m | 654,802.0651m | | |
| | | | 446.838m | N41° 46' 52"W |
| 2+594.22 | 9,637,671.2288m | 654,504.3436m | | |
| | | | 415.027m | S52° 19' 00"E |
| 2+644.06 | 9,637,417.5234m | 654,832.7962m | | |
| | | | 117.900m | S64° 20' 05"E |
| 2+740.34 | 9,637,366.4592m | 654,939.0643m | | |
| | | | 90.879m | S10° 50' 54"E |
| 2+827.51 | 9,637,277.2046m | 654,956.1687m | | |
| | | | 88.041m | N54° 38' 26"E |
| 2+876.65 | 9,637,328.1545m | 655,027.9697m | | |
| | | | 94.777m | N33° 40' 41"E |
| 2+970.76 | 9,637,407.0247m | 655,080.5261m | | |
| | | | 50.903m | N32° 30' 24"W |
| 3+014.99 | 9,637,449.9528m | 655,053.1707m | | |
| | | | 95.426m | N13° 01' 23"E |
| 3+108.41 | 9,637,542.9240m | 655,074.6741m | | |
| | | | 101.419m | N54° 02' 41"E |
| 3+208.38 | 9,637,602.4727m | 655,156.7703m | | |
| | | | 30.751m | S61° 40' 42"E |
| 3+277.43 | 9,637,587.8835m | 655,183.8407m | | |
| | | | 56.862m | S10° 04' 57"E |
| 3+333.61 | 9,637,531.9001m | 655,193.7952m | | |
| | | | 92.357m | S59° 15' 42"E |
| 3+423.41 | 9,637,484.6946m | 655,273.1773m | | |
| | | | 120.652m | N63° 53' 11"E |
| 3+535.48 | 9,637,537.7999m | 655,381.5139m | | |
| | | | 86.947m | N39° 38' 39"E |
| 3+621.95 | 9,637,604.7508m | 655,436.9875m | | |
| | | | 490.960m | N5° 51' 18"W |
| 3+749.90 | 9,638,093.1494m | 655,386.9040m | | |
| | | | 485.527m | S31° 50' 17"E |
| 3+839.23 | 9,637,680.6734m | 655,643.0290m | | |
| | | | 140.653m | S30° 54' 48"E |
| 3+966.20 | 9,637,560.0004m | 655,715.2881m | | |
| | | | 248.366m | S23° 30' 53"W |
| 4+211.03 | 9,637,332.2589m | 655,616.1938m | | |
| | | | 131.785m | S84° 38' 04"E |
| 4+303.54 | 9,637,319.9355m | 655,747.4015m | | |

# Informe PI's sin curvas horizontales

Intervalo de Estaciones: Inicial: 0+000.00, Final: 5+042.98

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 136.683m | N24° 30' 41"E |
| 4+431.85 | 9,637,444.3003m | 655,804.1077m | | |
| | | | 71.220m | N60° 06' 04"E |
| 4+502.03 | 9,637,479.8015m | 655,865.8489m | | |
| | | | 134.728m | N26° 21' 26"E |
| 4+635.88 | 9,637,600.5235m | 655,925.6636m | | |
| | | | 75.443m | N61° 20' 20"E |
| 4+710.34 | 9,637,636.7080m | 655,991.8624m | | |
| | | | 97.060m | N12° 31' 40"E |
| 4+804.62 | 9,637,731.4570m | 656,012.9161m | | |
| | | | 91.539m | N27° 33' 07"E |
| 4+895.93 | 9,637,812.6147m | 656,055.2577m | | |
| | | | 79.719m | N54° 35' 59"E |
| 4+974.57 | 9,637,858.7945m | 656,120.2384m | | |
| | | | 68.664m | N68° 10' 51"E |
| 5+042.98 | 9,637,884.3155m | 656,183.9834m | | |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+019.959 | 9636070.942 | 654154.389 |
| RP: | | 9636115.297 | 654146.798 |
| PT: | 0+059.974 | 9636093.248 | 654186.025 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 50° 56' 55.7135" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 40.015 | Tangente: | 21.439 |
| Med-Ord: | 4.375 | Externa: | 4.846 |
| Cuerda: | 38.71 | Rumbo: | N 54° 48' 50.4030" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+083.364 | 9636113.638 | 654197.486 |
| RP: | | 9636135.687 | 654158.258 |
| PT: | 0+121.828 | 9636150.808 | 654200.641 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 48° 58' 29.2404" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 38.465 | Tangente: | 20.496 |
| Med-Ord: | 4.048 | Externa: | 4.448 |
| Cuerda: | 37.304 | Rumbo: | N 04° 51' 07.9260" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+124.422 | 9636153.251 | 654199.77 |
| RP: | | 9636168.372 | 654242.153 |
| PT: | 0+146.072 | 9636174.581 | 654197.584 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 27° 33' 57.2615" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 21.65 | Tangente: | 11.039 |
| Med-Ord: | 1.296 | Externa: | 1.334 |
| Cuerda: | 21.442 | Rumbo: | N 05° 51' 08.0634" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+186.011 | 9636214.138 | 654203.094 |
| RP: | | 9636207.929 | 654247.664 |
| PT: | 0+202.428 | 9636229.631 | 654208.243 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 20° 54' 11.4554" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 16.417 | Tangente: | 8.301 |
| Med-Ord: | 0.747 | Externa: | 0.759 |
| Cuerda: | 16.326 | Rumbo: | N 18° 22' 56.2951" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+214.292 | 9636240.024 | 654213.964 |
| RP: | | 9636174.918 | 654332.227 |
| PT: | 0+239.209 | 9636260.623 | 654227.922 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 10° 34' 30.2805" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 135 | | |
| Longitud: | 24.917 | Tangente: | 12.494 |
| Med-Ord: | 0.574 | Externa: | 0.577 |
| Cuerda: | 24.882 | Rumbo: | N 34° 07' 17.1630" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+264.313 | 9636280.019 | 654243.859 |
| RP: | | 9636229.231 | 654305.67 |
| PT: | 0+281.376 | 9636291.952 | 654256.01 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 12° 13' 13.1432" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 80 | | |
| Longitud: | 17.063 | Tangente: | 8.564 |
| Med-Ord: | 0.454 | Externa: | 0.457 |
| Cuerda: | 17.03 | Rumbo: | N 45° 31' 08.8749" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+335.635 | 9636325.633 | 654298.549 |
| RP: | | 9636364.833 | 654267.512 |
| PT: | 0+353.749 | 9636339.177 | 654310.428 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 20° 45' 26.1898" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 18.114 | Tangente: | 9.157 |
| Med-Ord: | 0.818 | Externa: | 0.832 |
| Cuerda: | 18.015 | Rumbo: | N 41° 15' 02.3516" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+396.553 | 9636375.917 | 654332.392 |
| RP: | | 9636352.826 | 654371.016 |
| PT: | 0+416.877 | 9636390.459 | 654346.342 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 25° 52' 37.6062" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 20.324 | Tangente: | 10.338 |
| Med-Ord: | 1.143 | Externa: | 1.172 |
| Cuerda: | 20.152 | Rumbo: | N 43° 48' 38.0598" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+456.406 | 9636412.133 | 654379.399 |
| RP: | | 9636449.765 | 654354.725 |
| PT: | 0+489.044 | 9636437.972 | 654398.153 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 41° 33' 24.2458" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 32.639 | Tangente: | 17.074 |
| Med-Ord: | 2.927 | Externa: | 3.13 |
| Cuerda: | 31.928 | Rumbo: | N 35° 58' 14.7400" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+495.768 | 9636444.461 | 654399.915 |
| RP: | | 9636432.668 | 654443.342 |
| PT: | 0+515.091 | 9636461.47 | 654408.767 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 24° 36' 12.3772" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 19.323 | Tangente: | 9.813 |
| Med-Ord: | 1.033 | Externa: | 1.058 |
| Cuerda: | 19.175 | Rumbo: | N 27° 29' 38.8057" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+536.293 | 9636477.761 | 654422.338 |
| RP: | | 9636504.643 | 654390.068 |
| PT: | 0+557.666 | 9636496.889 | 654431.346 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 29° 09' 23.8787" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 42 | | |
| Longitud: | 21.373 | Tangente: | 10.923 |
| Med-Ord: | 1.352 | Externa: | 1.397 |
| Cuerda: | 21.143 | Rumbo: | N 25° 13' 03.0550" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+560.069 | 9636499.251 | 654431.79 |
| RP: | | 9636493.712 | 654461.274 |
| PT: | 0+588.075 | 9636520.704 | 654448.182 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 53° 29' 11.1033" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 30 | | |
| Longitud: | 28.005 | Tangente: | 15.117 |
| Med-Ord: | 3.209 | Externa: | 3.593 |
| Cuerda: | 27 | Rumbo: | N 37° 22' 56.6673" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+589.933 | 9636521.515 | 654449.854 |
| RP: | | 9636562.004 | 654430.216 |
| PT: | 0+631.744 | 9636553.502 | 654474.406 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 53° 14' 05.4444" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 41.811 | Tangente: | 22.551 |
| Med-Ord: | 4.769 | Externa: | 5.335 |
| Cuerda: | 40.323 | Rumbo: | N 37° 30' 29.4967" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+679.610 | 9636600.506 | 654483.449 |
| RP: | | 9636592.004 | 654527.639 |
| PT: | 0+697.007 | 9636616.54 | 654489.917 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 22° 09' 04.2555" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 17.397 | Tangente: | 8.809 |
| Med-Ord: | 0.838 | Externa: | 0.854 |
| Cuerda: | 17.289 | Rumbo: | N 21° 57' 58.9022" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+709.644 | 9636627.133 | 654496.807 |
| RP: | | 9636586.24 | 654559.677 |
| PCC: | 0+723.318 | 9636637.854 | 654505.263 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 10° 26' 43.6900" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 75 | | |
| Longitud: | 13.673 | Tangente: | 6.856 |
| Med-Ord: | 0.311 | Externa: | 0.313 |
| Cuerda: | 13.654 | Rumbo: | N 38° 15' 52.8749" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 0+723.318 | 9636637.854 | 654505.263 |
| RP: | | 9636648.177 | 654494.38 |
| PCC: | 0+784.807 | 9636645.214 | 654479.676 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 234° 52' 46.7586" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 15 | | |
| Longitud: | 61.49 | Tangente: | 28.888 |
| Med-Ord: | 21.912 | Externa: | 47.55 |
| Cuerda: | 26.624 | Rumbo: | N 73° 57' 08.6594" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 0+784.807 | 9636645.214 | 654479.676 |
| RP: | | 9636640.276 | 654455.169 |
| PCC: | 0+796.580 | 9636633.558 | 654479.249 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 26° 58' 48.6067" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 25 | | |
| Longitud: | 11.772 | Tangente: | 5.997 |
| Med-Ord: | 0.69 | Externa: | 0.709 |
| Cuerda: | 11.664 | Rumbo: | S 02° 05' 52.2646" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 0+796.580 | 9636633.558 | 654479.249 |
| RP: | | 9636642.963 | 654445.537 |
| PT: | 0+821.033 | 9636614.078 | 654465.301 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 40° 01' 52.3009" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 35 | | |
| Longitud: | 24.454 | Tangente: | 12.75 |
| Med-Ord: | 2.114 | Externa: | 2.25 |
| Cuerda: | 23.959 | Rumbo: | S 35° 36' 12.7184" W |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+835.022 | 9636606.178 | 654453.756 |
| RP: | | 9636569.04 | 654479.167 |
| PT: | 0+860.270 | 9636586.964 | 654437.891 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 32° 08' 47.3083" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 25.248 | Tangente: | 12.966 |
| Med-Ord: | 1.759 | Externa: | 1.831 |
| Cuerda: | 24.918 | Rumbo: | S 39° 32' 45.2147" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+872.188 | 9636576.032 | 654433.144 |
| RP: | | 9636593.956 | 654391.868 |
| PT: | 0+913.771 | 9636550.215 | 654402.435 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 52° 56' 42.8557" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 41.583 | Tangente: | 22.409 |
| Med-Ord: | 4.718 | Externa: | 5.271 |
| Cuerda: | 40.119 | Rumbo: | S 49° 56' 42.9884" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+922.576 | 9636548.147 | 654393.876 |
| RP: | | 9636504.405 | 654404.444 |
| PT: | 0+964.218 | 9636522.275 | 654363.144 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 53° 01' 13.3440" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 41.642 | Tangente: | 22.446 |
| Med-Ord: | 4.732 | Externa: | 5.287 |
| Cuerda: | 40.172 | Rumbo: | S 49° 54' 27.7442" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 0+993.548 | 9636495.357 | 654351.497 |
| RP: | | 9636500.05 | 654337.25 |
| PCC: | 1+049.504 | 9636511.866 | 654328.01 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 213° 44' 10.0395" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 15 | | |
| Longitud: | 55.955 | Tangente: | 49.469 |
| Med-Ord: | 19.352 | Externa: | 66.693 |
| Cuerda: | 28.709 | Rumbo: | N 54° 53' 46.7449" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 1+049.504 | 9636511.866 | 654328.01 |
| RP: | | 9636543.374 | 654303.368 |
| PCC: | 1+060.886 | 9636520.051 | 654335.864 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 16° 18' 14.7189" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 40 | | |
| Longitud: | 11.382 | Tangente: | 5.73 |
| Med-Ord: | 0.404 | Externa: | 0.408 |
| Cuerda: | 11.344 | Rumbo: | N 43° 49' 10.9154" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 1+060.886 | 9636520.051 | 654335.864 |
| RP: | | 9636546.29 | 654299.306 |
| PT: | 1+074.787 | 9636532.408 | 654342.111 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 17° 41' 58.6995" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 13.901 | Tangente: | 7.006 |
| Med-Ord: | 0.536 | Externa: | 0.542 |
| Cuerda: | 13.846 | Rumbo: | N 26° 49' 04.2062" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+095.003 | 9636551.216 | 654349.523 |
| RP: | | 9636534.717 | 654391.389 |
| PT: | 1+106.700 | 9636561.421 | 654355.169 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 14° 53' 31.2860" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 11.696 | Tangente: | 5.881 |
| Med-Ord: | 0.379 | Externa: | 0.383 |
| Cuerda: | 11.663 | Rumbo: | N 28° 57' 16.5884" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+145.195 | 9636592.406 | 654378.014 |
| RP: | | 9636619.11 | 654341.794 |
| PT: | 1+167.895 | 9636613.237 | 654386.409 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 28° 54' 06.7654" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 22.699 | Tangente: | 11.597 |
| Med-Ord: | 1.424 | Externa: | 1.47 |
| Cuerda: | 22.46 | Rumbo: | N 21° 56' 58.8488" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+201.547 | 9636646.602 | 654390.801 |
| RP: | | 9636640.73 | 654435.416 |
| PT: | 1+247.694 | 9636681.92 | 654417.296 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 58° 45' 21.3063" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 46.147 | Tangente: | 25.333 |
| Med-Ord: | 5.787 | Externa: | 6.641 |
| Cuerda: | 44.151 | Rumbo: | N 36° 52' 36.1192" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+254.457 | 9636684.643 | 654423.486 |
| RP: | | 9636723.088 | 654406.574 |
| PT: | 1+305.404 | 9636725.466 | 654448.506 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 69° 30' 03.6330" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 42 | | |
| Longitud: | 50.947 | Tangente: | 29.137 |
| Med-Ord: | 7.491 | Externa: | 9.117 |
| Cuerda: | 47.88 | Rumbo: | N 31° 30' 14.9559" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+307.420 | 9636727.479 | 654448.392 |
| RP: | | 9636728.895 | 654473.352 |
| PT: | 1+340.827 | 9636752.843 | 654466.175 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 76° 33' 49.4887" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 25 | | |
| Longitud: | 33.407 | Tangente: | 19.731 |
| Med-Ord: | 5.376 | Externa: | 6.848 |
| Cuerda: | 30.977 | Rumbo: | N 35° 02' 07.8837" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+356.201 | 9636757.256 | 654480.902 |
| RP: | | 9636805.151 | 654466.549 |
| PT: | 1+397.381 | 9636783.132 | 654511.439 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 47° 11' 16.9762" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 41.179 | Tangente: | 21.838 |
| Med-Ord: | 4.18 | Externa: | 4.561 |
| Cuerda: | 40.025 | Rumbo: | N 49° 43' 24.1399" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+403.082 | 9636788.25 | 654513.95 |
| RP: | | 9636742.008 | 654608.219 |
| PT: | 1+475.226 | 9636837.552 | 654564.671 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 39° 22' 02.8603" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 105 | | |
| Longitud: | 72.145 | Tangente: | 37.562 |
| Med-Ord: | 6.136 | Externa: | 6.516 |
| Cuerda: | 70.734 | Rumbo: | N 45° 48' 47.0819" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+493.945 | 9636845.315 | 654581.704 |
| RP: | | 9636927.209 | 654544.377 |
| PT: | 1+519.895 | 9636859.31 | 654603.45 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 16° 31' 14.2558" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 90 | | |
| Longitud: | 25.951 | Tangente: | 13.066 |
| Med-Ord: | 0.934 | Externa: | 0.943 |
| Cuerda: | 25.861 | Rumbo: | N 57° 14' 11.3842" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+539.974 | 9636872.489 | 654618.598 |
| RP: | | 9636642.386 | 654818.792 |
| PCC: | 1+574.470 | 9636893.613 | 654645.847 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 06° 28' 48.6936" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 305 | | |
| Longitud: | 34.496 | Tangente: | 17.266 |
| Med-Ord: | 0.488 | Externa: | 0.488 |
| Cuerda: | 34.477 | Rumbo: | N 52° 12' 58.6031" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 1+574.470 | 9636893.613 | 654645.847 |
