



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TÍTULO DEL PROYECTO

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR
CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA
COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO
DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)”**

Autor:

Ruth Soraya Puluche Haro

Director:

Ing. Oscar Paredes

Riobamba - Ecuador

2016

REVISIÓN

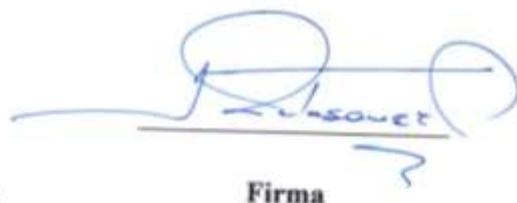
Los miembros del tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)”** presentado por: Ruth Puluche y dirigida por: Ing. Oscar Paredes.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para el uso y custodia en la biblioteca de la facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firma

Ing. Oscar Paredes

DIRECTOR DEL PROYECTO



Firma

Ing. Ángel Paredes

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: Ruth Soraya Puluche Haro y del Director del Proyecto Ing. Oscar Paredes; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”



Ruth Puluche

C.I. 060405701-8

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del grado de Ingeniero CIVIL. Con el tema: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)”** ha sido elaborado por la estudiante **Ruth Puluche**, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor por lo que se encuentran aptos para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.



Ing. Oscar Paredes

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y la fortaleza para cumplir con mi objetivo, a mi director Ing. Oscar Paredes, quien con su amplia experiencia como profesional me ha brindado todo su apoyo para lograr culminar mi proyecto de graduación.

A mis padres Berta Haro y Vicente Puluche, por cada uno de sus sacrificios, a mis hermanos Fernando y Jenny por creer siempre en mí, por apoyarme incondicionalmente en cada etapa de mi vida como estudiante y como madre.

A mi esposo Stalin y mi hija Amy, mi razón de lucha diaria por motivarme e impulsarme a terminar mi carrera profesional.

Ruth Puluche

DEDICATORIA

A mis padres por su lucha constante y su apoyo incondicional, por regalarme la mejor de las herencias, mi profesión, a mi hija por ser mi motivación para salir adelante, por cada una de sus lágrimas y las más que valieron la pena para brindarle un futuro mejor, a mi familia y a mis amigos que siempre me han apoyado para salir adelante.

Ruth Puluche.

ÍNDICE

RESUMEN	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
1. MARCO REFERENCIAL	2
1.1. TÍTULO DEL PROYECTO	2
1.2. PROBLEMATIZACIÓN	2
1.2.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. ANÁLISIS CRÍTICO.....	3
1.4. PROGNOSIS	3
1.5. DELIMITACIÓN.....	4
1.6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.7. OBJETIVOS	5
1.7.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.8. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPITULO II.....	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	7
2.2. POBLACIÓN, VIVIENDA, ECONOMÍA Y DATOS GENERALES DEL SECTOR	8
2.2.1. POBLACIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO	8
2.2.1.1. MIGRACIÓN	10
2.2.2.1. EDUCACIÓN	10
2.2.2.2. SALUD	11
2.2.2.3. VIVIENDA	11
2.2.3.1. POBREZA.....	13
2.2.4.1. PRECIPITACIONES	14
2.2.4.2. VIENTOS.....	14
2.2.4.3. HUMEDAD ATMOSFÉRICA.....	14
2.2.4.4. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA	14
2.2.4.5. SUELO.....	15
2.2.4.6. USO ACTUAL DEL SUELO.....	15
2.2.5.1. VIALIDAD	16
2.2.5.2. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	17
2.2.5.3. TELECOMUNICACIONES	18
2.2.5.4. ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	18
2.2.5.5. SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	19
2.3. ELEMENTOS PARA EL DISEÑO	20
2.3.1. TERRENO	20
2.3.2. TRÁNSITO	20
2.3.3. VELOCIDAD	21
2.3.4. SEGURIDAD.....	21
2.4. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO	21
2.4.1. VELOCIDAD DE DISEÑO	21
2.4.2. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN:	21

2.4.3.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.....	22
2.4.4.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	24
2.4.5.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	26
2.4.5.1.	CURVATURA HORIZONTAL Y SOBREELEVACIÓN.....	26
2.4.5.2.	FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL Y TASA DE SOBREELEVACIÓN O PERALTE	27
2.4.5.3.	RADIOS MÍNIMOS Y GRADOS MÁXIMOS DE CURVA.....	28
2.4.5.4.	TANGENTES	30
2.4.5.5.	CURVAS HORIZONTALES DE TRANSICIÓN.....	30
2.4.5.6.	SOBRE ANCHOS EN CURVAS.....	33
2.4.5.7.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES	34
2.4.6.	ALINEAMIENTO VERTICAL	35
2.4.6.1.	CONSIDERACIONES PARA ALINEAMIENTO VERTICAL	35
2.4.6.2.	CURVAS VERTICALES.....	36
2.4.6.3.	PENDIENTES.....	37
2.4.7.	SECCIÓN TRANSVERSAL	38
2.4.8.	TALUDES	38
2.4.9.	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL.....	39
2.4.9.1.	SEÑALIZACIÓN PERMANENTE	39
2.5.9.1.1	SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	39
2.5.9.1.2	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	45
2.4.9.2.	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL.....	47
2.4.9.2.1.	PREVENCIÓN DE RIESGOS	47
2.4.9.2.2.	ORIENTACIÓN GENERAL.....	47
	CAPITULO III.....	48
3.	METODOLOGÍA	48
3.1.	TIPO DE ESTUDIO.....	48
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.2.1.	POBLACIÓN	48
3.2.2.	MUESTRA.....	49
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	50
3.3.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	50
3.3.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	50
3.4.	PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS.	51
3.4.1.	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	51
3.4.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	51
3.4.2.1.	GENERALIDADES.....	51
3.4.2.2.	LEVANTAMIENTO DE LA FAJA DEL TERRENO	52
3.4.2.3.	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	52
3.4.2.4.	MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	53
3.4.2.5.	LEVANTAMIENTO DE LA POLIGONAL BASE.....	54
3.4.2.6.	NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA VÍA	55
3.4.2.7.	PUNTOS DE ESTACIÓN.....	56
3.4.2.8.	DIGILATACIÓN DE DATOS.....	59
3.4.3.	ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR	59

3.4.3.1.	GENERALIDADES.....	59
3.4.3.2.	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL.....	60
3.4.3.3.	TIPOS DE VEHÍCULOS	61
3.4.3.4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS:.....	61
3.4.3.5.	ESTACIONES DE CONTEO DE VEHÍCULOS:.....	62
3.4.3.6.	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	63
3.4.3.6.1.	CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA ACTUAL:.....	63
	ESTACIÓN 1:.....	63
	ESTACIÓN 2:.....	70
3.4.3.6.2.	VARIACIONES DEL TRÁFICO:	78
	FACTOR HORARIO FH:.....	78
	FACTOR SEMANAL FS:	79
	FACTOR MENSUAL FM:	79
3.4.3.6.3.	TRÁFICO CORREGIDO POR LOS FACTORES FH, FS, FM:.....	79
3.4.3.7.	CÁLCULO DEL TPDA:.....	80
3.4.3.8.	PROYECCIÓN DEL TRÁFICO PARA 20 AÑOS:.....	81
3.4.4.	EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ACTUAL DE LA VÍA.....	82
3.4.4.1.	TOPOGRAFÍA DEL SECTOR.....	82
3.4.4.2.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	82
3.4.4.2.1.	ANCHO DE VÍA.....	82
3.4.4.2.2.	CURVAS HORIZONTALES Y RADIOS DE CURVATURA	83
3.4.4.3.	ALINEAMIENTO VERTICAL	84
3.4.4.3.1.	PERALTE, BOMBEO Y SOBRE-ANCHOS	85
3.4.5.	ESTUDIO DE SUELOS.....	86
3.4.5.1.	GENERALIDADES.....	86
3.4.5.2.	TRABAJO DE CAMPO.....	86
3.4.5.3.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	87
3.4.5.3.1.	ENSAYO GRANULOMÉTRICO:.....	87
	EQUIPOS Y MATERIALES:.....	88
	PROCEDIMIENTO:.....	89
	RESULTADOS DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO:	89
3.4.5.3.2.	LÍMITES DE ATTERBERG:.....	99
	EQUIPOS Y MATERIALES:.....	99
	PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO:.....	100
	PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO:	101
	RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG:	101
3.4.5.3.3.	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO:	112
	EQUIPOS Y MATERIALES:.....	112
	PROCEDIMIENTO:.....	113
	RESULTADOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO:	114
	DENSIDAD SECA Y HUMEDAD ÓPTIMA OBTENIDAS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:.....	133
3.4.5.3.4.	ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR:	133
	EQUIPOS Y MATERIALES:.....	134
	PROCEDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DEL MATERIAL:	134

PROCEDIMIENTO PARA SUMERGIR LA MUESTRA Y MEDIR LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS:	135
PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DEL PISTÓN:	136
RESULTADOS DE ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR:.....	137
3.4.5.3.5. CÁLCULO DEL CBR DE DISEÑO:.....	164
3.4.6. DISEÑO DEL PAVIMENTO	164
3.4.6.1. TRÁFICO DEL PROYECTO	165
3.4.6.2. ESTUDIO DE LA SUBRASANTE	166
3.4.6.3. MÓDULO DE RESILENCIA	167
3.4.6.4. EJES EQUIVALENTES	168
3.4.6.5. NIVEL DE CONFIABILIDAD R	169
3.4.6.6. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “Zr”	170
3.4.6.7. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “So”	170
3.4.6.8. INDICE DE SERVICIO “ΔPSI”	171
3.4.6.9. CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL PARA 20 AÑOS	171
3.4.6.10. TRANSFORMACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SN A ESPESORES DE CAPAS.....	172
3.4.6.11. COEFICIENTES ESTRUCTURALES	173
3.4.6.12. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DEL PAVIMENTO	175
3.4.7. ESTUDIOS HIDRÁULICOS	178
3.4.7.1. DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE.....	179
3.4.7.2. CARTOGRAFÍA.....	179
3.4.7.3. CALCULO DE CAUDALES POR MÉTODO RACIONAL	180
3.4.7.4. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	180
3.4.7.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	182
3.4.7.6. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ESTACIÓN RIOBAMBA AEROPUERTO (M057)	182
3.4.7.7. INTENSIDAD DE LA LLUVIA.....	184
3.4.7.8. PERIODO DE RETORNO.....	186
3.4.7.9. ÁREAS DE APORTACIÓN	187
3.4.7.10. ALCANTARILLAS	188
3.4.7.10.1 <i>DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL ..</i>	<i>189</i>
3.4.7.10.2. <i>CÁLCULO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....</i>	<i>190</i>
CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS NECESARIOS DE LAS ALCANTARILLAS.	191
3.4.7.11. DISEÑO DE CUNETAS	192
3.4.7.11.1. <i>DIMENSIONAMIENTO DE CUNETA</i>	<i>193</i>
3.4.7.11.2. <i>LONGITUD MÁXIMA.....</i>	<i>194</i>
3.4.7.11.3. <i>CAPACIDAD DE LA CUNETA LATERAL.....</i>	<i>194</i>
CAPITULO IV	196
4. RESULTADOS.....	196
4.1. DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA	196
4.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA VIA	196
4.1.1.1. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO:.....	197
4.1.2. DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS Y CUNETAS	198
DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA.....	199

4.1.3.	ESPEORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	199
4.1.4.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	200
4.1.4.1.	CÁLCULO DE VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN:.....	200
4.1.4.2.	CÁLCULO DE DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	200
4.1.4.3.	CÁLCULO DE DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	201
4.1.4.4.	RADIO MÍNIMO	202
4.1.4.4.1.	CÁLCULO TIPO DE CURVAS HORIZONTALES	202
4.1.4.4.2.	CÁLCULO TIPO CURVAS HORIZONTALES DE TRANSICIÓN	204
4.1.4.5.	PERALTE	208
4.1.4.6.	LONGITUD DE TRANSICIÓN MÍNIMA	209
4.1.4.7.	CÁLCULO TIPO CURVAS VERTICALES	214
4.1.4.8.	TALUDES.....	215
4.1.4.9.	SECCIONES TRANSVERSALES	215
4.1.4.10.	CÁLCULO DE VOLUMENES DE OBRA	217
4.1.4.11.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	219
4.1.4.11.1.	MANO DE OBRA	221
4.1.4.11.2.	EQUIPO.....	221
4.1.4.11.3.	LISTA DE MATERIALES	222
4.1.4.11.4.	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	224
4.1.4.12.	CRONOGRAMA DE OBRA	246
	CAPITULO V	249
5.	DISCUSIÓN	249
	CAPITULO VI	250
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	250
6.1.	CONCLUSIONES	250
6.2.	RECOMENDACIONES	250
	CAPITULO VII	252
7.	PROPUESTA.....	252
7.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA	252
7.2.	INTRODUCCIÓN	252
7.3.	OBJETIVOS	253
7.3.1.	OBJETIVO GENERAL	253
7.3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	253
7.4.	FUNDAMENTACION CIENTÍFICO TÉCNICA	253
7.4.1.	CAMINO AGRICOLA - FORESTAL	253
7.4.2.	DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE UN CAMINO FORESTAL 254	
7.4.3.	AUTOCAD CIVIL 3D	254
7.4.4.	VENTAJAS DE USAR AUTOCAD CIVIL 3D	255
7.5.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	255
7.6.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	256
7.6.1.	INGRESO AL PROGRAMA	256
7.6.2.	PARTES DEL PROGRAMA.....	257
7.6.3.	CREAR UN DIBUJO NUEVO	260
7.6.4.	CONFIGURACIÓN DEL DIBUJO	261

7.6.5.	GUARDAR DIBUJO	262
7.6.6.	PUNTOS Y GRUPO DE PUNTOS (POINTS)	262
7.6.6.1.	IMPORTAR PUNTOS	262
7.6.6.2.	ESTILOS DEL PUNTO	264
7.6.6.3.	ESTILOS DE LA ETIQUETA DEL PUNTO	266
7.6.7.	SUPERFICIES (SURFACES).....	267
7.6.7.1.	CREAR LA SUPERFICIE DE TERRENO.....	267
7.6.7.2.	DEFINIR LA SUPERFICIE.....	268
7.6.7.3.	EDITAR LA SUPERFICIE.....	269
7.6.7.4.	ACOTAR CURVAS DE NIVEL	270
7.6.8.	CREACIÓN DE LA GRILLA	271
7.6.9.	ALINEAMIENTOS (ALIGNMENTS)	272
7.6.9.1.	CREAR ALINEAMIENTO A PARTIR DE UN OBJETO	272
7.6.9.2.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	274
7.6.9.3.	CAMBIO DE ESTILO DE ABCISADO Y ETIQUETADO	275
7.6.9.4.	EDITAR CRITERIOS DE DISEÑO	278
7.6.9.5.	EDITAR RADIOS DEL ALINEAMIENTO	279
7.6.9.6.	ETIQUETADO DE CURVAS Y TANGENTES	281
7.6.9.7.	CUADRO DE CURVAS Y TANGENTES.....	282
7.6.10.	PERFIL LONGITUDINAL.....	284
7.6.10.1.	DIBUJO DEL PERFIL LONGITUDINAL	284
7.6.10.2.	DIBUJO DE LA RASANTE DEL CAMINO	285
7.6.10.3.	ESTILOS DE PERFIL LONGITUDINAL	287
7.6.11.	DIBUJO DE LA SECCIÓN	288
7.6.12.	CREACIÓN DEL CORREDOR	290
7.6.13.	SECCIÓN TRANSVERSAL	294
7.6.13.1.	CREAR SECCIÓN TRANSVERSAL	294
7.6.13.2.	ESTILOS DE SECCIÓN TRANSVERSAL.....	296
7.6.14.	ANÁLISIS DE MATERIALES Y DE CANTIDADES	297
7.6.15.	DIAGRAMA DE MASAS	299
7.7.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS	301
7.8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	301
7.8.1.	CONCLUSIONES	301
7.8.2.	RECOMENDACIONES	302
	CAPITULO VIII.....	303
8.	BIBLIOGRAFÍA	303
	CAPITULO IX	304
9.	ANEXOS	304
9.1.	FOTOGRAFÍOS.....	304
9.2.	ESPECIFICACIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS	312

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de Referencia del Proyecto	4
Tabla 2. Coordenadas de Referencia del Proyecto	7
Tabla 3. Distribución de la Población por Parroquias	9
Tabla 4. Población Económicamente Activa-Grupos Ocupacionales	12
Tabla 5. Indicadores Pobreza en el Cantón Penipe	13
Tabla 6. Uso del Suelo Cantón Penipe	15
Tabla 7. Red Vial del Cantón Penipe	16
Tabla 8. Clasificación Vial del Cantón Penipe	17
Tabla 9. Servicio de Energía Eléctrica del Cantón Penipe.....	17
Tabla 10. Sistemas de Alcantarillado	19
Tabla 11. Relación de Velación de Diseño y Velocidad de Circulación.....	22
Tabla 12. Distancias de Visibilidad de Parada y de Decisión en Terreno plano	23
Tabla 13. Distancias de Visibilidad de Parada en Pendiente de Bajada y Subida.....	24
Tabla 14. Distancias Mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos Carriles.....	25
Tabla 15. Tasa de Sobreelevación según tipo de Área.....	27
Tabla 16. Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales	28
Tabla 17. Longitudes de Desarrollo de la Sobreelevación en Carreteras de dos Carriles	32
Tabla 18. Elementos de Diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño	32
Tabla 19. Sobre anchos de la calzada en curvas circulares	33
Tabla 20. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa	36
Tabla 21. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava	36
Tabla 22. Pendientes Máximas.....	37
Tabla 23. Población de Santa Vela y Matus	48
Tabla 24. Operacionalización de la Variable Independiente.....	50
Tabla 25. Operacionalización de la Variable Dependiente	50
Tabla 26. Puntos de Estación de Levantamiento Topográfica	56
Tabla 27. Características de los Tipos de Vehículos.	61
Tabla 28. Pesos y Dimensiones de los Motorizados.....	62
Tabla 29. Estaciones de Conteo Vehicular.	62
Tabla 30. Conteo Vehicular Estación 1 – Lunes 01/02/2016.....	63
Tabla 31. Conteo Vehicular Estación 1 – Martes 02/02/2016	64
Tabla 32. Conteo Vehicular Estación 1 – Miércoles 03/02/2016.....	65
Tabla 33. Conteo Vehicular Estación 1 – Jueves 04/02/2016.....	66
Tabla 34. Conteo Vehicular Estación 1 – Viernes 05/02/2016.....	67
Tabla 35. Conteo Vehicular Estación 1 – Sábado 06/02/2016.....	68
Tabla 36. Conteo Vehicular Estación 1 – Domingo 07/02/2016	69
Tabla 37. ResumenConteo Vehicular Estación 1	70
Tabla 38. Conteo Vehicular Estación 2 – Lunes 01/02/2016.....	70
Tabla 39. Conteo Vehicular Estación 2 – Martes 02/02/2016	71
Tabla 40. Conteo Vehicular Estación 2 – Miércoles 03/02/2016.....	72
Tabla 41. Conteo Vehicular Estación 2 – Jueves 04/02/2016.....	73

Tabla 42. Conteo Vehicular Estación 2 – Viernes 05/02/2016.....	74
Tabla 43. Conteo Vehicular Estación 2 – Sábado 06/02/2016.....	75
Tabla 44. Conteo Vehicular Estación 2 – Domingo 07/02/2016	76
Tabla 45. ResumenConteo Vehicular Estación 2	77
Tabla 46. Cálculo del Factor Horario para Tipo de Vehículos	78
Tabla 47. Cálculo del Factor Mensual.....	79
Tabla 48. Tráfico Promedio Diario Anual Corregido	79
Tabla 49. Tasa de Crecimiento Vehicular para Chimborazo	80
Tabla 50. Sección Promedio de la Vía Existente	82
Tabla 51. Radios Mínimos de Curvatura de la Vía Existente	83
Tabla 52. Radios Máximos De Curvatura De La Vía Existente	83
Tabla 53. Pendientes Existentes en la Vía	84
Tabla 54. Tamaño de muestra para ensayo.....	87
Tabla 55. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+000	89
Tabla 56. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500	90
Tabla 57. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000	91
Tabla 58. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500	92
Tabla 59. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000	93
Tabla 60. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500	94
Tabla 61. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000	95
Tabla 62. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500	96
Tabla 63. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000	97
Tabla 64. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+000	101
Tabla 65. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500	103
Tabla 66. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000	104
Tabla 67. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500	105
Tabla 68. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000	106
Tabla 69. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500	107
Tabla 70. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000	108
Tabla 71. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500	109
Tabla 72. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000	110
Tabla 73. Clasificación del Suelo según la SUCS y la AASHTO	111
Tabla 74. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+000	115
Tabla 75. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500	117
Tabla 76. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000	119
Tabla 77. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500	121
Tabla 78. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000	123
Tabla 79. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500	125
Tabla 80. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000	127
Tabla 81. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500	129
Tabla 82. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000	131
Tabla 83. Resultados de Ensayo Proctor Modificado	133
Tabla 84. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+000	137

Tabla 85. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500	140
Tabla 86. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000	143
Tabla 87. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500	146
Tabla 88. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000	149
Tabla 89. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500	152
Tabla 90. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000	155
Tabla 91. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500	158
Tabla 92. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000	161
Tabla 93. Cálculo del CBR de Diseño de la Vía Matus - Santa Vela	164
Tabla 94. TPDA del proyecto.....	165
Tabla 95. Resultados del CBR realizado en la Vía Matus- Santa Vela.....	166
Tabla 96. Relaciones entre el CBR con el módulo de Resiliencia	167
Tabla 97. Factores de Distribución.....	168
Tabla 98. Cálculo del Factor de Ejes Equivalente	168
Tabla 99. Cálculo del Factor de Ejes Equivalente	169
Tabla 100. Niveles de Confiabilidad	169
Tabla 101. Relación Nivel de Confiabilidad R y Zr	170
Tabla 102. Coeficientes de drenaje.....	175
Tabla 103. Espesores Mínimos Sugeridos.....	176
Tabla 104. Cálculo de los espesores del Pavimento por el Método AASHTO	177
Tabla 105. Coeficientes de escorrentía (C).....	180
Tabla 106. Coeficientes de escorrentía (C) para T = 10 años.	181
Tabla 107. Tiempos de concentración.....	182
Tabla 108. Información de la Estación Meteorológico (Riobamba – Aeropuerto)	182
Tabla 109. Período de Retorno T (años).....	186
Tabla 110. Valores de coeficiente de rugosidad o de Manning	188
Tabla 111. Resultados de Tiempo de Concentración y Caudales	191
Tabla 112. Diseño Hidráulico de las Alcantarillas de la Vía Matus – Santa Vela	191
Tabla 113. Velocidades máximas admisibles en canales y cunetas revestidas	194
Tabla 114. Capacidad de la Cuenta Lateral	194
Tabla 115. TPDA del proyecto.....	196
Tabla 116. Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA	197
Tabla 117. Datos para el diseño de la Vía	197
Tabla 118. Resumen de datos de tangentes	209
Tabla 119. Resumen de datos de curvas.....	210
Tabla 120. Cálculo curva vertical convexa.....	215
Tabla 121. Volúmenes de Obra.....	217
Tabla 122. Presupuesto para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela.....	219
Tabla 123. Costos Mano Obra para Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela....	221
Tabla 124. Tarifa de Equipos para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela...221	221
Tabla 125. Tarifa de Materiales para Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela...222	222
Tabla 126. Cronograma para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela	246
Tabla 127. Datos para diseño de camino agrícola – forestal.....	254

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación del Proyecto.....	5
Figura 2. Mapa del Ecuador-Chimborazo-Penipe	7
Figura 3. Ubicación del Proyecto.	8
Figura 4. Pirámide Poblacional Cantón Penipe	10
Figura 5. Unidad Educativa Fiscal Experimental del Milenio Penipe	10
Figura 6. Sub Centro de Salud de Penipe	11
Figura 7. Tenencia o Propiedad de la Vivienda.....	11
Figura 8. Precipitación Mensual Promedio Penipe (Estación Ubicada en Bayushig)	14
Figura 9. Disponibilidad de Servicio Telefónico.....	18
Figura 10. Abastecimiento de Agua en el Cantón Penipe	19
Figura 11. Relación de Velación de Diseño y Velocidad de Circulación	22
Figura 12. Sobrelevación o peralte de una vía.....	27
Figura 13. Elementos de Curva Circular Simple.	29
Figura 14. Componentes de la curva circular y espirales	31
Figura 15. Componentes de la curva circular	34
Figura 16. Componentes de las curvas espirales	35
Figura 17. Elementos para Diseño Vertical.....	38
Figura 18. Señales Verticales Regulatorias	40
Figura 19. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda	42
Figura 20. Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda	42
Figura 21. Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda) y (izquierda-derecha) ...	42
Figura 22. Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda) (izquierda-derecha)	43
Figura 23. Curvas sucesivas primera derecha y curvas sucesivas primera izquierda	43
Figura 24. Curva en U derecha, curva en U izquierda.....	43
Figura 25. Bifurcación izquierda y bifurcación derecha.....	44
Figura 26. Señalización Horizontal	46
Figura 27. Señales Horizontales.....	46
Figura 28. Punto Base Geo referenciado, Inicio de la Vía – Comunidad Santa Vela	52
Figura 29. Recorrido de la Vía Existente	54
Figura 30. Levantamiento de la Franja Topográfica.....	56
Figura 31. Digitalización de Datos en AutoCAD Civil 3D	59
Figura 32. Ubicación Estaciones de Conteo.....	63
Figura 33. Conteo Vehicular Estación 1 – Lunes 01/02/2016	64
Figura 34. Conteo Vehicular Estación 1 – Martes 02/02/2016.....	65
Figura 35. Conteo Vehicular Estación 1 – Miércoles 03/02/2016.....	66
Figura 36. Conteo Vehicular Estación 1 – Jueves 04/02/2016	67
Figura 37. Conteo Vehicular Estación 1 – Viernes 05/02/2016	68
Figura 38. Conteo Vehicular Estación 1 – Sábado 06/02/2016	69
Figura 39. Conteo Vehicular Estación 1 – Domingo 07/02/2016.....	70
Figura 40. ResumenConteo Vehicular Estación 1	70
Figura 41. Conteo Vehicular Estación 2 – Lunes 01/02/2016	71

Figura 42. Conteo Vehicular Estación 2 – Martes 02/02/2016.....	72
Figura 43. Conteo Vehicular Estación 2 – Miércoles 03/02/2016.....	73
Figura 44. Conteo Vehicular Estación 2 – Jueves 04/02/2016.....	74
Figura 45. Conteo Vehicular Estación 2 – Viernes 05/02/2016.....	75
Figura 46. Conteo Vehicular Estación 2 – Sábado 06/02/2016.....	76
Figura 47. Conteo Vehicular Estación 2 – Domingo 07/02/2016.....	77
Figura 48. ResumenConteo Vehicular Estación 2.....	78
Figura 49. Radio mínimo de curvatura.....	84
Figura 50. Detalle de la Vía Existente.....	85
Figura 51. Vía en condiciones desfavorables que impide paso de vehículos.....	86
Figura 52. Serie de tamices en el agitador mecánico.....	88
Figura 53. Materiales para Ensayo de Límite Líquido.....	100
Figura 54. Rollo de 3 mm de diámetro aproximadamente.....	101
Figura 55. Carta de Plasticidad para clasificación de suelos según SUCS y AASHTO.....	111
Figura 56. Equipo y Materiales para Ensayo Proctor Modificado.....	113
Figura 57. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 0+000.....	116
Figura 58. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 0+500.....	118
Figura 59. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestrade la Abscisa 1+000.....	120
Figura 60. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 1+500.....	122
Figura 61. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 2+000.....	124
Figura 62. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 2+500.....	126
Figura 63. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 3+000.....	128
Figura 64. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 3+500.....	130
Figura 65. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de la Abscisa 4+000.....	132
Figura 66. Materiales necesarios para ensayo de CBR.....	134
Figura 67. Muestras sumergidas en el agua con los deformímetros.....	136
Figura 68. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 0+000.....	139
Figura 69. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 0+000.....	139
Figura 70. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 0+500.....	142
Figura 71. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 0+500.....	142
Figura 72. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 1+000.....	145
Figura 73. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 1+000.....	145
Figura 74. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 1+500.....	148
Figura 75. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 1+500.....	148
Figura 76. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 2+000.....	151
Figura 77. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 2+000.....	151
Figura 78. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 2+500.....	154
Figura 79. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 2+500.....	154
Figura 80. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 3+000.....	157
Figura 81. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 3+000.....	157
Figura 82. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 3+500.....	160
Figura 83. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 3+500.....	160
Figura 84. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 4+000.....	163

Figura 85. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 4+000.....	163
Figura 86. CBR de Diseño de la Vía Matus – Santa Vela.....	164
Figura 87. Estructura de un Pavimento Flexible	165
Figura 88. CBR de Diseño correspondiente al 85% de Vía Matus – Santa Vela.....	167
Figura 89. Cálculo de Número Estructural	172
Figura 90. Cálculo de Número Estructural mediante Gráfica.....	172
Figura 91. Coeficientes Estructurales de la Sub base a3.	173
Figura 92. Coeficientes Estructurales de la Base a2.	174
Figura 93. Coeficientes Estructurales de la Carpeta Asfáltica a1.	174
Figura 94. Conformación del Pavimento Asfáltico	178
Figura 95. Mapa de Localización del Proyecto, carta topográfica IGM	179
Figura 96. Precipitación Media Anual, mm	184
Figura 97. Precipitación Media Anual máx. 24 h, mm.....	184
Figura 98. Zonificación de Intensidades de Lluvia	185
Figura 99. Intensidades mm/h	186
Figura 100. Curva de Intensidad de la Estación M057.....	186
Figura 101. Delimitación de Cuenca en Carta Topográfica (Río Matus)	187
Figura 102. Delimitación de Cuenca en Carta Topográfica (Quebrada El Chorro)	188
Figura 103. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo.....	190
Figura 104. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo.....	190
Figura 105. Cuneta Tipo ($f'c = 210\text{Kg/cm}^2$).....	194
Figura 106. Longitud de descarga de la Cuenta Lateral	195
Figura 107. Esquema de la vía C3, con sus dimensiones	197
Figura 108. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo.....	199
Figura 109. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo.....	199
Figura 110. Cuneta Tipo ($f'c = 180\text{Kg/cm}^2$).....	199
Figura 111. Conformación del Pavimento Asfáltico	200
Figura 112. Cálculo Tipo de Sobreelevación	209
Figura 113. Sección en corte y relleno	216
Figura 114. Partes del programa Civil 3D	257
Figura 115. Crear un nuevo dibujo.....	261
Figura 116. Sistema de Coordenadas Zona 17	262
Figura 117. Configuración del dibujo	262
Figura 118. Importar los puntos	263
Figura 119. Configuración del formato de los puntos	264
Figura 120. Puntos del terreno importados.....	264
Figura 121. Estilo de los puntos.....	266
Figura 122. Estilo de la etiqueta de los puntos	266
Figura 123. Número de punto, elevación y descripción del punto.....	267
Figura 124. Crear layer para superficie	268
Figura 125. Crear una superficie de terreno	268
Figura 126. Definir el grupo de puntos para la superficie	269
Figura 127. Creación de la superficie.....	269

Figura 128. Activar triangulaciones	269
Figura 129. Editar la superficie de terreno	270
Figura 130. Acotado de curvas de nivel	271
Figura 131. Cargar la aplicación de grilla	272
Figura 132. Crear la grilla	272
Figura 133. Trazar el eje por medio de polilíneas	272
Figura 134. Crear alineamiento a partir de un objeto	274
Figura 135. Datos de diseño para alineamiento.....	275
Figura 136. Cambio de estilo del abscisado	276
Figura 137. Abscisado de Kilómetros	277
Figura 138. Etiquetado de las curvas.....	277
Figura 139. Abscisado del eje, kilómetro y etiquetado de curva	278
Figura 140. Radios mínimos según velocidad y superelevación (Tabla 16).....	278
Figura 141. Superelevación según radio y velocidad (Tabla 18).....	279
Figura 142. Longitud de Transición según radio y velocidad (Tabla 18)	279
Figura 143. Corregir radios de curvatura cumpliendo las normas	280
Figura 144. Camino con radios de curvatura que cumplen con las normas de diseño	280
Figura 145. Etiquetado de curvas y tangentes	281
Figura 146. Etiquetado de curvas y tangentes	282
Figura 147. Cuadro de Tangentes	283
Figura 148. Cuadro de Curvas	284
Figura 149. Añadir la superficie para dibujar perfil	285
Figura 150. Crear rasante del camino.....	286
Figura 151. Alineamiento Vertical.....	286
Figura 152. Panorama con datos del Alineamiento Vertical.....	287
Figura 153. Estilos para Perfil Longitudinal	288
Figura 154. Crear Ensamblaje de Camino	288
Figura 155. Sección Típica de la calzada	289
Figura 156. Sección típica de las cunetas	290
Figura 157. Sección típica de taludes.....	290
Figura 158. Creación del corredor.....	291
Figura 159. Verificación de datos para corredor	291
Figura 160. Líneas de referencia para corredor Camino.....	292
Figura 161. Creación de corredor Camino	293
Figura 162. Superficie del corredor.....	294
Figura 163. Datos para Sección Transversal	295
Figura 164. Sampleado - Sección Transversal	296
Figura 165. Estilos de la Sección Transversal	297
Figura 166. Añadir y Definir Material	298
Figura 167. Reporte de volúmenes en formato XLM.....	299
Figura 168. Verificar alineamiento, Sampleado y material	300
Figura 169. Transporte gratuito 500 m.....	300

RESUMEN

El siguiente proyecto contiene el estudio y análisis geométrico de la vía que comunica la comunidad de Santa Vela con el Sector conocido como cuatro esquinas, verificando que los elementos como son los radios de giro, pendientes máximas y mínimas, peraltes, ancho de vía y otros elementos de arte cumplan con los valores establecidos en la Norma NEVI-12-MTOP¹.