| RP: | | 9636905.968 | 654637.341 |
| PCC: | 1+624.971 | 9636916.113 | 654626.292 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 192° 53' 57.3116" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 15 | | |
| Longitud: | 50.502 | Tangente: | 132.692 |
| Med-Ord: | 16.685 | Externa: | 148.538 |
| Cuerda: | 29.811 | Rumbo: | N 40° 59' 35.7059" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 1+624.971 | 9636916.113 | 654626.292 |
| RP: | | 9636970.219 | 654567.363 |
| PT: | 1+665.014 | 9636894.471 | 654593.097 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 28° 40' 43.0446" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 80 | | |
| Longitud: | 40.043 | Tangente: | 20.45 |
| Med-Ord: | 2.492 | Externa: | 2.572 |
| Cuerda: | 39.626 | Rumbo: | S 56° 53' 47.1607" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+675.832 | 9636890.992 | 654582.855 |
| RP: | | 9636829.446 | 654603.764 |
| PCC: | 1+701.197 | 9636878.411 | 654561.015 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 22° 21' 30.9777" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 65 | | |
| Longitud: | 25.365 | Tangente: | 12.846 |
| Med-Ord: | 1.233 | Externa: | 1.257 |
| Cuerda: | 25.204 | Rumbo: | S 60° 03' 23.1941" W |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 1+701.197 | 9636878.411 | 654561.015 |
| RP: | | 9636889.71 | 654551.15 |
| PCC: | 1+755.748 | 9636904.34 | 654547.839 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 208° 22' 15.9385" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 15 | | |
| Longitud: | 54.551 | Tangente: | 59.342 |
| Med-Ord: | 18.676 | Externa: | 76.208 |
| Cuerda: | 29.085 | Rumbo: | N 26° 56' 14.3254" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 1+755.748 | 9636904.34 | 654547.839 |
| RP: | | 9636948.23 | 654537.906 |
| PT: | 1+767.654 | 9636908.465 | 654558.971 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 15° 09' 34.2712" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 11.906 | Tangente: | 5.988 |
| Med-Ord: | 0.393 | Externa: | 0.397 |
| Cuerda: | 11.872 | Rumbo: | N 69° 40' 06.5082" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+781.787 | 9636915.081 | 654571.46 |
| RP: | | 9636954.846 | 654550.396 |
| PT: | 1+838.415 | 9636962.669 | 654594.711 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 72° 06' 00.7655" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 56.627 | Tangente: | 32.755 |
| Med-Ord: | 8.617 | Externa: | 10.658 |
| Cuerda: | 52.964 | Rumbo: | N 26° 02' 18.9898" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+933.260 | 9637056.071 | 654578.222 |
| RP: | | 9637051.725 | 654553.603 |
| PT: | 1+952.172 | 9637071.783 | 654568.525 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 43° 20' 30.6015" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 25 | | |
| Longitud: | 18.911 | Tangente: | 9.934 |
| Med-Ord: | 1.767 | Externa: | 1.901 |
| Cuerda: | 18.464 | Rumbo: | N 31° 40' 56.6937" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 1+983.788 | 9637090.654 | 654543.158 |
| RP: | | 9637126.759 | 654570.018 |
| PT: | 2+053.261 | 9637152.636 | 654533.202 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 88° 27' 19.3015" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 69.473 | Tangente: | 43.803 |
| Med-Ord: | 12.754 | Externa: | 17.799 |
| Cuerda: | 62.776 | Rumbo: | N 09° 07' 32.3437" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+111.327 | 9637200.141 | 654566.592 |
| RP: | | 9637214.517 | 654546.138 |
| PT: | 2+137.856 | 9637225.358 | 654568.666 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 60° 48' 03.5130" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 25 | | |
| Longitud: | 26.529 | Tangente: | 14.668 |
| Med-Ord: | 3.437 | Externa: | 3.985 |
| Cuerda: | 25.302 | Rumbo: | N 04° 42' 05.5506" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+152.360 | 9637238.427 | 654562.376 |
| RP: | | 9637251.436 | 654589.409 |
| PT: | 2+175.968 | 9637261.396 | 654561.11 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 45° 05' 19.7333" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 30 | | |
| Longitud: | 23.608 | Tangente: | 12.454 |
| Med-Ord: | 2.293 | Externa: | 2.482 |
| Cuerda: | 23.004 | Rumbo: | N 03° 09' 16.3392" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+201.873 | 9637285.831 | 654569.711 |
| RP: | | 9637300.771 | 654527.263 |
| PT: | 2+219.240 | 9637302.908 | 654572.212 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 22° 06' 43.1567" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 17.367 | Tangente: | 8.793 |
| Med-Ord: | 0.835 | Externa: | 0.851 |
| Cuerda: | 17.259 | Rumbo: | N 08° 20' 01.9491" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+259.067 | 9637342.69 | 654570.321 |
| RP: | | 9637338.179 | 654475.428 |
| PCC: | 2+273.699 | 9637357.195 | 654568.505 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 08° 49' 31.0008" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 95 | | |
| Longitud: | 14.633 | Tangente: | 7.331 |
| Med-Ord: | 0.282 | Externa: | 0.282 |
| Cuerda: | 14.618 | Rumbo: | N 07° 08' 05.1296" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 2+273.699 | 9637357.195 | 654568.505 |
| RP: | | 9637360.198 | 654583.201 |
| PCC: | 2+319.420 | 9637364.56 | 654597.553 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 174° 38' 28.1338" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 15 | | |
| Longitud: | 45.721 | Tangente: | 320.521 |
| Med-Ord: | 14.299 | Externa: | 305.872 |
| Cuerda: | 29.967 | Rumbo: | N 75° 46' 23.4369" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 2+319.420 | 9637364.56 | 654597.553 |
| RP: | | 9637377.647 | 654640.608 |
| PT: | 2+340.025 | 9637346.876 | 654607.773 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 26° 14' 06.1496" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 20.605 | Tangente: | 10.486 |
| Med-Ord: | 1.174 | Externa: | 1.206 |
| Cuerda: | 20.425 | Rumbo: | S 30° 01' 25.5709" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+378.315 | 9637318.937 | 654633.956 |
| RP: | | 9637359.965 | 654677.736 |
| PT: | 2+430.987 | 9637300.073 | 654681.336 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 50° 17' 54.3093" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 60 | | |
| Longitud: | 52.672 | Tangente: | 28.169 |
| Med-Ord: | 5.688 | Externa: | 6.283 |
| Cuerda: | 50.997 | Rumbo: | S 68° 17' 25.8002" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+470.052 | 9637302.417 | 654720.329 |
| RP: | | 9637392.255 | 654714.93 |
| PT: | 2+510.790 | 9637313.826 | 654759.076 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 25° 56' 04.6804" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 90 | | |
| Longitud: | 40.738 | Tangente: | 20.724 |
| Med-Ord: | 2.295 | Externa: | 2.355 |
| Cuerda: | 40.391 | Rumbo: | N 73° 35' 34.7049" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+543.968 | 9637330.1 | 654787.989 |
| RP: | | 9637369.315 | 654765.916 |
| PT: | 2+574.985 | 9637353.09 | 654807.889 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 39° 29' 29.2292" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 31.017 | Tangente: | 16.153 |
| Med-Ord: | 2.646 | Externa: | 2.811 |
| Cuerda: | 30.406 | Rumbo: | N 40° 52' 47.7501" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+598.605 | 9637375.121 | 654816.405 |
| RP: | | 9637359.978 | 654855.58 |
| PT: | 2+667.900 | 9637397.834 | 654873.771 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 94° 31' 52.0005" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 42 | | |
| Longitud: | 69.295 | Tangente: | 45.46 |
| Med-Ord: | 13.499 | Externa: | 19.892 |
| Cuerda: | 61.699 | Rumbo: | N 68° 23' 59.1358" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+715.145 | 9637377.371 | 654916.355 |
| RP: | | 9637332.304 | 654894.7 |
| PT: | 2+761.821 | 9637341.715 | 654943.806 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 53° 29' 10.6491" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 46.676 | Tangente: | 25.195 |
| Med-Ord: | 5.348 | Externa: | 5.989 |
| Cuerda: | 44.999 | Rumbo: | S 37° 35' 29.5394" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+773.080 | 9637330.657 | 654945.925 |
| RP: | | 9637337.244 | 654980.3 |
| PT: | 2+843.031 | 9637308.701 | 655000.554 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 114° 30' 39.8581" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 35 | | |
| Longitud: | 69.951 | Tangente: | 54.425 |
| Med-Ord: | 16.069 | Externa: | 29.708 |
| Cuerda: | 58.876 | Rumbo: | S 68° 06' 14.1439" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+847.047 | 9637311.025 | 655003.83 |
| RP: | | 9637441.511 | 654911.237 |
| PT: | 2+905.585 | 9637352.787 | 655044.384 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 20° 57' 44.6873" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 160 | | |
| Longitud: | 58.538 | Tangente: | 29.6 |
| Med-Ord: | 2.67 | Externa: | 2.715 |
| Cuerda: | 58.212 | Rumbo: | N 44° 09' 33.5834" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+941.435 | 9637382.62 | 655064.264 |
| RP: | | 9637407.574 | 655026.816 |
| PT: | 2+993.417 | 9637431.757 | 655064.766 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 66° 11' 05.6698" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 51.982 | Tangente: | 29.327 |
| Med-Ord: | 7.299 | Externa: | 8.713 |
| Cuerda: | 49.139 | Rumbo: | N 00° 35' 08.4049" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 2+996.110 | 9637434.028 | 655063.319 |
| RP: | | 9637458.211 | 655101.269 |
| PT: | 3+031.869 | 9637468.351 | 655057.426 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 45° 31' 47.1820" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 35.759 | Tangente: | 18.884 |
| Med-Ord: | 3.505 | Externa: | 3.802 |
| Cuerda: | 34.826 | Rumbo: | N 09° 44' 30.8390" W |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+091.576 | 9637526.522 | 655070.881 |
| RP: | | 9637516.382 | 655114.723 |
| PT: | 3+123.794 | 9637552.808 | 655088.301 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 41° 01' 18.1062" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 32.218 | Tangente: | 16.835 |
| Med-Ord: | 2.853 | Externa: | 3.046 |
| Cuerda: | 31.535 | Rumbo: | N 33° 32' 01.8051" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+198.065 | 9637596.417 | 655148.421 |
| RP: | | 9637628.796 | 655124.935 |
| PCC: | 3+218.253 | 9637611.811 | 655161.15 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 28° 55' 03.0120" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 40 | | |
| Longitud: | 20.188 | Tangente: | 10.314 |
| Med-Ord: | 1.267 | Externa: | 1.308 |
| Cuerda: | 19.975 | Rumbo: | N 39° 35' 09.3522" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 3+218.253 | 9637611.811 | 655161.15 |
| RP: | | 9637605.441 | 655174.731 |
| PCC: | 3+264.531 | 9637599.847 | 655188.649 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 176° 46' 03.7851" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 15 | | |
| Longitud: | 46.278 | Tangente: | 531.651 |
| Med-Ord: | 14.577 | Externa: | 516.862 |
| Cuerda: | 29.989 | Rumbo: | S 66° 29' 20.2612" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PCC: | 3+264.531 | 9637599.847 | 655188.649 |
| RP: | | 9637583.067 | 655230.403 |
| PT: | 3+289.646 | 9637575.189 | 655186.098 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 31° 58' 38.3262" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 25.115 | Tangente: | 12.894 |
| Med-Ord: | 1.741 | Externa: | 1.811 |
| Cuerda: | 24.79 | Rumbo: | S 05° 54' 22.4684" W |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+313.021 | 9637552.175 | 655190.19 |
| RP: | | 9637560.053 | 655234.495 |
| PT: | 3+351.647 | 9637521.375 | 655211.495 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 49° 10' 45.3172" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 38.625 | Tangente: | 20.593 |
| Med-Ord: | 4.081 | Externa: | 4.488 |
| Cuerda: | 37.45 | Rumbo: | S 34° 40' 19.3533" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+371.989 | 9637510.977 | 655228.98 |
| RP: | | 9637592.631 | 655277.536 |
| PT: | 3+466.253 | 9637507.328 | 655319.35 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 56° 51' 06.7414" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 95 | | |
| Longitud: | 94.264 | Tangente: | 51.422 |
| Med-Ord: | 11.454 | Externa: | 13.024 |
| Cuerda: | 90.444 | Rumbo: | S 87° 41' 15.3826" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+519.376 | 9637530.71 | 655367.051 |
| RP: | | 9637598.054 | 655334.039 |
| PT: | 3+551.109 | 9637550.203 | 655391.791 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 24° 14' 32.2495" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 75 | | |
| Longitud: | 31.733 | Tangente: | 16.108 |
| Med-Ord: | 1.672 | Externa: | 1.71 |
| Cuerda: | 31.497 | Rumbo: | N 51° 45' 55.1220" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+572.157 | 9637566.41 | 655405.219 |
| RP: | | 9637448.377 | 655547.673 |
| PT: | 3+669.435 | 9637621.967 | 655483.709 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 30° 07' 40.4261" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 185 | | |
| Longitud: | 97.279 | Tangente: | 49.792 |
| Med-Ord: | 6.357 | Externa: | 6.584 |
| Cuerda: | 96.162 | Rumbo: | N 54° 42' 29.2102" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+797.780 | 9637666.342 | 655604.137 |
| RP: | | 9637619.426 | 655621.425 |
| PT: | 3+866.995 | 9637645.113 | 655664.322 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 79° 18' 52.9905" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 69.215 | Tangente: | 41.448 |
| Med-Ord: | 11.506 | Externa: | 14.946 |
| Cuerda: | 63.82 | Rumbo: | S 70° 34' 14.0815" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 3+943.060 | 9637579.854 | 655703.4 |
| RP: | | 9637556.736 | 655664.792 |
| PT: | 3+985.807 | 9637538.781 | 655706.055 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 54° 25' 40.5140" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 42.748 | Tangente: | 23.141 |
| Med-Ord: | 4.981 | Externa: | 5.601 |
| Cuerda: | 41.158 | Rumbo: | S 03° 41' 57.3293" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+148.926 | 9637389.208 | 655640.973 |
| RP: | | 9637371.254 | 655682.237 |
| PT: | 4+233.866 | 9637326.451 | 655678.029 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 108° 08' 56.5557" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 84.94 | Tangente: | 62.107 |
| Med-Ord: | 18.597 | Externa: | 31.696 |
| Cuerda: | 72.88 | Rumbo: | S 30° 33' 35.3501" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+271.532 | 9637322.929 | 655715.53 |
| RP: | | 9637367.732 | 655719.738 |
| PT: | 4+327.181 | 9637349.062 | 655760.682 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 70° 51' 15.3305" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 45 | | |
| Longitud: | 55.649 | Tangente: | 32.012 |
| Med-Ord: | 8.332 | Externa: | 10.225 |
| Cuerda: | 52.17 | Rumbo: | N 59° 56' 18.7069" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+415.804 | 9637429.698 | 655797.45 |
| RP: | | 9637408.955 | 655842.944 |
| PT: | 4+446.862 | 9637452.3 | 655818.02 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 35° 35' 22.9052" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 31.058 | Tangente: | 16.048 |
| Med-Ord: | 2.392 | Externa: | 2.512 |
| Cuerda: | 30.561 | Rumbo: | N 42° 18' 22.4942" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+486.869 | 9637472.242 | 655852.703 |
| RP: | | 9637515.588 | 655827.779 |
| PT: | 4+516.316 | 9637493.389 | 655872.581 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 33° 44' 37.8241" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 29.447 | Tangente: | 15.164 |
| Med-Ord: | 2.152 | Externa: | 2.249 |
| Cuerda: | 29.023 | Rumbo: | N 43° 13' 45.0348" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+620.124 | 9637586.405 | 655918.668 |
| RP: | | 9637564.207 | 655963.471 |
| PT: | 4+650.651 | 9637608.081 | 655939.489 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 34° 58' 53.6544" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 30.527 | Tangente: | 15.756 |
| Med-Ord: | 2.312 | Externa: | 2.424 |
| Cuerda: | 30.055 | Rumbo: | N 43° 50' 52.9499" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+687.650 | 9637625.827 | 655971.955 |
| RP: | | 9637669.7 | 655947.974 |
| PT: | 4+730.246 | 9637658.855 | 655996.784 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 48° 48' 39.6431" | Tipo: | IZQUIERDA |
| Radio: | 50 | | |
| Longitud: | 42.596 | Tangente: | 22.687 |
| Med-Ord: | 4.468 | Externa: | 4.906 |
| Cuerda: | 41.319 | Rumbo: | N 36° 55' 59.9556" E |