La carretera une la comunidad de Santa Vela y el Sector conocido como las cuatro esquinas, el mismo que abarca una zona productiva llamada “Las Haciendas”; se encuentra localizada en el Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo. Las carreteras rurales son elementos esenciales para el desarrollo productivo, económico, social y turístico de las comunidades, los cuales proporcionan una mejor calidad de vida a la población, impulsando el progreso del Cantón.

La evaluación permite conocer los alineamientos verticales y horizontales, las características y propiedades del suelo para determinar la capa de rodadura, el tráfico que posee actualmente la vía para conocer el tipo de vía necesaria de acuerdo a las secciones transversales típicas con los peraltes, anchos y sobre-anchos, para lo cual se requerirá de la topografía detallada de la vía.

Para el proyecto “ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA” se considera lo siguiente: evaluación y análisis de la vía actual, estudio del tráfico TPDA², estudio de suelos, diseño geométrico, tanto alineamiento horizontal como vertical utilizando la norma NEVI-12-MTOP, diseño hidráulico de estructuras de arte menor, diseño del pavimento por el método AASHTO³ 1993, estudio de señalización, presupuesto y cronograma de la obra, los mismos que permitan a los usuarios de la vía transitar con seguridad y comodidad.

¹NEVI-12-MTOP:NORMA ECUATORIANA VIAL - MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

² TPDA: TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

³ AASHTO:AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

CENTRO DE IDIOMAS INSTITUCIONAL

Lic. Edison Salazar

11 de agosto de 2016

ABSTRACT

The following research project contains the study and geometric analysis of the road that connects Santa Vela with "Las Cuatro Esquinas", checking that elements such as turning radius, minimum and maximum slopes, cambers, track gauge and other art elements accomplish the values set in in the Standard NEVI-12-MTOP.

The road connects Santa Vela and "Las Cuatro Esquinas", the same that covers a productive area called "Las Haciendas"; it is located in Penipe - Chimborazo. The rural roads are essential elements for the productive, economic, social and touristic development of communities, which provide a better quality of life for the population, promoting the progress of the Canton.

The evaluation allows to know the horizontal and vertical alignments, the characteristics and properties of the soil to determine the roadway surface, the traffic that currently has the way to know the necessary type of way according to the typical cross sections, with cambers, width, for which, detailed topography of the road will be required.

For the project "STUDY AND FINAL DESIGN OF THE ROAD" the following is considered: evaluation and analysis of the current road, TPDA traffic study, soil study, geometric design, both horizontal and vertical alignment using the standard NEVI -12 - MTOP, minor art hydraulic design of structures, pavement design by AASHTO 1993 method, signaling study, budget and work schedule, the same that allow road users to travel safely and comfortably.



INTRODUCCIÓN

Las vías terrestres son construidas fundamentalmente para la circulación de los peatones y vehículos convirtiéndose en un medio físico importante para la comunicación entre comunidades, provincias, ciudades y países para el desarrollo económico y social de las poblaciones.

Una carretera está constituida por una faja de terreno y está compuesta de un conjunto de alineaciones rectas unidas mediante curvas horizontales y de transición en el plano horizontal y por líneas de rasante unidas por curvas verticales cóncavas o convexas en el plano vertical.

Las comunidades de Santa Vela y el sector conocido como Cuatro Esquinas o Las Haciendas de la Parroquia San Antonio de Bayushig y Matus del Cantón Penipe son las beneficiarias del proyecto, cuyas actividades económicas son la Agricultura y la Ganadería, por lo que los moradores necesitan trasladar sus productos a los diferentes lugares para su comercialización, lo cual es difícil sobretodo en época de invierno ya que impide el paso de los vehículos, ocasionando un mayor costo y tiempo para su traslado.

En base a estas necesidades se requiere una vía de comunicación en buenas condiciones, que esté diseñada con las normas y criterios respectivos para brindar seguridad y comodidad a los usuarios, los mismos que movilizan productos al mercado como: Penipe y Riobamba para su posterior comercialización, así también para su comunicación entre comunidades.

Para la Elaboración de este proyecto se inicia con el reconocimiento del sitio donde se va a realizar el estudio y la elaboración de encuestas para conocer sus necesidades, continuando con los estudios preliminares como son: Levantamiento Topográfico con la ayuda de equipo topográfico Estación Total TRIMBLE S3, Prismas, estacas y otros elementos necesarios, conteo de Tráfico Vehicular TPDA para conocer el tipo de vía necesaria, estudios de suelos, estudios hidráulicos. El proyecto se rige a los parámetros de diseño de: “Normas Ecuatoriana VialNEVI-12-MTOP”.

CAPITULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. TÍTULO DEL PROYECTO

“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)”

1.2. PROBLEMATIZACIÓN

1.2.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las vías son obras de infraestructura de transporte, que facilitan el traslado de un lugar a otro, permitiendo realizar actividades productivas de la población, importantes para el desarrollo de una comunidad.

En la actualidad la población del sector conocido como las Haciendas de la parroquia Matus y la comunidad de Santa Vela de la parroquia San Antonio de Bayushig, pertenecientes al Cantón Penipe, presentan problemas de circulación tanto peatonal como vehicular por tener una vía de acceso angosto de terreno natural en pésimas condiciones, la misma que presenta curvas muy cerradas, con altas pendientes, sin sobre anchos y carencia de sistema de drenaje, es decir no ofrece seguridad al tráfico.

Estas comunidades se ven afectadas constantemente debido a que en época de invierno se dificulta totalmente el paso de vehículos, imposibilitando las actividades productivas de la población, limitando así su desarrollo individual y comunitario, en época de verano existe demasiado polvo lo que provocan contaminación al medio ambiente generando enfermedades dermatológicas, respiratorias causadas por focos de infección, por esta razón es necesario realizar el Estudio y Diseño de esta vía, el mismo que optimice las exigencias presentadas

por la circulación vehicular, brindando seguridad y confiabilidad a los usuarios, contribuyendo al buen vivir de los habitantes del Cantón.

1.3. ANÁLISIS CRÍTICO.

Los habitantes de la comunidad de Santa Vela y el sector de la Haciendas de la parroquia Matus se dedican principalmente a la agricultura y ganadería como es el caso de cultivo de pasto y otros productos como papa, maíz y habas, además de la crianza de gallinas, cuyes, vacas y caballos, cabe recalcar que este sector es conocido especialmente por su alta producción, pero debido al mal estado de la vía sus productos no pueden ser transportados convenientemente a los sitios de consumo y su precio de transporte es muy costoso, limitando así su desarrollo individual y comunitario.

También es importante resaltar que la vía actual es de tierra y presenta daños principalmente en el sistema de drenaje y la superficie de rodadura que posee un ancho insuficiente que no cumple con los requerimientos mínimos de ancho establecidos por las normas AASHTO y NEVI-12-MTOP, por otra parte las curvas cuyos radios de giros que son elementos fundamentales en la configuración geométrica de la vía son un gran peligro, debido a que no cumple con el radio de giro mínimo requerido en las normas establecidas.

El diseño de los elementos que constituyen la vía son el producto de estudios de ingeniería (suelos, materiales, topográficos y geológicos), recopilación de información y análisis de datos hidrológicos.

1.4. PROGNOSIS

Mediante este proyecto de investigación pretende proveer a los habitantes de la comunidad de Santa Vela y el sector de la Haciendas de la parroquia Matus de una vía que cumpla con un óptimo diseño horizontal y vertical, basado en las normativas vigentes y especificaciones que establece el Ministerio de Transportes y Obras Públicas para lograr una circulación vehicular fluida que brinde seguridad a los usuarios, la cual tendrá los carriles necesarios según el estudio de tráfico proyectado. Además se facilitará el presupuesto necesario para la ejecución de la misma.

Este estudio será de gran utilidad para el GADM⁴ del cantón Penipe para contribuir con el desarrollo de las comunidades y el cantón mismo tanto en lo económico, productivo y turístico.

1.5. DELIMITACIÓN

El presente proyecto inicia en el límite parroquial de las parroquias San Antonio de Bayushig y Matus, perteneciente al cantón Penipe, en la comunidad de Santa Vela de la parroquia Bayushig hasta el Sector conocido como las Haciendas de la parroquia Matus, delimitado por las comunidades de Naguantus, La Libertad, Colaitus, la Matriz Bayushig y Matus Alto.

El cantón Penipe está ubicado al noreste de la provincia de Chimborazo, situada a 22Km de la ciudad de Riobamba. Las parroquias de Bayushig y Matus se encuentran en el centro y sureste de Penipe.

La vía en estudio tiene una longitud aproximada de 4.7 Km.

Tabla 1. Coordenadas de Referencia del Proyecto

Fuente: Ruth Puluche

INICIO DE PROYECTO	E: 776697.000	N: 9826642.000	COTA: 3066.000
FIN DE PROYECTO	E: 777574.138	N: 9826146.937	COTA: 2751.998

⁴ GADM: GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL



Figura 1. Delimitación del Proyecto.

Fuente: Google Maps Penipe – Matus

1.6. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cómo afecta el estado actual de la vía que comunica el sector Cuatro Esquinas de la parroquia Matus con la comunidad de Santa Vela parroquia de Bayushig, en la comodidad y seguridad de la circulación de los pobladores y economía del Cantón.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar el Estudio y Diseño de la Vía que comunica el Sector Cuatro Esquinas de la Parroquia Matus con la comunidad Santa Vela de la parroquia San Antonio de Bayushig, del cantón Penipe.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía Matus – Santa Vela con una longitud aproximada de 4.7 Km.

- Efectuar el estudio de tráfico existente de la vía en estudio y su proyección para la vida útil del proyecto.
- Analizar el diseño geométrico actual de la vía, según las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Conocer las propiedades físico-mecánicas y geológicas mediante el estudio de suelos para el diseño de la estructura del pavimento.
- Calcular las obras de arte necesarias para que la vía tenga un correcto sistema de drenaje.
- Efectuar el rediseño geométrico de la vía, cumpliendo con las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- Desarrollar el presupuesto y programación de obra del diseño definitivo de la vía.

1.8. JUSTIFICACIÓN

La vía de acceso a estos sectores sufre constante deterioro sobre todo durante época de invierno, todo esto provoca que las habitantes tengan que combatir con constantes huecos, lodo, charcos de agua, etc. para poder llegar a sus viviendas, lugares de trabajo o estudio, considerando que la vía es de gran importancia para unir estas dos parroquias.

Este sector se caracteriza por su alta producción agrícola y ganadera, la misma que no puede ser transportada debidamente a los sitios de consumo, por lo que los pobladores y autoridades han gestionado la ejecución de este estudio como prioritario para que sus parroquias se relacionen, generando un fortalecimiento de los beneficiarios, tanto en la parte social como productiva, facilitando el traslado de sus productos y por ende potencializar el turismo, agricultura y ganadería existente en la zona.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en la comunidad Santa Vela de la Parroquia San Antonio de Bayushig y el Sector conocido como las Haciendas de la Parroquia Matus, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo.

Las coordenadas IGM⁵ donde se localiza el inicio la vía son las siguientes:

Tabla 2. Coordenadas de Referencia del Proyecto

Fuente: Ruth Puluche

LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
9826642.000	776697.000	3066. 000

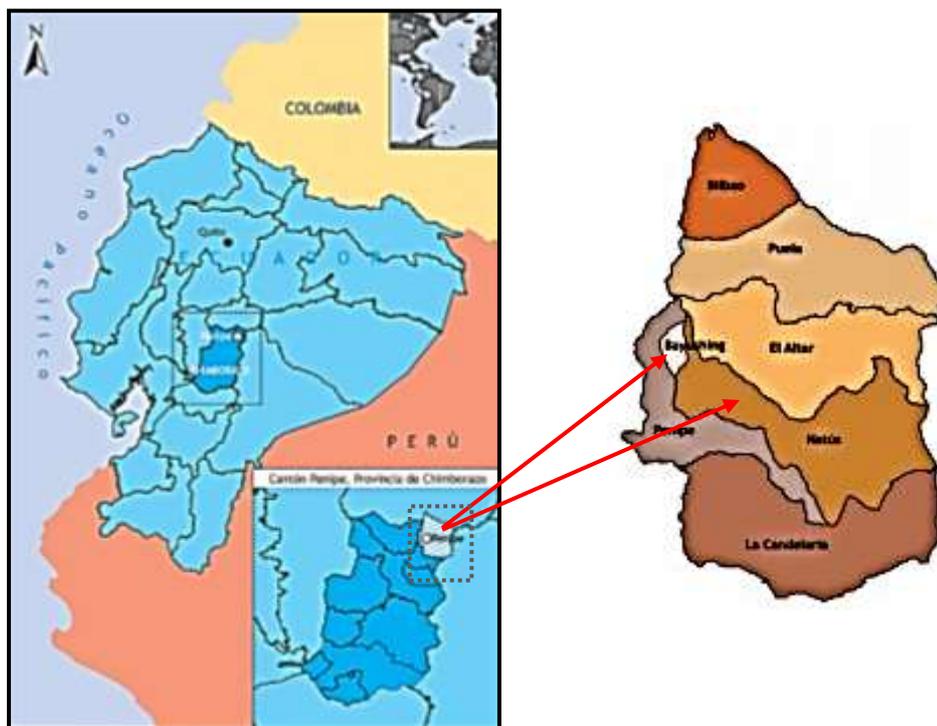


Figura 2. Mapa del Ecuador-Chimborazo-Penipe

Fuente: Ruth Puluche

⁵IGM: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR



Figura 3. Ubicación del Proyecto.

Fuente: Google Maps Penipe - Matus

El Cantón Penipe se sitúa entre los 2.500 y los 5.424 msnm. Se encuentra ubicado en el noreste de la provincia, a 22 km de distancia de la ciudad de Riobamba, con una extensión territorial de 240 km², está limitada al norte; con la Quebrada los Motilones, San Pedro de Pelileo y Baños de Agua Santa, al sur; el Río Blanco, Riobamba y Pablo Sexto, al este; desde Paila Cajas hasta la Laguna Enjallinado, Palora Provincia de Morona Santiago, al oeste; el río Chambo. Su latitud 1° 34' sur y su longitud 78° 31' 60" oeste con temperatura media de 13-15 °C.

2.2. POBLACIÓN, VIVIENDA, ECONOMÍA Y DATOS GENERALES DEL SECTOR

2.2.1. POBLACIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO

El Cantón Penipe tiene una población de 6.739 habitantes con un total de 2.631 familias según los datos del INEC⁶, Censo del 2010, de los cuales, 3.274 son hombres que representan el 48,58% y 3.465 son mujeres que representa el 51,42%, la población urbana representa el 15,79% y la población rural el 84,21%.

La población se encuentra distribuida en seis parroquias rurales, La Candelaria, El Altar, Matus, Puela, Bilbao y Bayushig en donde están localizadas 20

⁶INEC: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO

comunidades y una parroquia urbana La Matriz con 9 comunidades, las parroquias El Altar, Bayushig y Matus tienen el 70% del total de la población cantonal.

Tabla3. Distribución de la Población por Parroquias

Fuente: INEC 2010

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR PARROQUIAS				
PARROQUIAS	TOTAL	%	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	6739	100	3274	3465
PENIPE (URBANO)	1064	15.79	493	571
PERIFERIA	1025	15.21	507	518
AREA RURAL	4650	69.00	2274	2376
EL ALTAR	1265	18.77	631	634
MATUS	991	14.71	471	520
PUELA	622	9.23	314	308
SAN ANTONIO DE BAYUSHIG	1101	16.34	517	584
LA CANDELARIA	475	7.05	239	236
BILBAO	196	4.18	102	94

La densidad poblacional actual es de 17,46 hab/km². La población se concentra en aproximadamente el 45% del cantón, lo que significa que la densidad efectiva sobre el área realmente poblada llega a 38,79 hab/km².

Una vez analizada la pirámide poblacional, los índices de juventud, envejecimiento se puede calificar como una sociedad juvenil.

En cuanto a los grupos étnicos, el 95,98% de los habitantes se consideran mestizos, el 1,20% blanco y el 2,82 de su población se autodenominan mulatos, indígenas, montubios, negros o afro-ecuatorianos. El 12 % de la población posee algún tipo de discapacidad, el 51,17% hombres y el 48,82% a mujeres.

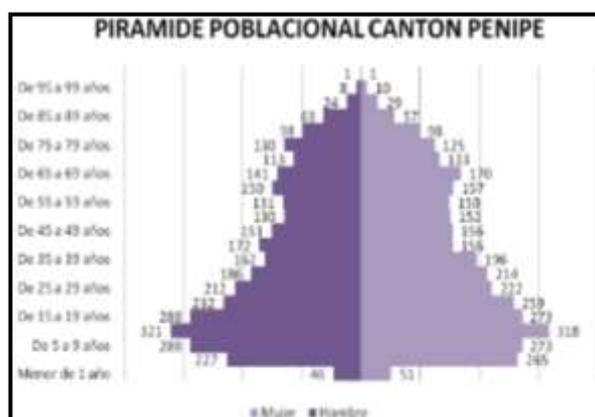


Figura 4. Pirámide Poblacional Cantón Penipe

Fuente: INEC 2010

2.2.1.1. MIGRACIÓN

La población que mayoritariamente ha migrado son de las parroquias Puela, El Altar y Bilbao, este comportamiento demográfico ha sido influenciado por la erupción del volcán Tungurahua, la migración interna representa el 12,8% de la población total, dicha población está localizada en las principales ciudades del país de la costa Guayaquil, Santo Domingo, Salinas y Esmeraldas, en la Sierra central Quito, Riobamba, Ambato, Latacunga y Cuenca y una mínima parte en el oriente Baños, Puyo, Macas, la migración externa es decir fuera del país representa el 2,52%, en relación a la población total los principales países donde migran son Estados Unidos, Italia, España y Austria.

2.2.2. EDUCACIÓN, SALUD Y VIVIENDA

2.2.2.1. EDUCACIÓN

La cabecera Parroquial de Penipe cuenta con un Centro Educativo “Unidad Educativa Fiscal Experimental del Milenio Penipe”, la Unidad Educativa a Distancia Chimborazo ubicado en la parroquia de Bayushig, además con centros integrales del buen vivir y de instrucción primaria en las diferentes comunidades.

El analfabetismo en la zona rural en los hombres es del 9,38% y de las mujeres es 13,32%, mientras que en el sector urbano en los hombres es de 11,02% y de las mujeres es 17,67%.



Figura 5. Unidad Educativa Fiscal Experimental del Milenio Penipe

Fuente: Ruth Puluche

2.2.2.2. SALUD

La cabecera Parroquial de Penipe cuenta con un sub centro de salud el mismo que está a cargo del área de salud N°6 del Ministerio de Salud Pública el cual satisface las necesidades del número de habitantes existentes en esta comunidad. Cada una de las parroquias del Cantón cuenta con sub centros de salud y dispensarios del SeguroSocial Campesino, además con el servicio adicional de Cebycam-Ces.



Figura 6. Sub Centro de Salud de Penipe

Fuente: Ruth Puluche

2.2.2.3. VIVIENDA

En el cantón Penipe existen alrededor de 2146 viviendas. El 63% de las viviendas es propia, mientras que el 17% es propia por posesión donada o herencia, etc. 3% se arrienda, el 13% la ocupa por préstamo, el 1% por servicios y el 2% de otra forma.

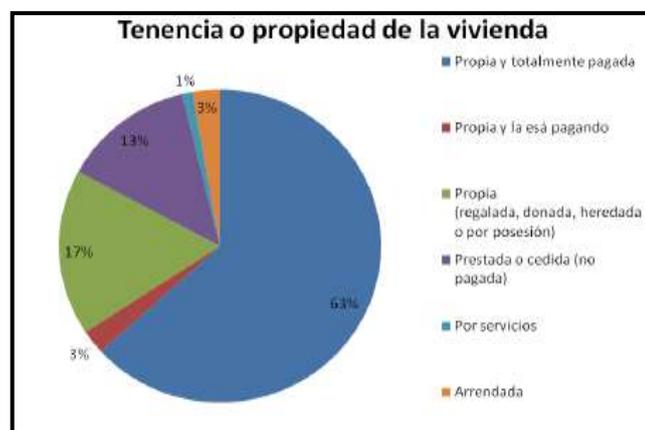


Figura 7. Tenencia o Propiedad de la Vivienda

Fuente: INEC 2010

2.2.3. ECONOMÍA

Según el Censo del 2010 en el cantón de Penipeel 43,62% conforma el PEA, los inactivos representan el 32% de la población. Para el 2010 la distribución PEA⁷ por rama de actividad revela que el 65,44% de la población se dedica a la agricultura. La manufactura abarca el 4,35% de los ocupados del cantón. El comercio al por mayor y menor abarca el 3,5% de los ocupados.

Tabla 4. Población Económicamente Activa-Grupos Ocupacionales

Fuente: INEC 2010

Población Económicamente activa de 5 años y más, en porcentajes, según grupos ocupacionales			
Rama de actividad (Primer nivel)	Casos	%	Acumulado
Agricultura, Ganadería, Silvicultura y pesca	1924	65,44	65,44
Explotación de minas y canteras	1	0,03	65,48
Industrias manufactureras	128	4,35	69,83
Suministro de electricidad, gas, vapor	3	0,10	69,63
Distribución de agua, alcantarillado y desechos	4	0,14	70,07
Construcción	78	2,65	72,72
Comercio al por mayor y menor	103	3,50	76,22
Transporte y almacenamiento	81	2,76	78,98
Actividades de alojamiento y servicio de comida	30	1,02	80,00
Información y comunicación	9	0,31	80,31
Actividades financieras y de seguros	1	0,03	80,34
Actividades profesionales, científicas y técnicas	12	0,41	80,75
Actividades de servicios administrativos	9	0,31	81,05
Administración pública y defensa	80	2,72	83,78
Enseñanza	78	2,65	86,43
Actividades de la atención de la salud humana	27	0,92	87,35
Artes, entretenimiento y recreación	3	0,10	87,45
Otras actividades de servicio	38	1,29	88,74
Actividades de los hogares como empleadores	99	3,37	92,11
No declarado	185	6,29	98,40
Trabajador nuevo	47	1,60	100,00
Total	2940	100,0	100,00

⁷PEA: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

2.2.3.1. POBREZA

La vida en Penipe se ha convertido en estrecha relación con los recursos naturales, tierra, agua, bosques y pastos naturales constituyen la base de su actividad productiva y económica, por lo tanto, al ser afectados estos, se afecta también la vida de la población que depende de ellos.

Uno de los aspectos clave en la valoración de la economía local es el relacionado con la situación relativa a la pobreza. Existen muchos conceptos para medir la pobreza; aquí se asume el que la relaciona con las “Necesidades Básicas Insatisfechas” (NBI). La pobreza por NBI⁸ afecta al 73,70% de la población del cantón Penipe, y la pobreza extrema al 27,80%. Las necesidades básicas insatisfechas tienen su origen en primer lugar en la falta de ingresos y luego en el mal uso del excedente económico agrícola por parte de los mismos agricultores.

Tabla 5. Indicadores Pobreza en el Cantón Penipe

Fuente: INEC 2010

INDICADORES	% (población total)
Pobreza por NBI	73,70
Pobreza por NBI urbana	22,50
Pobreza por NBI rural	68,90
Extrema Pobreza por NBI	27,80
Extrema pobreza por NBI urbana	7,60
Extrema pobreza por NBI rural	31,10
Incidencia de la pobreza de consumo	78,90
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	35,90
Brecha de la pobreza de consumo	31,20
Brecha de la extrema pobreza de consumo	9,30

2.2.4. DATOS GENERALES

⁸NBI: NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS.

2.2.4.1. PRECIPITACIONES

Las precipitaciones de mayor intensidad en el periodo de 1965 al 1984 alcanzaron un promedio de 900 mm. Una pequeña temporada de precipitaciones, se aprovecha para sembrar, que va de finales de Octubre a inicios de Diciembre, la temporada de lluvia o invierno dura de fin de marzo hasta inicio de Julio con precipitaciones entre 610 y 1000mm. Esta la epoca de la floración, fecundación y engrose del grano.

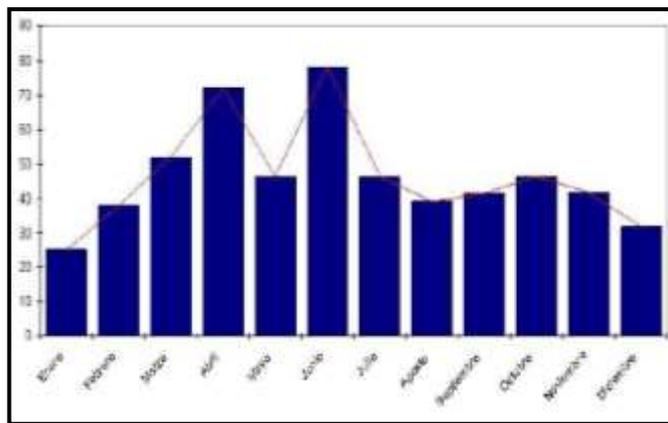


Figura 8. Precipitación Mensual Promedio Penipe (Estación Ubicada en Bayushig)

Fuente: Diagnóstico Ambiental Cantón Penipe 2006

2.2.4.2. VIENTOS

Los vientos predominantes son los que van del Oriente por el Río Chambo al Este, provocando la sequedad del suelo, especialmente en la zona baja. La parte baja de Penipe se la puede considerar como la zona mas seca del área. Los vientos se presentan en los meses de julio, agosto, septiembre, los mismos que poseen mayor velocidad.

2.2.4.3. HUMEDAD ATMOSFÉRICA

La humedad relativa existente en la zona es de 80% anual y es casi constante a lo largo de todo el año.

2.2.4.4. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA

En el cantón Penipe encontramos los siguientes pisos ecológicos:

- Bosque Seco Montano Bajo en su límite mas bajo (1.900 a 2.800msnm)

- Bosque Húmedo Montano Bajo (2.800 a 3.400 msnm)
- Páramo pluvial Subalpino (3.600 a 4.300 msnm)
- Subnival (Mayor a 4.300 msnm)

2.2.4.5. SUELO

Los suelos del cantón Penipe tienen las siguientes características como son materia orgánica negra, suelo pseudo limoso muy negro, suelo negro u oscuro, arenoso, de ceniza, arena fina, por lo que se puede encontrar grandes extensiones de bosques naturales y producción de cultivos.

2.2.4.6. USO ACTUAL DEL SUELO

El uso del suelo en Penipe está dividido en lo administrativo, vivienda, vivienda comercio, sectores de cultivo, no urbanizables, tanto a nivel urbano como rural.

El cantón Penipe posee 385.606,40 has. cuyo principal uso del suelo es la vegetación natural dentro de la cual se encuentra parte del Parque Nacional Sangay con 60,25% de la superficie total. Esta vegetación está conformada en su mayoría por grandes extensiones de pajonales de páramo y bosques naturales, el 17,64% está dedicado a la producción de cultivos, pasto natural 12,21%, bosque natural 9,97%, pasto cultivado 3,52%, pasto cultivado más cultivos 2,23%. Los sectores urbanos, corresponden a un 0,54% en total del territorio esto es 207,30 has.

Tabla 6. Uso del Suelo Cantón Penipe

Fuente: Planes Parroquiales Cantón Penipe

USO DEL SUELO	ÁREA HAS.	%
Zona Bosque Cultivado	261,90	0,68
Zona Vegetacion	632,80	1,64
Zona Urbana	207,30	0,54
Zona Cultivos	6810,60	17,64
Zona Páramo	18276,10	47,34
Zona Pasto Natural	4715,20	12,21
Zona Bosque Natural	3849,30	9,97
Zona de Hielo	522,60	1,35

Zona Abandonada	127,60	0,33
Zona de Pasto Cultivado	1359,20	3,52
Zona Afloramiento rocoso	439,40	1,14
Zona Cuerpos de Agua	2,70	0,01
Pasto Cultivado/cultivos	860,80	2,23
Veg.Arbust./bosque	32,90	0,09
Veg. Arbust./bosque natural	301,00	0,78
Bosque natural/bosque cult.	91,80	0,24
Total	385.606,40	100.00

En la comunidad de Santa Vela y el Sector las Haciendas gran parte del suelo es utilizado para pastos y cultivos, considerados como sectores de alta producción.

2.2.5. INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS

2.2.5.1. VIALIDAD

El cantón está estructurado en función de su principal eje vial que es Riobamba-Penipe-Baños que por sus características de conectividad intercantonal e interprovincial se considera estratégica además por el acceso al Oriente, pero esta se encuentra en condiciones regulares.

Tabla 7.Red Vial del Cantón Penipe

Fuente: Entrevistas Subsistemas de Movilidad, Energía y Conectividad 2011

VÍA	TIPO	DISTANCIA
Riobamba-Penipe	Asfaltada	27,79 km
Penipe-Puela-Limite	Asfaltada	17,82 km
Penipe - Bayushig	Asfaltada	4,60 km
Penipe - Utuñay	Asfaltada	6.90 km
Penipe - Candelaria	Asfaltada -	12.00 km
Penipe - Santa Vela	Asfaltada-Tierra	8.00 km

La caracterización de la red vial, de la parroquia Matus cuenta con 29.93 kilómetros de vías inter e intra parroquiales, 21.2% de ellas están asfaltadas, el 9,7% adoquinadas, el 23,1% lastradas y el 45.8% son de tierra. La red vial rural de

la parroquia Bayushig es de 15.46 kilómetros en tierra, 8,83 kilómetros, adoquinado 1.94 kilómetros, asfalto 4.6 de kilómetros.

Tabla 8. Clasificación Vial del Cantón Penipe

Fuente: GADM Penipe

CAPA DE RODADURA	Km	%
Asfalto	48,91	17
Adoquín	13,76	5
Lastre	50,91	18
Tierra y Piedra	52,83	18
Tierra	110,10	38
Vía Inhabilitada	12,30	4
Total	288,81	100

2.2.5.2. ENERGÍA ELÉCTRICA

Este servicio ha mejorado notablemente con la reactivación del volcán Tungurahua a partir del 2009, el mismo que dispone de un servicio preferencial, aunque necesita trabajos de complementación donde se están construyendo nuevas viviendas y el mantenimiento de instalaciones deterioradas. Todos los sectores que conforman el cantón, disponen de este servicio, encontrándose en el 94% de las viviendas.

Tabla 9. Servicio de Energía Eléctrica del Cantón Penipe

Fuente: INEC 2010

TIPO	PENIPE			EL ALTAR			MATUS			PUELA			BAYUSHIG			LA CANDELARIA		
	Casos	%	Acumulado %	Casos	%	Acumulado %	Casos	%	Acumulado %	Casos	%	Acumulado %	Casos	%	Acumulado %	Casos	%	Acumulado %
Procedencia de luz eléctrica																		
Red de empresa eléctrica de servicio público	637	94,5	94,51	350	93,50	93,50	285	93,44	93,44	290	90,48	90,40	236	97,1	97,11	124	96,88	96,88
Panel solar							1	0,33	93,77									
Otro	3	0,45	94,96	1	0,27	93,85	1	0,33	94,1									
No tiene	34	5,04	100	23	6,25	100	19	5,9	100	30	9,52	100	19	2,89	100	4	3,13	100
Total	674	100	100	374	100	100	305	100	100	320	100	100	246	100	100	128	100	100

2.2.5.3. TELECOMUNICACIONES

El servicio telefónico de la cabecera cantonal corresponde al 31,88% de la población, mientras que en las parroquias rurales alcanza una cobertura del 24,92% de servicio. La parroquia Bilbao carece de asistencia. La telefonía móvil cubre el 34,70% de la población y el servicio de Internet en centros de estudio y algunas instituciones cantonales alcanza el 0,86%, sin embargo sigue siendo insipiente.

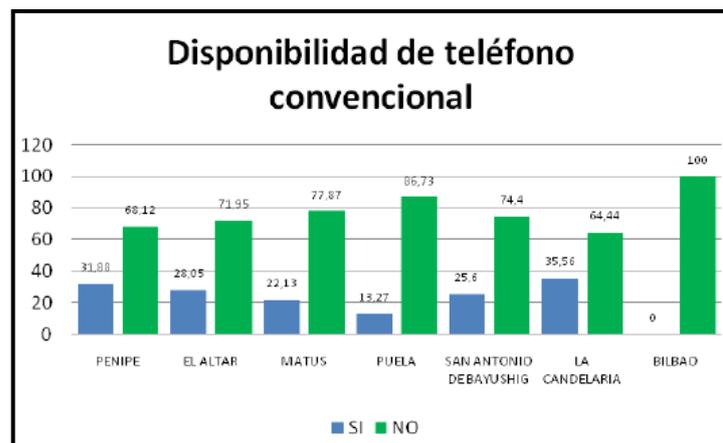


Figura 9. Disponibilidad de Servicio Telefónico

Fuente: INEC 2010

2.2.5.4. ABASTECIMIENTO DE AGUA

La mayoría de parroquias de Penipe consumen agua entubada y ocasionalmente clorada en tanques de tratamiento. Las juntas de agua potable son las encargadas de la administración de este servicio, que para muchos usuarios es insuficiente, de baja calidad y poco satisfactorio, sobre todo en el sector de Utuñag y en la Parroquia Bilbao no cuentan con este servicio por ausencia de infraestructura y porque estas se destruyeron a raíz de las actividades volcánicas del Tungurahua.

El 79,40% de la población dispone del servicio a través de la red pública, el 16,30% se abastece de los ríos o vertientes y el 4,3% tiene otra forma de dotación.

Las principales micro cuencas de agua son la del río Naranjal, río Blanco, río Badcahuan y algunas quebradas.

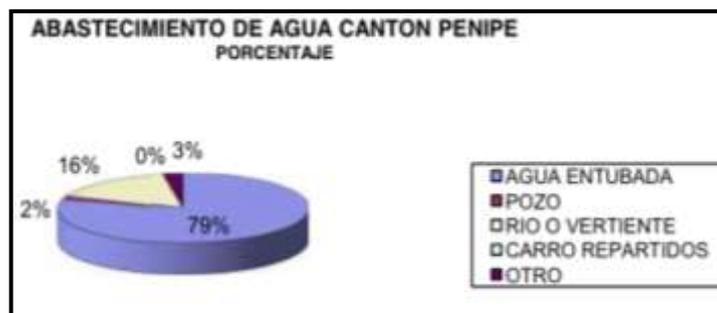


Figura 10. Abastecimiento de Agua en el Cantón Penipe

Fuente: Planes de Trabajo Chimborazo 2014

2.2.5.5. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado existe solo en la cabecera cantonal y en algunas comunidades debido a que la implementación es muy costosa y no hay sitios de drenaje para el destino final, además los sitios donde drenan estas aguas han contaminado los ríos y vertientes que servían de consumo humano y regadío de cultivos. La población cuenta con unidades básicas que en algunos casos no son utilizados adecuadamente.

Del sistema de alcantarillado solo se beneficia un porcentaje muy reducido de la población cantonal 31,20%, por lo general se encuentra en las pequeñas concentraciones de población de cada parroquia, el resto de sectores y comunidades cuentan con pozo ciego 29,60%, pozos sépticos 25,40% y de otra forma el 13,80%.

Tabla 10. Sistemas de Alcantarillado

Fuente: Dirección de OO.PP. del Municipio de Penipe

PARROQUIA	COMUNIDAD	DESCARGA	TRATAMIENTO
EL ALTAR	EL ALTAR	Río Chambo	NO
	PACHANILLAY	Río Puela	NO
	PALITAHUA	Río Puela	NO
	UTUÑAG	Planta de tratamiento	SI
CANDELARIA	CANDELARIA	Río Blanco	SI
BAYUSHIG	BAYUSHIG	Quebrada Colaytus	NO
PUELA	PUELA	Planta de tratamiento	SI
PENIPE	PENIPE	Río Chambo	SI
MATUS	MATUS	Río Matús	NO

2.3. ELEMENTOS PARA EL DISEÑO⁹

El diseño geométrico de una vía se ve afectado por diferentes factores como son:

- a) Las características del terreno, como a) la topografía, b) características físicas y geológicas c) usos del terreno en el área que atraviesa la vía.
- b) El volumen de tránsito y la velocidad de diseño, así como las características de los vehículos y usuarios que controlan el diseño geométrico así como la dotación de equipamiento de seguridad

2.3.1. TERRENO

- Terreno plano: tiene pendientes transversales a la vía del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son menores del 3%.
- Terreno ondulado: se caracteriza por tener pendientes transversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos sin dificultad en el trazado, así como pendientes longitudinales típicas del 3 al 6%.
- Terreno montañoso: las pendientes transversales suelen ser del 13 al 40%, supone grandes movimientos de tierra por lo que presenta dificultades en el trazado y explanación, tiene pendientes longitudinales del 6 al 8%.
- Terreno escarpado: tiene pendientes de terreno transversales que pasan con frecuencia del 40%, necesita máximo movimiento de tierras y dificulta el trazado o explanación, con pendientes longitudinales mayores al 8%.

2.3.2. TRÁNSITO

El diseño de una carretera se debe basar en datos reales del tránsito, es decir del conjunto de vehículos y usuarios que circulan y circularán por ella, esto nos indica para que servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características del diseño, permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura.

⁹NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 49

2.3.3. VELOCIDAD

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, al diseñar una vía se trata de satisfacer las demandas de servicio público en forma segura y económica. La velocidad de diseño se escoge para diseñar los elementos de la vía que influyen en la operación de vehículos, elementos como el radio de curvatura y el ancho del carril.

2.3.4. SEGURIDAD

Las carreteras se diseñan para proporcionar viajes seguros, eficientes y cómodos. El control de accesos es un factor muy importante en la reducción del número de accidentes como son señales de tránsito, marcas viales, señales en etapas de construcción, entre otros.

2.4. DATOS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

2.4.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

Una vez seleccionada la velocidad del proyecto, todos los elementos de la carretera como son el radio de curvatura, ancho de carril para el alineamiento horizontal y vertical, entre otros se deben relacionar con esta para obtener un diseño óptimo, para satisfacer a la mayoría de conductores en lo referente a la velocidad.

2.4.2. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN:

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo, es la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación o la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

Esta relación entre velocidad de circulación y diseño no se utiliza para fines de diseño, solo es de carácter ilustrativo.

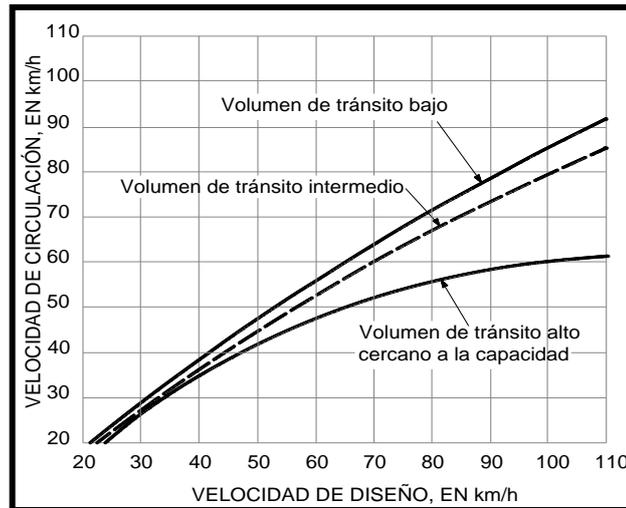


Figura 11. Relación de Velación de Diseño y Velocidad de Circulación

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras 2003 MTOP

Tabla 11. Relación de Velación de Diseño y Velocidad de Circulación

Fuente: Normas para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP.

Velocidad de Diseño en km/h	Velocidad de Operación Promedio en km/h Volumen de Tránsito		
	Bajo	Intermedio	Alto
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

2.4.3. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA¹⁰

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o un imprevisto durante el recorrido. Es la visibilidad mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera.

¹⁰NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 125

La mínima distancia de visibilidad de parada (D) de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; la distancia (d1) regida por el estado de alerta del conductor, recorrida desde el instante en que el conductor avizora peligro en el camino hasta aplicar el pedal del freno y la distancia (d2) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para detener el vehículo después de haberse aplicado los frenos.

La distancia de visibilidad de parada d1, se calcula involucrando la velocidad, el tiempo y la reacción del conductor mediante la siguiente fórmula:

$$d1 = 0.278 v t (m)$$

Donde:

v = velocidad inicial, kilómetros por hora

t = tiempo de percepción y reacción, 2.5 seg.

Velocidad de circulación:

$$Vc = 0,80 * Vd$$

Donde:

Vd = velocidad de diseño

La distancia de frenado d2 se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$d2 = \frac{v^2}{254 * f}$$

Donde:

f = coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

$$f = \frac{1,15}{Vc^{0,3}}$$

La distancia de visibilidad de parada en subida tiene menor longitud que en bajada, las primeras se calculan utilizando el promedio de la velocidad en marcha y las segundas con la velocidad de diseño.

Tabla 12. Distancias de Visibilidad de Parada y de Decisión en Terreno plano

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y Reacción		Coef. de Fricción	Distancia de Frenado	Distancia de Parada
Km/h	Km/h	Tiempo s	Distancia m	f	(m)	(m)
30	30 - 30	2,5	20,8 – 20,8	0.40	8,8 – 8,8	30 – 30
40	40 - 40	2,5	27,8 – 27,8	0.38	16,6 – 16,6	45 – 45
50	47 - 50	2,5	32,6 – 34,7	0.35	24,8 – 28,1	57 - 63
60	55 - 60	2,5	38,2 – 41,7	0.33	36,1 – 42,9	74 – 85
70	67 - 70	2,5	43,8 – 48,6	0.31	50,4 – 62,2	94 - 111
80	70 - 80	2,5	48,6 – 55,6	0.30	64,2 – 83,9	113 - 139
90	77 - 90	2,5	53,5 – 62,4	0.30	77,7 – 106,2	131 – 169
100	85 -100	2,5	59,0 – 69,4	0.29	98,0 – 125,6	157 – 205
110	91 -110	2,5	63,2 – 76,4	0.28	116,3–170,0	180 - 246

Tabla 13. Distancias de Visibilidad de Parada en Pendiente de Bajada y Subida

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Velocidad de Diseño	Distancia de Parada en Bajadas (m)			Distancia de Parada en Subidas (m)		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
Km/h						
30	30,4	31,2	32,2	29,0	28,5	28,0
40	45,7	47,5	49,5	43,2	42,1	41,2
50	65,6	68,6	72,6	55,5	53,8	52,4
60	88,9	94,2	100,8	71,3	68,7	66,6
70	117,5	125,8	136,3	89,7	85,9	82,8
80	148,8,	160,5	175,5	107,1	102,2	98,1
90	180,6	195,4	214,4	124,2	118,8	113,4
100	220,8	240,6	256,9	147,9	140,3	133,9
110	267,0	292,9	327,1	168,4	159,1	151,3

2.4.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO¹¹

La distancia de visibilidad de adelantamiento se define como la mínima distancia de velocidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro que

¹¹NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 128

circula por su mismo carril, invadiendo el carril contrario sin afectar la velocidad del otro vehículo. Para esto debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El Vehículo que es rebasado viaja a una velocidad uniforme.
- El Vehículo que rebasa acelera hasta alcanzar una velocidad de 15 Km/h.
- Luego de rebasado debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa una maniobra.

La distancia de visibilidad de adelantamiento es la sumatoria de cuatro distancias separadas.

$$dr = d1 + d2 + d3 + d4$$

La distancia preliminar de demora **d1** se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$d1 = 0,278 * t1 * (V - m + a \frac{t1}{2})$$

Donde:

v = velocidad promedio del vehículo que rebasa Km/h

t1= tiempo de la maniobra inicial s.

a = aceleración promedio por vehículo que efectúa el rebase Km/h s.

m = diferencia de velocidad entre los vehículos.

Distancia de adelantamiento **d2**:

$$d2 = 0,278 * v * t2$$

Donde:

v = velocidad promedio del vehículo que ejecuta el adelantamiento Km/h

t2 = Tiempo que ocupa el carril opuesto s.

Distancia de seguridad **d3**. La experiencia ha demostrado que varía entre valores de 35 y 90m.

Distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario **d4**.

Tabla 14. Distancias Mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de dos Carriles, en metros

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

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

2.4.5. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

2.4.5.1. CURVATURA HORIZONTAL Y SOBREELEVACIÓN¹²

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación interrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que de posible.

En el diseño de curvas horizontales se deben considerar dos casos:

- Tangente seguida por curva horizontal
- Alineamiento compuesto de tangente y curva horizontal y vertical.

Para dar seguridad y economía a la operación del tránsito, se han introducido métodos de diseño como el radio mínima de curva o grado máximo de curva, la tasa de sobreelevación máxima o peralte, los factores de fricción y las longitudes de transición mínima cuando se pasa de una tangente a una curva.

¹²NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 131

2.4.5.2. FACTOR MÁXIMO DE FRICCIÓN LATERAL Y TASA DE SOBREELEVACIÓN O PERALTE¹³

El factor de fricción lateral depende principalmente de las condiciones de las llantas de los vehículos, el tipo y estado de la superficie de rodamiento y la velocidad, mientras el peralte depende de las condiciones climáticas, área, urbana o rural, frecuencia de vehículos y condiciones de terreno.

Para carreteras rurales y urbanas con velocidades comprendidas entre 30 y 110 Km/h, la AASHTO presenta factores entre 0,17 y 0,10, para vías urbanas de baja velocidad de 30 a 70 Km/h factores entre 0,30 y 0,16 y para tramos de giro en intersecciones a velocidades de 20 a 70 Km/h factores de 0,33 a 0,15.

El peralte se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada para contrarrestar las fuerzas centrífugas y la fricción, este no debe exceder el 0,12 y depende del tipo de terreno.

Tabla 15. Tasa de Sobreelevación según tipo de Área

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Tasa de Sobreelevación e (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural Plana
6	Suburbana
4	Urbana

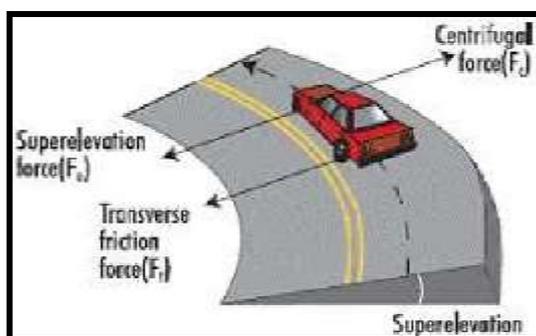


Figura 12. Sobreelevación o peralte de una vía

Fuente: Universidad Técnica Particular de Loja

¹³NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 132

2.4.5.3. RADIOS MÍNIMOS Y GRADOS MÁXIMOS DE CURVA¹⁴

Los radios mínimos son los valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño que se relacionen con el peralte máximo y la fricción lateral escogida. El uso de radios más reducidos solamente puede lograrse a costas de incómodas tasas de sobreelevación y coeficientes de fricción lateral que garantice la adherencia de las llantas con la superficie de rodamiento de la vía.

Una vez conocida el factor de sobreelevación, los radios mínimos de curvatura horizontal se pueden calcular utilizando la siguiente fórmula:

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

Dónde:

V = Velocidad de diseño Km/h

e = peralte en fracción decimal

f = Factor de fricción lateral, fricción dividida por masa perpendicular al pavimento.

El grado de curvatura Gc es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 20 m, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$Gc = 1145.92/R$$

Tabla 16. Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales para Velocidades de Diseño

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Velocidad de diseño	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calc.	Recom.		Calc.	Recom.	
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'

¹⁴NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 133

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'

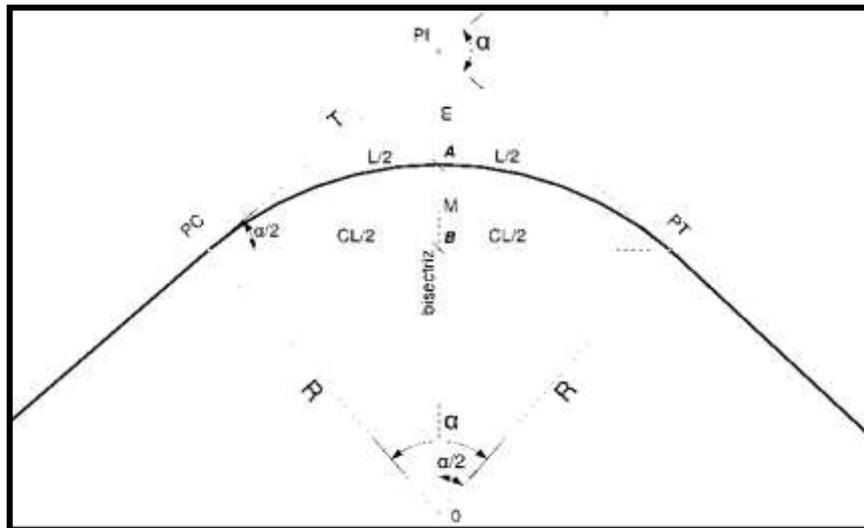


Figura 13. Elementos de Curva Circular Simple.

Fuente: Ruth Puluche

Donde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α: Ángulo de deflexión de las tangentes

a: Ángulo central de la curva circular

R: Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular o subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

Lc: Longitud de la curva circular

2.4.5.4. TANGENTES¹⁵

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se llaman PI y el ángulo de definición, formado por la propagación de una tangente y la siguiente se denomina alfa α .

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

2.4.5.5. CURVAS HORIZONTALES DE TRANSICIÓN¹⁶

Para dar seguridad al recorrido de los vehículos desde una sección en recta o tangente de una carretera a una determinada curva horizontal circular, los conductores invaden el carril vecino, una curva que se denomina de transición, que facilite un recorrido seguro y cómodo de la curva.

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal se hace necesario, colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de la vía que se requiere para unir el punto inicial con el final.

El requerimiento especial de una curva de transición consiste en que su radio puede decrecer gradualmente desde el infinito en la tangente que se conecta con la espiral TE hasta el final de la curva EC. Por definición, el radio en cualquier punto de la espiral varía en relación inversa con la distancia medida a lo largo de la espiral.

La longitud de transición es la longitud de la carretera en la cual se cambia de la sección con pendientes transversales normales que corresponden a una sección tangente, sección con pendiente sobre elevada en un solo sentido y su punto inferior hacia el inferior de la curva, igualmente ofrece una distancia apropiada de transición para la construcción de los sobre anchos exigidos por la curva circular.

¹⁵NORMA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS-2003 PAG. 35

¹⁶NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 134

La longitud mínima de transición de la espiral L_e , se expresa de la siguiente forma:

$$L_e = 0.0702 \left(\frac{V^3}{RC} \right)$$

Donde:

V = velocidad en Km/h

R = Radio central de la curva en m

C = Tasa de incremento de aceleración centrípeta en m/s^2 valor varía entre 1 y 3.

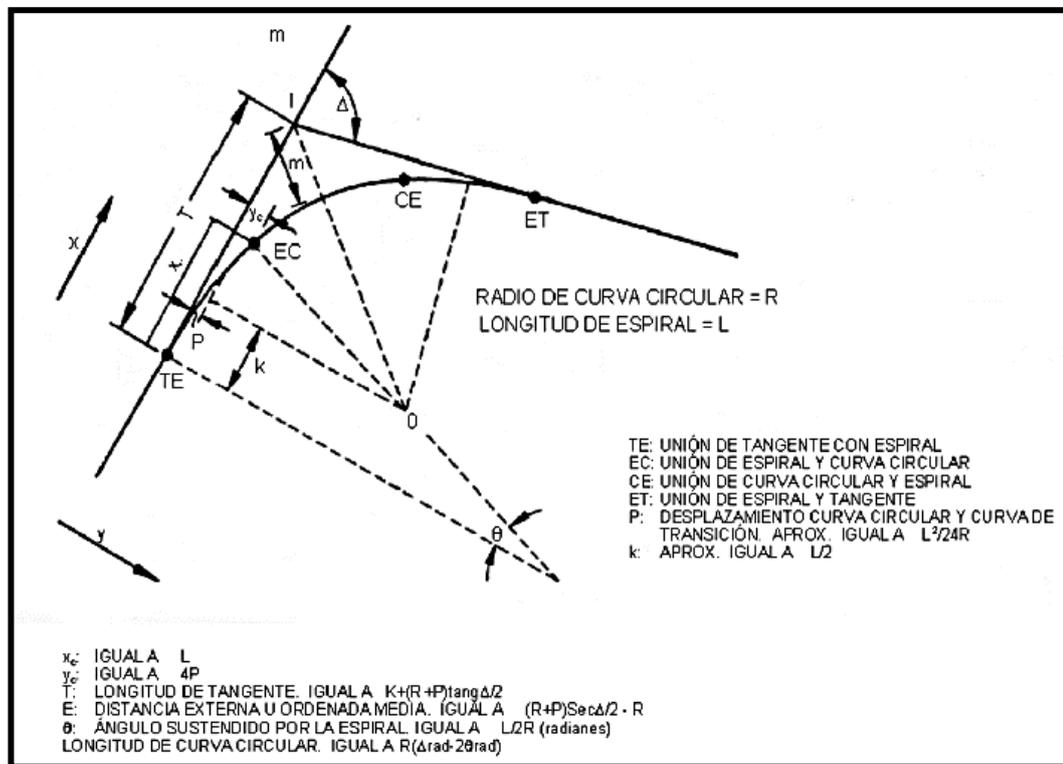


Figura 14. Componentes de la curva circular y espirales

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Las longitudes de espirales en intersecciones se calculan de forma similar, excepto que los valores de C varían entre 0,3 y 1, en tanto que en las intersecciones dicho valor debe estar entre 0,75 para velocidades de 80 Km/h y 1,2 para velocidades de 30 Km/h. Las longitudes mínimas de espirales van desde 20m para velocidades de 30 Km/h y radios mínimos de 25m, hasta 60m para velocidades de 70 Km/h.

Tabla 17. Longitudes de Desarrollo de la Sobreelevación en Carreteras de dos Carriles, en m

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Peralte	Longitud de Transición y Velocidades de Diseño Km/h							
	40	50	60	70	80	90	100	110
Carriles de 3,65 m								
0,02	25	30	35	40	50	55	60	65
0,04	25	30	35	40	50	55	60	65
0,06	35	35	40	40	5	55	60	65
0,08	45	45	50	55	60	60	65	70
0,10	55	55	60	65	75	75	80	85
0.12	65	65	75	80	90	90	95	105

Tabla 18. Elementos de Diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, emax. 10%

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

R (m)	Vd=30km/h			Vd=40km/h			Vd=50km/h			Vd=60km/h			Vd=70km/h			Vd=80km/h			Vd=90km/h			Vd=100km/h		
	L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)		
	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs
7000	SN	0	0	SN	0	0																		
5000	SN	0	0	SN	0	0																		
3000	SN	0	0	SI	56	84																		
2500	SN	0	0	SI	50	75	2.2	56	84															
2000	SN	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.7	56	84												
1500	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.9	50	75	3.5	56	84									
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.1	50	75	3.8	56	84
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.3	50	75	4.0	56	84
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	3.0	44	66	3.6	50	75	4.3	56	84
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.9	39	59	3.5	44	66	4.2	50	75	5.1	56	84
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.2	39	59	3.9	44	66	4.6	50	75	5.6	56	84
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.5	39	59	4.3	44	66	5.1	50	75	6.2	56	84
700	SN	0	0	SI	22	33	2.3	28	42	3.1	33	50	4.0	39	59	4.8	44	66	5.8	50	75	6.9	56	84
600	SN	0	0	SI	22	33	2.7	28	42	3.6	33	50	4.5	39	59	5.5	44	66	6.5	50	75	7.8	62	94
500	SN	0	0	2.3	22	33	3.1	28	42	4.2	33	50	5.3	39	59	6.4	46	69	7.6	57	86	8.9	71	107
400	SI	17	26	2.8	22	33	3.8	28	42	5.0	33	50	6.3	41	62	7.5	54	81	8.8	67	100	9.8	78	117
300	2.2	17	26	3.6	22	33	4.8	28	42	6.3	38	57	7.8	51	77	9.0	65	97	9.9	75	112	Rmin=360		
250	2.6	17	26	4.2	22	33	5.6	30	45	7.1	43	64	8.7	57	86	9.7	70	105	Rmin=275					
200	3.1	17	26	5.0	26	39	6.6	36	53	8.2	49	74	9.6	63	94	Rmin=210								
175	3.5	17	26	5.6	29	43	7.1	38	58	8.8	53	79	9.9	65	97.0	Rmin=160								
150	4.0	19	29	6.2	32	48	7.8	42	63	9.4	57	85	Rmin=160											
140	4.3	21	31	6.4	33	49	8.1	44	66	9.6	58	87	Rmin=160											
130	4.5	22	32	6.7	34	52	8.5	46	69	9.8	59	88	Rmin=160											
120	4.8	23	34	7.0	36	54	8.8	48	71	10.0	60	90	Rmin=160											
110	5.1	24	37	7.4	38	57	9.1	49	74	Rmin=115														
100	5.5	26	40	7.7	40	59	9.5	51	77	Rmin=115														
90	5.9	28	42	8.2	42	63	9.8	53	79	Rmin=115														
80	6.4	31	46	8.6	44	65	10.0	54	81	Rmin=115														
70	6.9	33	50	9.1	47	70	Rmin=75																	
60	7.5	36	54	9.6	49	74	Rmin=75																	
50	8.2	39	59	10.0	51	77	Rmin=75																	
40	9.1	44	65	Rmin=45																				
30	9.9	47	71	Rmin=25																				

Emax = 10.0%

R = Radio de curva

V = Velocidad de diseño

e = Tasa de sobre elevación

L = Longitud mínima de transición

SN = Sección Normal

SI = Sección Invertida, peralte si a la pendiente normal

C: = Carriles

CIFRAS REDONDEADAS

2.4.5.6. SOBRE ANCHOS EN CURVAS¹⁷

Los sobre anchos se diseñan en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, seguro y cómodo. Los sobre anchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado, para compensar la dificultad que tiene el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. Para establecer el sobre ancho se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En curvas circulares sin transición, el sobre ancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada.
- Cuando existen curvas de transición, el sobre ancho se divide igualmente entre el borde interno y externo de la curva.
- El ancho extra debe efectuarse sobre la longitud total de transición. Estos cambios pueden efectuarse en longitudes entre 30 y 60 m.
- Los bordes del pavimento siempre deben tener un desarrollo suave y curvado.

Tabla 19. Sobre anchos de la calzada en curvas circulares

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

TIPO	C1							C2							C3						
	Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)						
Radio de Curva (m)	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1		
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			0.6	0.7	0.7	0.8	0.8		0.9	1.0	1.0	1.1				
250	0.4	0.5	0.5	0.6				0.7	0.8	0.8	0.9			1.0	1.1	1.1	1.2				
200	0.6	0.7	0.8					0.9	1.0	1.1				1.2	1.3	1.3	1.4				
150	0.7	0.8						1.0	1.1					1.3	1.4						
140	0.7	0.8						1.0	1.1					1.3	1.4						
130	0.7	0.8						1.0	1.1					1.3	1.4						
120	0.7	0.8						1.0	1.1					1.3	1.4						
110	0.7							1.0						1.3							
100	0.8							1.1						1.4							
90	0.8							1.1						1.4							
80	1							1.3						1.6							
70	1.1							1.4						1.7							

¹⁷NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 140

2.4.5.7. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES¹⁸

Las obstrucciones a la visibilidad localizadas en las curvas horizontales como edificaciones, muros, árboles, taludes y otros similares, deben ser revisadas para recomendar cambios de alineamiento o remoción de obstrucciones, según la solución más factible.

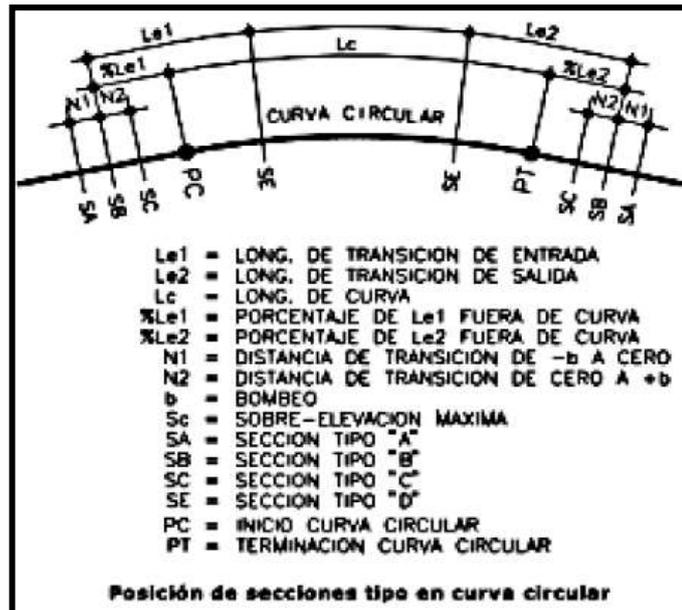


Figura 15. Componentes de la curva circular

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A



¹⁸NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 141

Figura 16. Componentes de las curvas espirales

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

La línea de vista es la cuerda de la curva y la distancia de visibilidad de parada se mide a lo largo de la línea central del carril interior de la referida curva. Se requiere que la ordenada media desde el centro de la curva hasta la obstrucción, no obstaculice la visibilidad de parada requerida en sus valores alto y bajo.

2.4.6. ALINEAMIENTO VERTICAL

2.4.6.1. CONSIDERACIONES PARA ALINEAMIENTO VERTICAL¹⁹

El perfil longitudinal conforma la rasante que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

El sentido de las pendientes se define según el avance, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes, eliminando el quiebre brusco de la rasante. Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán, los siguientes criterios:

- El eje define el perfil y debe coincidir con el eje central de la calzada.
- En terrenos montañosos y escarpados, se acomodará la rasante al relieve del terreno, evitando tramos en contra pendiente.
- Lograr una rasante con pendientes moderadas, compatibles con la topografía del terreno.
- Los valores de pendiente máxima y longitud crítica, se deben emplear cuando resulte indispensable, para mejor calidad y apariencia de la carretera.