# INFORME DE CURVAS CIRCULARES Y COMPUESTAS

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+784.839 | 9637712.148 | 656008.625 |
| RP: | | 9637679.611 | 656155.054 |
| PT: | 4+824.172 | 9637748.994 | 656022.065 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 15° 01' 26.9206" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 150 | | |
| Longitud: | 39.333 | Tangente: | 19.78 |
| Med-Ord: | 1.287 | Externa: | 1.299 |
| Cuerda: | 39.221 | Rumbo: | N 20° 02' 23.5944" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+867.069 | 9637787.025 | 656041.907 |
| RP: | | 9637731.519 | 656148.298 |
| PT: | 4+923.718 | 9637829.334 | 656078.784 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 27° 02' 52.0928" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 120 | | |
| Longitud: | 56.649 | Tangente: | 28.862 |
| Med-Ord: | 3.327 | Externa: | 3.422 |
| Cuerda: | 56.124 | Rumbo: | N 41° 04' 33.1011" E |

Puntos de la Curva

| Descripcion | Estacion | Y | X |
|---|---|---|---|
| PC: | 4+946.592 | 9637842.585 | 656097.429 |
| RP: | | 9637651.03 | 656233.561 |
| PT: | 5+002.294 | 9637869.195 | 656146.216 |

Datos Curva Circular

| Parametro | Valor | Parametro | Valor |
|---|---|---|---|
| Delta: | 13° 34' 51.3984" | Tipo: | DERECHA |
| Radio: | 235 | | |
| Longitud: | 55.703 | Tangente: | 27.982 |
| Med-Ord: | 1.648 | Externa: | 1.66 |
| Cuerda: | 55.572 | Rumbo: | N 61° 23' 24.8467" E |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 0+020.31 | Elevación: | 514.695m |
| P.K. de VAV: | 0+040.31 | Elevación: | 514.855m |
| P.K. de PTV: | 0+060.31 | Elevación: | 513.654m |
| Punto alto: | 0+025.02 | Elevación: | 514.714m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 0.80% | Inclinación de rasante T.S.: | -6.00% |
| Cambiar: | 6.80% | K: | 5.878m |
| Longitud de curva: | 40.000m | Radio de curva | 587.845m |
| Distancia de adelantamiento: | 247.256m | Distancia de parada: | 117.667m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+068.25 | Elevación: | 513.178m |
| P.K. de VAV: | 0+088.25 | Elevación: | 511.977m |
| P.K. de PTV: | 0+108.25 | Elevación: | 513.176m |
| Punto bajo: | 0+088.26 | Elevación: | 512.577m |
| Inclinación de rasante T.E.: | -6.00% | Inclinación de rasante T.S.: | 6.00% |
| Cambiar: | 12.00% | K: | 3.333m |
| Longitud de curva: | 40.000m | Radio de curva | 333.288m |
| Distancia de iluminación: | 42.904m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+158.50 | Elevación: | 516.190m |
| P.K. de VAV: | 0+183.50 | Elevación: | 517.689m |
| P.K. de PTV: | 0+208.50 | Elevación: | 520.255m |
| Punto bajo: | 0+158.50 | Elevación: | 516.190m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 6.00% | Inclinación de rasante T.S.: | 10.26% |
| Cambiar: | 4.26% | K: | 11.727m |
| Longitud de curva: | 50.000m | Radio de curva | 1,172.706m |
| Distancia de iluminación: | 121.753m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+275.44 | Elevación: | 527.124m |
| P.K. de VAV: | 0+287.94 | Elevación: | 528.407m |
| P.K. de PTV: | 0+300.44 | Elevación: | 529.989m |
| Punto bajo: | 0+275.44 | Elevación: | 527.124m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 10.26% | Inclinación de rasante T.S.: | 12.65% |
| Cambiar: | 2.39% | K: | 10.446m |
| Longitud de curva: | 25.000m | Radio de curva | 1,044.566m |
| Distancia de iluminación: | 354.902m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 0+327.05 | Elevación: | 533.356m |
| P.K. de VAV: | 0+359.55 | Elevación: | 537.469m |
| P.K. de PTV: | 0+392.05 | Elevación: | 538.552m |
| Punto alto: | 0+392.05 | Elevación: | 538.552m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 12.65% | Inclinación de rasante T.S.: | 3.33% |
| Cambiar: | 9.32% | K: | 6.971m |
| Longitud de curva: | 65.000m | Radio de curva | 697.084m |
| Distancia de adelantamiento: | 198.338m | Distancia de parada: | 103.772m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+395.10 | Elevación: | 538.653m |
| P.K. de VAV: | 0+435.10 | Elevación: | 539.985m |
| P.K. de PTV: | 0+475.10 | Elevación: | 545.120m |
| Punto bajo: | 0+395.10 | Elevación: | 538.653m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 3.33% | Inclinación de rasante T.S.: | 12.84% |
| Cambiar: | 9.51% | K: | 8.415m |
| Longitud de curva: | 80.000m | Radio de curva | 841.486m |
| Distancia de iluminación: | 74.535m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+499.57 | Elevación: | 548.261m |
| P.K. de VAV: | 0+527.07 | Elevación: | 551.791m |
| P.K. de PTV: | 0+554.57 | Elevación: | 553.085m |
| Punto alto: | 0+554.57 | Elevación: | 553.085m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 12.84% | Inclinación de rasante T.S.: | 4.70% |
| Cambiar: | 8.13% | K: | 6.763m |
| Longitud de curva: | 55.000m | Radio de curva | 676.267m |
| Distancia de adelantamiento: | 217.637m | Distancia de parada: | 109.215m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+580.37 | Elevación: | 554.299m |
| P.K. de VAV: | 0+617.87 | Elevación: | 556.063m |
| P.K. de PTV: | 0+655.37 | Elevación: | 560.714m |
| Punto bajo: | 0+580.37 | Elevación: | 554.299m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 4.70% | Inclinación de rasante T.S.: | 12.40% |
| Cambiar: | 7.70% | K: | 9.741m |
| Longitud de curva: | 75.000m | Radio de curva | 974.052m |
| Distancia de iluminación: | 82.082m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 0+709.30 | Elevación: | 567.405m |
| P.K. de VAV: | 0+731.80 | Elevación: | 570.196m |
| P.K. de PTV: | 0+754.30 | Elevación: | 571.516m |
| Punto alto: | 0+754.30 | Elevación: | 571.516m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 12.40% | Inclinación de rasante T.S.: | 5.87% |
| Cambiar: | 6.54% | K: | 6.886m |
| Longitud de curva: | 45.000m | Radio de curva | 688.583m |
| Distancia de adelantamiento: | 259.122m | Distancia de parada: | 124.192m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 0+908.53 | Elevación: | 580.567m |
| P.K. de VAV: | 0+943.53 | Elevación: | 582.621m |
| P.K. de PTV: | 0+978.53 | Elevación: | 587.223m |
| Punto bajo: | 0+908.53 | Elevación: | 580.567m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 5.87% | Inclinación de rasante T.S.: | 13.15% |
| Cambiar: | 7.28% | K: | 9.618m |
| Longitud de curva: | 70.000m | Radio de curva | 961.833m |
| Distancia de iluminación: | 82.195m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 1+098.74 | Elevación: | 603.027m |
| P.K. de VAV: | 1+131.24 | Elevación: | 607.299m |
| P.K. de PTV: | 1+163.74 | Elevación: | 608.588m |
| Punto alto: | 1+163.74 | Elevación: | 608.588m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 13.15% | Inclinación de rasante T.S.: | 3.97% |
| Cambiar: | 9.18% | K: | 7.080m |
| Longitud de curva: | 65.000m | Radio de curva | 708.025m |
| Distancia de adelantamiento: | 200.941m | Distancia de parada: | 104.890m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 1+281.70 | Elevación: | 613.267m |
| P.K. de VAV: | 1+336.70 | Elevación: | 615.448m |
| P.K. de PTV: | 1+391.70 | Elevación: | 623.681m |
| Punto bajo: | 1+281.70 | Elevación: | 613.267m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 3.97% | Inclinación de rasante T.S.: | 14.97% |
| Cambiar: | 11.00% | K: | 9.998m |
| Longitud de curva: | 110.000m | Radio de curva | 999.824m |
| Distancia de iluminación: | 83.056m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 1+751.66 | Elevación: | 677.560m |
| P.K. de VAV: | 1+806.66 | Elevación: | 685.792m |
| P.K. de PTV: | 1+861.66 | Elevación: | 685.262m |
| Punto alto: | 1+855.00 | Elevación: | 685.294m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 14.97% | Inclinación de rasante T.S.: | -0.96% |
| Cambiar: | 15.93% | K: | 6.904m |
| Longitud de curva: | 110.000m | Radio de curva | 690.427m |
| Distancia de adelantamiento: | 152.059m | Distancia de parada: | 95.796m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 1+967.87 | Elevación: | 684.238m |
| P.K. de VAV: | 2+027.87 | Elevación: | 683.660m |
| P.K. de PTV: | 2+087.87 | Elevación: | 690.415m |
| Punto bajo: | 1+977.34 | Elevación: | 684.192m |
| Inclinación de rasante T.E.: | -0.96% | Inclinación de rasante T.S.: | 11.26% |
| Cambiar: | 12.22% | K: | 9.817m |
| Longitud de curva: | 120.000m | Radio de curva | 981.727m |
| Distancia de iluminación: | 82.102m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 2+098.32 | Elevación: | 691.591m |
| P.K. de VAV: | 2+138.32 | Elevación: | 696.095m |
| P.K. de PTV: | 2+178.32 | Elevación: | 696.096m |
| Punto alto: | 2+178.32 | Elevación: | 696.096m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 11.26% | Inclinación de rasante T.S.: | 0.00% |
| Cambiar: | 11.26% | K: | 7.107m |
| Longitud de curva: | 80.000m | Radio de curva | 710.681m |
| Distancia de adelantamiento: | 177.371m | Distancia de parada: | 99.038m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 2+298.87 | Elevación: | 696.099m |
| P.K. de VAV: | 2+348.87 | Elevación: | 696.100m |
| P.K. de PTV: | 2+398.87 | Elevación: | 700.873m |
| Punto bajo: | 2+298.87 | Elevación: | 696.099m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 0.00% | Inclinación de rasante T.S.: | 9.55% |
| Cambiar: | 9.54% | K: | 10.478m |
| Longitud de curva: | 100.000m | Radio de curva | 1,047.789m |
| Distancia de iluminación: | 85.562m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 2+403.39 | Elevación: | 701.304m |
| P.K. de VAV: | 2+443.39 | Elevación: | 705.123m |
| P.K. de PTV: | 2+483.39 | Elevación: | 703.916m |
| Punto alto: | 2+464.17 | Elevación: | 704.206m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 9.55% | Inclinación de rasante T.S.: | -3.02% |
| Cambiar: | 12.56% | K: | 6.367m |
| Longitud de curva: | 80.000m | Radio de curva | 636.740m |
| Distancia de adelantamiento: | 163.079m | Distancia de parada: | 92.895m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 2+568.47 | Elevación: | 701.348m |
| P.K. de VAV: | 2+603.47 | Elevación: | 700.292m |
| P.K. de PTV: | 2+638.47 | Elevación: | 701.732m |
| Punto bajo: | 2+598.09 | Elevación: | 700.901m |
| Inclinación de rasante T.E.: | -3.02% | Inclinación de rasante T.S.: | 4.12% |
| Cambiar: | 7.13% | K: | 9.813m |
| Longitud de curva: | 70.000m | Radio de curva | 981.305m |
| Distancia de iluminación: | 83.460m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 2+730.76 | Elevación: | 705.531m |
| P.K. de VAV: | 2+790.76 | Elevación: | 708.000m |
| P.K. de PTV: | 2+850.76 | Elevación: | 708.903m |
| Punto alto: | 2+850.76 | Elevación: | 708.903m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 4.12% | Inclinación de rasante T.S.: | 1.50% |
| Cambiar: | 2.61% | K: | 45.958m |
| Longitud de curva: | 120.000m | Radio de curva | 4,595.751m |
| Distancia de adelantamiento: | 652.225m | Distancia de parada: | 314.518m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 2+853.93 | Elevación: | 708.950m |
| P.K. de VAV: | 2+888.93 | Elevación: | 709.477m |
| P.K. de PTV: | 2+923.93 | Elevación: | 714.319m |
| Punto bajo: | 2+853.93 | Elevación: | 708.950m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 1.50% | Inclinación de rasante T.S.: | 13.83% |
| Cambiar: | 12.33% | K: | 5.678m |
| Longitud de curva: | 70.000m | Radio de curva | 567.806m |
| Distancia de iluminación: | 58.588m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 2+953.40 | Elevación: | 718.395m |
| P.K. de VAV: | 2+968.40 | Elevación: | 720.470m |
| P.K. de PTV: | 2+983.40 | Elevación: | 720.367m |
| Punto alto: | 2+981.98 | Elevación: | 720.372m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 13.83% | Inclinación de rasante T.S.: | -0.69% |
| Cambiar: | 14.52% | K: | 2.066m |
| Longitud de curva: | 30.000m | Radio de curva | 206.624m |
| Distancia de adelantamiento: | 121.505m | Distancia de parada: | 60.772m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 3+006.55 | Elevación: | 720.208m |
| P.K. de VAV: | 3+044.05 | Elevación: | 719.951m |
| P.K. de PTV: | 3+081.55 | Elevación: | 725.467m |
| Punto bajo: | 3+009.90 | Elevación: | 720.197m |
| Inclinación de rasante T.E.: | -0.69% | Inclinación de rasante T.S.: | 14.71% |
| Cambiar: | 15.40% | K: | 4.871m |
| Longitud de curva: | 75.000m | Radio de curva | 487.119m |
| Distancia de iluminación: | 53.456m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 3+110.72 | Elevación: | 729.758m |
| P.K. de VAV: | 3+130.72 | Elevación: | 732.700m |
| P.K. de PTV: | 3+150.72 | Elevación: | 732.700m |
| Punto alto: | 3+150.72 | Elevación: | 732.700m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 14.71% | Inclinación de rasante T.S.: | 0.00% |
| Cambiar: | 14.71% | K: | 2.719m |
| Longitud de curva: | 40.000m | Radio de curva | 271.918m |
| Distancia de adelantamiento: | 125.121m | Distancia de parada: | 65.177m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 3+326.87 | Elevación: | 732.700m |
| P.K. de VAV: | 3+371.87 | Elevación: | 732.700m |
| P.K. de PTV: | 3+416.87 | Elevación: | 739.041m |
| Punto bajo: | 3+326.87 | Elevación: | 732.700m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 0.00% | Inclinación de rasante T.S.: | 14.09% |
| Cambiar: | 14.09% | K: | 6.387m |
| Longitud de curva: | 90.000m | Radio de curva | 638.698m |
| Distancia de iluminación: | 62.908m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 3+595.93 | Elevación: | 764.272m |
| P.K. de VAV: | 3+625.93 | Elevación: | 768.500m |
| P.K. de PTV: | 3+655.93 | Elevación: | 770.254m |
| Punto alto: | 3+655.93 | Elevación: | 770.254m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 14.09% | Inclinación de rasante T.S.: | 5.85% |
| Cambiar: | 8.24% | K: | 7.278m |
| Longitud de curva: | 60.000m | Radio de curva | 727.797m |
| Distancia de adelantamiento: | 217.573m | Distancia de parada: | 110.613m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 3+700.00 | Elevación: | 772.831m |
| P.K. de VAV: | 3+720.00 | Elevación: | 774.000m |
| P.K. de PTV: | 3+740.00 | Elevación: | 776.291m |
| Punto bajo: | 3+700.00 | Elevación: | 772.831m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 5.85% | Inclinación de rasante T.S.: | 11.45% |
| Cambiar: | 5.61% | K: | 7.134m |
| Longitud de curva: | 40.000m | Radio de curva | 713.405m |
| Distancia de iluminación: | 80.835m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 3+774.53 | Elevación: | 780.245m |
| P.K. de VAV: | 3+794.53 | Elevación: | 782.536m |
| P.K. de PTV: | 3+814.53 | Elevación: | 782.693m |
| Punto alto: | 3+814.53 | Elevación: | 782.693m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 11.45% | Inclinación de rasante T.S.: | 0.79% |
| Cambiar: | 10.67% | K: | 3.749m |
| Longitud de curva: | 40.000m | Radio de curva | 374.946m |
| Distancia de adelantamiento: | 164.951m | Distancia de parada: | 82.295m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 3+918.97 | Elevación: | 783.514m |
| P.K. de VAV: | 3+976.47 | Elevación: | 783.966m |
| P.K. de PTV: | 4+033.97 | Elevación: | 790.973m |
| Punto bajo: | 3+918.97 | Elevación: | 783.514m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 0.79% | Inclinación de rasante T.S.: | 12.19% |
| Cambiar: | 11.40% | K: | 10.087m |
| Longitud de curva: | 115.000m | Radio de curva | 1,008.709m |
| Distancia de iluminación: | 83.523m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 4+168.48 | Elevación: | 807.365m |
| P.K. de VAV: | 4+203.48 | Elevación: | 811.631m |
| P.K. de PTV: | 4+238.48 | Elevación: | 812.463m |
| Punto alto: | 4+238.48 | Elevación: | 812.463m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 12.19% | Inclinación de rasante T.S.: | 2.38% |
| Cambiar: | 9.81% | K: | 7.137m |
| Longitud de curva: | 70.000m | Radio de curva | 713.666m |
| Distancia de adelantamiento: | 192.655m | Distancia de parada: | 102.755m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+240.48 | Elevación: | 812.511m |
| P.K. de VAV: | 4+275.48 | Elevación: | 813.343m |
| P.K. de PTV: | 4+310.48 | Elevación: | 818.801m |
| Punto bajo: | 4+240.48 | Elevación: | 812.511m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 2.38% | Inclinación de rasante T.S.: | 15.60% |
| Cambiar: | 13.22% | K: | 5.296m |
| Longitud de curva: | 70.000m | Radio de curva | 529.614m |
| Distancia de iluminación: | 56.190m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+313.88 | Elevación: | 819.331m |
| P.K. de VAV: | 4+343.88 | Elevación: | 824.010m |
| P.K. de PTV: | 4+373.88 | Elevación: | 824.638m |
| Punto alto: | 4+373.88 | Elevación: | 824.638m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 15.60% | Inclinación de rasante T.S.: | 2.09% |
| Cambiar: | 13.50% | K: | 4.444m |
| Longitud de curva: | 60.000m | Radio de curva | 444.371m |
| Distancia de adelantamiento: | 144.526m | Distancia de parada: | 79.220m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+377.47 | Elevación: | 824.713m |
| P.K. de VAV: | 4+429.97 | Elevación: | 825.812m |
| P.K. de PTV: | 4+482.47 | Elevación: | 832.982m |
| Punto bajo: | 4+377.47 | Elevación: | 824.713m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 2.09% | Inclinación de rasante T.S.: | 13.66% |
| Cambiar: | 11.56% | K: | 9.080m |
| Longitud de curva: | 105.000m | Radio de curva | 908.003m |
| Distancia de iluminación: | 78.165m | | |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 4+520.87 | Elevación: | 838.226m |
| P.K. de VAV: | 4+540.87 | Elevación: | 840.958m |
| P.K. de PTV: | 4+560.87 | Elevación: | 842.602m |
| Punto alto: | 4+560.87 | Elevación: | 842.602m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 13.66% | Inclinación de rasante T.S.: | 8.22% |
| Cambiar: | 5.43% | K: | 7.360m |
| Longitud de curva: | 40.000m | Radio de curva | 735.994m |
| Distancia de adelantamiento: | 304.528m | Distancia de parada: | 142.281m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+632.50 | Elevación: | 848.491m |
| P.K. de VAV: | 4+690.00 | Elevación: | 853.219m |
| P.K. de PTV: | 4+747.50 | Elevación: | 858.312m |
| Punto bajo: | 4+632.50 | Elevación: | 848.491m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 8.22% | Inclinación de rasante T.S.: | 8.86% |
| Cambiar: | 0.64% | K: | 180.828m |
| Longitud de curva: | 115.000m | Radio de curva | 18,082.785m |
| Distancia de iluminación: | | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+778.40 | Elevación: | 861.049m |
| P.K. de VAV: | 4+788.40 | Elevación: | 861.935m |
| P.K. de PTV: | 4+798.40 | Elevación: | 862.795m |
| Punto alto: | 4+798.40 | Elevación: | 862.795m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 8.86% | Inclinación de rasante T.S.: | 8.60% |
| Cambiar: | 0.25% | K: | 78.480m |
| Longitud de curva: | 20.000m | Radio de curva | 7,848.045m |
| Distancia de adelantamiento: | 6,077.961m | Distancia de parada: | 2,617.808m |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+831.84 | Elevación: | 865.673m |
| P.K. de VAV: | 4+869.34 | Elevación: | 868.899m |
| P.K. de PTV: | 4+906.84 | Elevación: | 872.002m |
| Punto alto: | 4+906.84 | Elevación: | 872.002m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 8.60% | Inclinación de rasante T.S.: | 8.27% |
| Cambiar: | 0.33% | K: | 227.715m |
| Longitud de curva: | 75.000m | Radio de curva | 22,771.472m |
| Distancia de adelantamiento: | 4,732.560m | Distancia de parada: | 2,055.281m |

# Informe de acuerdos verticales de perfiles

Intervalo de P.K.: inicio: 0+000.00, fin: 5+042.98

| Información de acuerdo vertical: (acuerdo cóncavo) | | | |
|---|---|---|---|
| P.K. de PAV: | 4+922.46 | Elevación: | 873.294m |
| P.K. de VAV: | 4+934.96 | Elevación: | 874.328m |
| P.K. de PTV: | 4+947.46 | Elevación: | 875.690m |
| Punto bajo: | 4+922.46 | Elevación: | 873.294m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 8.27% | Inclinación de rasante T.S.: | 10.89% |
| Cambiar: | 2.62% | K: | 9.545m |
| Longitud de curva: | 25.000m | Radio de curva | 954.546m |
| Distancia de iluminación: | 266.431m | | |
| Información de acuerdo vertical: (acuerdo convexo) | | | |
| P.K. de PAV: | 4+949.25 | Elevación: | 875.885m |
| P.K. de VAV: | 4+974.25 | Elevación: | 878.608m |
| P.K. de PTV: | 4+999.25 | Elevación: | 879.266m |
| Punto alto: | 4+999.25 | Elevación: | 879.266m |
| Inclinación de rasante T.E.: | 10.89% | Inclinación de rasante T.S.: | 2.64% |
| Cambiar: | 8.26% | K: | 6.055m |
| Longitud de curva: | 50.000m | Radio de curva | 605.490m |
| Distancia de adelantamiento: | 212.261m | Distancia de parada: | 105.479m |

# 11.5 MARCO LEGAL APLICABLE DE IMPACTOS AMBIENTALES

| Cuerpo legal | R. O. /vigencia | Art. | Resumen |
|---|---|---|---|
| Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria-TULSMA (LIBRO VI) | R.O 725 del 16-12-2002 | Libro VI: De La Calidad Ambiental, Título I: Del sistema único de manejo ambiental, Art.17. | Realización de un estudio de impacto ambiental: Para garantizar una adecuada y fundada predicción, identificación de los impactos ambientales de las actividades o proyectos y así la idoneidad técnica de las medidas de control, se deberá realizar por un equipo multidisciplinario que responda técnicamente al alcance y la profundidad del estudio en función a los TDR´s, previamente aprobados. El promotor y/o consultor que presente los estudios es responsable de la veracidad y exactitud de sus contenidos. |
| | | Libro VI: De La Calidad Ambiental, Título I: Del sistema único de manejo ambiental, Art.18. | Revisión, aprobación y licenciamiento ambiental: El promotor de una actividad o proyecto presentará el EsIA ante la autoridad ambiental de la aplicación responsable (AAAr) para iniciar el procedimiento de revisión, aprobación y licenciamiento por parte de la misma. |
| | | Libro VI: De La Calidad Ambiental, Título I: Del sistema único de manejo ambiental, Art.20. | Participación ciudadana.- Tiene como finalidad considerar e incorporar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente la población directamente afectada de una obra o proyecto, sobre las variables ambientales relevantes de los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental, siempre y cuando sea técnica y económicamente viable, para que las actividades o proyectos que puedan causar impactos ambientales se desarrollen de manera adecuada, minimizando y/o compensando estos impactos a fin de mejorar la condiciones ambientales para la realización de la actividad o proyecto propuesto en todas sus fases. Además se considerará los numerales a, b y c del mismo artículo. |
| Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental (TULSMA , LIBRO VI) | R.O 3516 02/03/2003 | Libro VI: De La Calidad Ambiental, Titulo IV, Cap. IV: Del control ambiental, Sección I: estudios ambientales, Art.58. | Estudio de Impacto Ambiental: Toda obra, actividad o proyecto nuevo o ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendidos por cualquier persona natural o jurídica públicas o privadas, y que puedan potencialmente causar contaminación presentará un EsIA con plan de manejo ambiental como establece el Sistema Único de Manejo ambiental (SUMA), demostrando que la actividad estará en cumplimiento con el Libro VI de la calidad Ambiental y sus normas técnicas, previa a la construcción y al funcionamiento del proyecto o inicio de la actividad. |
| | | Libro VI: De La Calidad Ambiental, Titulo IV, Cap. IV: Del control ambiental, Sección I: estudios ambientales, Art.59. | Plan de Manejo Ambiental: El PMA incluirá entre otros un programa de monitoreo y seguimiento que ejecutará el regulado, el programa establecerá los aspectos ambientales de control. Impactos y parámetros de la organización. |
| | | Libro VI: De La Calidad Ambiental, Titulo IV, Cap. IV: Del control ambiental, Sección I: estudios ambientales, Art.75. | Responsabilidad del Monitoreo: El regulado es responsable por el monitoreo de sus emisiones, descargas o vertidos, sin embargo la autoridad ambiental podrá solicitar el monitoreo de la calidad de un recurso. La información derivada del monitoreo deberá ser remitida a la autoridad que le hubiere otorgado la autorización administrativa ambiental correspondiente |
| Constitución de la República del Ecuador | R.O.449/20-10-2008 | Titulo VI: Régimen de Desarrollo, Cap. Primero: Principios Generales, Art.276. | El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos, entre ellas esta : 4. Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural. |
| | | Título VII: Régimen del buen vivir, Cap. Segundo: Biodiversidad y recursos naturales, Sección Segunda: Biodiversidad, Art.400. | El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país. |

| Cuerpo legal | R. O./vigencia | Art. | Resumen |
|---|---|---|---|
| Ley de Gestión Ambiental 2004: | R.O.S 418 de 10-sep-2004 | Título III: Instrumento de gestión ambiental, Cap. Segundo: De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental, Art.19. | Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio. |
| | | Título III: Instrumento de gestión ambiental, Cap. Segundo: De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental, Art.20. | Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo. |
| | | Título III: Instrumento de gestión ambiental, Cap. Segundo: De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental, Art.21. | Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente. |
| Ley de Caminos | Decreto ejecutivo 285/1964 | Cap. I: De los caminos públicos, Art. 2. | Control y aprobación de los trabajos.- Todos los caminos estarán bajo el control del Ministerio de Obras Públicas, sin perjuicio de las obligaciones que, respecto de ellos, deban cumplir otras instituciones o los particulares.<br>Todo proyecto de construcción, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos, formulado por cualquier entidad o persona, deberá someterse previamente<br>a la aprobación del Ministerio de Obras Públicas, sin cuyo requisito no podrán realizarse los trabajos, salvo que se trate de caminos internos de una propiedad particular. |
| | | Cap. I: De los caminos públicos, Art. 3. | Derecho de vía: consiste en la facultad de ocupar en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento mejoramiento o rectificación de caminos. |
| | | Cap. IV: De las expropiaciones, indemnizaciones y litigios de camino, Art.12. | En orden a las indemnizaciones se considerará que corresponden al dueño del terreno expropiado: el precio comercial, a la fecha de adquisición, del inmueble y a las pertenencias originales que se incluyan en la expropiación; el valor de las mejores puestas por el que se comprendan en la misma; la plusvalía del terreno y pertenencias originales en virtud de la depreciación..... |
| | Decreto 451. Contratación de obras viales | Art 7 | Los EsIA del proyecto deberán obligatoriamente prever todas las posibilidades de conflictividad social por razones ambientales |

# 11.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 1,001
**Código:** 503002
**Descrip.:** Replanteo y nivelación de Vías
**Unidad:** ml

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101001 | Herramienta manual y menor de | %MO | 5%MO | | | 0.03 |
| 105002 | Nivel Soquisha C3A | Hora | 1.0000 | 1.48 | 0.0700 | 0.10 |
| 105003 | Mira de 4 m | Hora | 1.0000 | 0.30 | 0.0700 | 0.02 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.15 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 212045 | Esmalte Pincl. E.18 Amarillo Litro | litro | 0.0500 | 3.57 | | 0.18 |
| 215010 | Clavo 2-1/2x10 25k | kg | 0.0500 | 1.40 | | 0.07 |
| 2AO001 | Tira de Eucalipto 4x5 cm | uni 3.00 m | 0.0100 | 0.95 | | 0.01 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.26 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 417012 | Cadenero | | 1.0000 | 3.22 | 0.0700 | 0.23 |
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.0070 | 0.03 |
| 437009 | Topografìa 2: experiencia mayor a 5 años (Estr.Oc.C | | 1.0000 | 3.57 | 0.0700 | 0.25 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.50 |