¹⁹NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 142

2.4.6.2. CURVAS VERTICALES²⁰

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan la visibilidad en una distancia igual a la visibilidad mínima de parada y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K, multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes A.

$$L = KA$$

Tabla 20. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

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

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

Tabla 21. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K

²⁰NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 143

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) = L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica		

2.4.6.3. PENDIENTES²¹

En tramos de corte se debe evita el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

Tabla 22. Pendientes Máximas

Fuente:NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

Orografía	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

²¹NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 145

Cuando las pendientes son mayores a 10%, se recomienda que el tramo no exceda 180 m. En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes en exceso a 8% debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa significativamente.

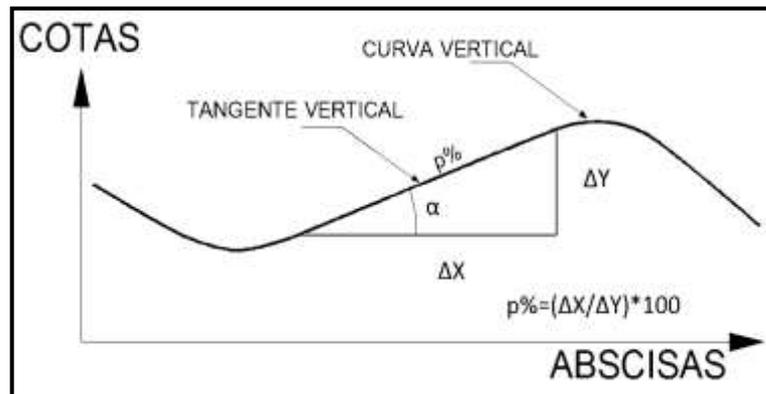


Figura 17. Elementos para Diseño Vertical

Fuente: Ruth Puluche

2.4.7. SECCIÓN TRANSVERSAL²²

La sección transversal, comprende el número de carriles, sobre anchos, espadones y demás dispositivos de seguridad. En los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presenta inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia los bordes para facilitar el drenaje superficial y evitar empozamiento de agua.

Las carreteras pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 1,5 y 3%, en tramos en curvas este será sustituido por el peralte.

2.4.8. TALUDES²³

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible.

²²NEVI-12-MTOP VOLUMEN N°2-LIBRO A PAG. 148

²³ NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO pág. 235

2.4.9. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

La señalización en las vías permite mejorar el nivel de servicio facilitando al usuario su viaje y reducir o eliminar los riesgos de accidentes de tránsito.

Los dispositivos para control de tránsito son elementos que, utilizando símbolos, colores, palabras, forma, contraste, composición y efecto reflejante, transmiten mensajes simples y claros tanto a conductores como a peatones para reglamentar, informar y alertar sobre las condiciones vigentes de circulación en la vía.

2.4.9.1. SEÑALIZACIÓN PERMANENTE

Durante la construcción de las obras de mejoramiento y ampliación de la vía, o luego de que esta haya terminado, se colocará rotulación permanente reflectante y anticorrosiva, que cumpla con las normas de Tránsito, Turismo o Ambiente, según corresponda.

Durante la construcción y operación se deberá mantener las señales limpias, sin vegetación de tal manera que facilite su visualización.

La ubicación longitudinal y transversal de los dispositivos para el control de tránsito han sido diseñados de acuerdo al Manual NEVI-12 Volumen 5 y la INEN, es así que para este estudio se dividió en dos grupos de señales:

1. Señalización Vertical
2. Señalización Horizontal.

2.5.9.1.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales verticales son tableros fijados en postes o estructuras que contienen símbolos y leyendas cuyo objeto es prevenir a los conductores sobre la existencia de peligros, además de indicar las restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos y proporcionar información necesaria para facilitar su viaje.

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en los siguientes tres grupos:

- **Señales Regulatorias**²⁴

Tienen la finalidad de notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas de tránsito.

En relación a su función, estas señales se dividen de la siguiente manera:

- R1 Serie de prioridad de paso
- R2 Serie de movimiento y dirección
- R3 Serie de restricción de circulación
- R4 Serie de Límites máximos
- R5 Serie de estacionamientos
- R6 Serie de placas complementarias
- R7 Serie misceláneos



Figura 18. Señales Verticales Regulatorias

Fuente: MTOP (Ministerio de transporte y Obras Públicas)

Estas señales se identifican por el código general R seguido por un número, deberán tener forma circular de 75 cm de diámetro, con fondo blanco, figuras negras y orla con borde rojo, con excepción de la señal PARE que es octogonal con fondo rojo y letras blancas y al de CEDA EL PASO que es triangular y de borde rojo.

²⁴MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 5. Pág. 168

Las dimensiones de la señal reglamentaria PARE serán: 24.9 cm por lado y ancho de la orla de 7.5 cm. Las dimensiones de la señal circular serán: diámetro 0,75 m. y ancho de la orla o borde de 7.5 cm.

Estas señales se colocarán a una distancia de 0,50 m. desde el borde del espaldón a la proyección de la señal. La altura mínima desde el borde del carril hasta la parte inferior de la señal es de 1,20 m.

- **Señales Preventivas²⁵**

Estas señales tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea de forma permanente o temporal. Estas señales persiguen que los conductores tomen precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias para su propia seguridad.

En relación a su función, estas señales se dividen de la siguiente manera:

- P1 Serie de alineamiento
- P2 Serie de intersecciones y empalmes
- P3 Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito
- P4 Serie de anchos, altos largos y pesos
- P5 Serie de asignación de carriles
- P6 Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía

Serán colocadas en general entre 50 m y 70 m antes del obstáculo a señalar. Se identifican por el código P seguido por un número, deberán ser de forma rombo de 75 cm de lado y serán colocadas con la diagonal correspondiente en forma vertical. Tendrán un fondo amarillo, figuras y bordes negros.

Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda

Advierten al conductor la proximidad de una curva peligrosa a la izquierda o a la derecha, en la cual se hace necesario reducir la velocidad de operación en un 30% ó más. Se usarán para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

²⁵Manual NEVI-12 Volumen 5. Pág. 171

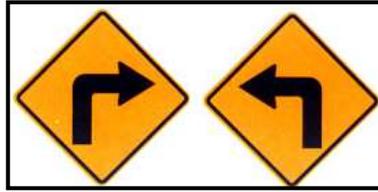


Figura 19. Curva peligrosa a la derecha y curva peligrosa a la izquierda

Fuente: Ruth Puluche

Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda

Advierten al conductor la proximidad de una curva pronunciada a la izquierda o a la derecha, en la cual es necesario reducir la velocidad de operación en un valor comprendido entre el 30% y el 10%, para realizar la maniobra en forma segura. Se usarán para prevenir la presencia de curvas de radio de 40m a 300m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 300m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

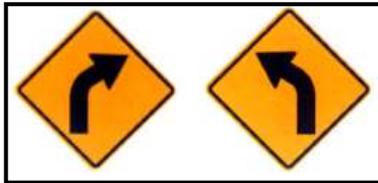


Figura 20. Curva pronunciada a la derecha y curva pronunciada a la izquierda

Fuente: Ruth Puluche

Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda) y (izquierda-derecha)

Advierten al conductor la proximidad de una curva peligrosa a la izquierda o a la derecha, seguidas de una contra curva de características similares. Indican la presencia de dos curvas de sentido contrario.

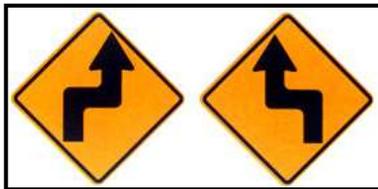


Figura 21. Curva y contra curva peligrosas (derecha-izquierda) y (izquierda-derecha)

Fuente: Ruth Puluche

Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda) y (izquierda-derecha)

Advierten al conductor la proximidad de dos curvas de sentido contrario, con radios entre 80 y 300 metros, separados por una tangente menor de 60m.

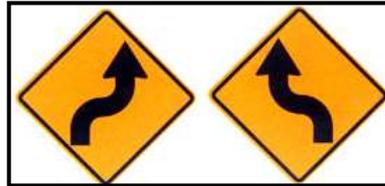


Figura 22. Curva y contra curva pronunciadas (derecha-izquierda) y (izquierda-derecha)

Fuente: Ruth Puluche

Curvas sucesivas primera derecha y curvas sucesivas primera izquierda

Advierten al conductor la proximidad a un sector que inicia con una curva izquierda, o derecha, y sigue con dos o tres curvas más, sucesivas y de sentido contrario, separadas por entre-tangencias menores de 30 m para 20 km/h.



Figura 23. Curvas sucesivas primera derecha y curvas sucesivas primera izquierda

Fuente: Ruth Puluche

Curva en U derecha, curva en U izquierda

Previenen la presencia de curvas cuyas características geométricas la hacen sumamente pronunciadas.

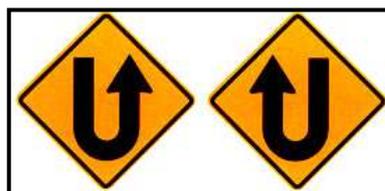


Figura 24. Curva en U derecha, curva en U izquierda

Fuente: Ruth Puluche

Bifurcación derecha y bifurcación izquierda

Estas señales se emplearán para advertir al conductor la proximidad a una bifurcación de la vía por el costado izquierdo o derecho de la misma. Estas señales deberán complementarse con las señales “Pare” o “Ceda el paso”.

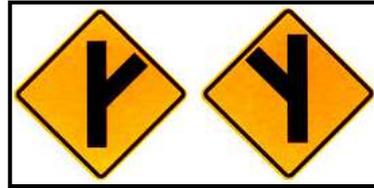


Figura 25. Bifurcación izquierda y bifurcación derecha

Fuente: MTOP (Ministerio de transporte y Obras Públicas)

- **Señales Informativas**²⁶

Tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios de una vía, entregándoles los antecedentes necesarios para que puedan llegar a sus destinos de la forma más simple, segura y directa posible.

Entre las funciones que justifican una señal informativa están las siguientes:

- Intersecciones con otras vías
- Direcciones hacia destinos, calles o rutas
- Inicio de la salida a otras vías
- Distancia a que se encuentran los destinos
- Nombres de rutas y calles
- Servicios y lugares de atractivo turístico
- Nombres de ciudades, ríos, puentes, parques otros.

Estas señales se identifican con el código general I seguidas de un número de identificación. Son generalmente de forma rectangular y de un color de fondo fácilmente reconocible por los conductores, verde retroreflectivo, símbolo, orla y letras color blanco retroreflectivo.

²⁶MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 5. Pág. 171

2.5.9.1.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL²⁷

La señalización horizontal tránsito corresponde a demarcaciones tipo líneas, símbolos, letras u otras, entre las que se incluyen las tachas retroreflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito.

Estas señales se colocan o se pintan sobre los pavimentos, estructuras u objetos dentro o adyacentes a las vías, con el fin de informar a los usuarios, prevenir ciertos riesgos y regular o canalizar el tránsito.

La demarcación plana en función de su forma, se clasifica en los siguientes tres grupos:

- **Líneas Longitudinales**

Se emplean para delimitar carriles, calzadas, zonas con o sin prohibición de adelantamiento, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Este tipo de línea, se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía. Se tiene:

- Líneas de separación de flujos opuestos
- Líneas de separación de carriles
- Líneas de borde de calzada
- Líneas de prohibición de estacionamiento
- Líneas de transición (Reducción o ampliación de carriles)

El eje de una vía de calzada bidireccional, estará delimitado por una línea continua doble en los sectores en que no se permite el tránsito vehicular sobre el o los carriles opuestos.

Las líneas segmentadas de separación de circulación opuesta son de color amarillo y pueden ser traspasadas siempre y cuando haya seguridad, en este caso como la velocidad es menor a 50 Km, el ancho de la línea será de 10 cm, con un patrón de 12 m y una relación señalización brecha de 3 – 9, la longitud de la línea de 3 m.

²⁷MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 5. Pág. 180

La pintura a utilizar será de buena calidad de conformidad a las normas del MTOP y se colocará adicionalmente micro esferas de vidrio para aumentar su retroreflectividad.

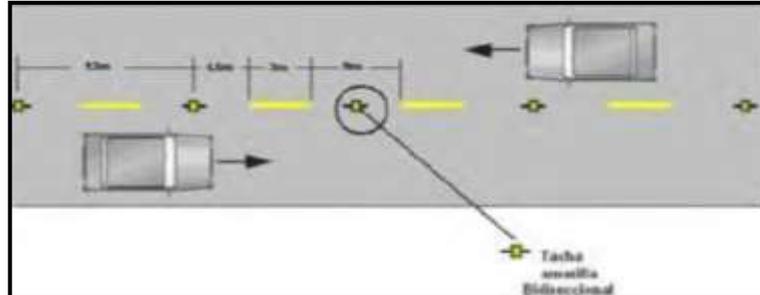


Figura 26. Señalización Horizontal
Fuente: Manual NEVI-12 Volumen 5

Las líneas de separación de carriles de circulación continuas dobles consisten en líneas amarillas paralelas de un ancho de 10 cm con tachas a los costados, separadas por espacio de 10 cm, se emplean donde la visibilidad es reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos. Las tachas serán colocadas cada 12 m de distancia.



Figura 27. Señales Horizontales.
Fuente: MTOP (Ministerio de transporte y Obras Públicas)

- **Líneas Transversales**

Se emplean fundamentalmente en cruces, para delimitar líneas de detención a los vehículos motorizados, y demarcar sendas destinadas al tránsito de paso de peatones y/o ciclistas teniéndose los siguientes subgrupos:

- Líneas de pare
- Líneas de ceda el paso
- Líneas de detención
- Líneas de cruce
- Líneas logarítmicas

Las mismas que pueden ser de tipo continuas y/o discontinuas.

2.4.9.2. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL

La Señalización Temporal se colocará durante la construcción del Proyecto. La función de la señalización en esta etapa es la de guiar al tránsito a través de la carretera en construcción donde se ha de interrumpir el flujo continuo, el cual debe ser orientado para la prevención de riesgos, tanto de los usuarios como del personal que trabaja en la vía.

Estas señales son temporales y su instalación se realizará previamente al inicio de la construcción, permanecerán el tiempo que duren los trabajos y serán retiradas cuando la vía esté completamente habilitada al tránsito.

2.4.9.2.1. PREVENCIÓN DE RIESGOS

- a) Señalización a ubicarse en cada frente de obra activo, de acuerdo a la ejecución de las obras, y por lo tanto sujeta a ser removida y reubicada con frecuencia.
- b) Señalización de sitios de minas, plantas, escombreras, campamentos, bodegas, plataformas, etc.
- c) Señalización sobre eventos, tales como interrupciones programadas para facilitar la construcción o evitar accidentes, restricciones de uso, con los correspondientes horarios o calendarios, según fuera necesario.

2.4.9.2.2. ORIENTACIÓN GENERAL

- a) Letreros con Datos del Proyecto: Programa, Proyecto, Contratista, Longitud.
- b) Normas de respeto al ambiente, higiene, recomendaciones de comportamiento, precaución general, etc.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Para este proyecto de investigación se aplicará una investigación de campo ya que se necesita la recolección de datos, que se los obtiene mediante el levantamiento topográfico, estudio de tráfico y toma de muestras de suelos para ensayos. Además se utilizará una investigación aplicada ya que se aplicarán los conocimientos adquiridos en clase; para desarrollar las diferentes etapas necesarias en la formulación, evaluación y diseño del proyecto.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población la constituirán los habitantes que serán beneficiados por este proyecto, es decir los que están sentados en la comunidad de Santa Vela de la parroquia Bayushig y la comunidad de Matus Alto, la cual es aproximadamente 409 habitantes.

Tabla 23. Población de Santa Vela y Matus

Fuente: Unidad de Planificación GADPR de Bayushig y Matus

Comunidad	Habitantes
Matus Alto	350
Santa Vela	59
Total	409

3.2.2. MUESTRA

Se utilizará un muestreo de los habitantes beneficiarios por la vía evaluada mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Donde:

- n = el tamaño de la muestra.
- N = tamaño de la población.
- σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.
- Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 80% de confianza equivale a 1,28 o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, criterio del investigador.
- e = Límite aceptable de error de la muestra que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Cálculo:

- N = 409 Habitantes
- $\sigma = 0,5$
- Z= 1,28 porque la seguridad asumimos del 80%
- e = 0.09

$$n = \frac{409 * 0,5^2 * 1,28^2}{0,09^2 * (409 - 1) + 0,5^2 * 1,28^2} = 45 \text{ muestras}$$

Como la población sobre la cual vamos a realizar las encuestas y entrevistas es grande nos da un muestreo de 45 habitantes con un error máximo admisible del 5% y una seguridad del 80%.

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 24. Operacionalización de la Variable Independiente

Fuente: Ruth Puluche

Variable	Indicador	Índice	Técnicas e instrumentos	Fuente
Estudio y Diseño de la vía que Comunica el Sector Cuatro Esquinas de la Parroquia Matus con la Comunidad Santa Vela de la Parroquia San Antonio de Bayushig, del Cantón Penipe	Estudios de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Tráfico - Levantamiento Topográfico - Estudio de Suelo - Obras de drenaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteo Vehicular - Topografía de la vía con estación total - Ensayos de Suelos en el Laboratorio - Aforo de caudal de aportación 	<ul style="list-style-type: none"> - NEVI-12-MTOP - Normas INEN
	Diseño Geométrico	<ul style="list-style-type: none"> - Alineamiento Horizontal - Alineamiento Vertical 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño geométrico de la vía 	<ul style="list-style-type: none"> - NEVI-12-MTOP
	Presupuesto y Programación de Obra	<ul style="list-style-type: none"> - Volúmenes de Obra - Análisis de Precios Unitarios 	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto - Cronograma de Obra 	<ul style="list-style-type: none"> - Software Punis

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla 25. Operacionalización de la Variable Dependiente

Fuente: Ruth Puluche

Variable	Indicador	Índice	Técnicas e instrumentos	Fuente
-----------------	------------------	---------------	--------------------------------	---------------

Seguridad de circulación y calidad de vida de los pobladores de la zona con el mejoramiento de la vía Matus – Santa Vela.	Social	- Salud - Educación	- Vía en óptimas condiciones.	- Entrevistas - Encuestas - Observación de campo
	Económica	- Comercio - Plusvalía	- Incremento de la Producción.	- Entrevistas - Encuestas
	Seguridad	- Confiabilidad - Rapidez	- Ampliación de la Vía - Circulación de peatones y vehículos.	- Entrevistas - Encuestas

3.4. PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS.

3.4.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para empezar a desarrollar este estudio es importante realizar un reconocimiento previo del sector, para recolectar los datos que serán de gran utilidad en este proyecto de investigación, en este caso se realizó las encuestas domiciliarias y de origen - destino a los habitantes de la comunidad de Santa Vela y Matus Alto para conocer las características y necesidades de la población.

3.4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

3.4.2.1. GENERALIDADES

El objetivo principal del levantamiento topográfico es capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas de los puntos en un terreno y posteriormente representarlas en un plano. Se empieza por fijar en forma muy aproximada los puntos de control previamente generados por la utilización del GPS, el mismo que debe tener la mayor exactitud posible para establecer la

poligonal base que sirva de referencia para la poligonal definitiva en función principalmente del eje de trazo de la carretera ya existente.

El levantamiento topográfico proporcionará los datos suficientes para la localización de puentes,alcantarillas, canales o tanques de agua, casas, caminos, taludes, muros de contención, postes de hormigón o maderay otros elementos que se puedan presentar en el trayecto para posteriormente realizar el diseño de la vía tratando de que estos no sean afectados.

3.4.2.2. LEVANTAMIENTO DE LA FAJA DEL TERRENO

En primer lugar se realiza el levantamiento de la poligonal base para posteriormente realizar el mallado de puntos tanto de la vía existente como la faja y otros elementos importantes que se debe tomar en cuenta.

Para los puntos de la poligonal se utilizó cilindros de hormigón, que fueron colocados en lugares estratégicos donde se pueda visibilizar la mayor cantidad de puntos para el levantamiento. Los puntos de la poligonal base, se tomaron con un GPS marca GARMIN, el cual nos proporciona las coordenadas geo-referenciadas de acuerdo al IGM que se utiliza en nuestro país.



Figura 28. Punto Base Geo referenciado, Inicio de la Vía – Comunidad Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

3.4.2.3. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Para el diseño horizontal y vertical en las zonas pobladas y en zonas donde existen estructuras básicas como: tanques de agua, canales de riego, casas, puentes, etc.,

se trata de adaptar el diseño con la mayor precaución posible a la vía existente, sin afectar las exigencias que las normas contemplan para este tipo de vías.

La vía en estudio inicia en el límite de la Parroquia Bayushig y Matus, en la comunidad de Santa Vela con la abscisa 0+000 hasta el kilómetro 4+752 donde se extiende el sector conocido como las Haciendas.

En la abscisa 0+000 hasta el Km 0+500 hay la presencia de 1 tanque de agua, el mismo que está junto a la vía, pero no corre ningún riesgo ya que es una estructura de importancia, se observa escaso poblado y alta producción de pasto y maíz, de la abscisa 0+500 hasta el Km 1+000 se tiene un terreno ondulado con escasa población y alta producción de papas y pasto. En el Km 0+800 tenemos una Y, la misma que se dirige a la comunidad de Nabuzo. Desde la abscisa 1+000 hasta el Km 2+000 encontramos terreno montañoso, pocas viviendas y con alta producción de pasto, papas y habas. A partir de la abscisa 2+000 hasta el Km 3+500 es una zona montañoso con presencia de haciendas y producción de maíz, papas y pasto, además la crianza de vacas. Desde la abscisa 3+500 hasta la 4+300 una zona escarpada con altas pendientes que van hasta un 18%, alta producción de pasto y un tanque de agua el cual no se verá afectado con el nuevo diseño. En la abscisa 4+300 se encuentra una Y la misma que se dirige a Matus por un lado y a una propiedad privada por otro lado, desde este punto hasta el final de la vía es una zona ondulada con poca población y alta producción de pasto, junto a esta vía está el río y al final de la misma se encuentra el puente de Matus.

En función de estas consideraciones se ha establecido que en los estudios viales se ponga especial énfasis en el establecimiento del parámetro básico del diseño vial, que es la velocidad. De tal manera que en el diseño geométrico vial se asigna a la velocidad un valor medio para vías en terreno montañoso y un valor bajo para vías en terreno escarpado.

3.4.2.4. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

- Hitos geo referenciados (Cilindros de hormigón)
- Estacas de madera medidas: 0.30 m

- Clavos de concreto de 1 pulgada y de ½ pulgada.
- Martillo, Machete, Azadón
- Pintura esmalte color rojo
- GPS GARMIN
- Estación Total TRIMBLE S3
- Trípode
- Prismas
- Bastones
- Equipos de seguridad personal.

3.4.2.5. LEVANTAMIENTO DE LA POLIGONAL BASE

Para el levantamiento de la poligonal base se debe tener una idea clara de la visibilidad de los puntos a tomar, tanto de la vía como de la faja, tomando en cuenta las normas vigentes. En este proyecto se tomó una faja topográfica de la vía, con una distancia de 100 m aproximadamente, 50m de distancia a cada lado de la vía, lo que nos permitirá ver los detalles de pendientes, taludes, casas, puentes y otros elementos estructurales importantes.

Pasos para realizar el levantamiento de la poligonal base.

- Realizar un recorrido de toda la vía, observando puntos estratégicos que nos servirán para la obtención de la mayor cantidad de datos con la Estación Total.



Figura 29. Recorrido de la Vía Existente

Fuente: Ruth Puluche

- Adquirir cilindros de hormigón para dejar los puntos bases de control, que serán tomados con el GPS con la mayor precisión posible y la Estación Total TRIMBLE S3.
- Buscar la mejor ubicación para la estación total, donde se pueda observar la mayor cantidad de puntos tanto de la vía como la faja, realizar el cambio de estación las veces que sea necesario para tomar todos los puntos necesarios.
- Plantar el trípode con la estación total, los mismos que deben estar correctamente nivelados, orientado al norte con la ayuda de una brújula.
- Creamos un trabajo nuevo con los datos necesarios para dar inicio a la medición continua de coordenadas para la generación del plano topográfico, midiendo las distancias horizontales y verticales entre los puntos, verificando que estos sean registrados correctamente y con el nombre adecuado para poder reconocerlos.

3.4.2.6. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA DE LA VÍA

La nivelación geométrica es un método de obtención de niveles entre dos puntos sobre un terreno y de esta manera observar el desnivel entre ellos por medio de lectura directa y utilizar la información para el diseño de la vía. Existen 2 tipos de nivelación y pueden ser: simple o compuesta.

Nivelación Directa Simple: Consiste en realizar las mediciones de todos los puntos sobre el terreno desde un mismo punto de estación sin hacer otros cambios.

Nivelación Directa Compuesta: Cuando se tiene un terreno tan extenso o montañoso que no permite levantar desde un mismo punto, es necesario hacer otros cambios de estación para tener visión de todos los puntos.

El cambio de estación se debe escoger de modo que sea estable y de fácil identificación.

En la nivelación directa compuesta se efectúan tres clases de lecturas: vista atrás, vista intermedia y vista adelante. Para la primera estación se tiene una vista atrás

sobre el BM²⁸ o ST²⁹, no existen vistas intermedias y la vista adelante es en punto donde se produce el cambio de estación.

Para nuestro proyecto se aplicó el método de Nivelación Geométrica Compuesta, en la cual se obtuvieron los datos que se encuentran en las respectivas libretas de campo y también en los anexos.



Figura 30. Levantamiento de la Franja Topográfica

Fuente: Ruth Puluche

3.4.2.7. PUNTOS DE ESTACIÓN

Para el levantamiento topográfico, se requirieron de 60 puntos de estación Y 4 puntos de referencia puesto que la configuración del terreno y la vegetación existentes no permitían la correcta visualización del terreno y vía existente.

Para la posterior localización en campo, de los puntos de estación se utilizaron estacas, las cuales fueron pintadas y marcadas de color rojo con la descripción ST.

El levantamiento topográfico constó de 2530 puntos con los cuales se procedió a digitalizar la superficie del terreno y los detalles existentes en el mismo.

Tabla 26. Puntos de Estación de Levantamiento Topográfica

Fuente: Ruth Puluche

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
-------	-------	------	-----------	-------------

²⁸ BM: PUNTOS DE REFERENCIA (BANCOS DE MARCA)

²⁹ ST: NOMBRE QUE SE DA A LOS PUNTOS DE CAMBIOS DE ESTACIÓN

1	9826642.000	776697.000	3066.000	ST1
2	9826625.647	776703.641	3065.668	ST2
3	9826581.779	776653.979	3071.807	ST3
4	9826547.046	776622.221	3075.544	ST4
5	9826514.919	776592.004	3076.498	ST5
6	9826430.008	776500.977	3085.613	ST6
7	9826456.252	776483.608	3093.438	ST7
8	9826413.022	776418.778	3091.458	ST8
9	9826377.948	776347.759	3101.287	ST9
10	9826369.663	776347.759	3104.796	ST10
11	9826196.746	776166.707	3121.251	ST11
12	9826344.555	776280.027	3104.714	BM1
13	9826362.619	776313.203	3101.623	BM2
14	9826369.589	776313.203	3106.119	ST12
15	9826275.036	776189.610	3114.777	ST13
16	9826251.891	776141.877	3119.040	ST14
17	9826195.985	776137.984	3125.215	ST15
18	9826138.182	776159.387	3128.183	ST16
19	9826120.301	776126.814	3129.757	ST17
20	9826055.575	776118.891	3131.963	ST18
21	9825975.458	776117.053	3126.925	ST19
22	9825820.606	776023.354	3120.005	ST20
23	9825782.233	776009.499	3119.578	ST21
24	9825701.140	775961.199	3120.221	ST22
25	9825659.929	775923.793	3121.779	ST23
26	9825542.473	775888.850	3112.446	ST24
27	9825508.328	775824.674	3107.980	ST25
28	9825511.165	775795.409	3106.791	ST26
29	9825348.932	775532.823	3070.468	ST27
30	9825456.250	775589.210	3093.889	ST28
31	9825356.213	775543.481	3068.480	ST29
32	9825422.342	775735.517	3040.959	ST30
33	9825385.416	775820.272	3027.228	ST31

34	9825376.485	775875.592	3021.620	ST32
35	9825399.499	775918.132	3019.135	ST33
36	9825415.475	775945.064	3015.523	ST34
37	9825450.571	776166.832	2979.696	ST35
38	9825508.878	776253.298	2969.497	ST36
39	9825544.874	776362.231	2958.320	ST37
40	9825547.676	776387.177	2956.912	ST38
41	9825643.119	776581.515	2927.930	ST39
42	9825670.057	776642.593	2921.564	ST40
43	9825726.942	776741.001	2908.602	ST41
44	9825747.025	776797.184	2900.867	ST42
45	9825803.150	776910.505	2886.900	ST43
46	9825852.442	776995.742	2876.817	ST44
47	9825906.951	777072.177	2862.338	ST45
48	9825933.307	777071.508	2859.373	ST46
49	9825950.494	777101.048	2855.638	ST47
50	9825977.637	777148.528	2848.454	ST48
51	9825982.078	777126.053	2858.685	ST49
52	9825995.208	777124.614	2860.095	ST50
53	9826031.233	777147.952	2838.519	ST51
54	9826012.218	777165.708	2835.323	ST52
55	9825957.970	777170.219	2825.974	ST53
56	9826011.763	777206.967	2813.654	ST54
57	9825972.966	777205.832	2808.164	ST55
58	9825887.770	777323.247	2792.492	ST56
59	9826018.737	777314.863	2782.028	ST57
60	9825926.698	777336.915	2789.233	ST58
61	9826030.846	777410.233	2775.036	ST59
62	9826138.200	777573.254	2752.651	ST60
63	9826146.937	777574.138	2751.998	RF5
64	9826155.831	777551.068	2751.943	RF6

3.4.2.8. DIGILATACIÓN DE DATOS

Una vez obtenidos los puntos de la vía y la faja del terreno, se procede a tabular los datos los mismos que posteriormente con la ayuda del programa AUTOCAD CIVIL 3D se procede a la interpretación de los mismos, tomando en cuenta los puntos de referencia tomados con el GPS.

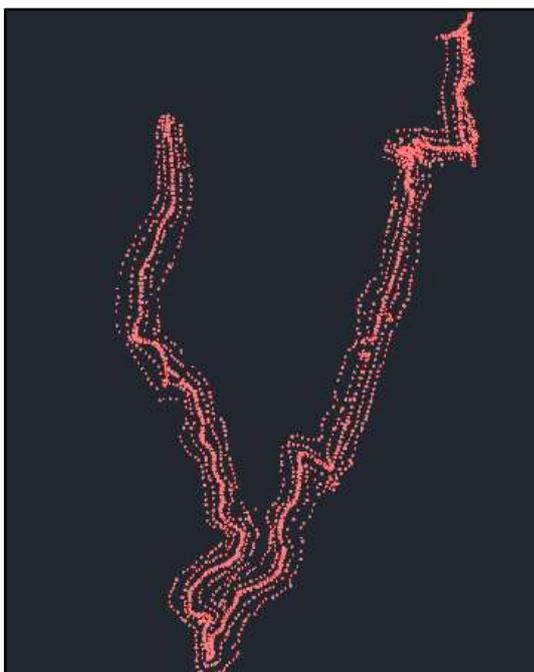


Figura 31. Digitalización de Datos en AutoCAD Civil 3D

Fuente: Ruth Puluche

3.4.3. ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR

3.4.3.1. GENERALIDADES

El estudio de tráfico vehicular es el punto de partida para conocer el comportamiento de una carretera, obteniendo información de la capacidad de la vía por medio del volumen de tránsito vehicular diario existente que pasan por un punto predeterminado. El tráfico afecta directamente a las características del diseño geométrico debido a que se puede determinar el volumen máximo de vehículos que la carretera puede cubrir.

La información sobre tráfico debe comprender la determinación del tráfico actual tanto en volúmenes como tipos de vehículos, esto se realiza en base a conteos y proyectando a un tráfico futuro mediante tasas de crecimiento vehicular a un periodo de diseño establecido con la finalidad de establecer el tipo de vía en su aspecto geométrico y estructura del pavimento.

El volumen de tráfico se puede determinar por medio de contadores automáticos o contadores manuales. En este proyecto se realizara el conteo manual.

3.4.3.2. TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

En nuestro país la unidad de medida en el tráfico en una carretera es el TPDA³⁰, lo ideal para determinar la cantidad de vehículos que transitan, sería disponer de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales, además de un registro de datos de un periodo de años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se pueda esperar en el futuro.

Usualmente se tiene una sola estación y el conteo se lo realiza por lo menos siete días seguidos incluidos sábado y domingo, preferentemente en la hora pico. Los resultados obtenidos son procesados con el objeto de tomar en cuenta las variaciones máximas y mínimas y realizar los ajustes respectivos para obtener el TPDA del año en el que se realice el estudio.

Los principales tipos de vehículos utilizados son las camionetas entre los vehículos livianos, camiones medianos para transporte de cargas. En la zona de influencia del proyecto las actividades agrícolas y pecuarias, son la base fundamental de la economía.

Para establecer el TPDA del proyecto, se realizó el conteo durante 7 días por 12 horas diarias de 6:00 am hasta las 6:00 pm, durante la primera semana de Febrero.

³⁰TPDA: TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL

3.4.3.3. TIPOS DE VEHÍCULOS

En el diseño de las carreteras se deben tener en cuenta también las características de operación de los vehículos, que son diferentes según los diversos tamaños y pesos de los mismos, y permiten formar con ellos varias clases.

Las dos clases más generales de vehículos son: los vehículos livianos, que incluye a las motocicletas, automóviles, camionetas, con capacidad hasta de nuevecapasajeros. Los vehículos pesados, como camiones, buses, remolques, de más de cuatro toneladas de peso y doble llanta en las ruedas traseras.

El Ministerio de Transportes y Obras Públicas considera varios tipos de vehículos de diseño, más o menos equivalentes a los de la AASHTO, así:

- Vehículo liviano (A): A1 usualmente para motocicletas; A2 para automóviles
- Buses y busetas (B), que sirven para transportar pasajeros en forma masiva.
- Camiones (C) para transporte de carga, que pueden ser de dos ejes (C-1), camiones o tracto-camiones de tres ejes (C-2) y también de cuatro o cinco o más ejes (C-3)
- Remolques (R), con uno de dos ejes verticales de giro y una unidad completamente remolcada, tipo tráiler o tipo Dolly.

3.4.3.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS:

Tabla 27. Características de los Tipos de Vehículos.

Fuente: Normas para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP.

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura Máxima (m)	2,40	4,10	4,10	4,30
Longitud Máxima (m)	5,80	13,00	20,00	>20,50
Anchura Máxima (m)	2,10	2,60	2,60	3,00
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda interna	4,70	8,70	10,00	12,00
Rueda externa	7,50	12,80	16,00	20,00
Esquina externa delantera	7,90	13,40	16,00	20,00

Tabla 28. Pesos y Dimensiones de los Motorizados.

Fuente: Normas para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D		 I I	7	5,00	2,60	3,00
2DA		 I I	10	7,50	2,60	3,50
2DB		 I I	18	12,20	2,60	4,10
3-A		 I I I	27	12,20	2,60	4,10
4-C		 I I I I	31	12,20	2,60	4,10

3.4.3.5. ESTACIONES DE CONTEO DE VEHÍCULOS:

Tabla 29. Estaciones de Conteo Vehicular.

Fuente: Ruth Puluche

Estación	Sector	Coordenadas	Abscisa	Fecha de Conteo
1	Comunidad Santa Vela	N: 9826144 E: 776650 Cota: 3110	0+500	01/02/2016 al 07/02/2016
2	Sector las Haciendas	N: 9826586 E: 777464 Cota: 2836	4+300	01/02/2016 al 07/02/2016



Figura 32. Ubicación Estaciones de Conteo.

Fuente: Google Maps Penipe – Matus

3.4.3.6. ESTUDIO DE TRÁFICO

3.4.3.6.1. CONTEO VEHICULAR DE LA VÍA ACTUAL:

ESTACIÓN 1:

Tabla 30. Conteo Vehicular Estación 1 – Lunes 01/02/2016

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	1	0	1
07:00 - 08:00	0	0	1	0	0	1
08:00 - 09:00	0	0	2	1	0	3
09:00 - 10:00	0	1	0	0	0	1
10:00 - 11:00	0	0	1	1	0	2
11:00 - 12:00	0	0	0	3	0	3
12:00 - 13:00	0	2	0	0	0	2
13:00 - 14:00	0	0	0	1	0	1
14:00 - 15:00	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	0	1	1	1	0	3
16:00 - 17:00	0	0	1	1	0	2
17:00 - 18:00	0	1	0	0	0	1
TOTAL	0	5	6	9	0	20

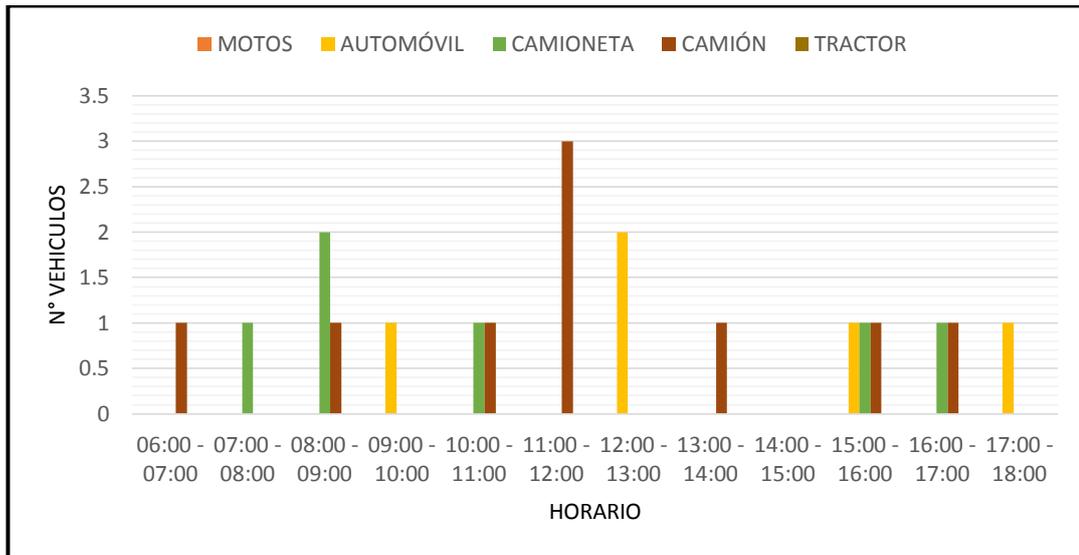


Figura 33. Conteo Vehicular Estación 1 – Lunes 01/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 31. Conteo Vehicular Estación 1 – Martes 02/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	1	0	1
07:00 - 08:00	0	0	1	0	0	1
08:00 - 09:00	0	0	0	1	0	1
09:00 - 10:00	0	2	0	0	0	2
10:00 - 11:00	0	1	0	1	0	2
11:00 - 12:00	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	0	0	2	0	0	2
13:00 - 14:00	0	0	0	2	0	2
14:00 - 15:00	1	0	0	0	0	1
15:00 - 16:00	0	1	0	0	0	1
16:00 - 17:00	0	0	1	0	0	1
17:00 - 18:00	0	0	0	2	0	2
TOTAL	1	4	4	7	0	16

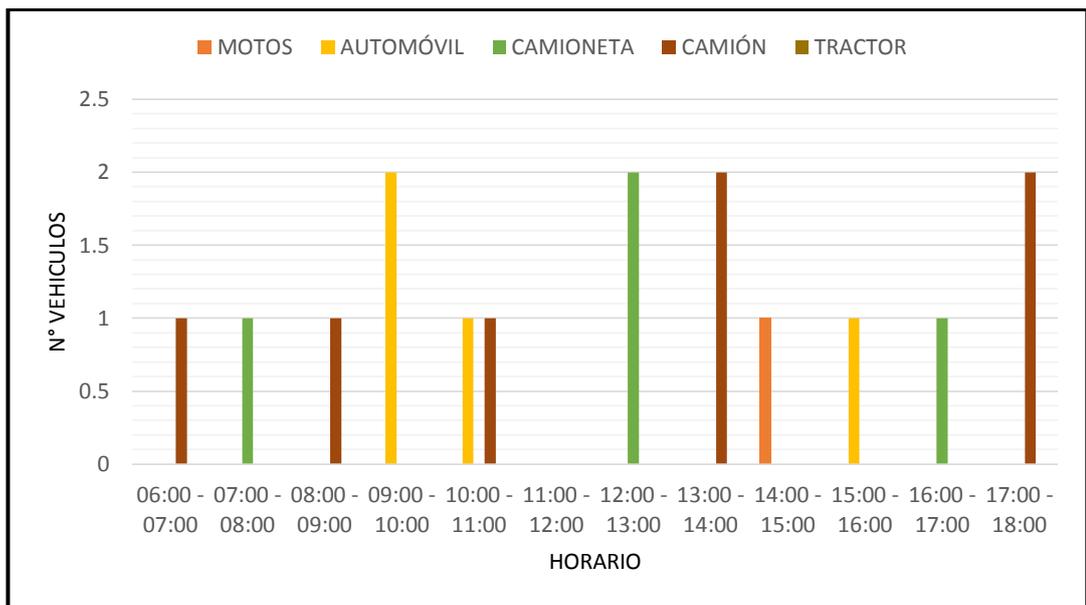


Figura 34. Conteo Vehicular Estación 1 – Martes 02/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 32. Conteo Vehicular Estación 1 – Miércoles 03/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	2	0	2
07:00 - 08:00	0	1	0	0	0	1
08:00 - 09:00	0	0	2	0	0	2
09:00 - 10:00	0	2	0	1	0	3
10:00 - 11:00	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	0	0	0	1	0	1
12:00 - 13:00	0	0	0	1	0	1
13:00 - 14:00	0	2	1	0	0	3
14:00 - 15:00	0	0	0	2	0	2
15:00 - 16:00	0	0	0	1	0	1
16:00 - 17:00	0	1	0	0	0	1
17:00 - 18:00	0	1	0	0	0	1
TOTAL	0	7	3	8	0	18

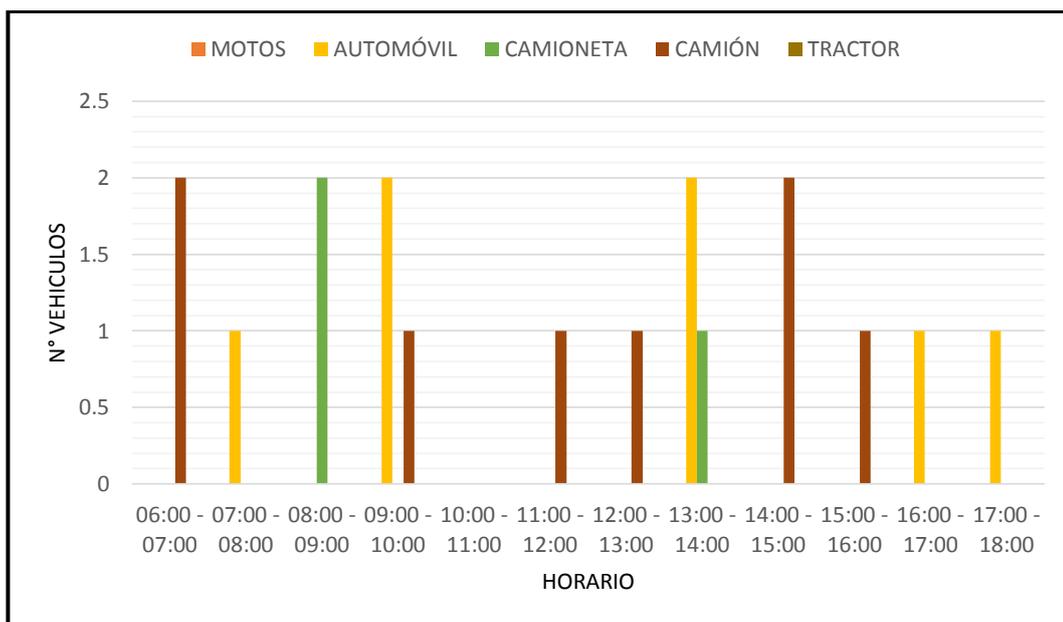


Figura 35. Conteo Vehicular Estación 1 – Miércoles 03/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 33. Conteo Vehicular Estación 1 – Jueves 04/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	1	0	1
07:00 - 08:00	0	0	0	0	0	0
08:00 - 09:00	0	2	1	0	0	3
09:00 - 10:00	0	1	0	2	0	3
10:00 - 11:00	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	0	1	0	1	0	2
12:00 - 13:00	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	0	2	0	1	0	3
14:00 - 15:00	0	0	0	0	0	0
15:00 - 16:00	0	0	2	0	0	2
16:00 - 17:00	0	1	0	1	0	2
17:00 - 18:00	0	1	0	0	0	1
TOTAL	0	8	3	6	0	17

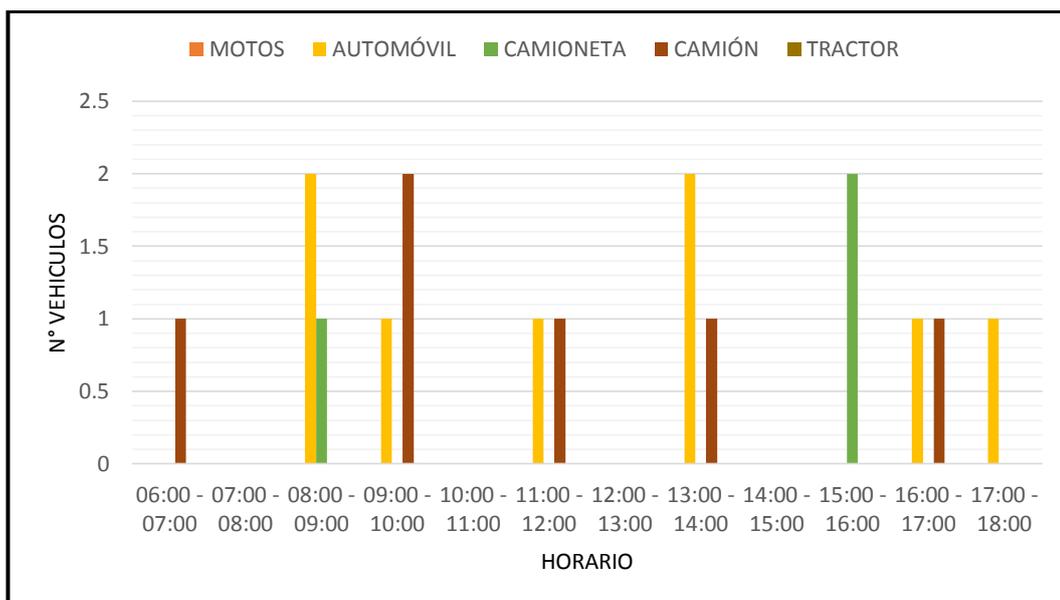


Figura 36. Conteo Vehicular Estación 1 – Jueves 04/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 34. Conteo Vehicular Estación 1 – Viernes 05/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	0	0	0
07:00 - 08:00	0	0	0	2	0	2
08:00 - 09:00	0	2	0	0	0	2
09:00 - 10:00	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	0	0	0	1	0	1
11:00 - 12:00	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	0	0	0	1	0	1
13:00 - 14:00	0	2	0	0	0	2
14:00 - 15:00	0	0	1	0	0	1
15:00 - 16:00	0	1	0	0	0	1
16:00 - 17:00	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	0	1	0	0	0	1
TOTAL	0	6	1	4	0	11

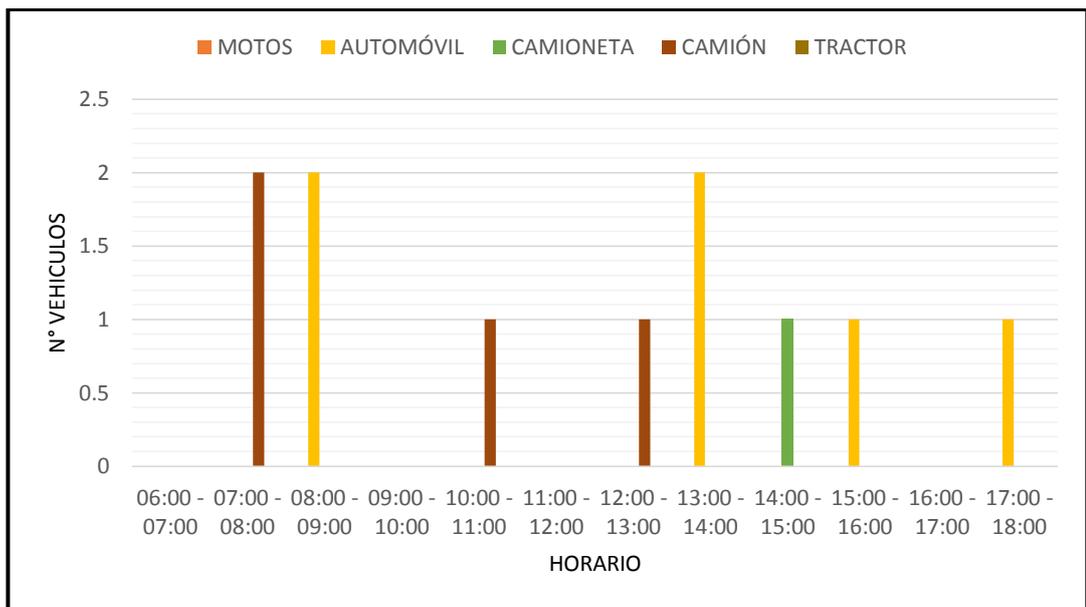


Figura 37. Conteo Vehicular Estación 1 – Viernes 05/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 35. Conteo Vehicular Estación 1 – Sábado 06/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	0	0	0
07:00 - 08:00	0	2	2	0	0	4
08:00 - 09:00	0	1	0	3	0	4
09:00 - 10:00	0	2	1	1	0	4
10:00 - 11:00	0	0	0	1	0	1
11:00 - 12:00	0	1	0	0	0	1
12:00 - 13:00	0	2	0	0	0	2
13:00 - 14:00	0	1	0	0	0	1
14:00 - 15:00	0	0	2	2	0	4
15:00 - 16:00	0	0	1	1	0	2
16:00 - 17:00	0	1	1	0	0	2
17:00 - 18:00	0	1	0	2	0	3
TOTAL	0	11	7	10	0	28

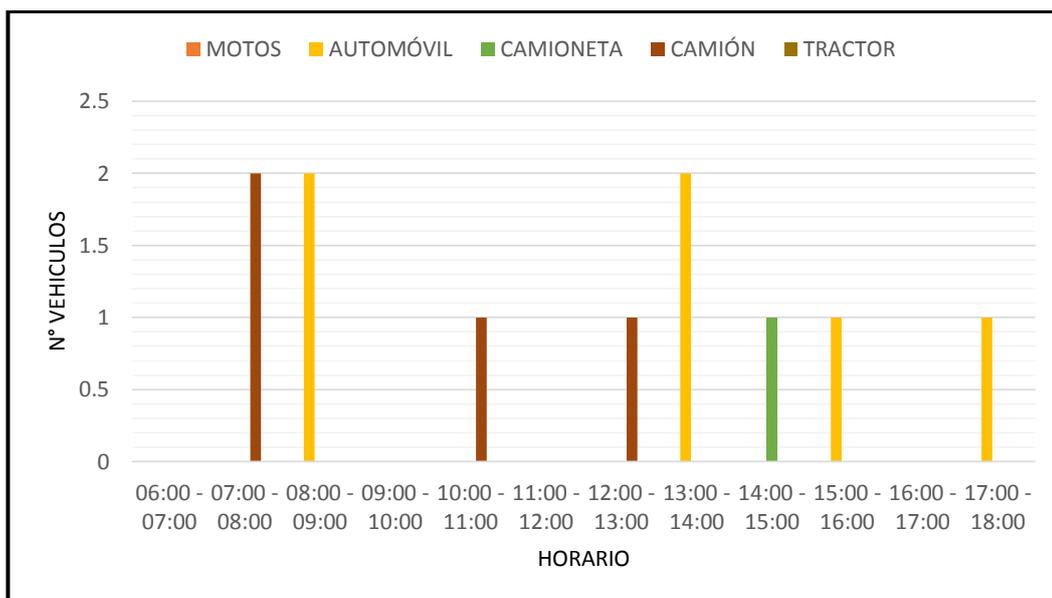


Figura 38. Conteo Vehicular Estación 1 – Sábado 06/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 36. Conteo Vehicular Estación 1 – Domingo 07/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	1	0	0	0	1
07:00 - 08:00	0	1	2	0	0	3
08:00 - 09:00	0	0	1	1	0	2
09:00 - 10:00	2	2	0	0	0	4
10:00 - 11:00	1	2	1	1	0	5
11:00 - 12:00	2	1	0	0	0	3
12:00 - 13:00	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	0	1	1	0	0	2
14:00 - 15:00	2	3	1	1	0	7
15:00 - 16:00	3	1	2	0	0	6
16:00 - 17:00	0	0	2	1	0	3
17:00 - 18:00	1	0	0	0	0	1
TOTAL	11	12	10	4	0	37

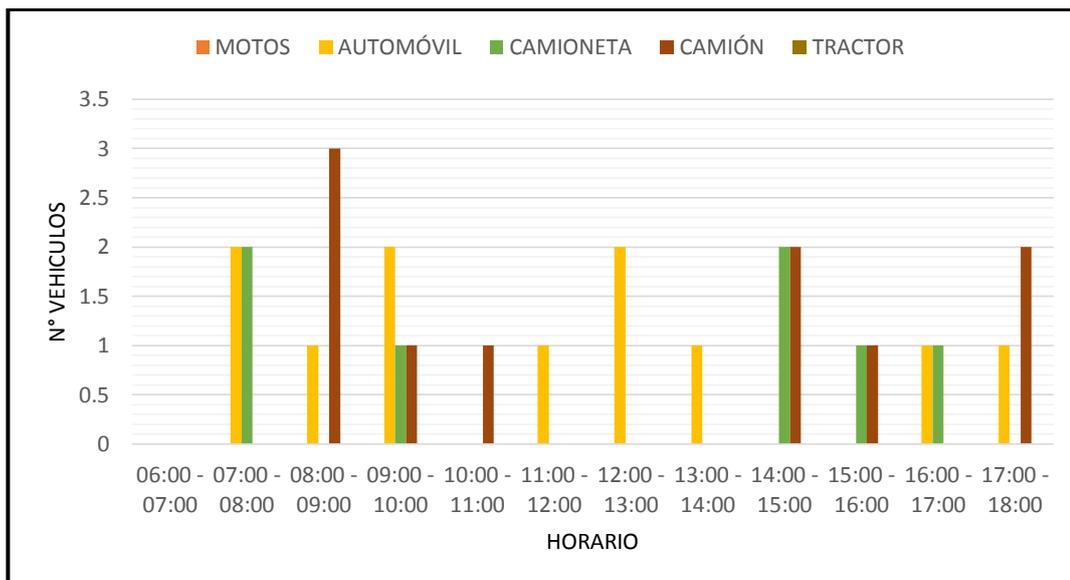


Figura 39. Conteo Vehicular Estación 1 – Domingo 07/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

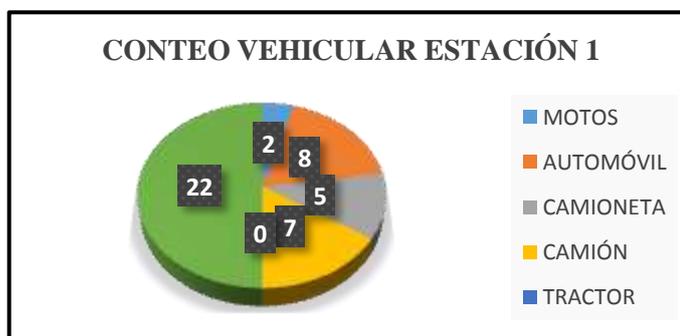
Tabla 37. Resumen Conteo Vehicular Estación 1

Fuente: Ruth Puluche

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN 1					
MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
2	8	5	7	0	22

Figura 40. Resumen Conteo Vehicular Estación 1

Fuente: Ruth Puluche



ESTACIÓN 2:

Tabla 38. Conteo Vehicular Estación 2 – Lunes 01/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	1	0	0	1
07:00 - 08:00	0	2	2	3	0	7
08:00 - 09:00	0	3	3	3	0	9
09:00 - 10:00	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	0	1	4	2	0	7
11:00 - 12:00	0	0	1	2	0	3
12:00 - 13:00	0	0	7	0	0	7
13:00 - 14:00	0	0	0	3	0	3
14:00 - 15:00	1	1	3	2	0	7
15:00 - 16:00	1	0	0	0	0	1
16:00 - 17:00	0	0	1	1	0	2
17:00 - 18:00	0	1	2	2	0	5
TOTAL	2	8	24	18	0	52

Figura 41. Conteo Vehicular Estación 2 – Lunes 01/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

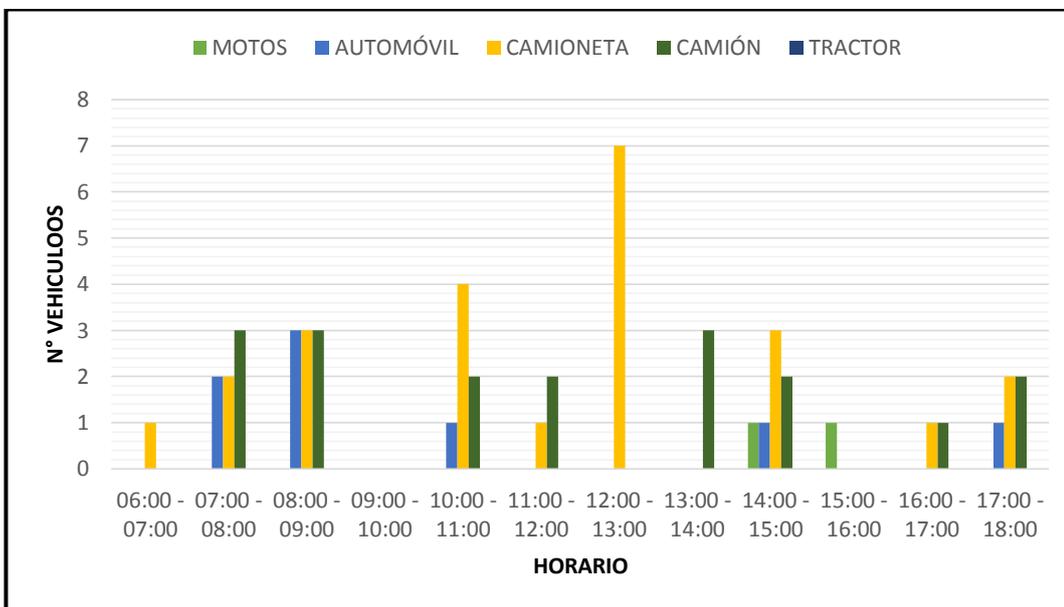


Tabla 39. Conteo Vehicular Estación 2 – Martes 02/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR

HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	1	0	0	1
07:00 - 08:00	0	1	2	2	0	5
08:00 - 09:00	0	1	2	1	0	4
09:00 - 10:00	0	0	1	0	0	1
10:00 - 11:00	1	0	2	1	0	4
11:00 - 12:00	0	0	0	1	0	1
12:00 - 13:00	0	0	1	0	0	1
13:00 - 14:00	0	0	0	2	0	2
14:00 - 15:00	0	1	2	0	0	3
15:00 - 16:00	0	0	0	0	0	0
16:00 - 17:00	0	0	2	2	0	4
17:00 - 18:00	0	1	1	2	0	4
TOTAL	1	4	14	11	0	30

Figura 42. Conteo Vehicular Estación 2 – Martes 02/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

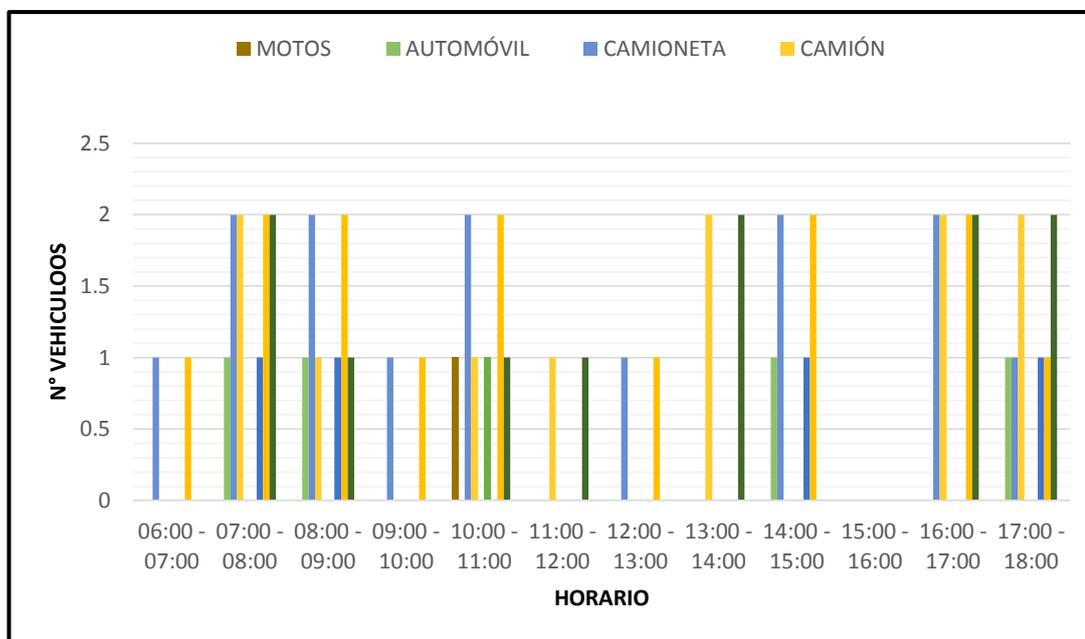


Tabla 40. Conteo Vehicular Estación 2 – Miércoles 03/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	1	0	0	1
07:00 - 08:00	0	2	2	1	0	5
08:00 - 09:00	0	1	2	1	0	4
09:00 - 10:00	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	0	1	2	3	0	6
11:00 - 12:00	0	0	1	0	0	1
12:00 - 13:00	0	0	5	0	0	5
13:00 - 14:00	1	1	1	1	0	4
14:00 - 15:00	0	0	0	2	0	2
15:00 - 16:00	0	0	2	1	0	3
16:00 - 17:00	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	1	1	1	2	0	5
TOTAL	2	6	17	11	0	36

Figura 43. Conteo Vehicular Estación 2 – Miércoles 03/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