Costo Directo Total: 0.91

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.14

**Precio Unitario Total .....** 1.04

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 1,002
**Código:** 501022
**Descrip.:** Desbroce y limpieza del terreno
**Unidad:** m2

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101021 | Herramientas varias | Hora | 4.0000 | 0.40 | 0.0400 | 0.06 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.06 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 4.0000 | 3.18 | 0.0400 | 0.51 |
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.0160 | 0.06 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.57 |

Costo Directo Total: 0.63

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.10

**Precio Unitario Total .....** 0.73

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 2,001
**Código:** 502157
**Descrip.:** Excavación mecánica en suelo y talud sin clasificar
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101001 | Herramienta manual y menor de | %MO | 5%MO | | | 0.05 |
| 103011 | Retrocargadora de llantas | Hora | 1.0000 | 22.00 | 0.0910 | 2.00 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 2.05 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.0910 | 0.33 |
| 422002 | Excavadora | | 1.0000 | 3.57 | 0.0910 | 0.33 |
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 0.0910 | 0.29 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.94 |

Costo Directo Total: 2.99

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.45

**Precio Unitario Total .....** 3.44

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 3,001
**Código:** 500115
**Descrip.:** Excavación para cunetas alcantarillasy encauzamietos
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 107006 | Volqueta de 8 m3 | hora | 2.0000 | 22.00 | 0.0513 | 2.26 |
| 103008 | Retroexcavadora | Hora | 1.0000 | 25.00 | 0.0513 | 1.28 |
| 107007 | Bomba con diametro de succión | hora | 1.0000 | 1.80 | 0.0513 | 0.09 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 3.63 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 463001 | Chofer de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc | | 2.0000 | 4.36 | 0.0513 | 0.45 |
| 460001 | Op. de Retroexcavadora | | 1.0000 | 3.38 | 0.0513 | 0.17 |
| 416012 | Peón | | 2.0000 | 3.18 | 0.0513 | 0.33 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.95 |

Costo Directo Total: 4.58

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.69

**Precio Unitario Total .....** 5.26

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 3,002
**Código:** 500065
**Descrip.:** Excavación y relleno para estructuras
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 107006 | Volqueta de 8 m3 | hora | 2.0000 | 22.00 | 0.0500 | 2.20 |
| 103008 | Retroexcavadora | Hora | 1.0000 | 25.00 | 0.0500 | 1.25 |
| 107007 | Bomba con diametro de succión | hora | 1.0000 | 1.80 | 0.0500 | 0.09 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 3.54 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 463001 | Chofer de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc | | 2.0000 | 4.36 | 0.0500 | 0.44 |
| 460001 | Op. de Retroexcavadora | | 1.0000 | 3.38 | 0.0500 | 0.17 |
| 416012 | Peón | | 2.0000 | 3.18 | 0.0500 | 0.32 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.92 |

Costo Directo Total: 4.46

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.67

**Precio Unitario Total .....** 5.13

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 3,003
**Código:** 500118
**Descrip.:** Tubería de acero corrugado (D=1200mm; e=1.5mm)
**Unidad:** m

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 107001 | Excavadora de oruga | Hora | 1.0000 | 28.00 | 0.1000 | 2.80 |
| 107006 | Volqueta de 8 m3 | hora | 1.0000 | 22.00 | 0.0500 | 1.10 |
| 103022 | Cargadora | Hora | 1.0000 | 40.00 | 0.0500 | 2.00 |
| 107005 | Vibro-apisonador | Hora | 1.0000 | 3.25 | 0.1000 | 0.33 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 6.23 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2C9001 | Tubería de Acero corrugado D= 12 | m | 1.0000 | 215.00 | | 215.00 |
| 200008 | Arena (en obra) | m3 | 1.0000 | 18.00 | | 18.00 |
| 200015 | Varios tub. corrugada | global | 1.0000 | 15.00 | | 15.00 |
| 230004 | Material de mejoramiento puesto e | m3 | 1.7000 | 14.00 | | 23.80 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 271.80 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 460005 | Operador Excavadora | | 1.0000 | 3.38 | 0.1000 | 0.34 |
| 463001 | Chofer de trailer, volqueta, tanquero, plataforma, etc | | 1.0000 | 4.36 | 0.0500 | 0.22 |
| 460002 | Operador Cargadora Frontal | | 1.0000 | 3.38 | 0.0500 | 0.17 |
| 458001 | Op. de Equipo Liviano | | 1.0000 | 3.05 | 0.1000 | 0.31 |
| 416012 | Peón | | 4.0000 | 3.18 | 0.1000 | 1.27 |
| 417001 | Albañil | | 2.0000 | 3.22 | 0.1000 | 0.64 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 2.95 |

Costo Directo Total: 280.97

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 42.15

**Precio Unitario Total .....** 323.12

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 3,004
**Código:** 500500
**Descrip.:** Hormigón Estructural de cemento Portland, Clase D (f´c=210 kg/cm2)
**Unidad:** m3

## COSTOS DIRECTOS

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 106001 | Equipo menor | Hora | 1.0000 | 0.26 | 0.2857 | 0.07 |
| 107004 | Vibrador | Hora | 1.0000 | 2.30 | 0.2857 | 0.66 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.73 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 500003 | Encofrado Recto | m2 | 0.6000 | 11.69 | | 7.02 |
| 2C1002 | Hormigón premezclado f"c=210, gr | m3 | 1.0000 | 98.00 | | 98.00 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 105.02 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 2.0000 | 3.18 | 0.2857 | 1.82 |
| 417001 | Albañil | | 2.0000 | 3.22 | 0.2857 | 1.84 |
| 458001 | Op. de Equipo Liviano | | 1.0000 | 3.05 | 0.0500 | 0.15 |
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.0286 | 0.10 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 3.91 |

Costo Directo Total: 109.66

## COSTOS INDIRECTOS

15 % 16.45

**Precio Unitario Total .....** 126.11

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 4,001
**Código:** 500010
**Descrip.:** Relleno compactado con material sin clasificar
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 106001 | Equipo menor | Hora | 1.0000 | 0.26 | 0.1900 | 0.05 |
| 107005 | Vibro-apisonador | Hora | 1.0000 | 3.25 | 0.1900 | 0.62 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.67 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 230035 | MATERIAL GRANULAR | m3 | 1.0000 | 11.30 | | 11.30 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 11.30 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 4.0000 | 3.18 | 0.1900 | 2.42 |
| 458001 | Op. de Equipo Liviano | | 1.0000 | 3.05 | 0.1900 | 0.58 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 3.00 |

Costo Directo Total: 14.96

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 2.25

**Precio Unitario Total .....** 17.21

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 4,002
**Código:** 502017
**Descrip.:** Relleno compactado con vibroapisonador, material de sitio
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101001 | Herramienta manual y menor de | %MO | 5%MO | | | 0.15 |
| 102024 | Vibroaprisionador Weber SRX65 | Hora | 1.0000 | 4.28 | 0.3000 | 1.28 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 1.43 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 2.0000 | 3.18 | 0.3000 | 1.91 |
| 417002 | Operador de equipo liviano | | 1.0000 | 3.22 | 0.3000 | 0.97 |
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.0300 | 0.11 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 2.98 |

Costo Directo Total: 4.41

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.66

**Precio Unitario Total .....** 5.08

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 4,003
**Código:** 502019
**Descrip.:** Relleno compactado en zanjas, material de mejoramiento
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 230004 | Material de mejoramiento puesto e | m3 | 1.3000 | 14.00 | | 18.20 |
| 502017 | Relleno compactado con vibroapis | m3 | 1.0000 | 4.41 | | 4.41 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 22.61 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 22.61

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 3.39

**Precio Unitario Total .....** 26.01

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 5,001,001
**Código:** 557051
**Descrip.:** Cuneta de hormigón f´c=210kg/cm2 e=5cm, incluye encofrado y piedra bola
**Unidad:** m2

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101041 | Herramienta menor | %MO | 5%MO | | | 0.21 |
| 102012 | Concretera de 1 saco | Hora | 1.0000 | 3.10 | 0.1000 | 0.31 |
| 107004 | Vibrador | Hora | 1.0000 | 2.30 | 0.1250 | 0.29 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.81 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 230001 | Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprc | m3 | 0.0330 | 16.00 | | 0.53 |
| 226001 | Cemento Portland Tipo I | saco 50 kg | 0.3605 | 7.25 | | 2.61 |
| 230018 | Piedra Canto Rodado | m3 | 0.1100 | 17.00 | | 1.87 |
| 230022 | RIPIO | m3 | 0.0480 | 8.50 | | 0.41 |
| 2BR001 | Pingos | m | 2.0000 | 0.70 | | 1.40 |
| 2AO023 | TABLA DE MONTE 0,30M | m | 0.6920 | 0.79 | | 0.55 |
| 227147 | ACEITE QUEMADO | gl | 0.0500 | 0.50 | | 0.03 |
| 227143 | Agua | lt | 11.0000 | 0.01 | | 0.11 |
| 215079 | CLAVOS | Kg | 0.1250 | 0.76 | | 0.10 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 7.60 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 10.0000 | 3.18 | 0.1000 | 3.18 |
| 417001 | Albañil | | 3.0000 | 3.22 | 0.1000 | 0.97 |
| 421001 | Inspector de Obra | | 1.0000 | 3.57 | 0.0100 | 0.04 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 4.18 |

Costo Directo Total: 12.59

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 1.89

**Precio Unitario Total .....** 14.47

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 5,002,001
**Código:** 506031
**Descrip.:** Muros de HºSº f´c=210 kg/cm²
**Unidad:** m3

## COSTOS DIRECTOS

### Equipo y herramienta

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

### Materiales

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 505002 | HºSº f´c=210 kg/cm² (en concretera | m3 | 1.0300 | 94.93 | | 97.77 |
| 506032 | Hormigonado de muros (equipo y r | hora | 1.0000 | 43.12 | | 43.12 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 140.89 |

### Transporte

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

### Mano de Obra

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 140.89

## COSTOS INDIRECTOS

15 % 21.13

**Precio Unitario Total .....** 162.03

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 5,003,001
**Código:** 500122
**Descrip.:** Hormigón Estructural de cemento Portland, Clase B (f´c=280 kg/cm2)
**Unidad:** m3

## COSTOS DIRECTOS

### Equipo y herramienta

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 106001 | Equipo menor | Hora | 1.0000 | 0.26 | 0.5556 | 0.14 |
| 107004 | Vibrador | Hora | 1.0000 | 2.30 | 0.5556 | 1.28 |
| 107012 | Bomba lanzadora de concreto | Hora | 1.0000 | 16.00 | 0.5556 | 8.89 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 10.31 |

### Materiales

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2C1003 | Hormigón premezclado f´c=280 kg/ | m3 | 1.0000 | 108.00 | | 108.00 |
| 2BX002 | Aditivo quimico para curado de hor | Gln | 0.2500 | 11.30 | | 2.83 |
| 500003 | Encofrado Recto | m2 | 0.8500 | 11.69 | | 9.94 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 120.77 |

### Transporte

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

### Mano de Obra

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 4.0000 | 3.18 | 0.5556 | 7.07 |
| 417001 | Albañil | | 2.0000 | 3.22 | 0.5556 | 3.58 |
| 458001 | Op. de Equipo Liviano | | 2.0000 | 3.05 | 0.1667 | 1.02 |
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.1667 | 0.60 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 12.26 |

Costo Directo Total: 143.33

## COSTOS INDIRECTOS

15 % 21.50

**Precio Unitario Total .....** 164.83

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 6,001
**Código:** 502024
**Descrip.:** Subrasante, conformación y compactación con equipo pesado
**Unidad:** m2

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 103007 | Motoniveladora | Hora | 1.0000 | 40.00 | 0.0080 | 0.32 |
| 103012 | Rodillo Neumático | Hora | 1.0000 | 30.00 | 0.0080 | 0.24 |
| 103015 | Tanquero de agua | Hora | 1.0000 | 18.00 | 0.0080 | 0.14 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.70 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 2.0000 | 3.18 | 0.0080 | 0.05 |
| 418004 | Maestro mayor en ejecución de obras civiles | | 1.0000 | 3.57 | 0.0008 | 0.00 |
| 422001 | Motoniveladora | | 1.0000 | 3.57 | 0.0080 | 0.03 |
| 423004 | Rodillo Autopropulsado | | 1.0000 | 3.39 | 0.0080 | 0.03 |
| 456009 | Chofer: Para transporte escolar - Personal y turísmo | | 1.0000 | 4.62 | 0.0080 | 0.04 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.15 |

Costo Directo Total: 0.85

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.13

**Precio Unitario Total .....** 0.98

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 6,002
**Código:** 502028
**Descrip.:** Sub Base, tendido conformación y compactación
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227078 | Agua en obra (Incluye instalacione | litro | 15.0000 | 0.05 | | 0.75 |
| 230005 | Sub Base puesta en obra | m3 | 1.3000 | 10.50 | | 13.65 |
| 502025 | Tendido, conformación y compacta | m3 | 1.0000 | 1.82 | | 1.82 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 16.22 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 16.22

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 2.43

**Precio Unitario Total .....** 18.65

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 6,003
**Código:** 502027
**Descrip.:** Base Clase II, tendido, conformación y compactación
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227078 | Agua en obra (Incluye instalacione | litro | 15.0000 | 0.05 | | 0.75 |
| 230006 | Base Clase II | m3 | 1.3500 | 17.00 | | 22.95 |
| 502025 | Tendido, conformación y compacta | m3 | 1.0000 | 1.82 | | 1.82 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 25.52 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 25.52

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 3.83

**Precio Unitario Total .....** 29.35

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 6,004
**Código:** 554024
**Descrip.:** Liga asfáltica
**Unidad:** m2

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101041 | Herramienta menor | %MO | 5%MO | | | 0.01 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.01 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 258052 | ASFALTO AP-3 RC-350 | Kg | 0.5300 | 0.19 | | 0.10 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.10 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 0.0800 | 0.25 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.25 |

Costo Directo Total: 0.37

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.06

**Precio Unitario Total .....** 0.42

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 6,005
**Código:** 554125
**Descrip.:** Carpeta asfaltica 03"
**Unidad:** m2

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 102044 | DISTRIBUIDOR DE ASFALTO | Hora | 1.0000 | 30.00 | 0.0110 | 0.33 |
| 103022 | Cargadora | Hora | 1.0000 | 40.00 | 0.0110 | 0.44 |
| 103033 | PLANTA ASFALTICA | Hora | 1.0000 | 120.00 | 0.0110 | 1.32 |
| 102009 | RODILLO COMPACTADOR | Hora | 1.0000 | 25.00 | 0.0110 | 0.28 |
| 103023 | Rodillo Vibratorio | Hora | 1.0000 | 35.00 | 0.0110 | 0.39 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 2.75 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 230034 | MATERIAL FINO CRIBADO | m3 | 0.0900 | 11.30 | | 1.02 |
| 230035 | MATERIAL GRANULAR | m3 | 0.1200 | 11.30 | | 1.36 |
| 258052 | ASFALTO AP-3 RC-350 | Kg | 4.5000 | 0.19 | | 0.86 |
| 227028 | Diesel | gl | 0.1000 | 1.10 | | 0.11 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 3.34 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 8.0000 | 3.18 | 0.0110 | 0.28 |
| 422011 | Retroexcavadora | | 4.0000 | 3.57 | 0.0110 | 0.16 |
| 422010 | Cargadora Frontal (Payloader sobre ruedas u orugas | | 1.0000 | 3.57 | 0.0110 | 0.04 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.48 |

Costo Directo Total: 6.56

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.99

**Precio Unitario Total .....** 7.55

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 7,001
**Código:** 502039
**Descrip.:** Cargado de material con cargadora
**Unidad:** m3

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 103022 | Cargadora | Hora | 1.0000 | 40.00 | 0.0300 | 1.20 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 1.20 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 0.0300 | 0.10 |
| 422010 | Cargadora Frontal (Payloader sobre ruedas u orugas | | 1.0000 | 3.57 | 0.0300 | 0.11 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.20 |

Costo Directo Total: 1.40

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.21

**Precio Unitario Total .....** 1.61

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,001
**Código:** 500074
**Descrip.:** Afiches informativos
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227166 | Afiches informativos | u | 1.0000 | 4.39 | | 4.39 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 4.39 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 4.39

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.66

**Precio Unitario Total .....** 5.05

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,002
**Código:** 500047
**Descrip.:** Agua para control de polvo
**Unidad:** lt

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 103015 | Tanquero de agua | Hora | 0.0008 | 18.00 | 1.0000 | 0.01 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.01 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 464001 | Chofer Licencia Tipo D | | 0.0009 | 4.36 | 1.0000 | 0.00 |
| 416012 | Peón | | 0.0009 | 3.18 | 1.0000 | 0.00 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.01 |

Costo Directo Total: 0.02

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.00

**Precio Unitario Total .....** 0.02

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,003
**Código:** 500046
**Descrip.:** Contratación del Inspector Ambiental
**Unidad:** mes

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 459001 | Tecnico en obras civiles | | 1.0000 | 3.21 | 270.0000 | 866.70 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 866.70 |

Costo Directo Total: 866.70

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 130.01

**Precio Unitario Total .....** 996.71

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,004
**Código:** 500037
**Descrip.:** Fosa séptica y bateria sanitaria
**Unidad:** u

## COSTOS DIRECTOS

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101021 | Herramientas varias | Hora | 5.0000 | 0.40 | 1.0000 | 2.00 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 2.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 201001 | Acero en varillas | kg | 160.0000 | 1.13 | | 180.80 |
| 289003 | Tubería PVC d=110mm E/C sanita | m | 20.0000 | 4.00 | | 80.00 |
| 500101 | Hormigón Simple f´c = 210 kg/cm2 | m3 | 2.0000 | 282.53 | | 565.06 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 825.86 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 459002 | Tecnico albañileria | | 5.0000 | 3.21 | 1.0000 | 16.05 |
| 416012 | Peón | | 20.0000 | 3.18 | 1.0000 | 63.60 |
| 417001 | Albañil | | 5.0000 | 3.22 | 1.0000 | 16.10 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 95.75 |

Costo Directo Total: 923.61

## COSTOS INDIRECTOS

15 % 138.54

**Precio Unitario Total .....** 1,062.15

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,005
**Código:** 500078
**Descrip.:** Señalización con cinta
**Unidad:** m

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101021 | Herramientas varias | Hora | 1.0000 | 0.40 | 0.0050 | 0.00 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 200013 | Cinta de peligro | m | 1.0000 | 0.15 | | 0.15 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.15 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 0.0050 | 0.02 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.02 |

Costo Directo Total: 0.17

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.03

**Precio Unitario Total ..... 0.19**

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,006
**Código:** 500075
**Descrip.:** Taller sobre Socialización- Información del Proyecto
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 110002 | Computador | hora | 1.0000 | 3.00 | 3.0905 | 9.27 |
| 109001 | Infocus | hora | 1.0000 | 10.00 | 3.0905 | 30.91 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 40.18 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 468001 | PROFESIONAL TIPO 1 | | 3.0000 | 4.50 | 3.0905 | 41.72 |
| 466001 | Profesional Titulo IV Nivel - Maestría | | 1.0000 | 22.73 | 3.0905 | 70.25 |
| 459001 | Tecnico en obras civiles | | 3.0000 | 3.21 | 3.0905 | 29.76 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 141.73 |

Costo Directo Total: 181.91

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 27.29

**Precio Unitario Total .....** 209.19

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,007
**Código:** 500076
**Descrip.:** Taller sobre Normas de Conducta en la Obra
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 110002 | Computador | hora | 1.0000 | 3.00 | 2.4289 | 7.29 |
| 109001 | Infocus | hora | 1.0000 | 10.00 | 2.4289 | 24.29 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 31.58 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227157 | Papelografos A0 | u | 6.0000 | 1.00 | | 6.00 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 6.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 468001 | PROFESIONAL TIPO 1 | | 3.0000 | 4.50 | 2.4289 | 32.79 |
| 466001 | Profesional Titulo IV Nivel - Maestría | | 1.0000 | 22.73 | 2.4289 | 55.21 |
| 459001 | Tecnico en obras civiles | | 3.0000 | 3.21 | 2.4289 | 23.39 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 111.39 |

Costo Directo Total: 148.96

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 22.34

**Precio Unitario Total .....** 171.31

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,008
**Código:** 500041
**Descrip.:** Tanque metálico para basura del campamento
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 200011 | Tanque 55 galones | u | 1.0000 | 30.50 | | 30.50 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 30.50 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 30.50

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 4.58

**Precio Unitario Total .....** 35.08

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,009
**Código:** 557164
**Descrip.:** Dotacion de equipo para seguridad personal
**Unidad:** global

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 200021 | Equipo de seguridad personal inclu | u | 10.0000 | 145.00 | | 1,450.00 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 1,450.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 1,450.00

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 217.50

**Precio Unitario Total .....** 1,667.50

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 8,010
**Código:** 557165
**Descrip.:** Equipamiento médico básico
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 200022 | Equpamiento médico básico | u | 1.0000 | 500.00 | | 500.00 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 500.00 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 0.00 |

Costo Directo Total: 500.00

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 75.00

**Precio Unitario Total .....** 575.00

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 9,001
**Código:** 500066
**Descrip.:** Marcas de Pavimento - (Señales Horizontales varias)
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 107013 | Franjadora | Hora | 1.0000 | 3.32 | 0.1744 | 0.58 |
| 107015 | Camión mediano | Hora | 1.0000 | 8.00 | 0.1744 | 1.40 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 1.97 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2BQ002 | PINTURA DE TRAFICO | galón | 0.0060 | 22.80 | | 0.14 |
| 2BQ003 | Diluyente | galón | 0.0100 | 12.76 | | 0.13 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 0.27 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 461007 | Operador de franjeadora | | 1.0000 | 3.21 | 0.1744 | 0.56 |
| 467001 | Chofer Licencia Tipo E | | 1.0000 | 4.36 | 0.1744 | 0.76 |
| 462001 | Ayud. de maquinaria. Engrasador o abastecedor res | | 2.0000 | 3.05 | 0.1744 | 1.06 |
| 416012 | Peón | | 3.0000 | 3.18 | 0.1744 | 1.66 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 4.05 |

Costo Directo Total: 6.29

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 0.94

**Precio Unitario Total .....** 7.23

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 9,002
**Código:** 500072
**Descrip.:** Señales al lado de la carretera - (1.80 x 1.20) - informativas tipo IV ASTM-rectangulares.
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101021 | Herramientas varias | Hora | 1.0000 | 0.40 | 1.5000 | 0.60 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.60 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227171 | Letrero de Señalización Informativa | u | 1.0000 | 405.00 | | 405.00 |
| 500127 | Hormigón Simple 180 Kg/cm2 | m3 | 0.0551 | 111.76 | | 6.16 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 411.16 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 417001 | Albañil | | 1.0000 | 3.22 | 1.5000 | 4.83 |
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 1.5000 | 4.77 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 9.60 |

Costo Directo Total: 421.36

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 63.20

**Precio Unitario Total .....** 484.56

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 9,003
**Código:** 500048
**Descrip.:** Señales al lado de la carretera - (0.60 x 0.60m) - preventivas tipo IV ASTM-rectangulares.
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101021 | Herramientas varias | Hora | 1.0000 | 0.40 | 2.0000 | 0.80 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.80 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227169 | Letrero señalización preventiva lad | u | 1.0000 | 135.00 | | 135.00 |
| 500127 | Hormigón Simple 180 Kg/cm2 | m3 | 0.0276 | 111.76 | | 3.08 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 138.08 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 417001 | Albañil | | 1.0000 | 3.22 | 2.0000 | 6.44 |
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 2.0000 | 6.36 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 12.80 |

Costo Directo Total: 151.68

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 22.75

**Precio Unitario Total .....** 174.43

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 9,004
**Código:** 500069
**Descrip.:** Señales al lado de la carretera - (1.80 x 0.60) - informativas tipo IV ASTM-rectangulares.
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 101021 | Herramientas varias | Hora | 1.0000 | 0.40 | 1.5000 | 0.60 |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.60 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 227172 | Letrero de señalización informativa | u | 1.0000 | 260.00 | | 260.00 |
| 500127 | Hormigón Simple 180 Kg/cm2 | m3 | 0.0551 | 111.76 | | 6.16 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 266.16 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 417001 | Albañil | | 1.0000 | 3.22 | 1.5000 | 4.83 |
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 1.5000 | 4.77 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 9.60 |

Costo Directo Total: 276.36

**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 41.45

**Precio Unitario Total .....** 317.81

# Análisis de Precios Unitarios

11-nov-15

**Item:** 9,005
**Código:** 500049
**Descrip.:** Postes de kilometráje, cada km (0.35 x 0.5)
**Unidad:** u

**COSTOS DIRECTOS**

**Equipo y herramienta**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Equipo: | 0.00 |

**Materiales**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Precio | | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 200018 | Poste de Kilometráje 0.3 x 0.5 | u | 1.0000 | 60.00 | | 60.00 |
| 500127 | Hormigón Simple 180 Kg/cm2 | m3 | 0.0500 | 111.76 | | 5.59 |
| | | | | | Subtotal de Materiales: | 65.59 |

**Transporte**

| Código | Descripción | Unidad | Cantidad | Tarifa/U | Distancia | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | Subtotal de Transporte: | 0.00 |

**Mano de Obra**

| Código | Descripción | | Número | S.R.H. | Rendim. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 417001 | Albañil | | 1.0000 | 3.22 | 0.5000 | 1.61 |
| 416012 | Peón | | 1.0000 | 3.18 | 0.5000 | 1.59 |
| | | | | | Subtotal de Mano de Obra: | 3.20 |

Costo Directo Total: 68.79

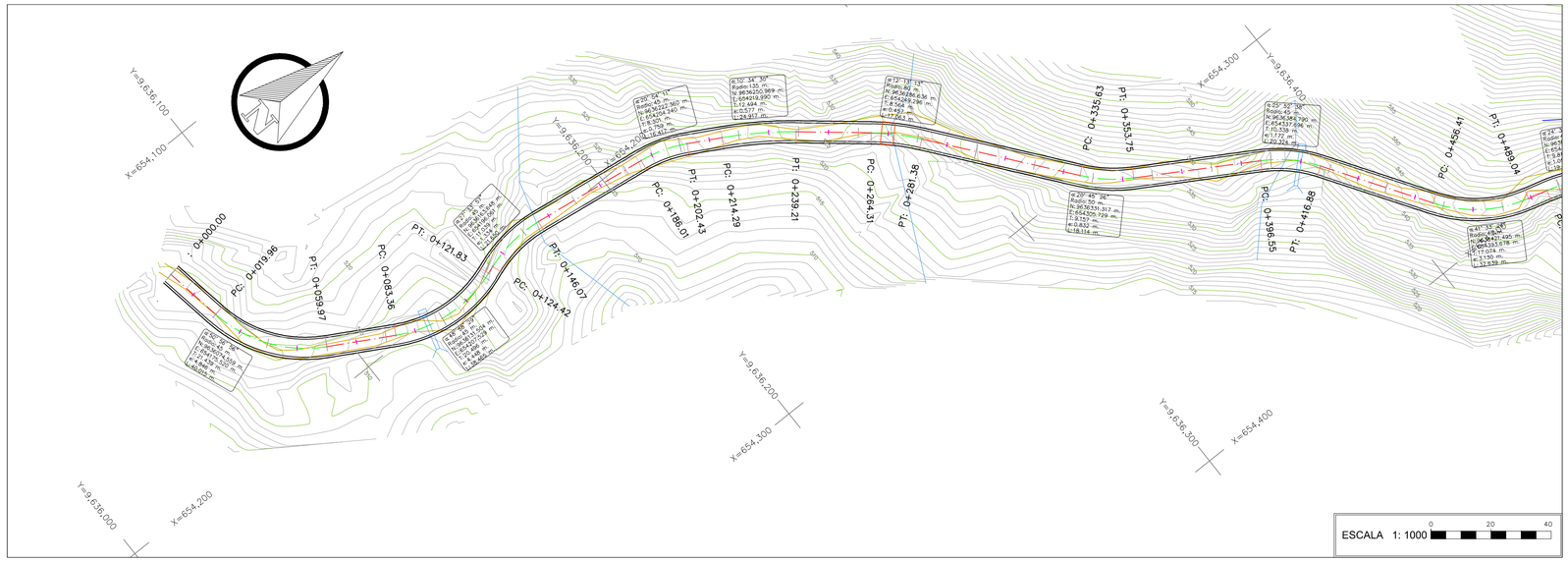
**COSTOS INDIRECTOS**

15 % 10.32

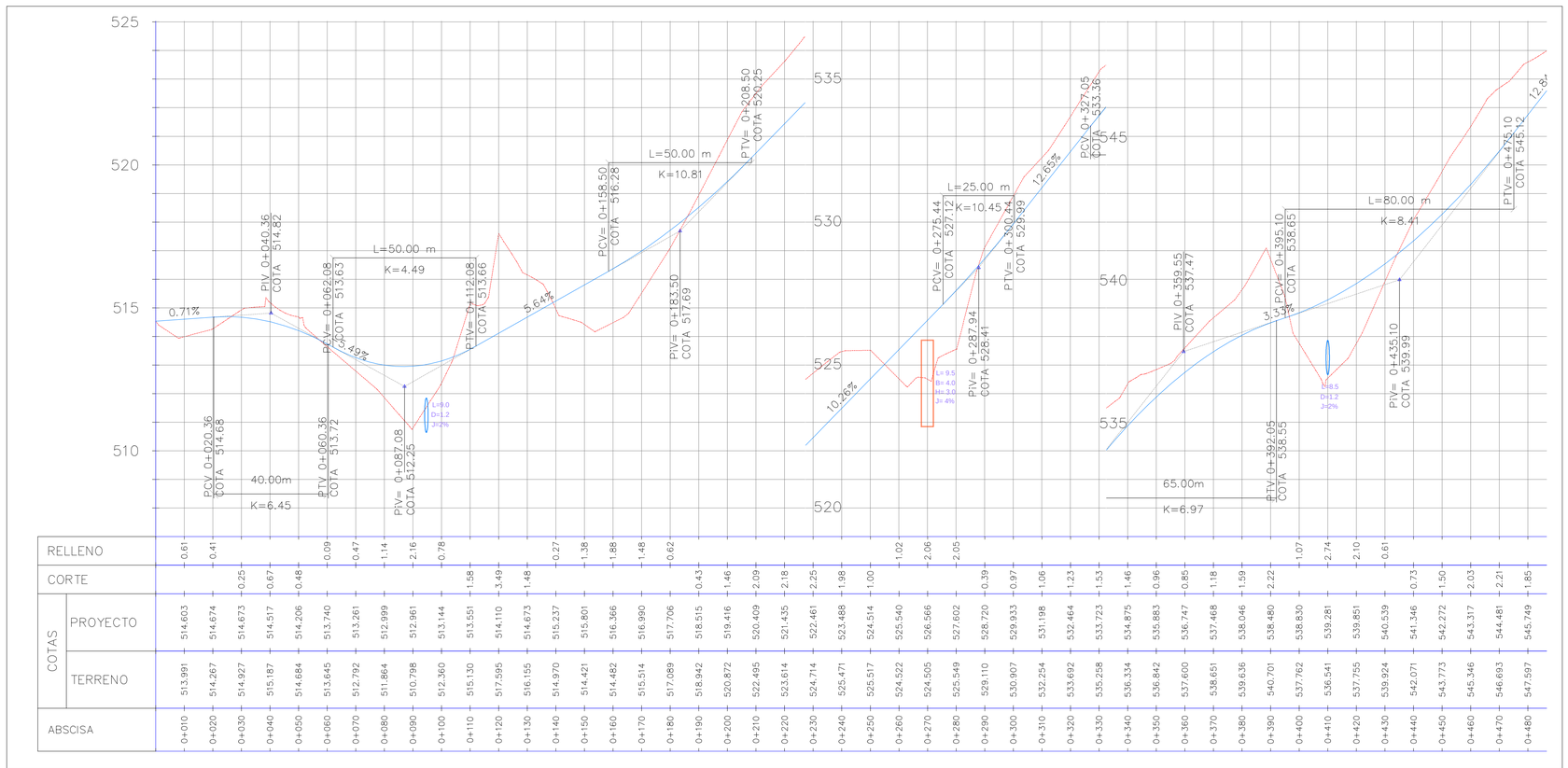
**Precio Unitario Total .....** 79.11

# 11.7 PLANOS

# PROYECTO HORIZONTAL

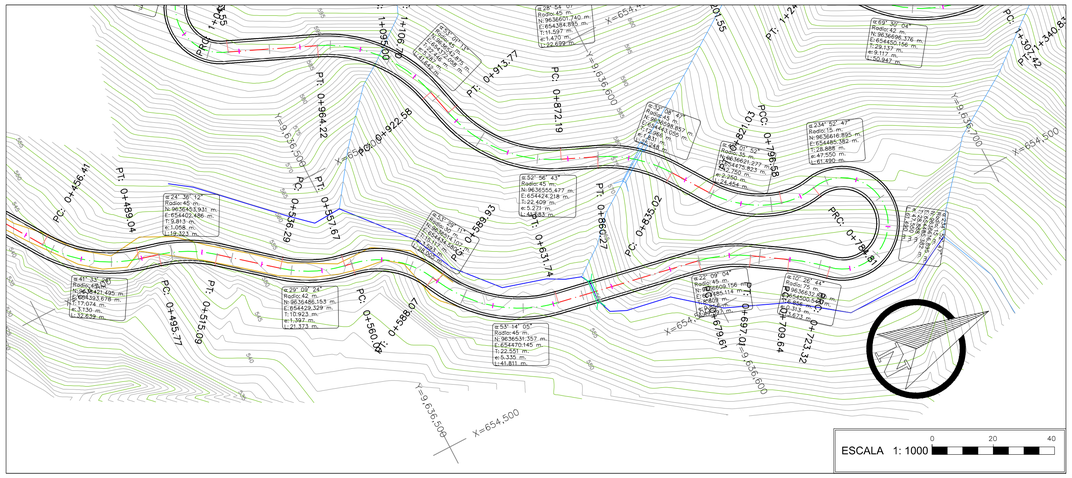



# PROYECTO VERTICAL

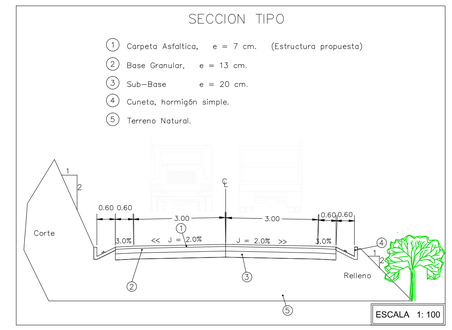


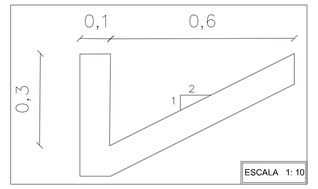

| | | |

# PROYECTO HORIZONTAL



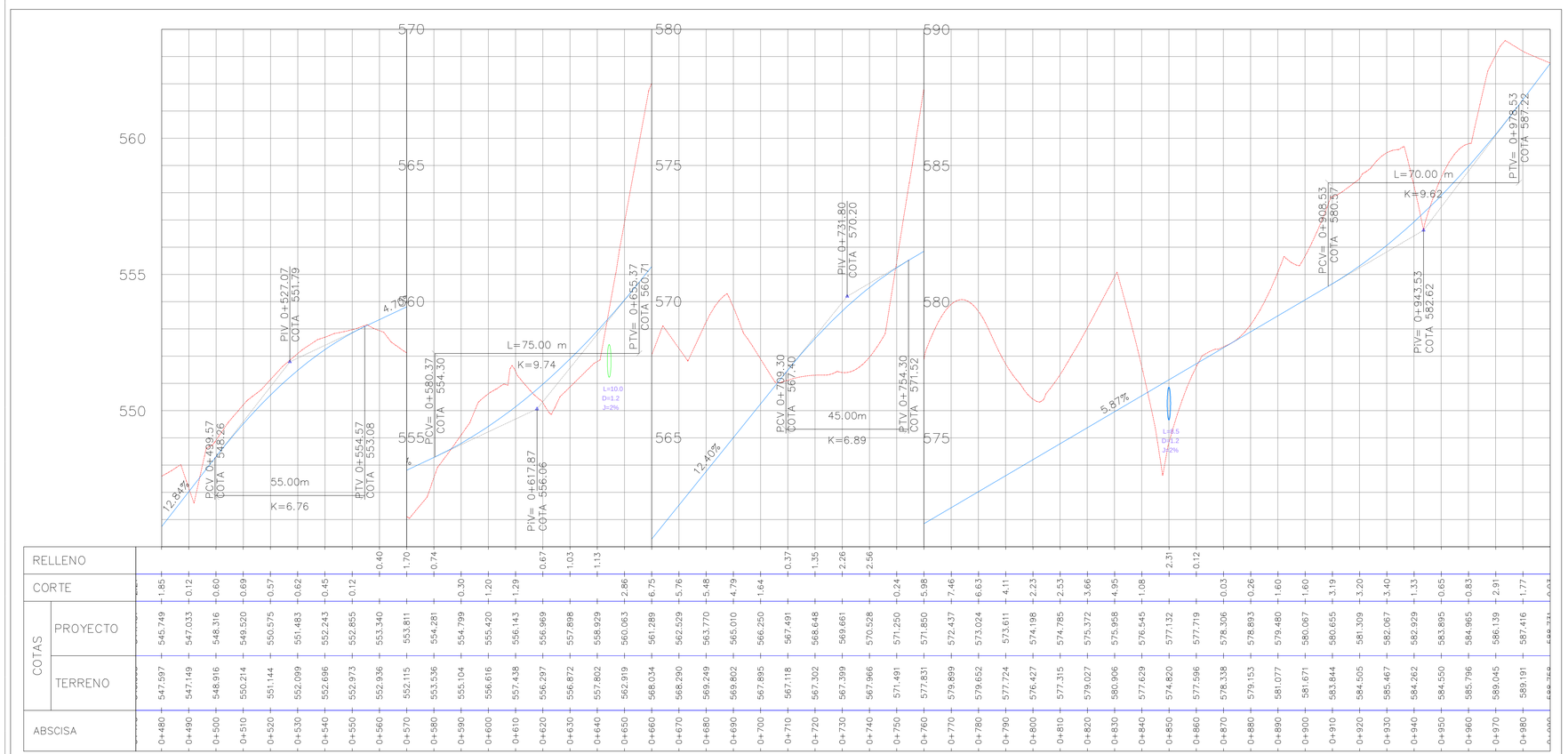

# SECCION TIPO




DETALLES DE CUNETA

# PROYECTO VERTICAL




ESCALAS: H 1: 1000
V 1: 100

## SIMBOLOGIA

- PI punto de inflexion horizontal
- Alcantarilla de control D=1.20m
- Alcantarilla de cajón
- Curvas de nivel 10 m
- Curvas de nivel 2 m
- Curvas Horizontales
- Tangentes
- Rio
- Puente
- Curvas verticales

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO
FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la vía La Union y Progreso – Mollepongo
KM 0+480–0+980

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL

LAMINA: 2/16

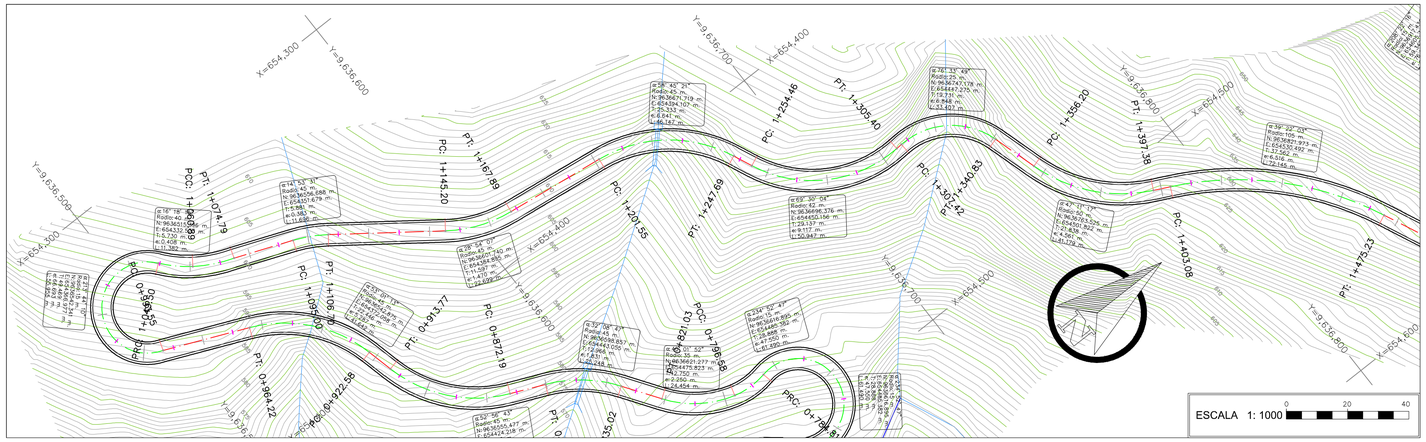
DIRECTOR
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