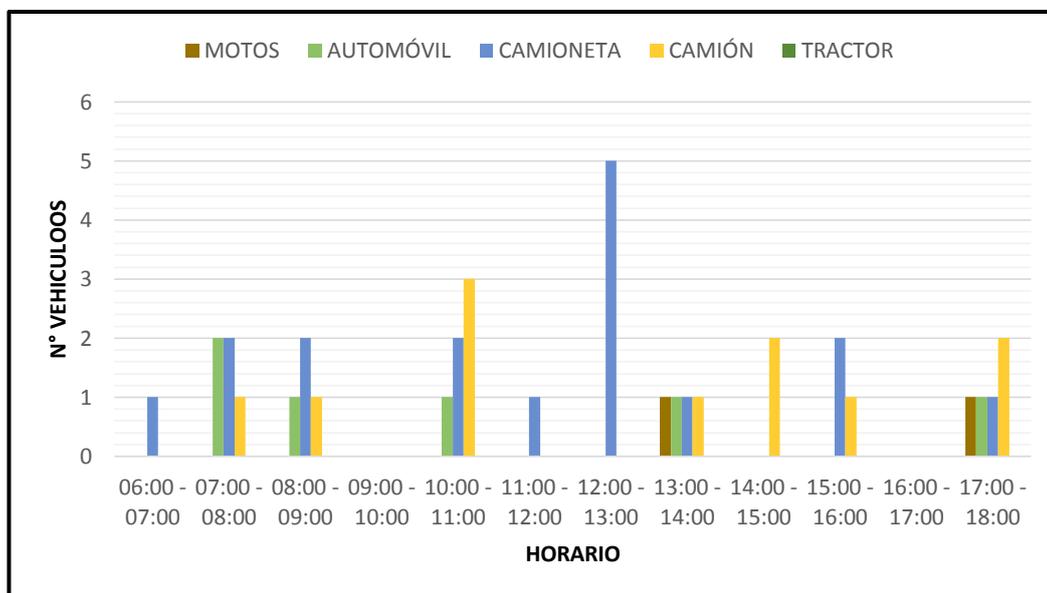


Tabla 41. Conteo Vehicular Estación 2 – Jueves 04/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	1	0	0	1
07:00 - 08:00	0	0	2	0	0	2
08:00 - 09:00	0	0	0	1	0	1
09:00 - 10:00	0	0	0	1	0	1
10:00 - 11:00	0	0	1	0	0	1
11:00 - 12:00	0	1	0	2	0	3
12:00 - 13:00	0	0	0	0	0	0
13:00 - 14:00	0	0	0	1	0	1
14:00 - 15:00	0	0	0	1	0	1
15:00 - 16:00	0	0	2	0	0	2
16:00 - 17:00	0	0	1	0	0	1
17:00 - 18:00	0	0	0	2	0	2
TOTAL	0	1	7	8	0	16

Figura 44. Conteo Vehicular Estación 2 – Jueves 04/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

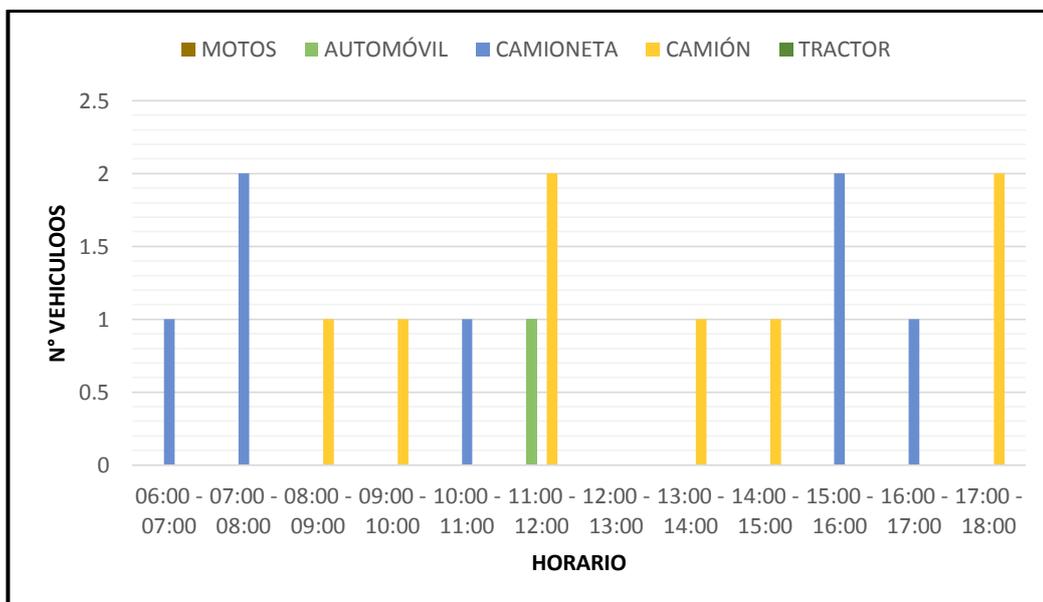


Tabla 42. Conteo Vehicular Estación 2 – Viernes 05/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	1	0	0	1
07:00 - 08:00	0	0	1	2	0	3
08:00 - 09:00	0	0	1	0	0	1
09:00 - 10:00	0	3	3	2	1	9
10:00 - 11:00	2	1	4	3	1	11
11:00 - 12:00	0	0	1	0	0	1
12:00 - 13:00	0	0	1	0	0	1
13:00 - 14:00	0	0	1	0	2	3
14:00 - 15:00	0	1	0	0	0	1
15:00 - 16:00	0	0	0	2	0	2
16:00 - 17:00	0	0	0	0	0	0
17:00 - 18:00	0	1	1	0	0	2
TOTAL	2	6	14	9	4	35

Figura 45. Conteo Vehicular Estación 2 – Viernes 05/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

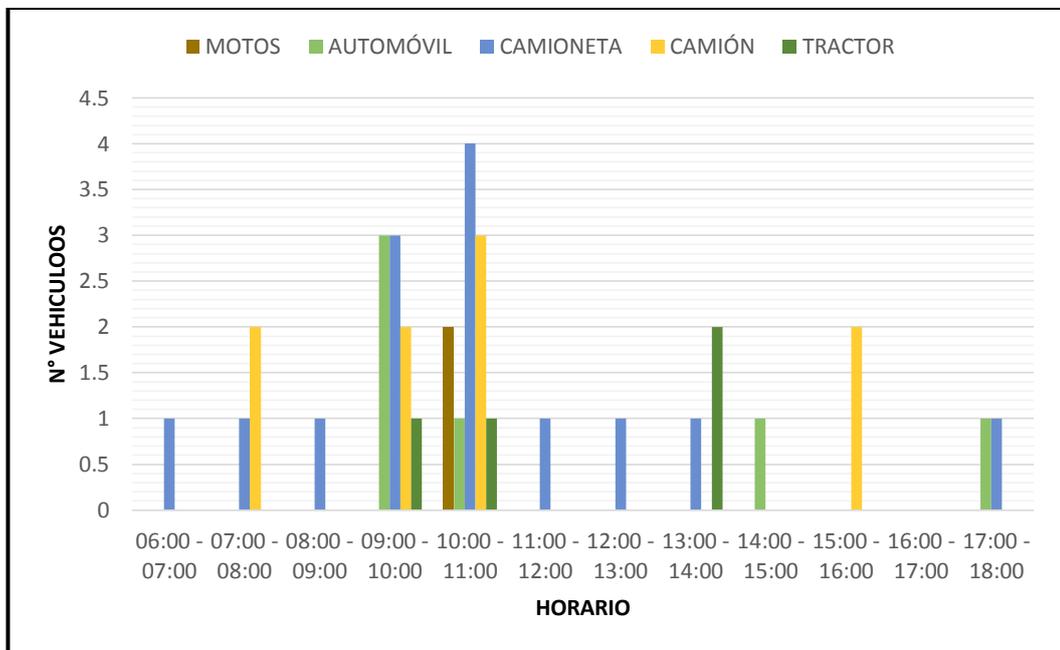


Tabla 43. Conteo Vehicular Estación 2 – Sábado 06/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	2	0	0	2
07:00 - 08:00	0	2	1	1	0	4
08:00 - 09:00	0	0	3	2	0	5
09:00 - 10:00	0	0	0	0	0	0
10:00 - 11:00	0	0	0	1	0	1
11:00 - 12:00	0	0	1	2	0	3
12:00 - 13:00	0	0	2	3	0	5
13:00 - 14:00	0	0	0	0	0	0
14:00 - 15:00	1	0	0	0	0	1
15:00 - 16:00	0	2	0	2	0	4
16:00 - 17:00	0	0	3	1	0	4
17:00 - 18:00	1	0	1	2	0	4
TOTAL	2	4	13	14	0	33

Figura 46. Conteo Vehicular Estación 2 – Sábado 06/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

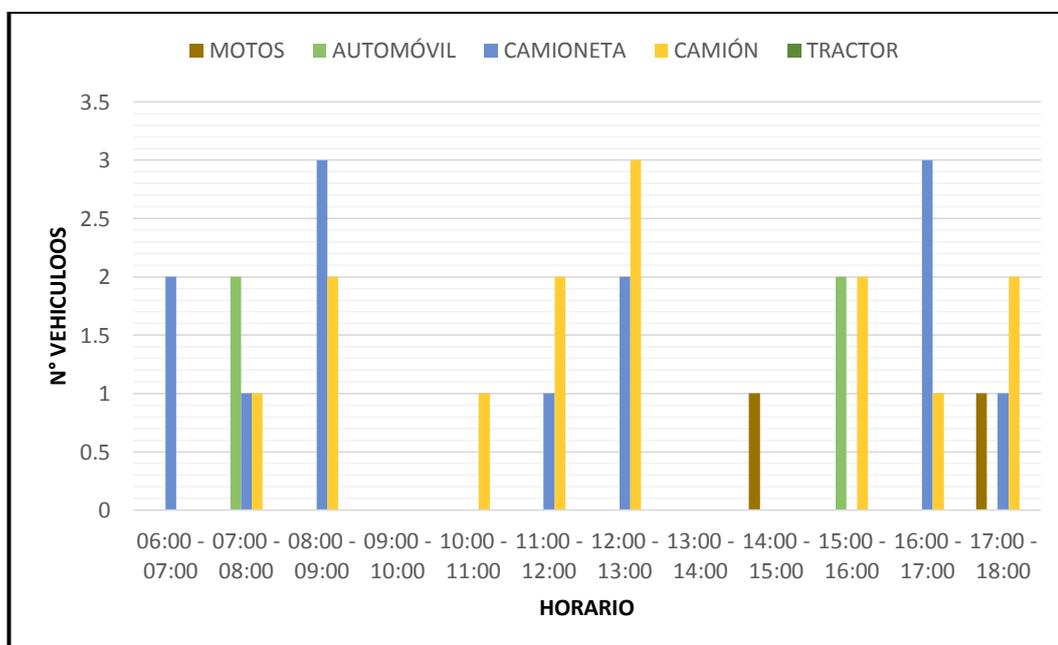


Tabla 44. Conteo Vehicular Estación 2 – Domingo 07/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

CONTEO VEHICULAR						
HORA	MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
06:00 - 07:00	0	0	0	0	0	0
07:00 - 08:00	0	1	3	1	0	5
08:00 - 09:00	0	0	1	0	0	1
09:00 - 10:00	0	0	0	1	0	1
10:00 - 11:00	0	0	2	2	0	4
11:00 - 12:00	0	0	0	0	0	0
12:00 - 13:00	1	2	2	2	0	7
13:00 - 14:00	2	0	0	0	0	2
14:00 - 15:00	0	0	1	1	0	2
15:00 - 16:00	0	0	3	0	0	3
16:00 - 17:00	0	0	1	2	0	3
17:00 - 18:00	0	0	2	0	0	2
TOTAL	3	3	15	9	0	30

Figura 47. Conteo Vehicular Estación 2 – Domingo 07/02/2016

Fuente: Ruth Puluche

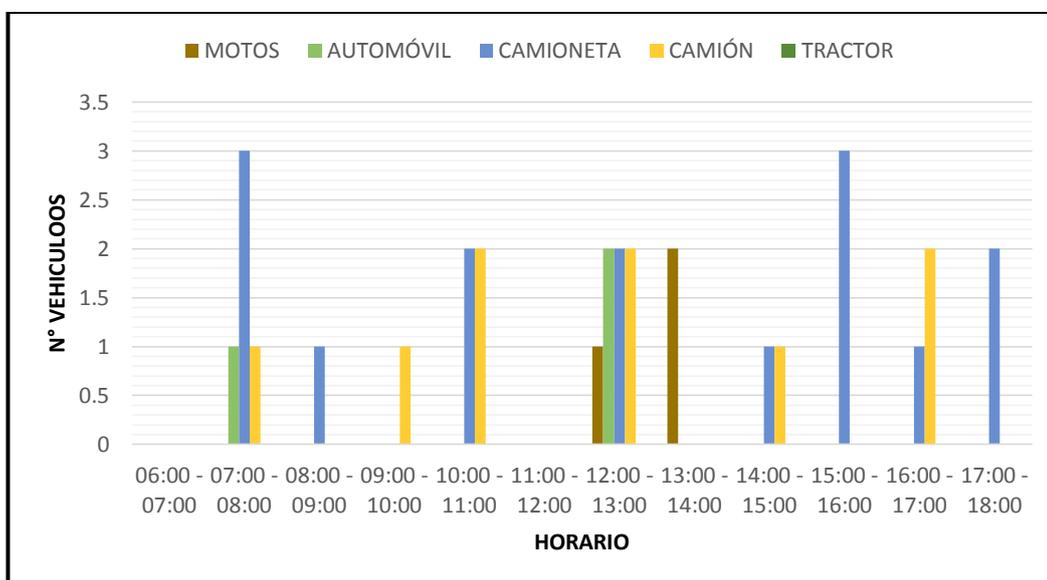


Tabla 45. Resumen Conteo Vehicular Estación 2

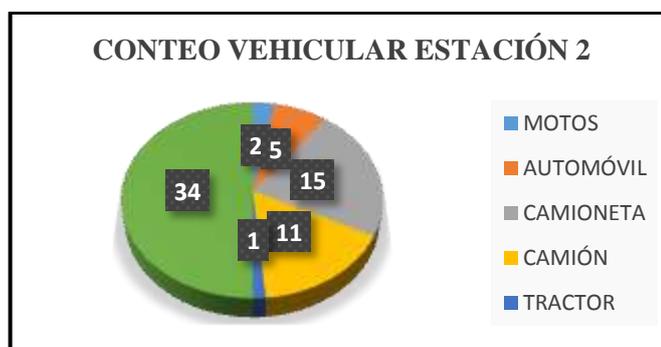
Fuente: Ruth Puluche

RESUMEN CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN 1

MOTOS	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	CAMIÓN	TRACTOR	TOTAL
2	5	15	11	1	34

Figura 48. Resumen Conteo Vehicular Estación 2

Fuente: Ruth Puluche



3.4.3.6.2. VARIACIONES DEL TRÁFICO:

Se conoce como variaciones del tráfico a los factores corrección que nos permiten establecer las relaciones entre el tráfico actual y puntual, y los datos estadísticos existentes, determinando el TPDA del año en que se realiza el estudio.

FACTOR HORARIO FH:

Consiste en transformar el volumen de tráfico registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

Tabla 46. Cálculo del Factor Horario para Tipo de Vehículos

Fuente: Ruth Puluche

FACTOR HORARIO PARA TIPO DE VEHICULOS				
FACTOR	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
RESUMEN	22	0	12	34
%	65	0	35	100
FH	0.37	1	1.35	

FACTOR SEMANAL FS:

El FS lo consideramos 1.00 debido a que se realizó un conteo durante los 7 días de la semana y con estos valores se determinó el factor horario, además se observó volúmenes de tráfico similares en estos 7 días.

FACTOR MENSUAL FM:

Tabla 47. Cálculo del Factor Mensual

Fuente: Ruth Puluche

Mes	Días	FM
Enero	31	0.085
Febrero	29	0.079
Marzo	31	0.085
Abril	30	0.082
Mayo	31	0.085
Junio	30	0.082
Julio	31	0.085
Agosto	31	0.085
Septiembre	30	0.082
Octubre	31	0.085
Noviembre	30	0.082
Diciembre	31	0.085
Total	365	1.000

3.4.3.6.3. TRÁFICO CORREGIDO POR LOS FACTORES FH, FS, FM:

Tabla 48. Tráfico Promedio Diario Anual Corregido

Fuente: Ruth Puluche

FACTOR HORARIO PARA TIPO DE VEHICULOS				
FACTOR	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
RESUMEN	22	0	12	34
%	65	0	35	100
FH	0.37	1	1.35	
FS	1	1	1	
FM	1.077	1.077	1.077	
TOTAL	32	0	17	49

3.4.3.7. CÁLCULO DEL TPDA:

El TPDA es el número de vehículos diarios que en promedio se espera que circule por una carretera, en un punto de la vía las 24 horas del día en un año.

$$\text{TPDA} = \text{TPDA Futuro} + \text{Tráfico Generado} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico por Desarrollo}$$

TRÁFICO FUTURO:

El pronóstico del volumen y composición de tráfico se basa en tráfico actual, los diseños se basan en una predicción de tráfico a 20 años, debido a que es un proyecto de rehabilitación y mejoras.

$$TPDA \text{ Futuro} = TPDA \text{ actual} \times (1+i)^n$$

Dónde:

i = Índice de crecimiento vehicular.

n = Número de años de proyección vial.

Las tasas de crecimiento a emplearse para la provincia de Chimborazo son:

Tabla 49. Tasa de Crecimiento Vehicular para Chimborazo

Fuente: Departamento de Factibilidad MTOP

Tasa de Crecimiento Vehicular			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2005 – 2010	3,87	1,32	3,27
2010 – 2015	3,44	1,17	2,90
2015 – 2020	3,10	1,05	2,61
2020 - 2030	2,82	0,96	2,38

TRÁFICO ATRAÍDO:

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio, en razón de tiempo, distancia o costo, este tráfico es el actual de la vía en mejoras aproximadamente igual al 10% del tráfico que circula por la vía.

$$\text{Tráfico atraído} = \text{TPDA actual} \times 10\%$$

TRÁFICO GENERADO:

Es el tráfico atraído por el mejoramiento de la vía al incrementarse los viajes que no se realizaban antes y se incorporan al tráfico actual, el tráfico generado se produce durante los dos primeros años de servicio de la vía.

$$\text{Tráfico generado} = \text{TPDA actual} \times 20\%$$

TRÁFICO POR DESARROLLO:

Es el tráfico que aparece como consecuencia del crecimiento económico dentro del área de influencia del proyecto.

$$\text{Tráfico por Desarrollo} = 5 - 10\% \times \text{vehículos pesados que salen cargados actualmente.}$$

3.4.3.8. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO PARA 20 AÑOS:

✓ $\text{TPDA Futuro} = \text{TPDA actual} \times (1+i)^n$

$$\text{TPDA Futuro} = 81 \text{ Veh/día}$$

✓ $\text{Tráfico atraído} = \text{TPDA actual} \times 10\%$

$$\text{Tráfico atraído} = 5 \text{ Veh/día}$$

✓ $\text{Tráfico generado} = \text{TPDA actual} \times 20\%$

$$\text{Tráfico generado} = 10 \text{ Veh/día}$$

✓ $\text{Tráfico por desarrollo} = 5 - 10\% \times \text{vehículos pesados que salen cargados actualmente.}$

$$\text{Tráfico por desarrollo} = 1 \text{ Veh/día}$$

TPDAPROYECTO = *TPDA Futuro + Tráfico Generado + Tráfico Atraído + Tráfico por Desarrollo*

TPDA PROYECTO = 97 Veh/día (Para 20 años)

3.4.4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS ACTUAL DE LA VÍA

3.4.4.1. TOPOGRAFÍA DEL SECTOR

La vía en estudio presenta características propias de un camino vecinal, la topografía del sector donde se ubica es montañosa, predominando gradientes longitudinales altas y en tramos cortos una topografía ondulada.

En la abscisa 0+000 se tiene una faja de terreno montañoso hasta la abscisa 2+000, a partir de este punto hasta la abscisa Km 4+300 es una zona escarpada con altas pendientes y de la abscisa 4+300 hasta el final de la vía en estudio se tiene un terreno ondulado.

El trazado en su mayoría no cumple con las normas mínimas de trazado geométrico, tales como: anchos mínimos, sobre anchos, distancias de visibilidad, de rebasamiento, radios mínimos de curvatura, pendientes longitudinales; razón por la cual no ofrece seguridad al tráfico. Se establece las características geométricas de un camino en función de las características topográficas del terreno; en este caso se presenta una topografía montañosa-escarpada.

3.4.4.2. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.4.4.2.1. ANCHO DE VÍA

En los tramos de carretera, se encontraran anchos de superficie de rodadura que fluctúa de 3.00 m hasta 6.70 m siendo el ancho promedio de 4.85 m; además no existe bermas, alcantarillas, ni cunetas.

Tabla 50. Sección Promedio de la Vía Existente

Fuente: Ruth Puluche

SECCIÓN PROMEDIO DE LA VÍA EXISTENTE			
ABSCISA	SECCIÓN MÍNIMA (m)	SECCIÓN MÁXIMA (m)	SECCIÓN PROMEDIO (m)

0+000 - 0+500	5,45	4,15	4,80
0+500 - 1+000	4,12	5,84	4,98
1+000 - 1+500	4,00	4,08	4,04
1+500 - 2+000	5,07	3,43	4,25
2+000 - 2+500	3,00	4,17	3,59
2+500 - 3+000	3,30	3,80	3,55
3+000 - 3+500	3,56	3,89	3,73
3+500 - 4+000	3,79	4,40	4,10
4+000 - 4+500	4,57	6,70	5,64
4+500 - 4+752	5,08	5,15	5,12

3.4.4.2. CURVAS HORIZONTALES Y RADIOS DE CURVATURA

La vía presenta radios mínimos como son de 2,337 m en la Abcisa. 2+963.87; 3,446 m en la Abcisa. 4+192.21, es decir no cumple con la norma de diseño; la mayoría de curvas a lo largo del tramo no poseen sobre-anchos ni peraltes. En este proyecto el alineamiento horizontal será moderado, con curvas de radio que estén dentro de los radios mínimos permitidos, evitando cambios bruscos de dirección.

Tabla 51. Radios Mínimos de Curvatura de la Vía Existente

Fuente: Ruth Puluche

RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA				
ABSCISA	Radio (m)	pc (m)	pt (m)	Long (m)
0+000 – 0+500	57,546	0+494,59	0+526,14	31.541
0+500 – 1+000	15,287	0+884,43	0+893,07	8,643
1+000 – 1+500	10,398	1+321,59	1+333,00	11,409
1+500 - 2+000	12,795	1+907,90	1+933,11	25,212
2+000 - 2+500	5,610	2+052,62	2+067,28	18,091
2+500 - 3+000	2,377	2+963,87	2+968,17	4,377
3+000 - 3+500	200,000	3+440,11	3+453,17	4,289
3+500 - 4+000	5,953	4+004,22	4+008,51	9,424
4+000 - 4+500	3,446	4+192,21	4+201,16	1,535
4+500 - 4+752	18,283	4+731,71	4+739,80	8,088

Tabla 52. Radios Máximos De Curvatura De La Vía Existente

Fuente: Ruth Puluche

RADIOS MÁXIMOS DE CURVATURA				
ABSCISA	Radio (m)	pc (m)	pt (m)	Long (m)
0+000 - 0+500	329,647	0+074,08	0+094,93	20,845
0+500 - 1+000	77,440	0+971,81	1+024,47	52,658
1+000 - 1+500	164,668	1+043,30	1+077,31	34,005
1+500 - 2+000	79,515	1+946,70	2+023,71	77,011
2+000 - 2+500	159,671	2+178,70	2+232,85	54,152
2+500 - 3+000	287,523	2+716,72	2+760,24	43,525
3+000 - 3+500	397,918	3+518,82	3+554,75	35,924
3+500 - 4+000	392,107	3+589,13	3+639,60	50,473
4+000 - 4+500	200,00	4+492,63	4+525,73	33,098
4+500 - 4+752	200,00	4+686,17	4+725,54	39,379



Figura 49. Radio mínimo de curvatura

Fuente: Ruth Puluche

3.4.4.3. ALINEAMIENTO VERTICAL

Existen diferentes pendientes que varían en tramos cortos con una pendiente máxima de 18.72% en la abscisa 4+006.11 y en otras partes de la vía. Este valor está fuera de las normativas del MTOP. Por la cual es necesario re-diseñar de acuerdo a las normativas vigentes en nuestro país Ecuador.

Tabla 53. Pendientes Existentes en la Vía

Fuente: Ruth Puluche

PENDIENTES

ABSCISA	MÍNIMA (%)	MÁXIMA (%)
0+000 - 0+500	2,46	11,41
0+500 - 1+000	6,79	7,46
1+000 - 1+500	0,90	7,52
1+500 - 2+000	7,52	7,52
2+000 - 2+500	7,15	13,61
2+500 - 3+000	1,55	15,64
3+000 - 3+500	3,43	14,57
3+500 - 4+000	12,01	12,01
4+000 - 4+500	7,14	18,72
4+500 - 4+752	10,16	15,19



Figura 50. Detalle de la Vía Existente

Fuente: Ruth Puluche

3.4.4.3.1. PERALTE, BOMBEO Y SOBRE-ANCHOS

El mal estado de la carretera hace que ligeramente se dividen peraltes del 1%, en diferentes partes de la carretera no existe bombeo y sobre-anchos.



Figura 51. Vía en condiciones desfavorables que impide paso de vehículos

Fuente: Ruth Puluche

El terreno posee un relieve irregular en el cual necesitará de un considerable movimiento de tierras, lo que complicará realizar alineamientos más o menos rectos, con mayores cambios en el trazado y en la explanación; obteniendo pendientes longitudinales pronunciadas.

3.4.5. ESTUDIO DE SUELOS

3.4.5.1. GENERALIDADES

El estudio de suelos tiene el propósito de determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación, evaluar las condiciones de la vía, consisten en una investigación de campo a lo largo del prisma vial definido por el eje de la carretera del proyecto, mediante la exploración de calicatas se puede apreciar las características del terreno, para luego tomar muestras representativas las mismas que serán sometidas a ensayos de laboratorio, cuyos resultados en base a especificaciones establecidas, sirven para establecer los espesores mínimos de cada uno de los elementos estructurales de la vía.

3.4.5.2. TRABAJO DE CAMPO.

En este estudio se analizó el suelo por medio de la exploración de calicatas para apreciar las características del terreno, con una profundidad de 1 metro, cada 500 m de distancia, luego de tomar las muestras necesarias, estas fueron llevadas al laboratorio para someterlas a los diferentes ensayos necesarios para conocer su clasificación y propiedades físico-mecánicas.

3.4.5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO.

En cualquier estudio de suelos la toma de muestra tiene un papel significativo en la obtención de los resultados de ensayos, mientras las muestras sean más representativas serán más cercanas a la realidad. El procedimiento de laboratorio tiende a complementar las labores de campo, en ese sentido las muestras de suelo provenientes de la zona de préstamo y del eje del camino, identificadas en el campo, se realizaron en el laboratorio los siguientes ensayos:

- Granulometría: “Análisis Granulométrico”, INEN³¹ 0696:2011, AASTHO T88
- Límite líquido: “Determinación del Límite Líquido método casa Grande”, INEN 0691:82, ASTM D4318 - 84
- Límite plástico: “Determinación del Límite Plástico” ASTM D4318 - 84
- Índice de Plasticidad
- Clasificación AASHTO y SUCS
- Compactación: Relación densidad- humedad, método ASTM³² D 698-70
- CBR: Diseño, para uso estructural del pavimento, método AASHTO T 180-93

3.4.5.3.1. ENSAYO GRANULOMÉTRICO:

El análisis granulométrico determina las proporciones relativas de los diferentes tamaños de partículas presentes en una muestra de suelo, debido a que físicamente no es posible determinar el tamaño real de las partículas del suelo, la práctica los agrupa por rangos de tamaño en tamices cuya malla tiene diferentes diámetros.

Los tamices son de malla de alambre con aberturas rectangulares que varían de tamaño desde 4” (101,6 mm) en la parte más gruesa hasta el número 400 (0,038 mm) en la serie de los más finos.

Norma ASTM D 422: Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.

Tabla 54. Tamaño de muestra para ensayo

Fuente: Norma INEN 696.

³¹ NTE INEN: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN.

³² ASTM: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS.

Tamaño máximo nominal (mm)	Masa mínima en gr.
9,5 (3/8")	1000
12,5 (1/2")	2000
19,0 (3/4")	5000
25,0 (1")	10000

En este caso utilizamos una masa de 5000 gr.

EQUIPOS Y MATERIALES:

- Muestra de suelo
- Cuchareta
- Brocha
- Bandejas de masa conocida
- Balanza digital de 20 kg. Precisión 1gr.
- Horno Eléctrico
- Tamices 3/4", 3/8", #4, #10,#40, #100, #200, bandeja y tapa
- Agitador de tamices mecánicos



Figura 52. Serie de tamices en el agitador mecánico

Fuente: Ruth Puluche

PROCEDIMIENTO:

1. Luego de obtener la muestra en campo, procedemos a reducirla a tamaño de ensayo.
2. Pesamos en la bandeja de masa conocida una muestra mínima de aproximadamente 7 kg.
3. Secamos la muestra en el horno hasta obtener una masa constante, es decir secar a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
4. Retiramos la muestra del horno y esperamos que se enfríe para pesar las muestras secas y empezar con el ensayo.
5. Ordenamos los tamices en orden descendente desde: bandeja, 200, 100, 40, 10, 4, 3/8, estos deben estar limpios.
6. Colocamos firmemente los tamices en la tamizadora mecánica.
7. Ingresamos cuidadosamente el material por la parte superior del último tamiz, evitando que este se desperdicie y tapamos.
8. Ajustamos fuertemente los tamices y los agitamos alrededor de 5 minutos.
9. Esperamos que el material se asiente y colocamos el material de cada tamiz en una bandeja para pesarlo.
10. El material que pasa por el tamiz # 100, es decir el del tamiz # 200 y la bandeja, se debe guardar para el ensayo correspondiente.
11. Si la suma de las masas retenidas en los tamices difieren en un promedio de más del 0.5% se debe rechazar el ensayo.