ESCALA: LAS INDICADAS

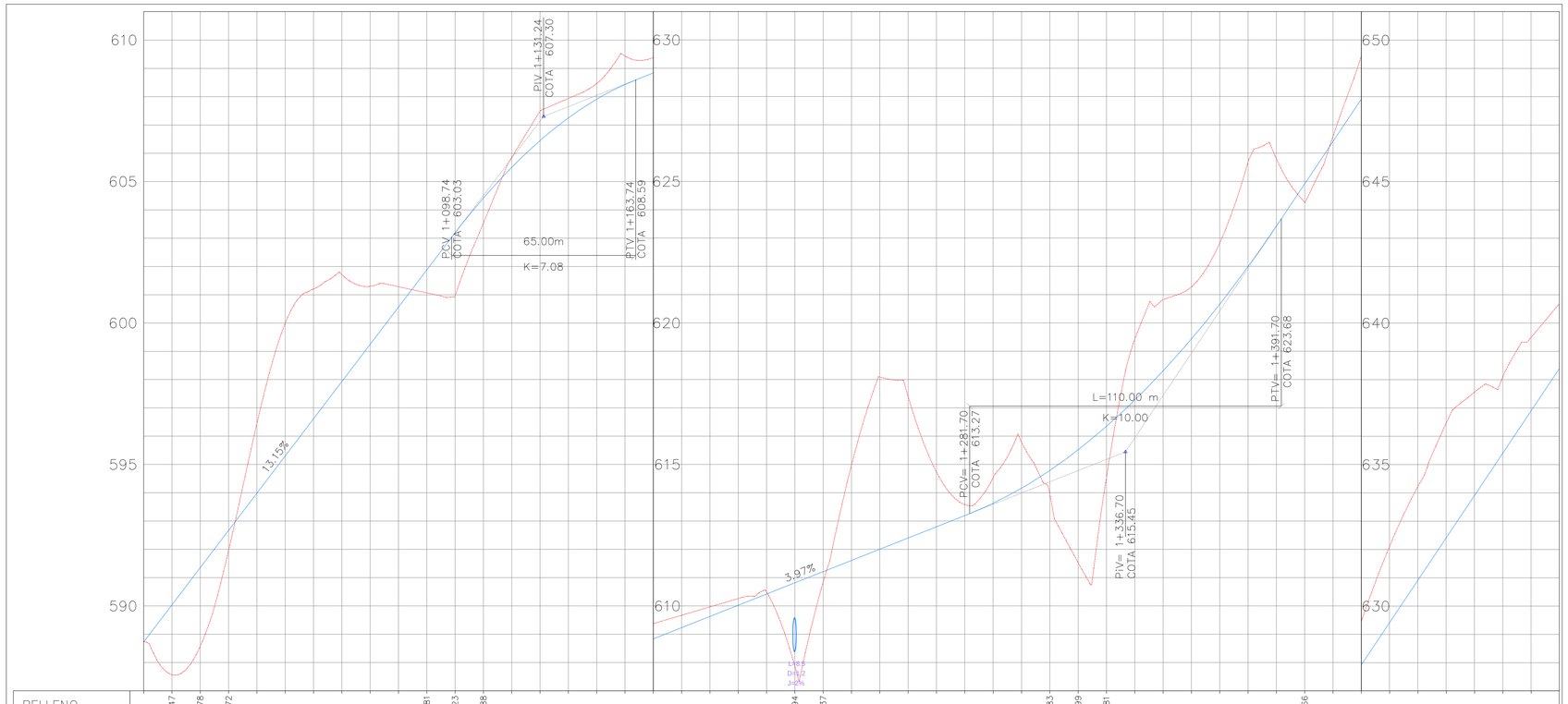
DISEÑO
WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

FECHA: Julio – 2015

# PROYECTO HORIZONTAL

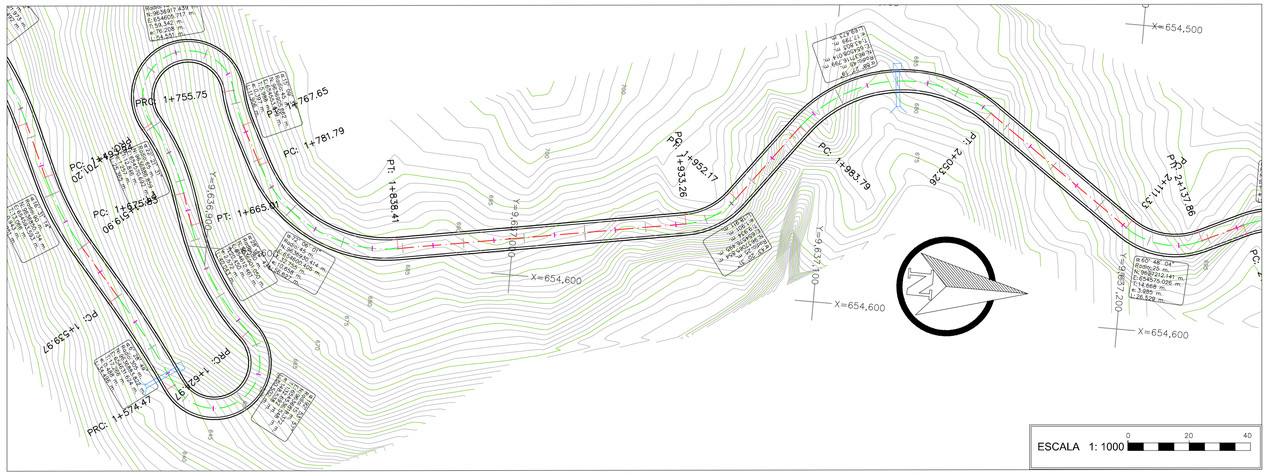



# PROYECTO VERTICAL

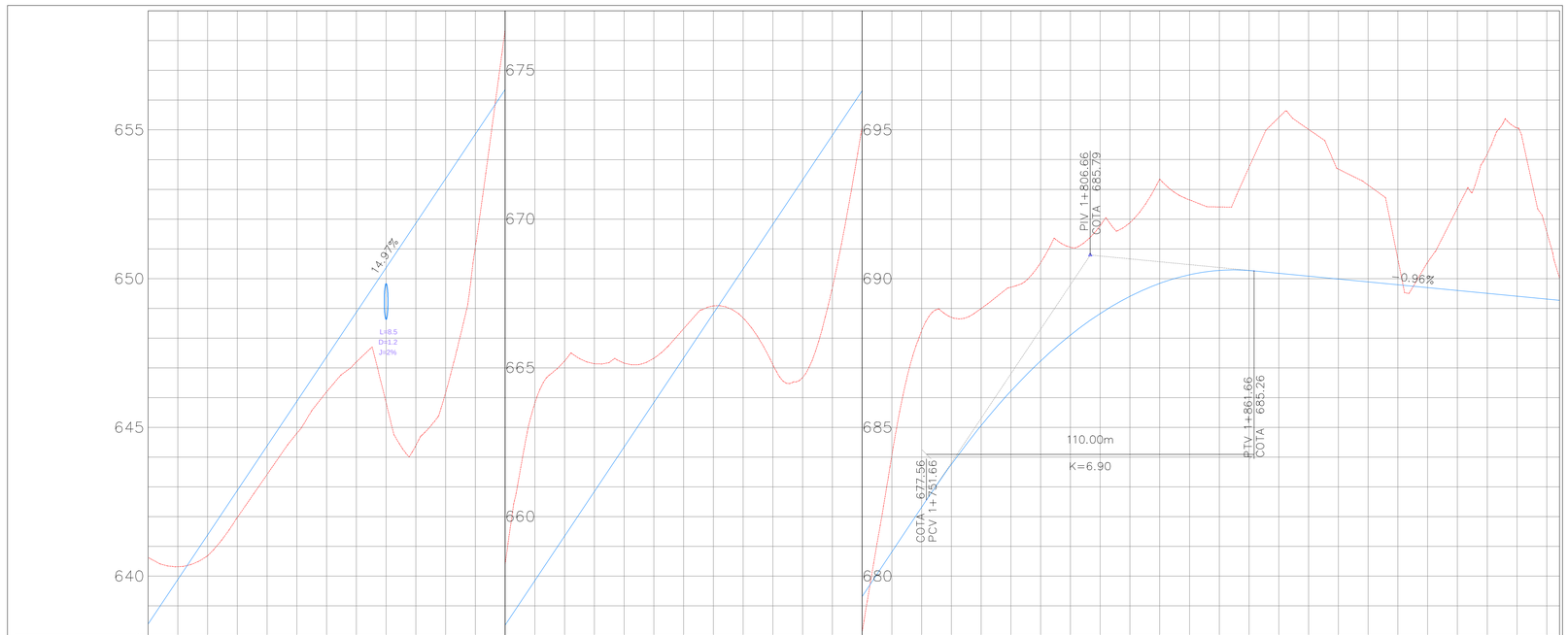



| | | |

# PROYECTO HORIZONTAL

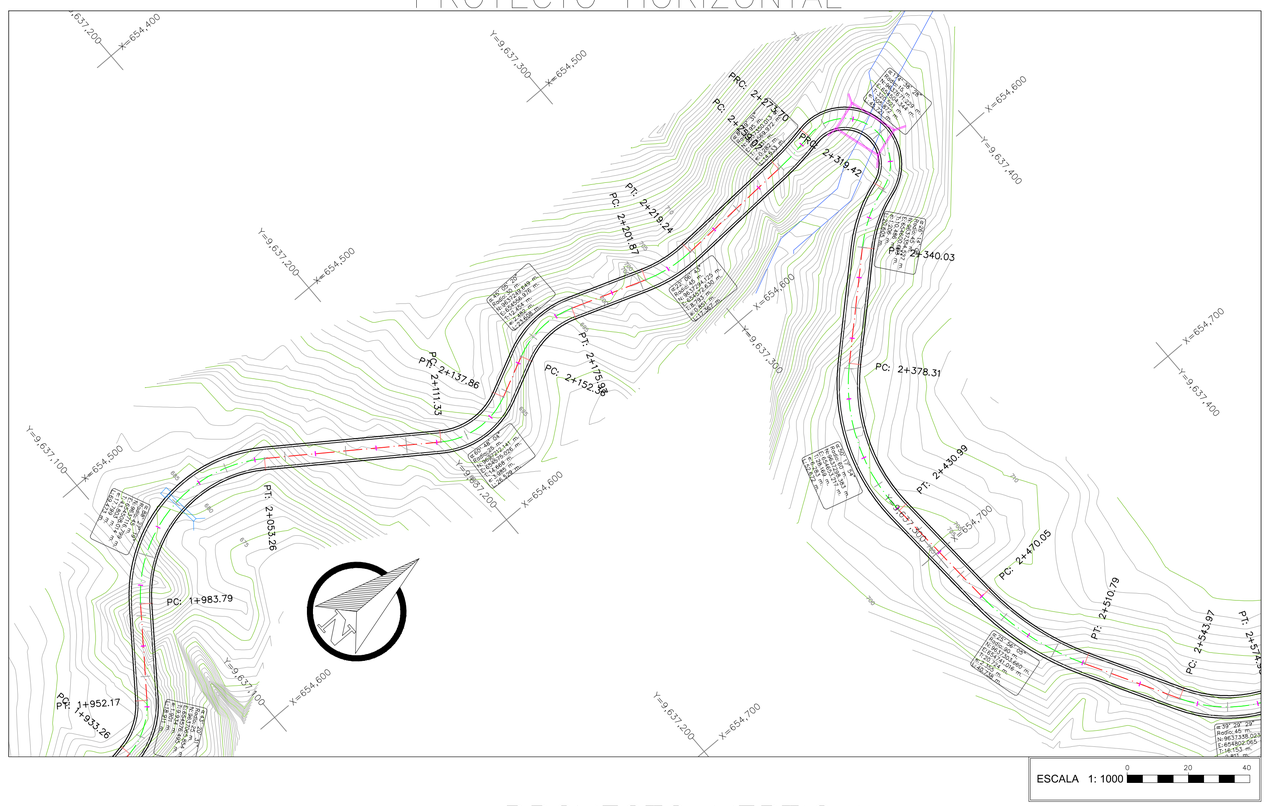


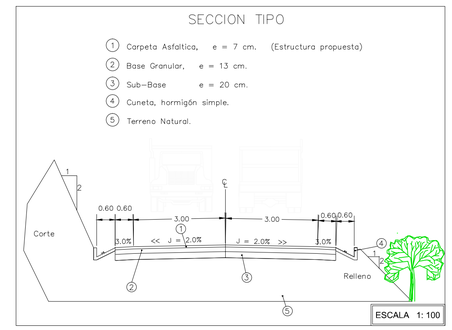

# PROYECTO VERTICAL

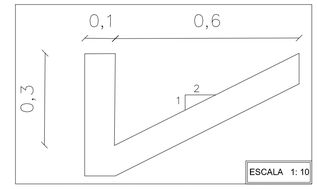



| | | |

# PROYECTO HORIZONTAL



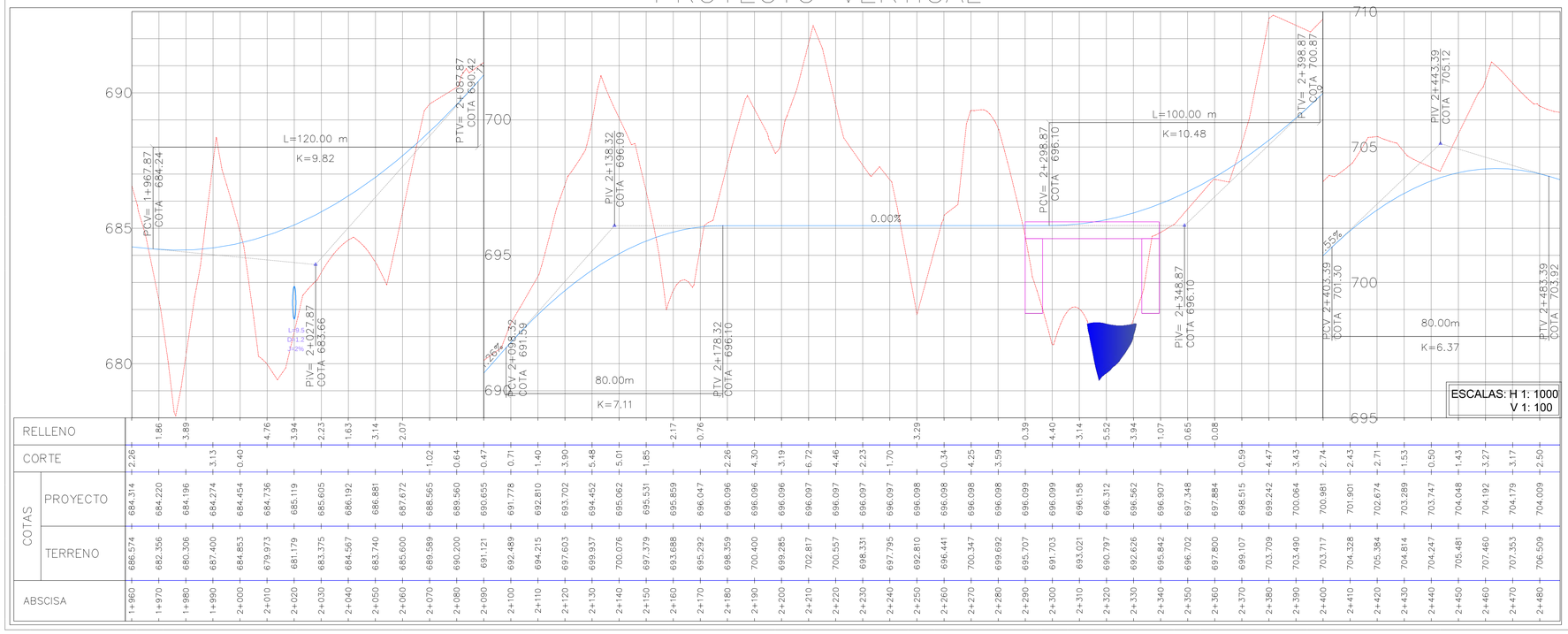




DETALLES DE CUNETA

## SIMBOLOGIA

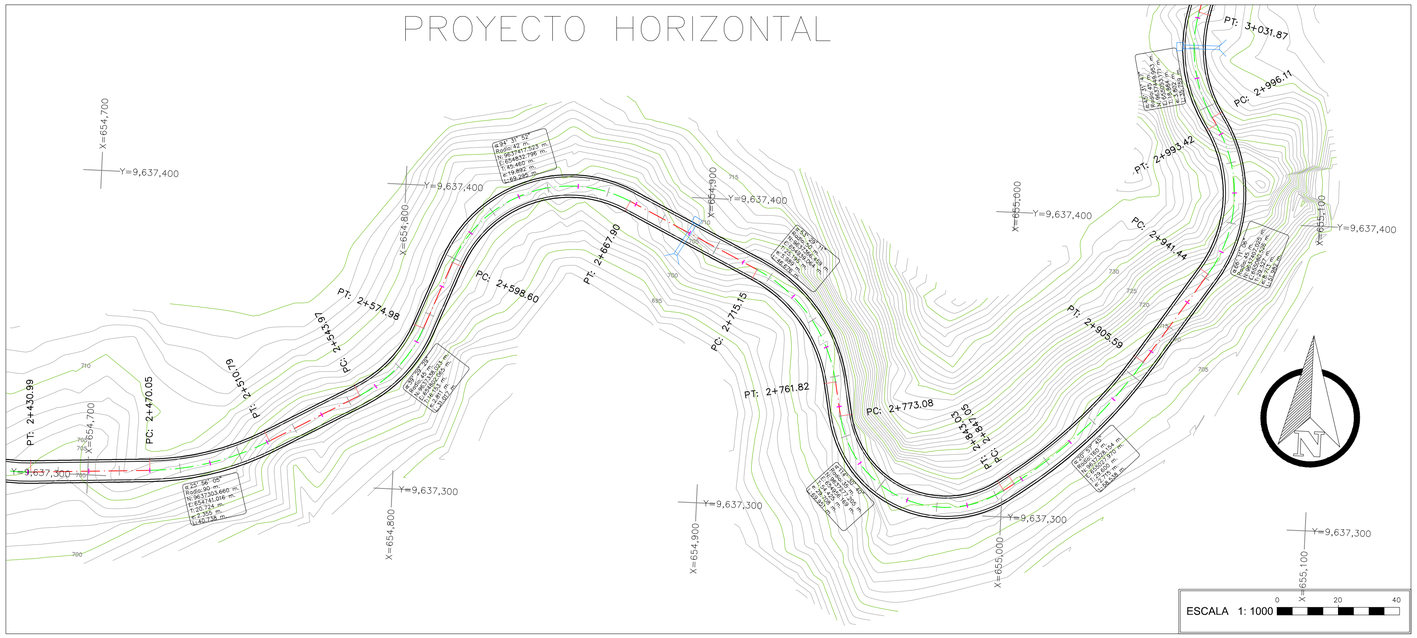
- PI punto de inflexion horizontal
- Alcantarilla de control D=1.20m
- Alcantarilla de cajón
- Curvas de nivel 10 m
- Curvas de nivel 2 m
- Curvas Horizontales
- Tangentes
- Rio
- Puente
- Curvas verticales

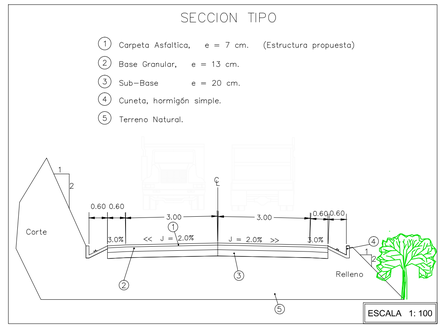
# PROYECTO VERTICAL

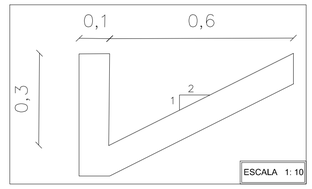



| | | |

# PROYECTO HORIZONTAL

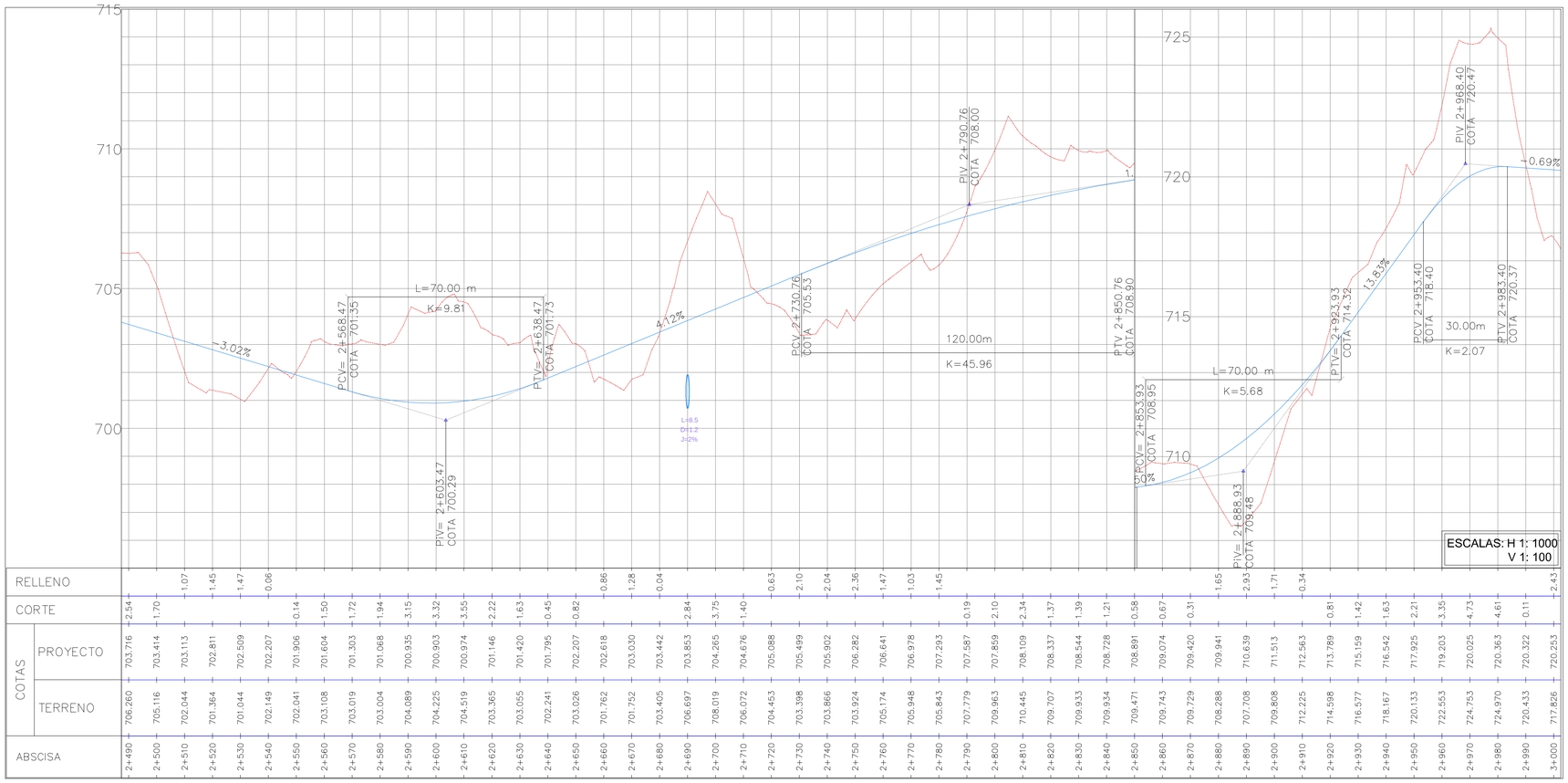



DETALLES DE CUNETA

# PROYECTO VERTICAL




| | | ABSCISA | 2+490 | 2+500 | 2+510 | 2+520 | 2+530 | 2+540 | 2+550 | 2+560 | 2+570 | 2+580 | 2+590 | 2+600 | 2+610 | 2+620 | 2+630 | 2+640 | 2+650 | 2+660 | 2+670 | 2+680 | 2+690 | 2+700 | 2+710 | 2+720 | 2+730 | 2+740 | 2+750 | 2+760 | 2+770 | 2+780 | 2+790 | 2+800 | 2+810 | 2+820 | 2+830 | 2+840 | 2+850 | 2+860 | 2+870 | 2+880 | 2+890 | 2+900 | 2+910 | 2+920 | 2+930 | 2+940 | 2+950 | 2+960 | 2+970 | 2+980 | 2+990 | 3+000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RELLENO | | | 1.07 | 1.45 | 1.47 | 0.06 | | | | | | | | | | | | | | 0.86 | 1.28 | 0.04 | | | | 0.63 | 2.10 | 2.04 | 2.36 | 1.47 | 1.03 | 1.45 | | | | | | | | | | | | 1.65 | 2.93 | 1.71 | 0.34 | | | | | | | | 2.43 |
| | CORTE | 2.54 | 1.70 | | | | 0.14 | 1.50 | 1.72 | 1.94 | 3.15 | 3.32 | 3.55 | 2.22 | 1.63 | 0.45 | 0.82 | | | | | | 2.84 | 3.75 | 1.40 | | | | | | | | | | 0.19 | 2.10 | 2.34 | 1.37 | 1.39 | 1.21 | 0.58 | 0.67 | 0.31 | | | | | 0.81 | 1.42 | 1.63 | 2.21 | 3.35 | 4.73 | 4.61 | 0.11 | | |
| COTAS | PROYECTO | 703.716 | 703.414 | 703.113 | 702.811 | 702.509 | 702.207 | 701.906 | 701.604 | 701.303 | 701.068 | 700.935 | 700.903 | 700.974 | 701.146 | 701.420 | 701.795 | 702.207 | 702.618 | 703.030 | 703.442 | 703.853 | 704.265 | 704.676 | 705.088 | 705.499 | 705.902 | 706.282 | 706.641 | 706.978 | 707.293 | 707.587 | 707.859 | 708.109 | 708.337 | 708.544 | 708.728 | 708.891 | 709.074 | 709.420 | 709.941 | 710.639 | 711.513 | 712.563 | 713.789 | 715.159 | 716.542 | 717.925 | 719.203 | 720.025 | 720.363 | 720.322 | 720.253 |
| | TERRENO | 706.260 | 705.116 | 702.044 | 701.364 | 701.044 | 702.149 | 702.041 | 703.108 | 703.019 | 703.004 | 704.089 | 704.225 | 704.519 | 703.365 | 703.055 | 702.241 | 703.026 | 701.762 | 701.752 | 703.405 | 706.697 | 708.019 | 706.072 | 704.453 | 703.398 | 703.866 | 703.924 | 705.174 | 705.948 | 705.843 | 707.779 | 709.963 | 710.445 | 709.707 | 709.933 | 709.934 | 709.471 | 709.743 | 709.729 | 708.288 | 707.708 | 709.808 | 712.225 | 714.598 | 716.577 | 718.167 | 720.133 | 722.553 | 724.753 | 724.970 | 720.433 | 717.826 |

## SIMBOLOGIA

- PI punto de inflexion horizontal
- Alcantarilla de control D=1.20m
- Alcantarilla de cajón
- Curvas de nivel 10 m
- Curvas de nivel 2 m
- Curvas Horizontales
- Tangentes
- Rio
- Puente
- Curvas verticales

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO
FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo
KM 2+520–3+000

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL — LAMINA: 6/16

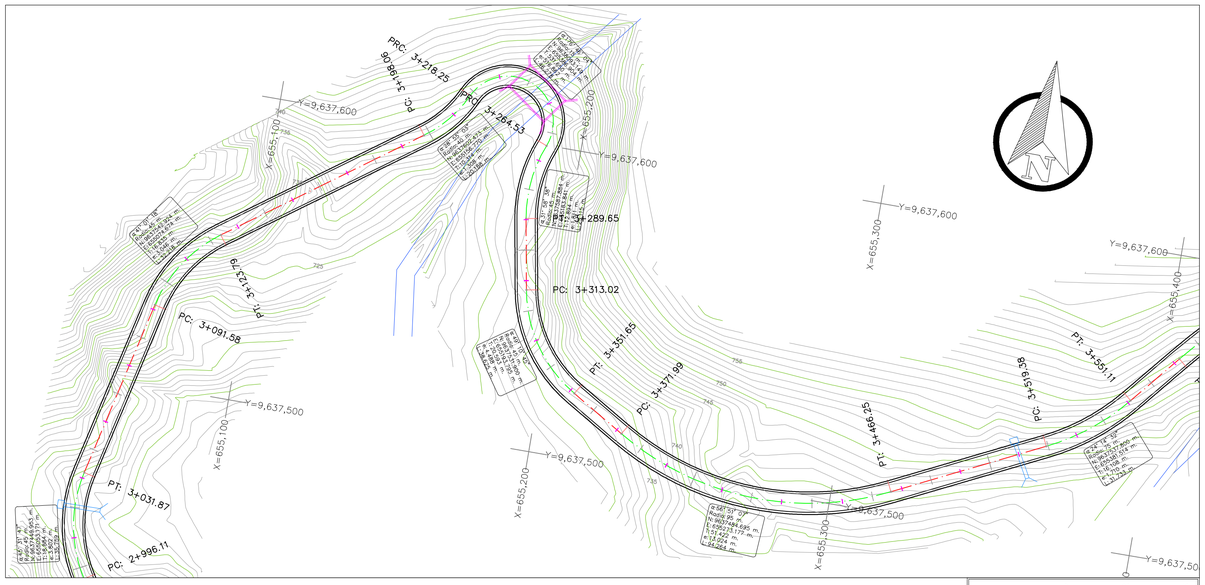
DIRECTOR
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

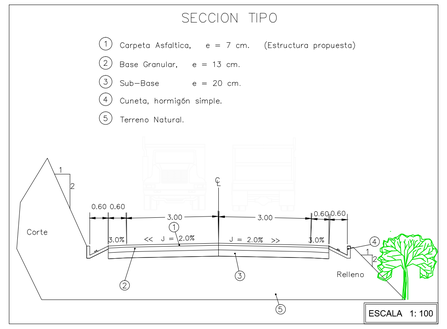
ESCALA: LAS INDICADAS

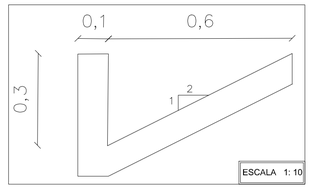
DISEÑO
WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

FECHA: Julio – 2015

# PROYECTO HORIZONTAL

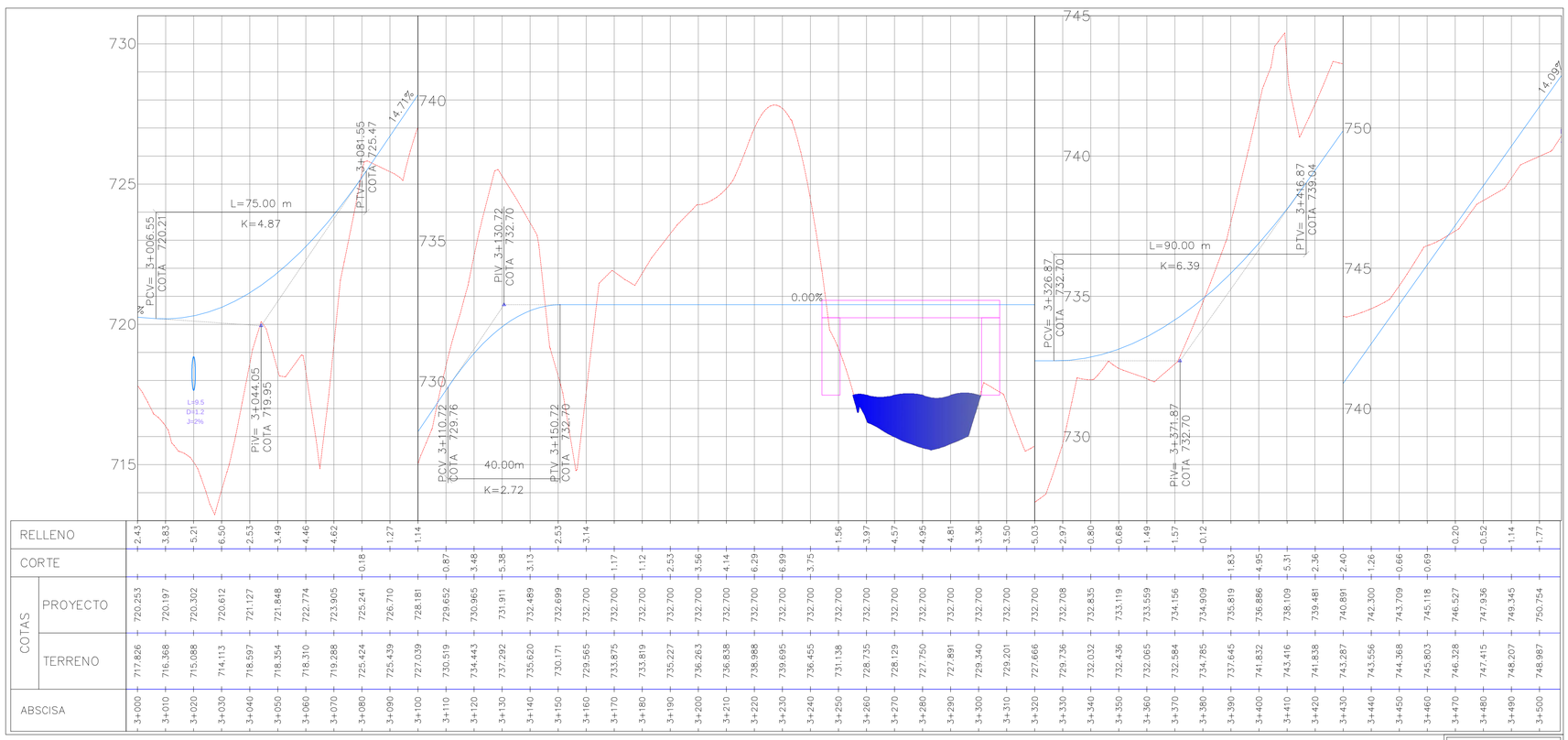


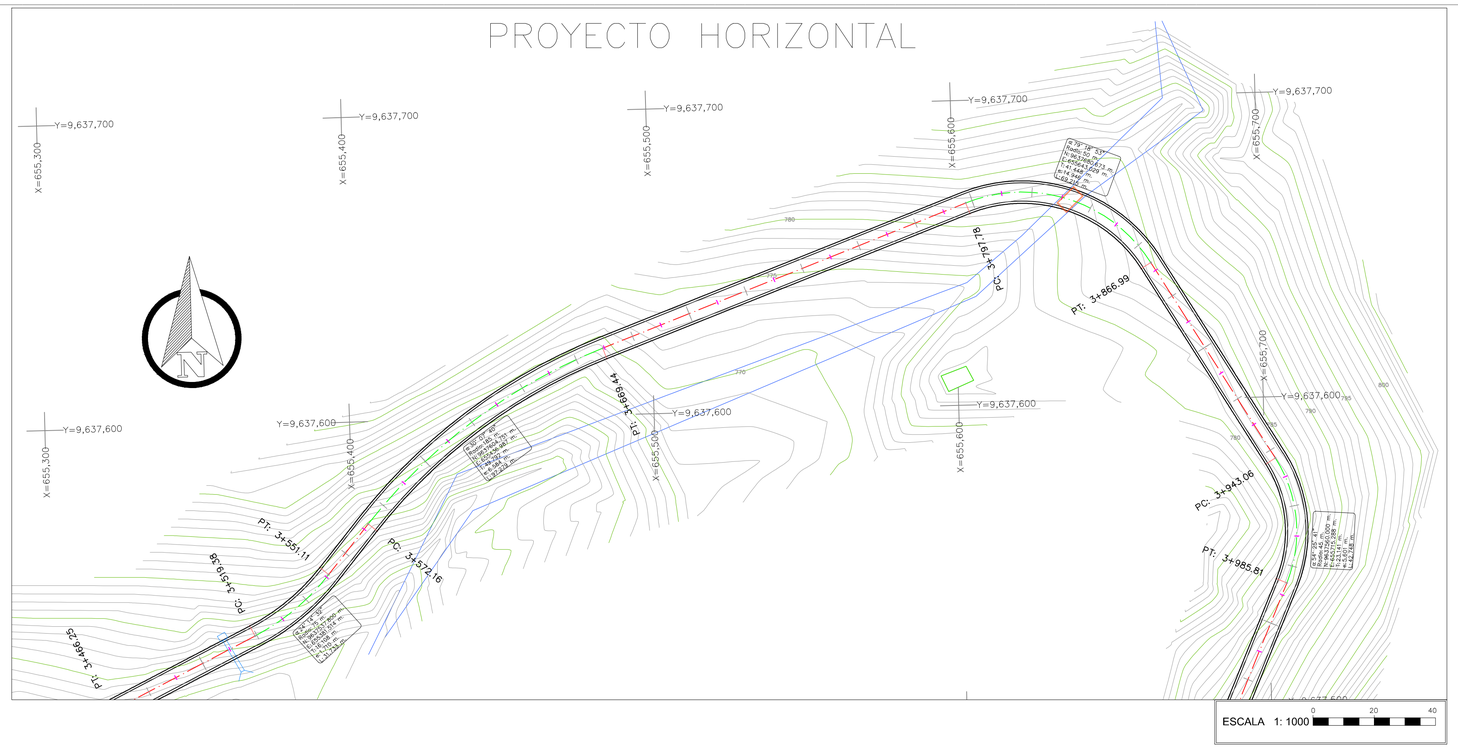

DETALLES DE CUNETA

# PROYECTO VERTICAL



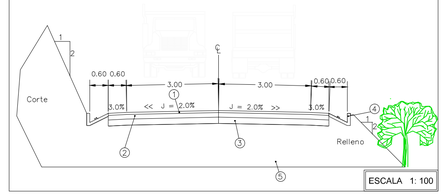

| | | |

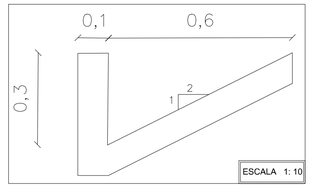
# PROYECTO HORIZONTAL




## SECCION TIPO

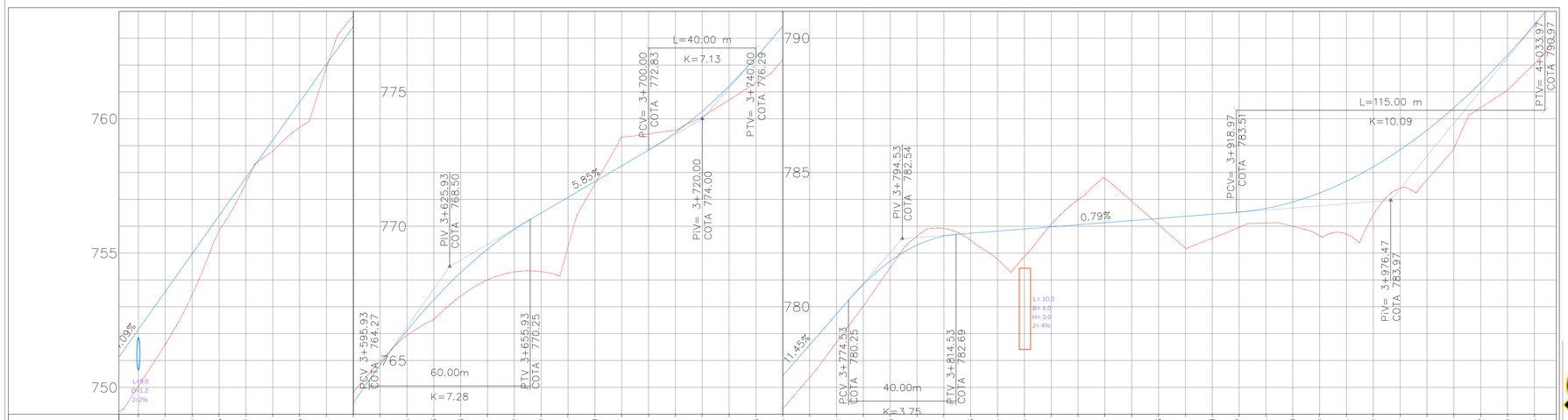
1. Carpeta Asfaltica, e = 7 cm. (Estructura propuesta)
2. Base Granular, e = 13 cm.
3. Sub-Base e = 20 cm.
4. Cuneta, hormigón simple.
5. Terreno Natural.