RESULTADOS DEL ENSAYO GRANULOMÉTRICO:

Tabla 55. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abcisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO+A1:K24
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 1	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 0+000	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja:	543 g	Masa Inicial =	5000 g			
TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIPI. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	650	107	107	2	98
N° 4	4.75	749	206	313	6	94
N° 10	2.00	1254	711	1024	20	80
N° 40	425 µm	3632	3089	4113	82	18
N° 100	150 µm	886	343	4456	89	11
N° 200	75 µm	815	272	4728	95	5
Bandeja		797	254	4982	100	0
Masa Retenida			4982	g		

GRAVA	6	%
ARENA	88	%
FINOS	5	%
MF	2.00	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 4	

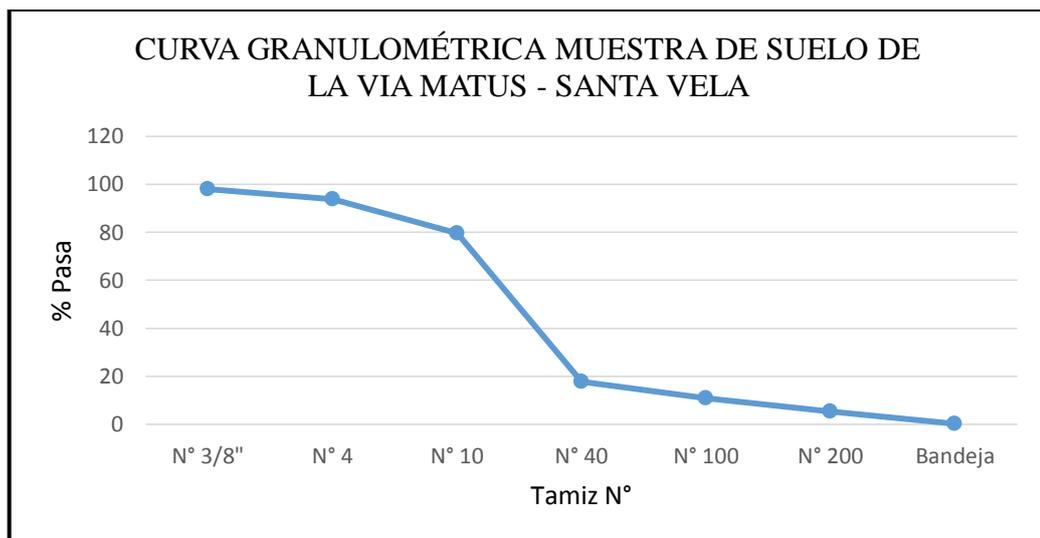


Tabla 56. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 2	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 0+500	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja: 543 g Masa Inicial = 5000 g

TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIP. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	794	251	251	5	95
N° 4	4.75	1057	514	765	15	85
N° 10	2.00	1545	1002	1767	35	65
N° 40	425 µm	3099	2556	4323	86	14
N° 100	150 µm	864	321	4644	93	7
N° 200	75 µm	740	197	4841	97	3
Bandeja		694	151	4992	100	0
Masa Retenida			4992	g		

GRAVA	15	%
ARENA	82	%
FINOS	3	%
MF	2.35	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 3/8"	

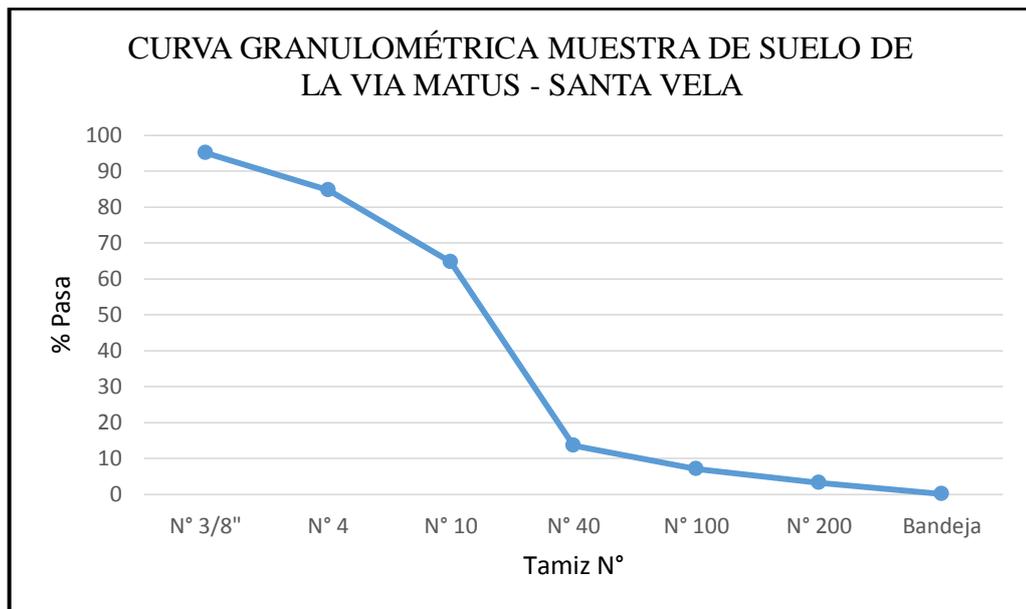


Tabla 57. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 3	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 1+000	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja: 543 g Masa Inicial = 5000 g

TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIPI. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	954	411	411	8	92
N° 4	4.75	1081	538	949	19	81
N° 10	2.00	1166	623	1572	31	69
N° 40	425 µm	2882	2339	3911	78	22
N° 100	150 µm	1349	806	4717	94	6
N° 200	75 µm	745	202	4919	98	2
Bandeja		610	67	4986	100	0
Masa Retenida			4986	g		

GRAVA	19	%
ARENA	79	%
FINOS	2	%
MF	2.31	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 3/8"	

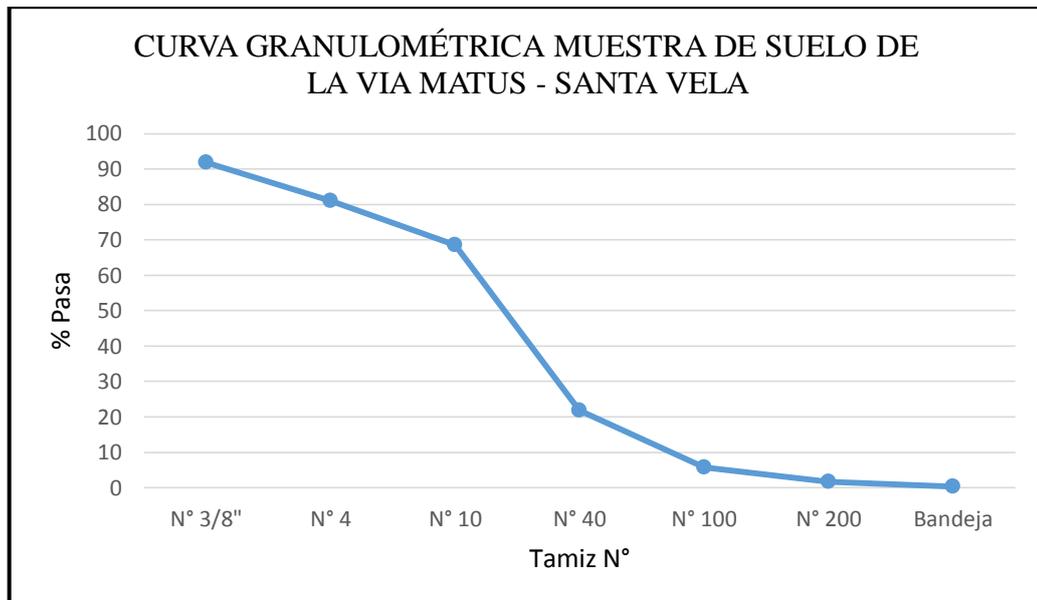


Tabla 58. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 4	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 1+500	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja:	543 g	Masa Inicial =	5000 g			
TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIPI. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	756	213	213	4	96
N° 4	4.75	978	435	648	13	87
N° 10	2.00	1417	874	1522	30	70
N° 40	425 µm	3432	2889	4411	88	12
N° 100	150 µm	822	279	4690	94	6
N° 200	75 µm	715	172	4862	97	3
Bandeja		679	136	4998	100	0
Masa Retenida			4998	g		

GRAVA	13	%
ARENA	84	%
FINOS	3	%
MF	2.30	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 4	

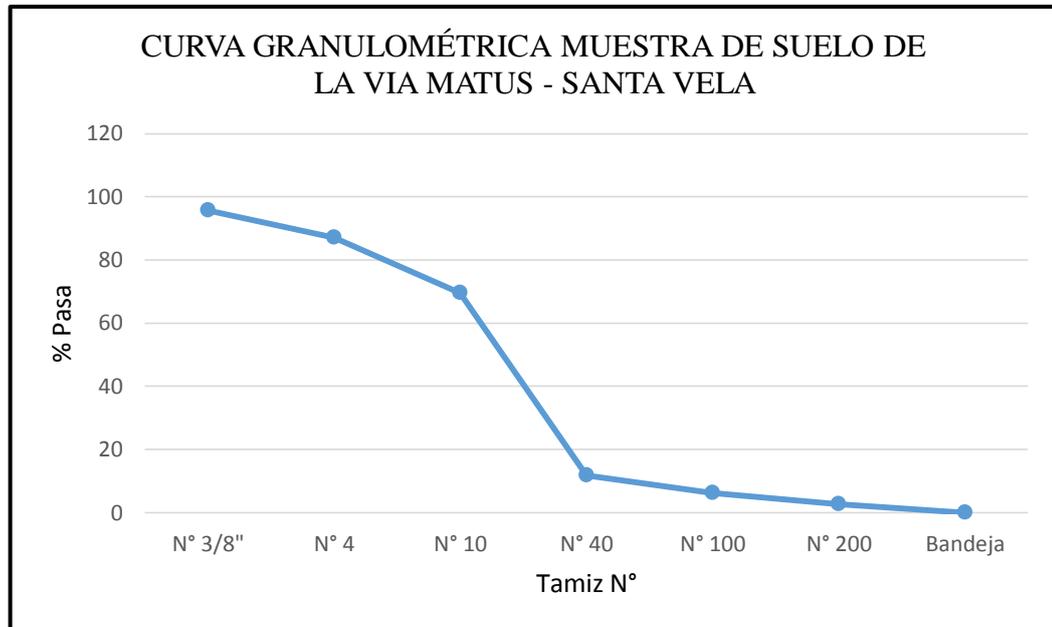


Tabla 59. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 5	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 2+000	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja:		543 g	Masa Inicial = 5000 g			
TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	RETENIDO PARCIAL + RECIP. (g)	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	670	127	127	3	97
N° 4	4.75	1133	590	717	14	86
N° 10	2.00	1848	1305	2022	40	60
N° 40	425 µm	3015	2472	4494	90	10
N° 100	150 µm	820	277	4771	95	5
N° 200	75 µm	700	157	4928	99	1
Bandeja		611	68	4996	100	0
Masa Retenida			4996	g		

GRAVA	14	%
ARENA	84	%
FINOS	1	%
MF	2.43	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 4	

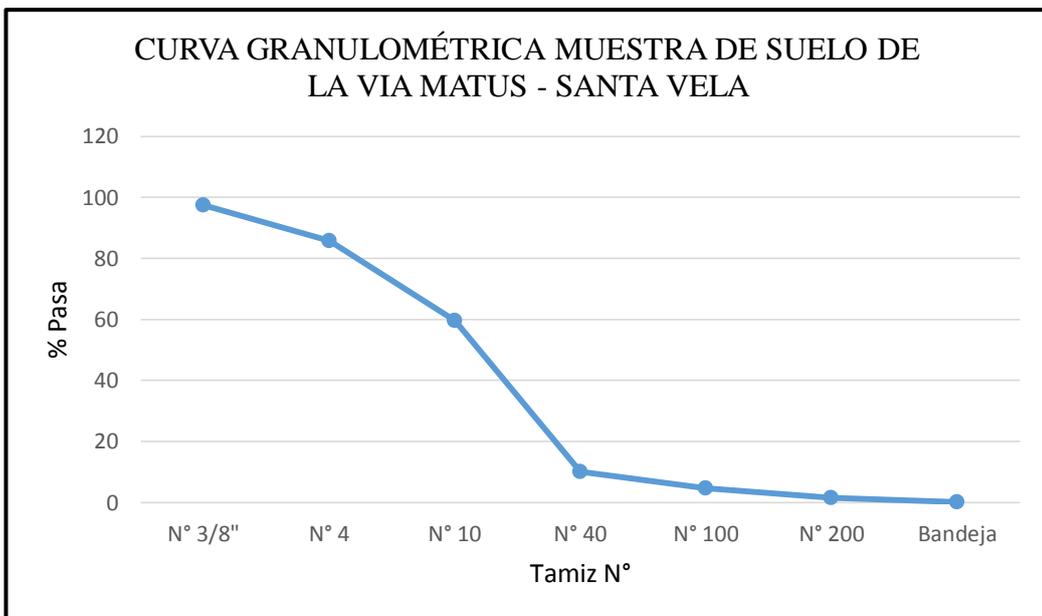


Tabla 60. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 6	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 2+500	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja:	543 g	Masa Inicial =	5000 g			
TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	RETENIDO PARCIAL + RECIP. (g)	RETENIDO PARCIAL (g)	RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	980	437	437	9	91
N° 4	4.75	1259	716	1153	23	77
N° 10	2.00	1980	1437	2590	52	48
N° 40	425 µm	2410	1867	4457	89	11
N° 100	150 µm	842	299	4756	95	5
N° 200	75 µm	714	171	4927	99	1
Bandeja		612	69	4996	100	0
Masa Retenida			4996	g		

GRAVA	23	%
ARENA	75	%
FINOS	1	%
MF	2.68	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 3/8"	

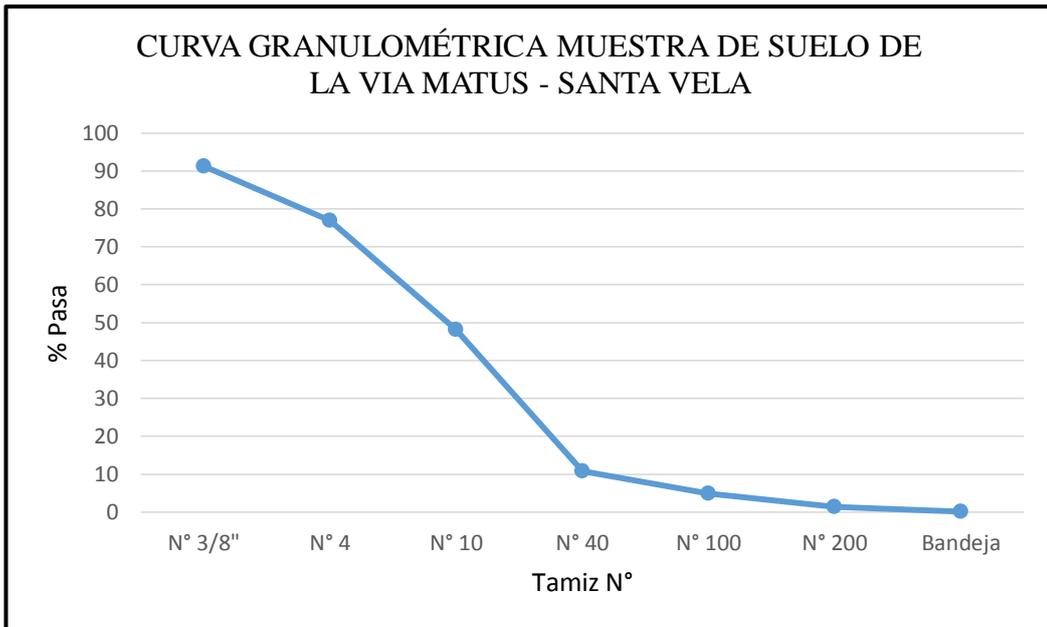


Tabla 61. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 7	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 3+000	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja: 543 g Masa Inicial = 5000 g

TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIPI. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	998	455	455	9	91
N° 4	4.75	1250	707	1162	23	77
N° 10	2.00	1533	990	2152	43	57
N° 40	425 µm	2958	2415	4567	91	9
N° 100	150 µm	802	259	4826	97	3
N° 200	75 µm	690	147	4973	99	1
Bandeja		561	18	4991	100	0
Masa Retenida			4991	g		

GRAVA	23	%
ARENA	76	%
FINOS	1	%
MF	2.63	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 3/8"	

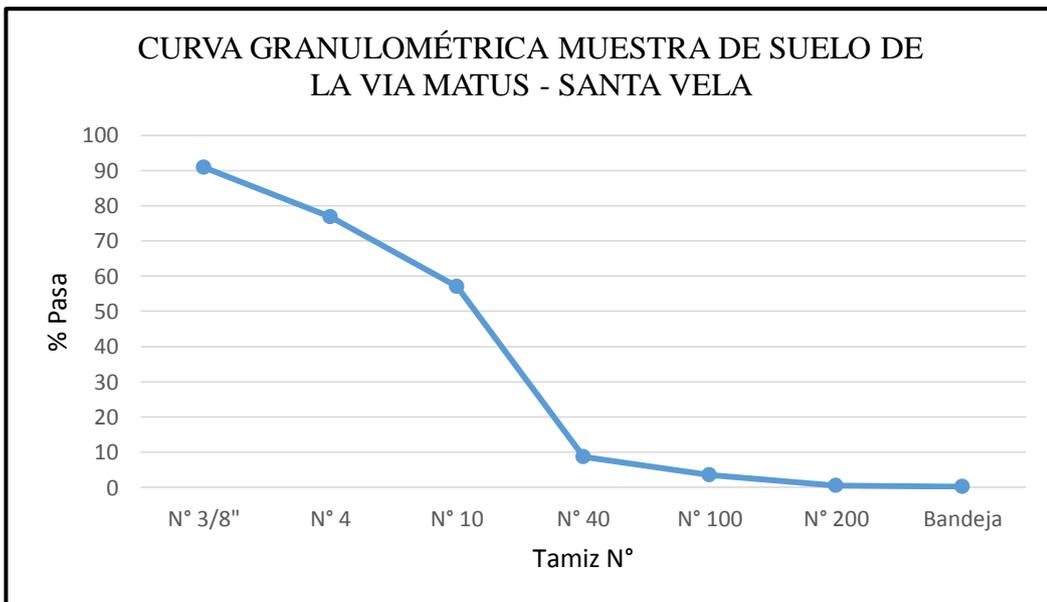


Tabla 62. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

MUESTRA: 8	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 3+500	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja: 543 g Masa Inicial = 5000 g

TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIPI. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	1102	559	559	11	89
N° 4	4.75	1159	616	1175	24	77
N° 10	2.00	1358	815	1990	40	60
N° 40	425 µm	3009	2466	4456	89	11
N° 100	150 µm	845	302	4758	95	5
N° 200	75 µm	725	182	4940	99	1
Bandeja		578	35	4975	100	0
Masa Retenida			4975	g		

GRAVA	24	%
ARENA	75	%
FINOS	1	%
MF	2.59	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 3/8"	

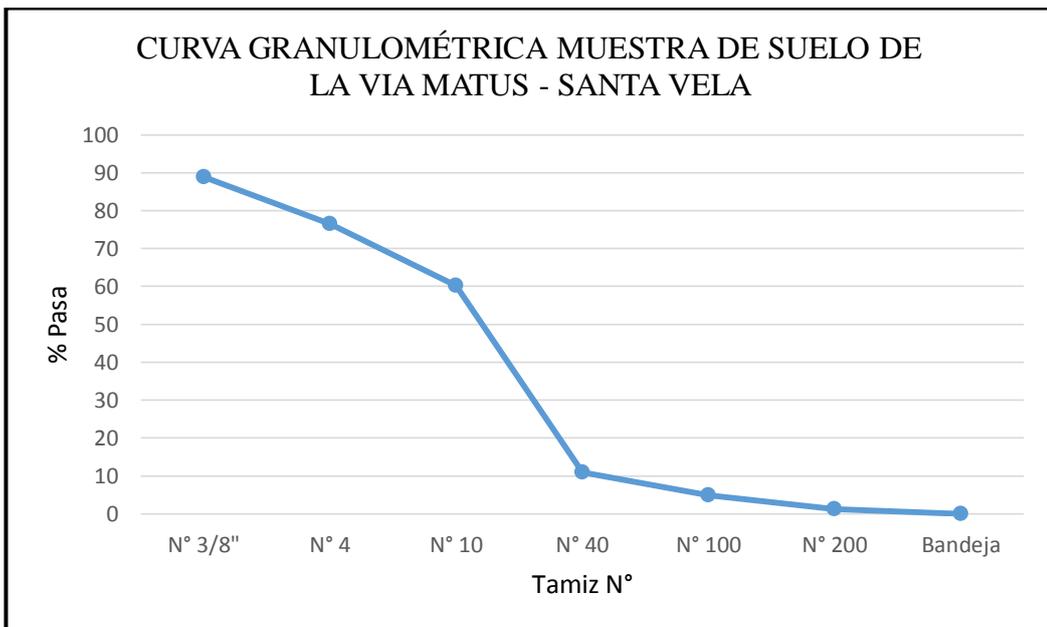


Tabla 63. Ensayo Granulométrico de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)

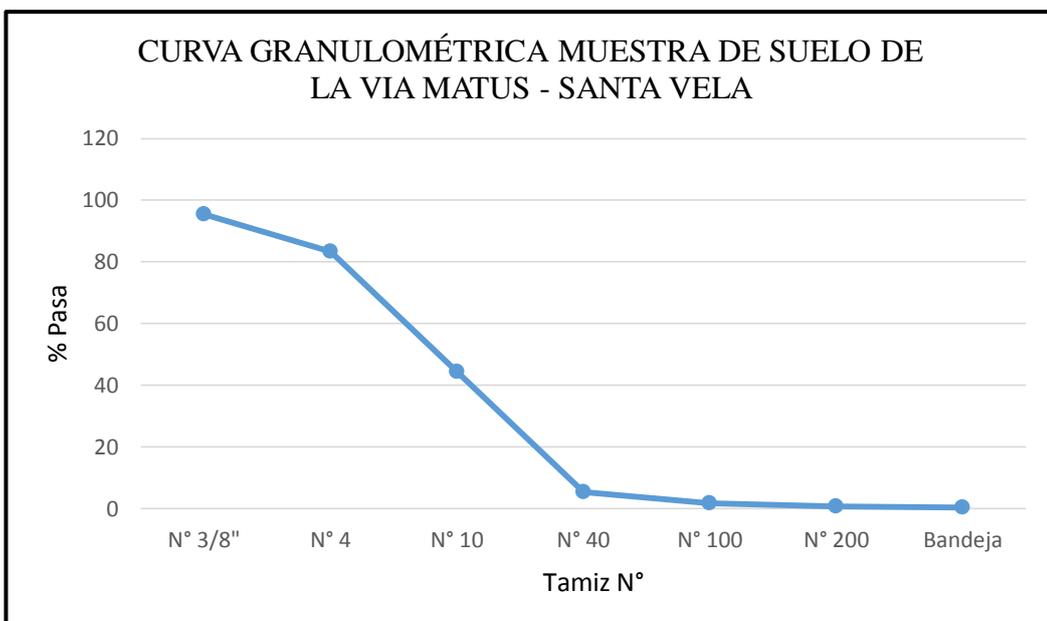
MUESTRA: 9	PROFUNDIDAD: 1m	NORMA: ASTM D 422
ABSCISA: 4+000	FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 14	

REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
GRANULOMETRIA

Masa bandeja: 543 g Masa Inicial = 5000 g

TAMIZ N°	TAMIZ (mm)	REIENIDO PARCIAL + RECIP. (g)	REIENIDO PARCIAL (g)	REIENIDO ACUMULADO (g)	% REIENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 3/8"	9.50	769	226	226	5	95
N° 4	4.75	1147	604	830	17	83
N° 10	2.00	2496	1953	2783	56	44
N° 40	425 µm	2491	1948	4731	95	5
N° 100	150 µm	724	181	4912	98	2
N° 200	75 µm	599	56	4968	99	1
Bandeja		559	16	4984	100	0
Masa Retenida			4984	g		

GRAVA	17	%
ARENA	83	%
FINOS	1	%
MF	2.70	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 4	



3.4.5.3.2. LÍMITES DE ATTERBERG:

Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico, se propone dos límites de contenido de humedad en el que el suelo puede adquirir consistencias indeseables: Límite Plástico o Inferior, donde el suelo se moldea fácilmente por la acción de una fuerza; y Límite Líquido o Superior, donde adquiere un comportamiento de masa viscosa.

Para este ensayo se trabaja con la fracción de suelo que pasa por el tamiz (#40), agregando o retirando agua según sea necesario hasta obtener una pasta semi-liquida.

- Límite líquido (LL): contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-líquido y plástico.
- Límite Plástico (LP): contenido de humedad del suelo en el límite entre el estado semi-sólido y plástico.
- Índice de Plasticidad (IP): diferencia entre los límites líquido y plástico, rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$P = LL - LP$$

Norma ASTM D 4318-84 Determinación del Límite Líquido método de Casagrande y Determinación del Límite Plástico.

EQUIPOS Y MATERIALES:

- Máquina de Casagrande
- Acanalador
- Espátula
- Placa de Vidrio
- Recipiente de Porcelana
- Agua destilada
- Balanza de sensibilidad 0.1 gr
- Horno Eléctrico
- Recipientes (Taritas)



Figura 53. Materiales para Ensayo de Límite Líquido

Fuente: Ruth Puluche

PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO:

1. Al realizar la granulometría se separó el material que paso por el tamiz # 100 para este ensayo.
2. Se coloca la muestra en el recipiente de porcelana, se le añade agua en una porción de 3 ml y con la ayuda de la espátula se realiza una mezcla homogénea.
3. Colocamos la máquina de Casagrande en un lugar limpio y nivelado, para proceder a calibrarlo.
4. Con ayuda de la espátula colocamos el material en la cuchara de Casagrande de forma homogénea, entre 50 y 70 gr, extendiendo la superficie, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa.
5. A continuación se divide la pasta en dos partes realizando una ranura trapecial con el acanalador según el eje de simetría de la cápsula.
6. Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones por segundo, hasta que las partes se pongan en contacto en 1 cm de longitud, anotar el número de golpes, cuando este sea inferior a 45.
7. Tomar una muestra de suelo en la zona donde se cerró el surco, aproximadamente la tercera parte de la muestra, se coloca en los recipientes, se pesa y se deja secar en el horno para obtener el contenido de humedad.

8. Vaciar el suelo de la máquina Casagrande en el recipiente de porcelana para continuar revolviendo con la espátula, donde el suelo pierde humedad y se repite los pasos 4, 5 y 6, pero en este caso el número de golpes de llegar de 25 a 35.
9. Repetir el paso 8, hasta que el número de golpes sea de 15 a 25 y de 5 a 15.
10. Para determinar el límite líquido se grafica la curva de flujo, es decir el número de golpes en coordenadas logarítmicas, contra el contenido de humedad correspondiente en coordenadas normales, e interpolar para la humedad en la abscisa de 25 golpes.
11. Sacar las muestras del horno y pesarlas.

PROCEDIMIENTO PARA ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO:

1. Se utiliza el material que queda del ensayo de límite líquido, en la que el suelo se vuelve plástico.
2. Tomar una porción de masa, una bolita de 1 cm^3 y amasarla sobre el vidrio con las yemas de los dedos hasta formar rollos de 3 mm de diámetro, en trozo de tamaño de 0,5 a 1 cm, repetir el paso 2 las veces que sea necesario hasta obtener el rollito obteniendo datos para poder promediarlas.
3. Una vez formado el rollo se toma la muestra en las taras, se pesa y se deja secar al horno para determinar el contenido de humedad.



Figura 54. Rollo de 3 mm de diámetro aproximadamente.

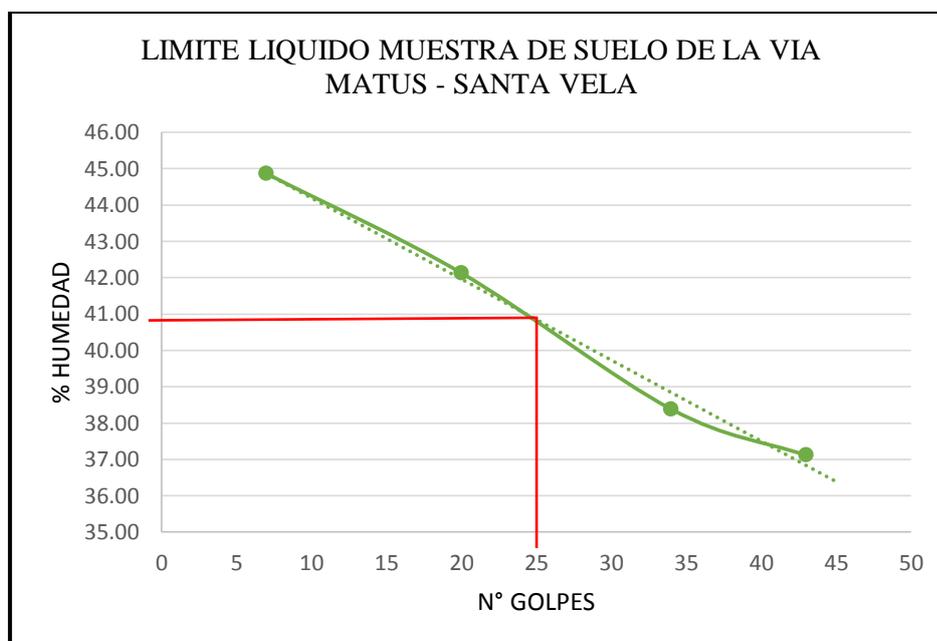
Fuente: Ruth Puluche

RESULTADO DE ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG:

Tabla 64. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 1			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 0+000			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 24			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP + S. HUMEDO	MASA RECIP + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
7	34.80	28.60	14.40	6.20	14.20	43.66	44.86
	36.90	30.94	18.00	5.96	12.94	46.06	
20	32.10	26.80	14.20	5.30	12.60	42.06	42.13
	33.40	28.00	15.20	5.40	12.80	42.19	
34	35.30	30.60	18.40	4.70	12.20	38.52	38.38
	33.20	28.00	14.40	5.20	13.60	38.24	
43	32.90	28.00	14.80	4.90	13.20	37.12	37.11
	31.50	26.90	14.50	4.60	12.40	37.10	
LIMITE PLÁSTICO							
	17.50	16.80	15.00	0.70	1.80	38.89	38.19
	17.10	16.50	14.90	0.60	1.60	37.50	

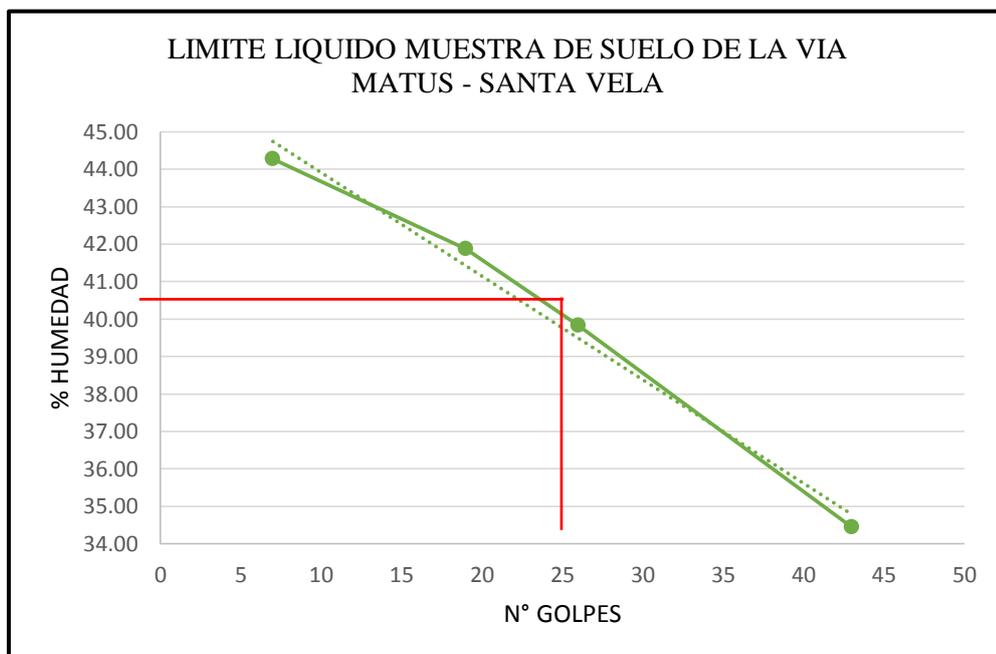


Límite Líquido	WL=	40.90%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 65. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 2		PROFUNDIDAD: 1m				NORMA:	
ABSCISA: 0+500		FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23				ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + S.	MASA RECIPI + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
7	29.50	25.00	14.80	4.50	10.20	44.12	44.28
	30.10	25.30	14.50	4.80	10.80	44.44	
19	35.50	30.40	18.30	5.10	12.10	42.15	41.87
	32.50	27.30	14.80	5.20	12.50	41.60	
26	36.60	31.30	18.00	5.30	13.30	39.85	39.82
	28.20	24.30	14.50	3.90	9.80	39.80	
43	26.80	23.80	15.10	3.00	8.70	34.48	34.45
	27.30	24.10	14.80	3.20	9.30	34.41	
LIMITE PLÁSTICO							
	20.80	20.20	18.50	0.60	1.70	35.29	36.88
	16.20	15.70	14.40	0.50	1.30	38.46	