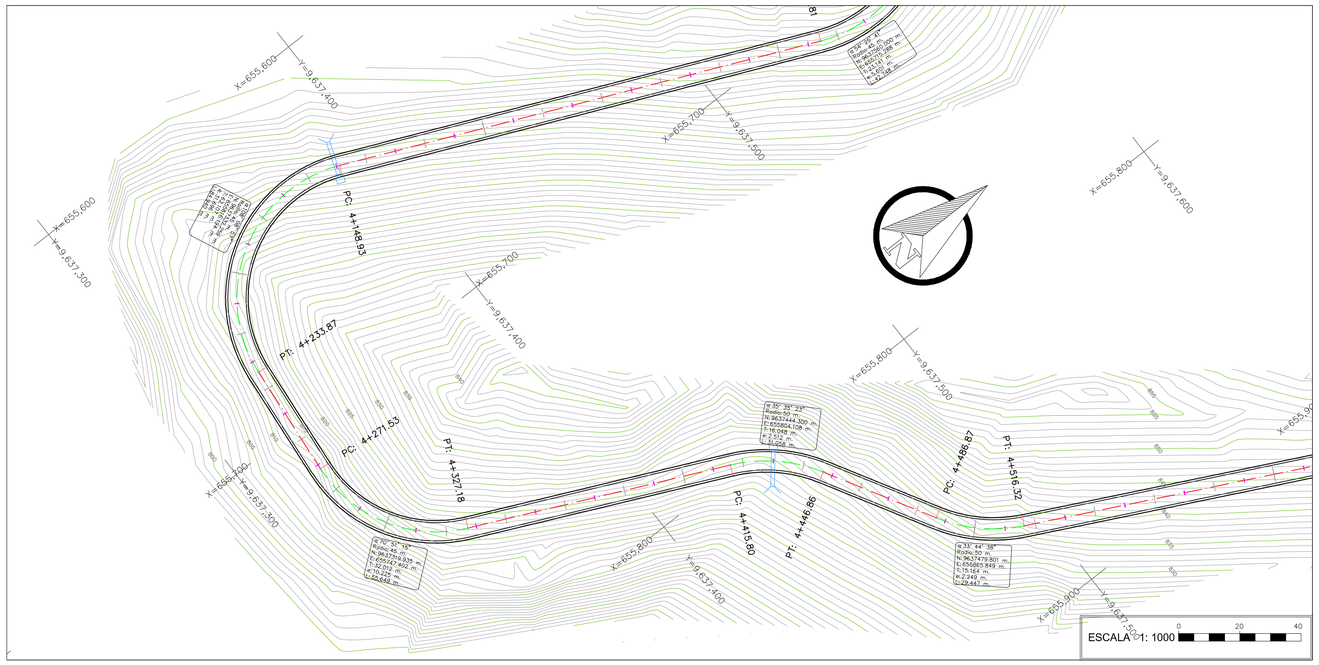

DETALLES DE CUNETA

# PROYECTO VERTICAL

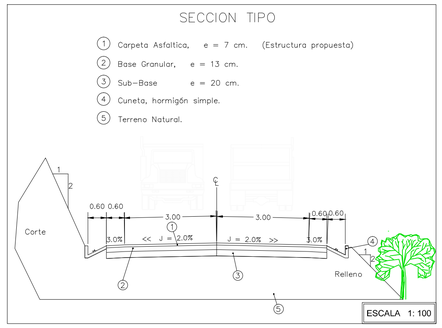


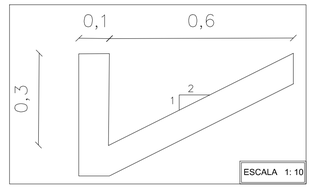

| | | |

# PROYECTO HORIZONTAL




## SECCION TIPO



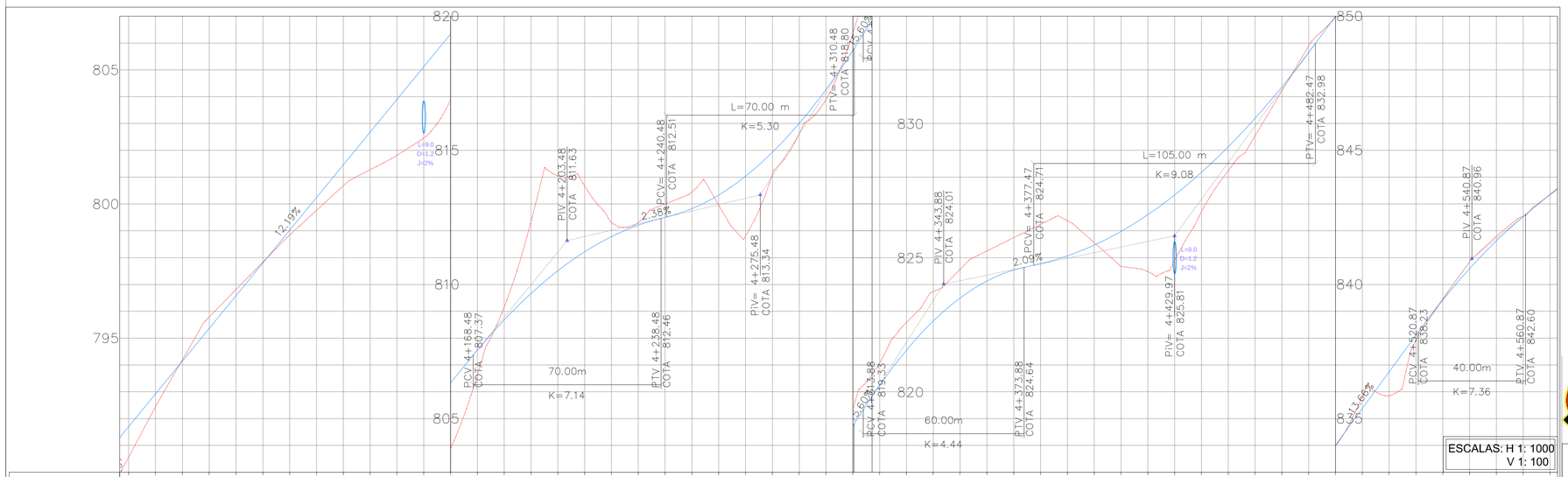




## DETALLES DE CUNETA

## SIMBOLOGIA

- PI punto de inflexion horizontal
- Alcantarilla de control D=1.20m
- Alcantarilla de cajón
- Curvas de nivel 10 m
- Curvas de nivel 2 m
- Curvas Horizontales
- Tangentes
- Rio
- Puente
- Curvas verticales

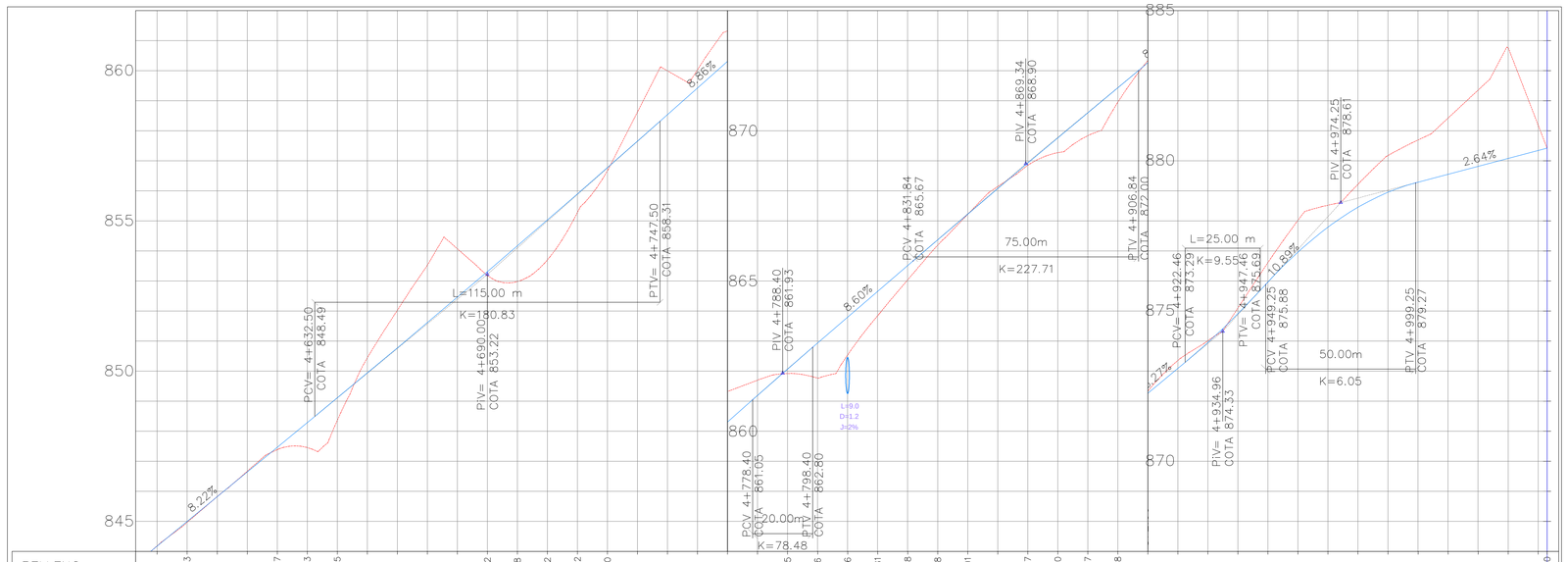
# PROYECTO VERTICAL



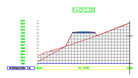

| | | |

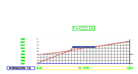
# PROYECTO HORIZONTAL

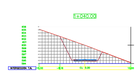
# PROYECTO VERTICAL

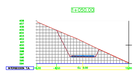


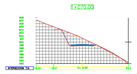

| | | |

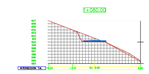


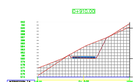


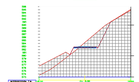


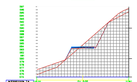


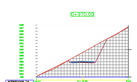


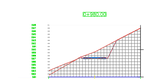


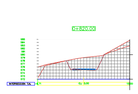


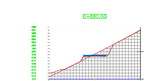


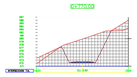


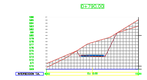

























































































































































UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO
FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo
KM 0+000–1+090

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: DISEÑO TRANSVERSAL

LAMINA: 11/16

DIRECTOR

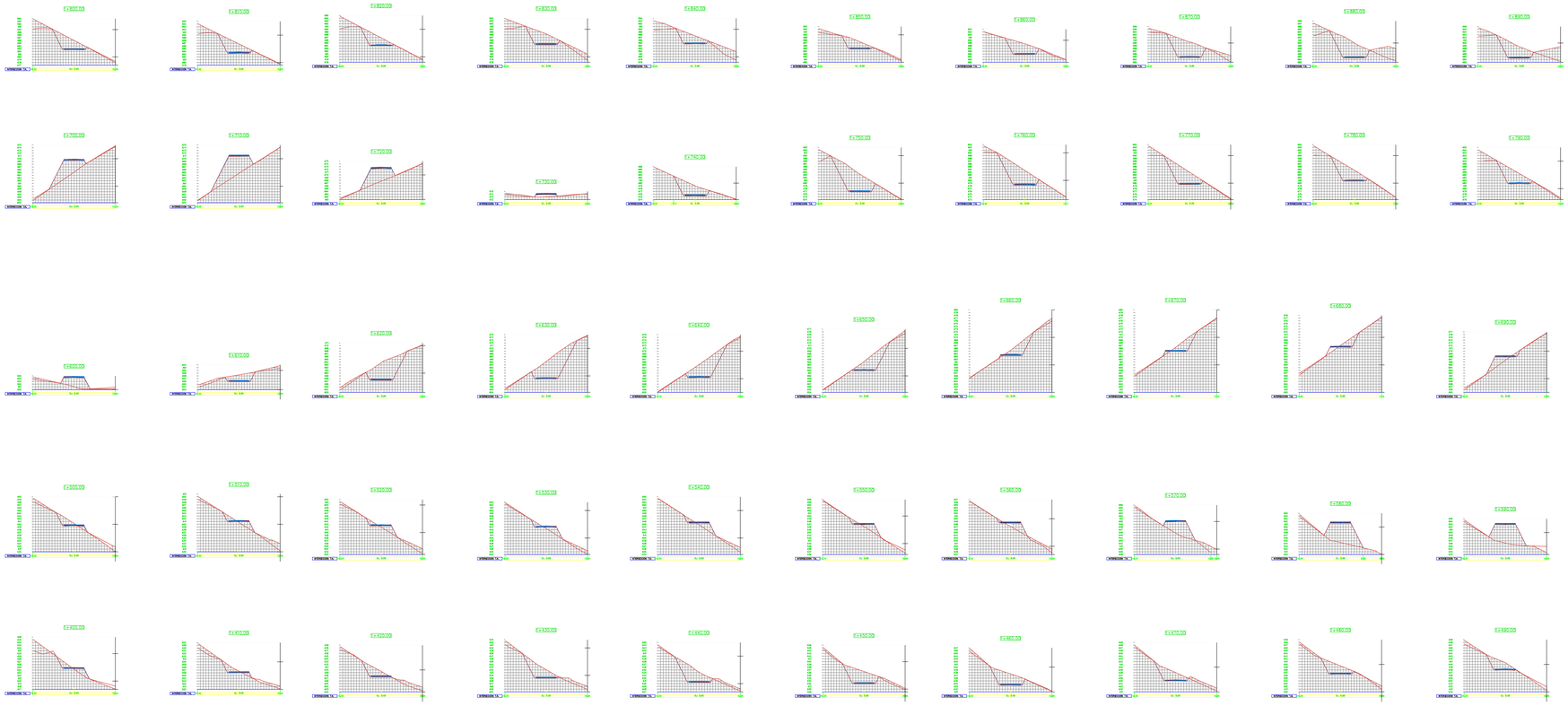
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

ESCALA: 1: 1000

DISEÑO

WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

FECHA: Julio – 2015




UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO

FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo KM 1+100–1+890

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: DISEÑO TRANSVERSAL

LAMINA: 12/16

DIRECTOR

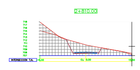
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

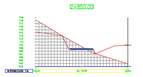
ESCALA: 1: 1000

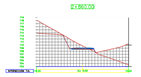
DISEÑO

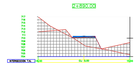
WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

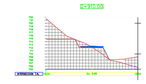
FECHA: Julio – 2015

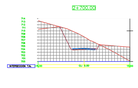


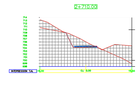


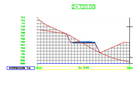


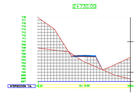


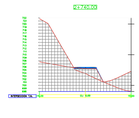


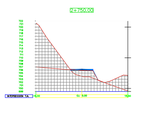


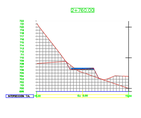


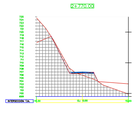


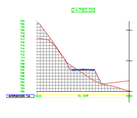


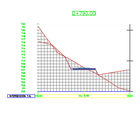


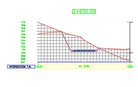


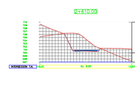


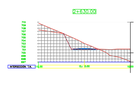


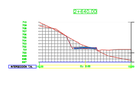


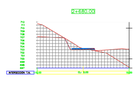


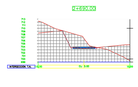


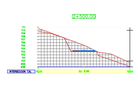


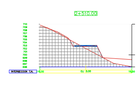


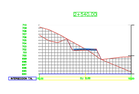


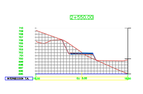


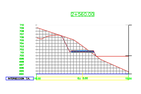


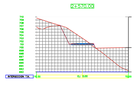









































































































































UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO

FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo

KM 1+900–2+910

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: DISEÑO TRANSVERSAL

LAMINA: 13/16

DIRECTOR

ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

ESCALA: 1: 1000

DISEÑO

WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

FECHA: Julio – 2015

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO
FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo
KM 2+920–4+010

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: DISEÑO TRANSVERSAL

LAMINA: 14/16

DIRECTOR

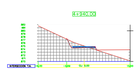
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

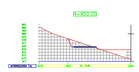
ESCALA: 1: 1000

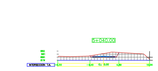
DISEÑO

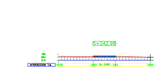
WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

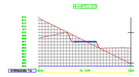
FECHA: Julio – 2015

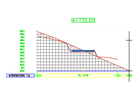


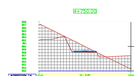


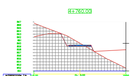


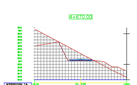













































































































































UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO
FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo
KM 4+020–5+042.98

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: DISEÑO TRANSVERSAL

LAMINA: 15/16

DIRECTOR
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

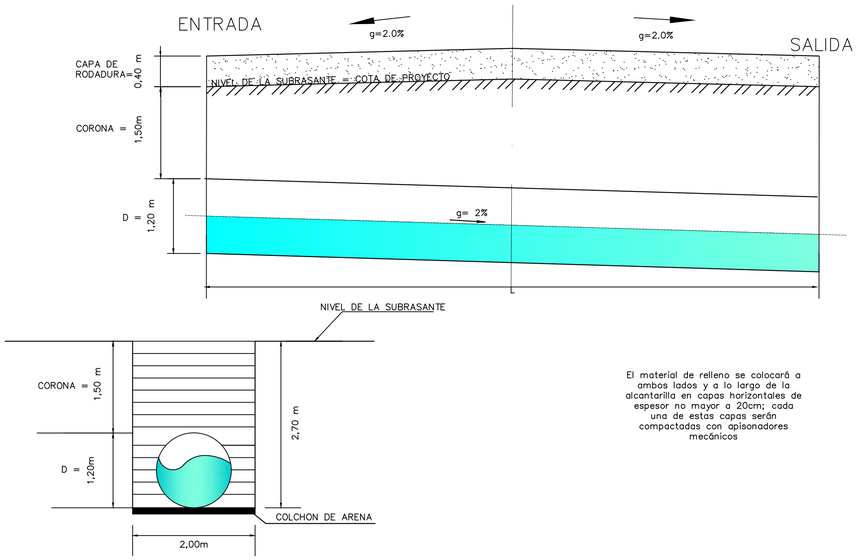
ESCALA: 1: 1000

DISEÑO
WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

FECHA: Julio – 2015

PROYECTO: UNION Y PROGRESO MOLLEPONGO

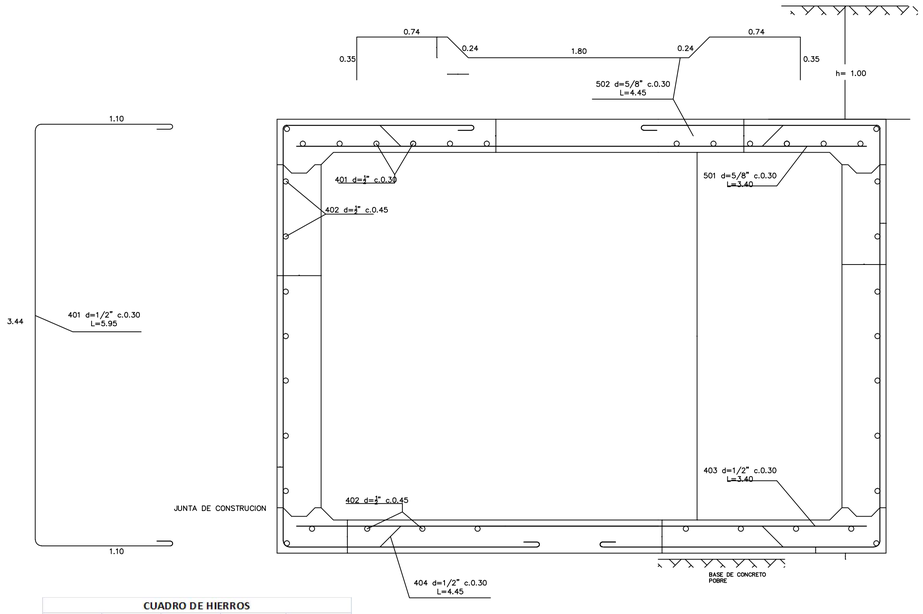
DISEÑO DE EXCAVACIÓN PARA ALCANTARILLAS




El material de relleno se colocará a ambos lados y a lo largo de la alcantarilla en capas horizontales de espesor no mayor a 20cm; cada una de estas capas serán compactadas con apisonadores mecánicos

# DISEÑO DE EXCAVACION PARA ALCANTARILLAS

escala 1:50




**CUADRO DE HIERROS**

| TIPO | DIAMETRO | LONGITUD | PESO POR M.LINEAL DE LA SECCION DEL CAJON | |
|---|---|---|---|---|
| | | | PARCIALES | TOTALES |
| 401 | 1/2 | 5.95 | 39.55 | |
| 402 | 1/2 | 1.00 | 42 | |
| 403 | 1/2 | 3.40 | 11.29 | |
| 404 | 1/2 | 4.35 | 14.79 | 107.63 |
| 501 | 5/8 | 3.40 | 18.14 | |
| 502 | 5/8 | 4.35 | 22.54 | 40.68 |
| | | | | |
| | | | TOTAL | 148.31 Kg. |

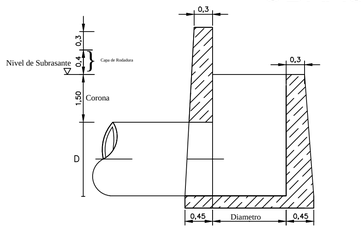
CONCRETO DE 3.000 psi (210 Kg/cm2) 4.2 m3/ml

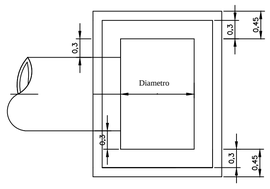
ACERO POR M3 DE CONCRETO 35.3 Kg/m3

DISEÑO DE ALCANTARILLA DE CAJON DE 4.00 x 3.00 m.

escala 1:50

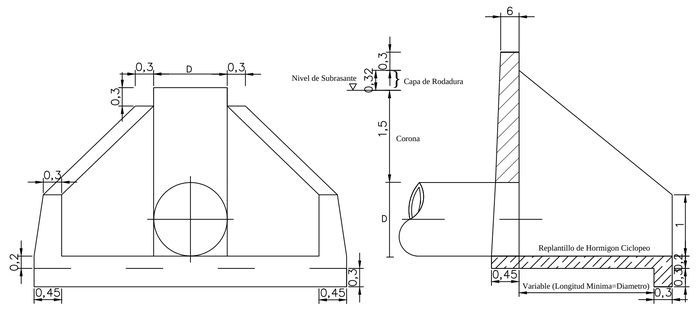
## OBRAS DE PROTECCION DE ENTRADA Y SALIDA




## DETALLE DE OBRAS DE ARTE

escala 1:20




NOTA: Para construir la zapata o dentellon se analizara el tipo de suelo.




ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
UNIDADAD ACADEMICA DE ING. CIVIL, ARQUITECTURA Y DISENO
FACULDAD DE INGENIERIA CIIL

PROYECTO: Diseño geométrico a nivel de pavimento flexible de la via La Union y Progreso – Mollepongo

TRABAJO DE INVESTIGACION PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL

CONTIENE: DETALLES DE ESTRUCTURAS TIPO — LAMINA: 16/16

DIRECTOR
ING. LUIS MARIO ALMACHE .
CATEDRATICO UCACUE.

ESCALA: LAS INDICADAS

DISEÑO
WILMAN RENE AVILA SANMARTIN

FECHA: Julio – 2015