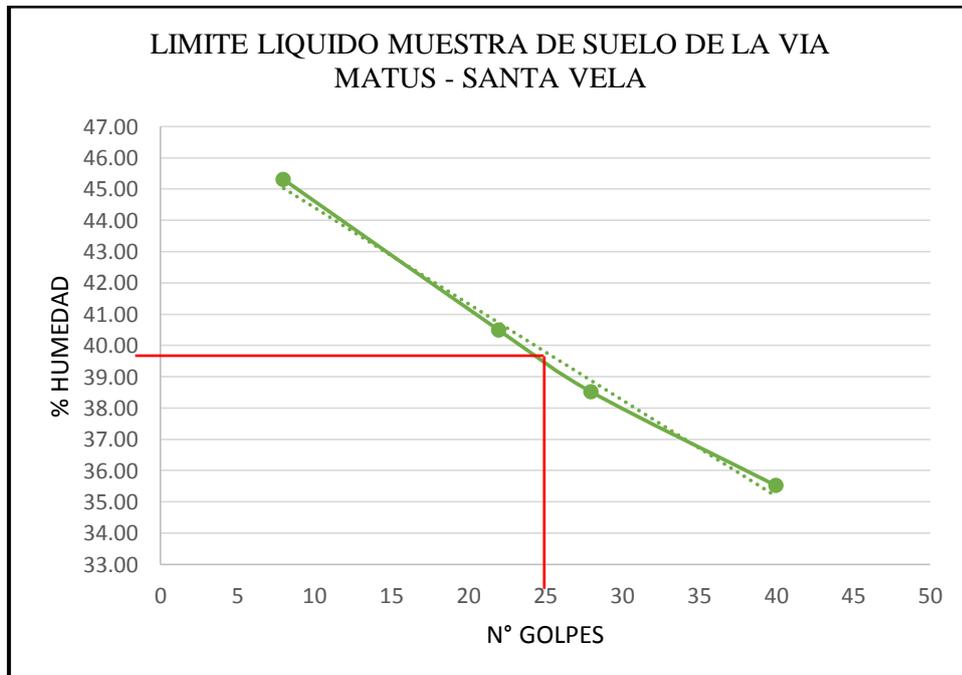


Límite Líquido	WL=	39.80%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 66. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 3			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 1+000			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP + S.	MASA RECIP + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
8	38.40	32.60	19.80	5.80	12.80	45.31	45.31
	36.10	30.80	19.10	5.30	11.70	45.30	
22	32.50	27.30	14.40	5.20	12.90	40.31	40.48
	31.80	26.80	14.50	5.00	12.30	40.65	
28	33.90	28.60	14.70	5.30	13.90	38.13	38.51
	34.60	29.00	14.60	5.60	14.40	38.89	
40	37.80	32.80	18.70	5.00	14.10	35.46	35.52
	34.80	29.50	14.60	5.30	14.90	35.57	
LIMITE PLÁSTICO							
	16.30	15.80	14.50	0.50	1.30	38.46	38.80
	17.40	16.50	14.20	0.90	2.30	39.13	

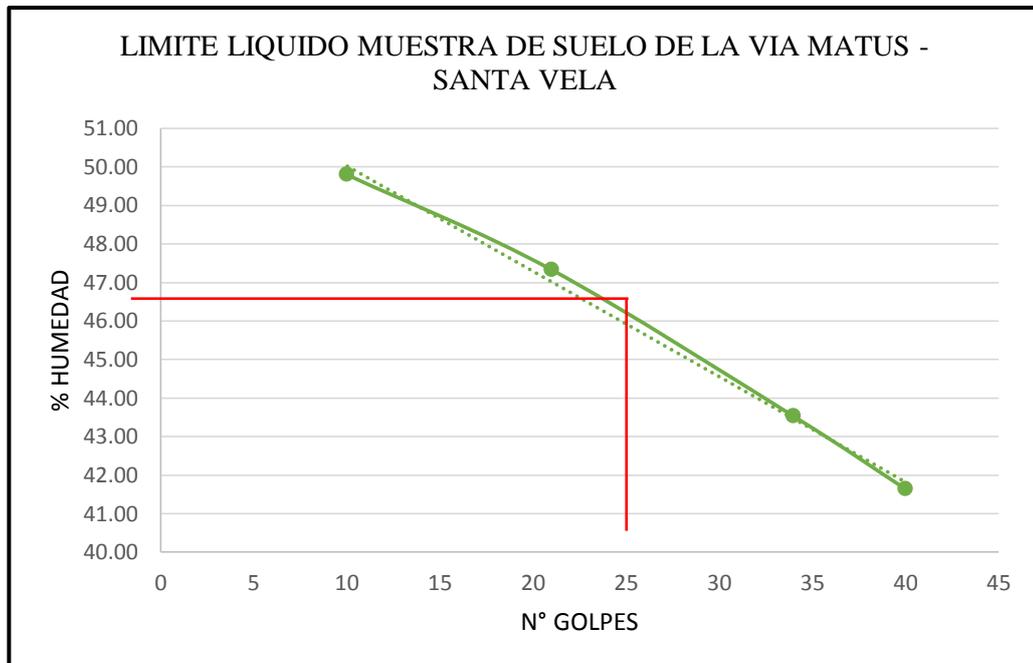


Límite Líquido	WL=	39.90%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 67. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 4			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 1+500			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP + S.	MASA RECIP + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
10	37.50	31.10	18.30	6.40	12.80	50.00	49.80
	32.80	26.70	14.40	6.10	12.30	49.59	
21	36.40	30.40	17.70	6.00	12.70	47.24	47.33
	38.00	31.60	18.10	6.40	13.50	47.41	
34	32.70	28.30	18.20	4.40	10.10	43.56	43.52
	31.60	27.60	18.40	4.00	9.20	43.48	
40	34.60	28.80	14.80	5.80	14.00	41.43	41.64
	38.40	32.50	18.40	5.90	14.10	41.84	
LIMITE PLÁSTICO							
	16.60	16.10	14.90	0.50	1.20	41.67	42.71
	16.70	16.00	14.40	0.70	1.60	43.75	

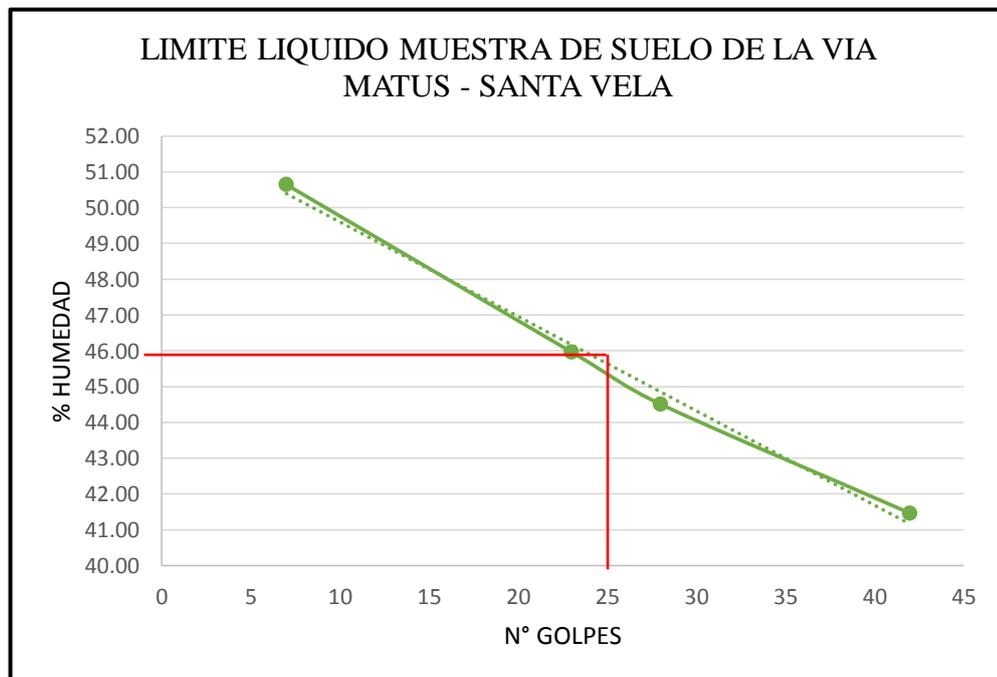


Límite Líquido	WL=	46.00%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 68. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 5		PROFUNDIDAD: 1m				NORMA:	
ABSCISA: 2+000		FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23				ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + S.	MASA RECIPI + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
7	32.70	26.60	14.50	6.10	12.10	50.41	50.64
	31.40	25.50	13.90	5.90	11.60	50.86	
23	32.10	26.60	14.60	5.50	12.00	45.83	45.96
	33.40	27.50	14.70	5.90	12.80	46.09	
28	31.20	26.00	14.40	5.20	11.60	44.83	44.51
	36.80	31.10	18.20	5.70	12.90	44.19	
42	30.30	25.30	14.10	5.00	11.20	44.64	41.46
	32.20	27.30	14.50	4.90	12.80	38.28	
LIMITE PLÁSTICO							
	20.60	20.00	18.60	0.60	1.40	42.86	42.02
	17.50	16.80	15.10	0.70	1.70	41.18	

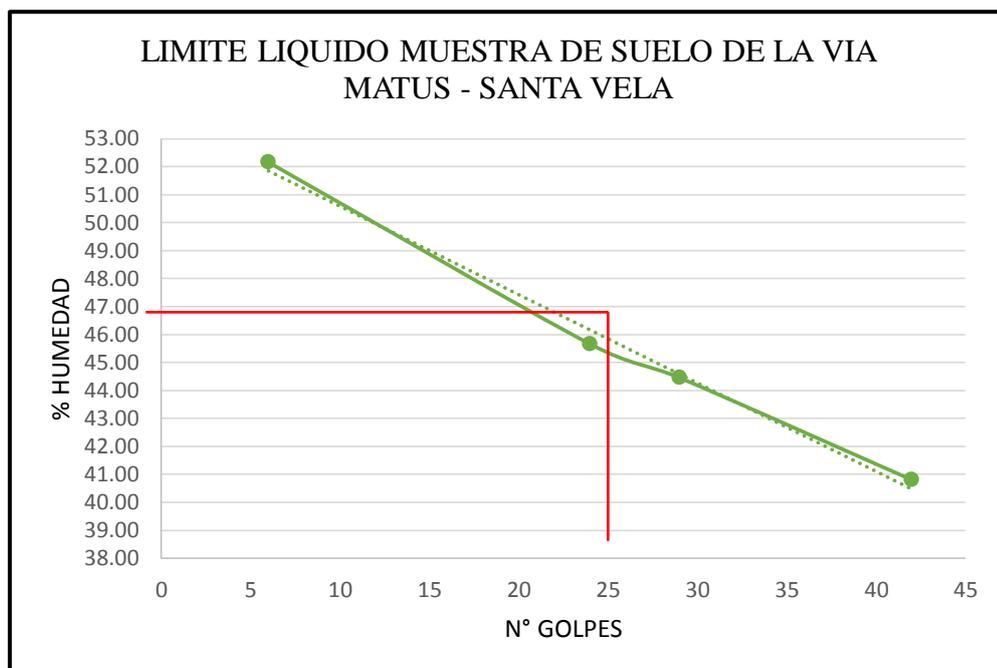


Límite Líquido	WL=	45.70%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 69. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 6			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 2+500			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 24			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + S.	MASA RECIPI + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
6	37.20	30.70	18.20	6.50	12.50	52.00	52.15
	37.50	30.70	17.70	6.80	13.00	52.31	
24	38.80	32.40	18.40	6.40	14.00	45.71	45.66
	35.40	29.70	17.20	5.70	12.50	45.60	
29	35.50	29.20	14.90	6.30	14.30	44.06	44.45
	34.70	28.60	15.00	6.10	13.60	44.85	
42	34.30	29.60	18.10	4.70	11.50	40.87	40.81
	37.10	31.60	18.10	5.50	13.50	40.74	
LIMITE PLÁSTICO							
	15.90	15.30	13.90	0.60	1.40	42.86	42.86
	16.10	15.50	14.10	0.60	1.40	42.86	

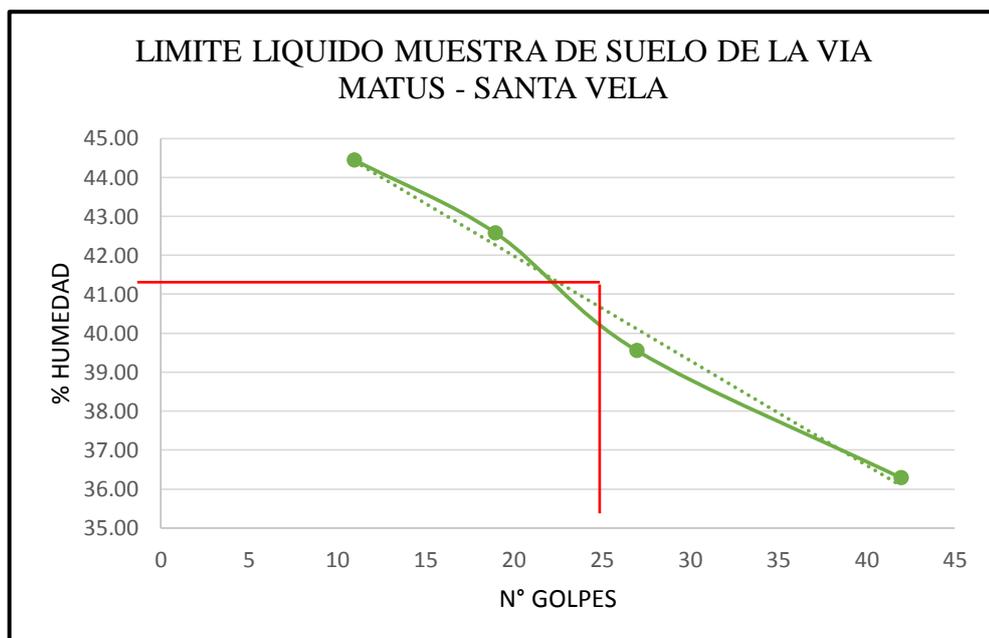


Límite Líquido	WL=	46.00%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 70. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 7			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 3+000			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + S.	MASA RECIPI + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
11	33.20	27.40	14.30	5.80	13.10	44.27	44.44
	34.90	28.70	14.80	6.20	13.90	44.60	
19	38.70	32.60	18.30	6.10	14.30	42.66	42.56
	35.70	29.50	14.90	6.20	14.60	42.47	
27	33.60	28.20	14.50	5.40	13.70	39.42	39.55
	32.20	27.20	14.60	5.00	12.60	39.68	
42	34.50	29.10	14.30	5.40	14.80	36.49	36.28
	36.20	30.50	14.70	5.70	15.80	36.08	
LIMITE PLÁSTICO							
	19.80	19.40	18.30	0.40	1.10	36.36	38.18
	16.30	15.70	14.20	0.60	1.50	40.00	

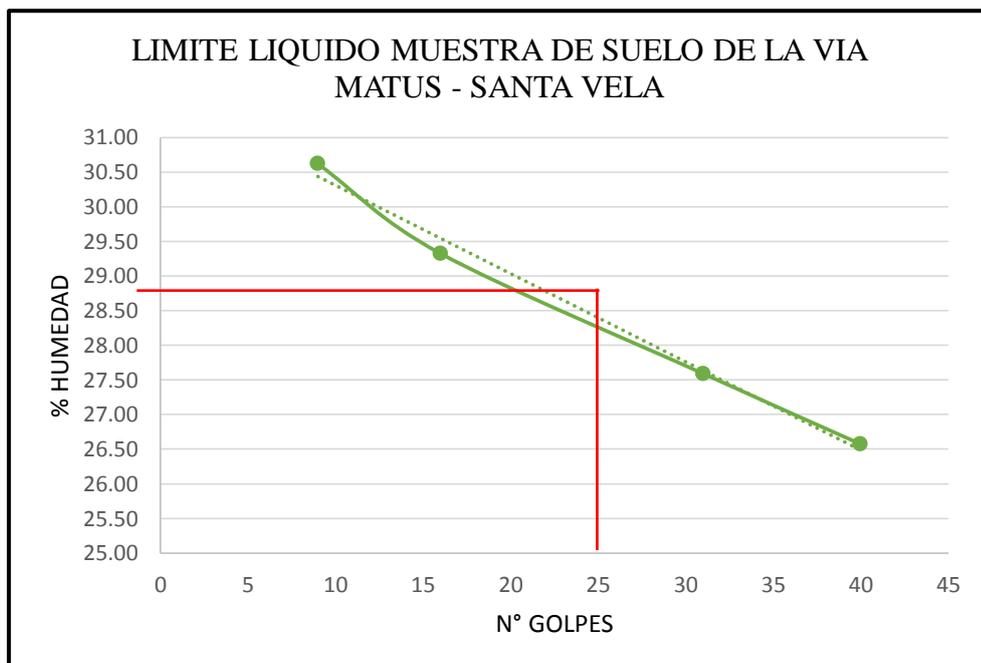


Límite Líquido	WL=	40.80%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 71. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 8			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 3+500			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + S.	MASA RECIPI + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
9	31.20	27.20	14.20	4.00	13.00	30.77	30.62
	37.80	33.20	18.10	4.60	15.10	30.46	
16	40.00	34.90	17.60	5.10	17.30	29.48	29.32
	33.50	29.30	14.90	4.20	14.40	29.17	
31	35.10	31.50	18.30	3.60	13.20	27.27	27.59
	31.40	27.80	14.90	3.60	12.90	27.91	
40	35.20	31.70	18.40	3.50	13.30	26.32	26.57
	33.70	30.40	18.10	3.30	12.30	26.83	
LIMITE PLÁSTICO							
	18.60	18.30	17.20	0.30	1.10	27.27	27.92
	20.20	19.80	18.40	0.40	1.40	28.57	

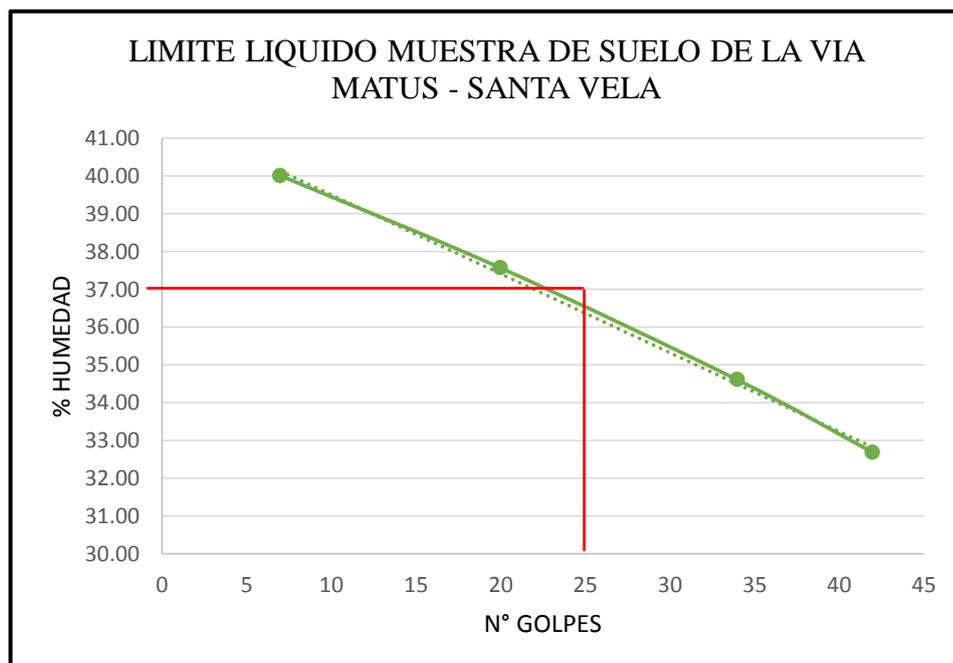


Límite Líquido	WL=	28.40%
-----------------------	------------	---------------

Tabla 72. Límites de Atterberg de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL							
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)							
MUESTRA: 9			PROFUNDIDAD: 1m			NORMA:	
ABSCISA: 4+000			FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 23			ASTM D 4318-84	
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO LIMITES DE ATTERBERG							
NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + S.	MASA RECIPI + S. SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA S. SECO	% HUMEDAD	PROMEDIO % HUMEDAD
LIMITE LIQUIDO							
7	30.60	26.10	14.80	4.50	11.30	39.82	40.00
	30.50	25.80	14.10	4.70	11.70	40.17	
20	33.30	28.10	14.20	5.20	13.90	37.41	37.56
	31.50	26.90	14.70	4.60	12.20	37.70	
34	32.10	28.50	18.00	3.60	10.50	34.29	34.60
	28.80	25.10	14.50	3.70	10.60	34.91	
42	30.60	26.60	14.40	4.00	12.20	32.79	32.67
	32.00	27.80	14.90	4.20	12.90	32.56	
LIMITE PLÁSTICO							
	16.30	15.90	14.70	0.40	1.20	33.33	34.85
	15.80	15.40	14.30	0.40	1.10	36.36	



Límite Líquido	WL=	36.40%
-----------------------	------------	---------------

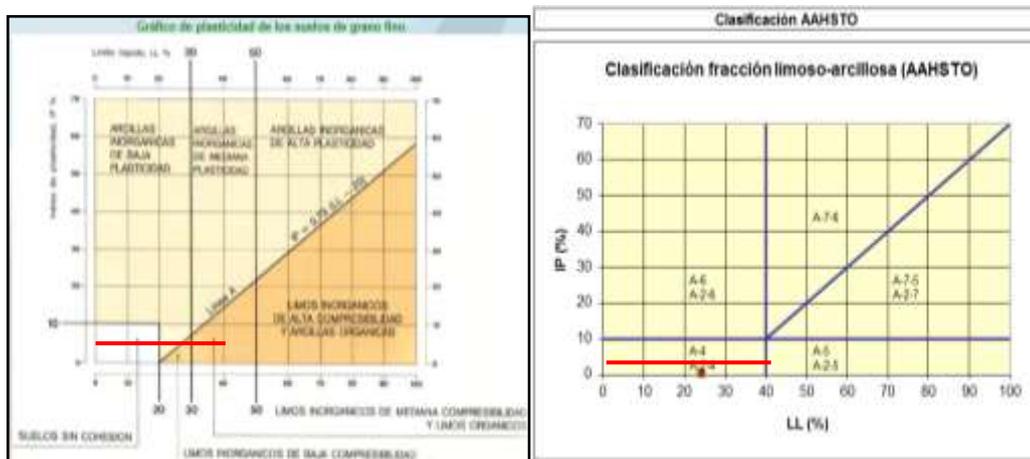
Tabla 73. Clasificación del Suelo según la SUCS y la AASHTO

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL									
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4,7Km)									
MUESTRA: VARIAS		PROFUNDIDAD: 1m			NORMA: SUCS - AASHTO				
ABSCISA: 0+000 - 4+700		FECHA DE ENSAYO: 2016 - 03 - 24							
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO									
CLASIFICACIÓN DEL SUELO									
MUESTRA SUELO	ABSCISA	RETENIDO TAMIZ N°4	RETENIDO TAMIZ N°200	LL. %	LP. %	LP. %	DESCRIPCION	TIPO DE SUELO SUCS	TIPO DE SUELO AASHTO
1	0+000	6	95	40,90%	38,19%	2,71%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
2	0+500	15	97	39,80%	36,88%	2,92%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
3	1+000	19	98	39,90%	38,80%	1,10%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
4	1+500	13	97	46,00%	42,71%	3,29%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
5	2+000	14	99	45,70%	42,02%	3,68%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
6	2+500	23	99	46,00%	42,86%	3,14%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
7	3+000	23	99	40,80%	38,18%	2,62%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
8	3+500	24	99	28,40%	27,92%	0,48%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa
9	4+000	17	99	36,40%	34,85%	1,55%	Ligeramente Plástico	A2-4 Arena Limosa	SM Arena Limosa

Figura 55. Carta de Plasticidad para clasificación de suelos según la SUCS y AASHTO

Fuente: Ruth Puluche



3.4.5.3.3. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO:

El ensayo de proctor modificado es un método que permite determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de los suelos compactados en un molde de 4 o 6 pulgadas (101,6 o 152,4 mm) de diámetro con un pistón de 10 libras (44,5 N) que cae a una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una energía de compactación de 56000 lb-pie/pie³ (2700 kN-m/m³), define la densidad máxima y su humedad óptima. Para este ensayo se proporciona 3 alternativas, depende de la gradación del material.

Método A:

- ✓ Molde: 4 pulg. de diámetro (101,6 mm)
- ✓ Material: Se emplea el que pasa por el tamiz N° 4.
- ✓ Uso: Cuando el 20% o menos del material es retenido en el tamiz N° 4

Método B:

- ✓ Molde: 4 pulg. de diámetro (101,6 mm)
- ✓ Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 3/8 pulg.
- ✓ Uso: Cuando más del 20% del material es retenido en el tamiz N° 4 y 20% o menos es retenido en el tamiz 3/8" pulg.

Método C:

- ✓ Molde: 6 pulg de diámetro (152,4 mm)
- ✓ Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 3/4 pulg.
- ✓ Uso: Cuando más del 20% del material es retenido en el tamiz 3/8 pulg. y menos del 30% es retenido en el tamiz 3/4" pulg.

Norma ASTM D 698, la misma que se adapta a condiciones de nuestra realidad.

EQUIPOS Y MATERIALES:

- Molde de 4 pulgadas
- Collar de molde
- Pistón o Martillo 10 lb
- Recipiente para mezcla

- Probeta graduada
- Enrazador
- Balanza de sensibilidad 0.1 gr
- Balanza Eléctrica
- Horno Eléctrico
- Taritas
- Cucharon
- Brocha



Figura 56. Equipo y Materiales para Ensayo Proctor Modificado

Fuente: Ruth Puluche

PROCEDIMIENTO:

1. Luego de obtener la muestra, procedemos a reducirla a tamaño de ensayo.
2. Pesamos en la bandeja de masa conocida una muestra mínima de aproximadamente 5 kg.
3. Secamos la muestra en el horno hasta obtener una masa constante, es decir secar a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
4. Retiramos la muestra del horno y esperamos que se enfríe para pesar las muestras secas y empezar con el ensayo.
5. Empezamos pesando 3 kg de muestra, el molde de 4 pulg. con la base y sin el collar.
6. Medir el diámetro y la altura del molde para calcular el volumen del mismo.
7. A la muestra del recipiente se esparce agua, del tal manera que sea que el 3% de la masa de suelo y lo mezclamos bien.

8. Colocar la muestra en el molde con el collar en cinco capas y compactar con el martillo dentro del molde, hasta que el pistón alcance la parte superior y soltar permitiendo que tenga caída libre, se repite cambiando de lugar la guía de manera que con 56 golpes cubra toda la superficie.
9. Quitamos el collar y enrasar a nivel superior del molde.
10. Se limpia el molde y determinar el peso del molde con el suelo compactado sin el collar.
11. Extraer el suelo del molde, lo dividir en dos partes y tomar dos muestras de la parte central en las taritas y las pesamos.
12. Dejar secar en el horno las muestras.
13. Devolver el resto de material y la añadir 6% de agua, es decir 3% más y lo mezclamos bien.
14. Repetir los pasos del 8 al 13, aumentando cada vez el 3% de agua hasta que la masa del suelo con el molde baje totalmente.

RESULTADOS DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO:

Tabla 74. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abcisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698				
ABCISA:	0+000	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 943,3m ³					
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
PROCTOR MODIFICADO												
DATOS PARA LA CURVA												
N°	NAT	1	2	3	4	5						
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5640	5711	5796	5908	5982	5969						
PESO DEL SUELO (g)	1437	1508	1593	1705	1779	1766						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14.30	14.80	17.70	14.20	18.00	18.20	14.90	14.80	14.20	18.10	14.40	17.10
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	96.30	92.60	82.30	87.40	91.50	99.70	82.00	83.30	79.40	103.00	76.60	82.40
PESO TARA + S. SECO (g)	94.20	90.70	78.70	83.30	85.70	93.10	74.90	76.10	70.80	91.70	66.70	72.00
CONTENIDO DE AGUA %	2.63	2.50	5.90	5.93	8.57	8.81	11.83	11.75	15.19	15.35	18.93	18.94
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	2.57		5.92		8.69		11.79		15.27		18.94	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.52		1.60		1.69		1.81		1.89		1.87	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.49		1.51		1.55		1.62		1.64		1.57	

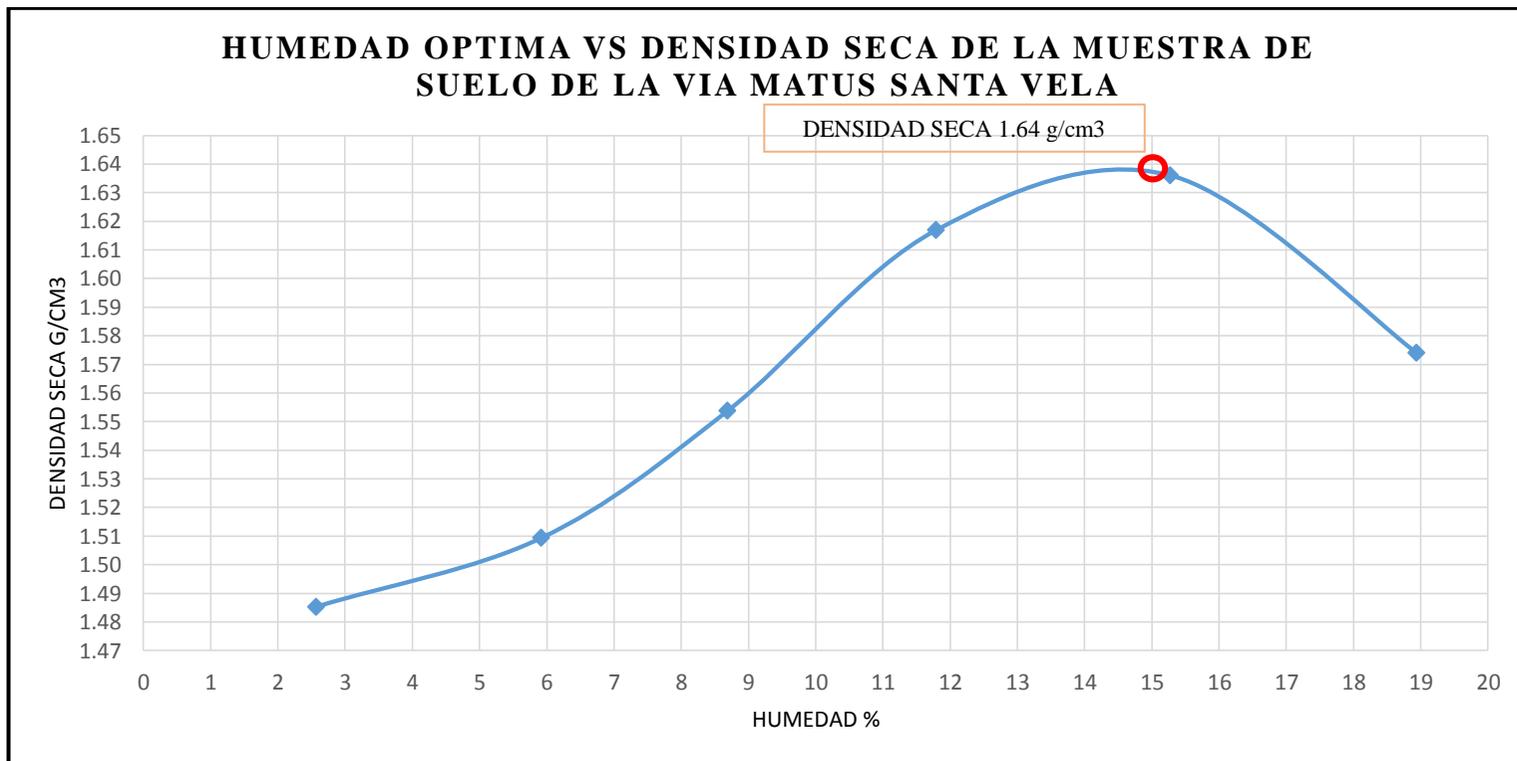


Figura 57. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	14.50
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.64

Tabla 75. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	2	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698				
ABSCISA:	0+500	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m ³					
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
PROCTOR MODIFICADO												
DATOS PARA LA CURVA												
N°	NAT	1	2	3	4	5						
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5586	5656	5874	5965	5942	5882						
PESO DEL SUELO (g)	1383	1453	1671	1762	1739	1679						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14.40	18.10	14.50	14.60	14.40	14.40	14.60	14.40	18.10	14.60	14.50	14.40
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	79.80	82.70	78.70	82.80	84.70	81.40	92.10	87.10	100.20	88.20	95.70	78.70
PESO TARA + S. SECO (g)	75.30	78.30	72.80	76.60	76.20	73.20	81.00	76.60	86.70	76.10	81.30	67.30
CONTENIDO DE AGUA %	7.39	7.31	10.12	10.00	13.75	13.95	16.72	16.88	19.68	19.67	21.56	21.55
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	7.35		10.06		13.85		16.80		19.68		21.55	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.47		1.54		1.77		1.87		1.84		1.78	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.37		1.40		1.56		1.60		1.54		1.46	

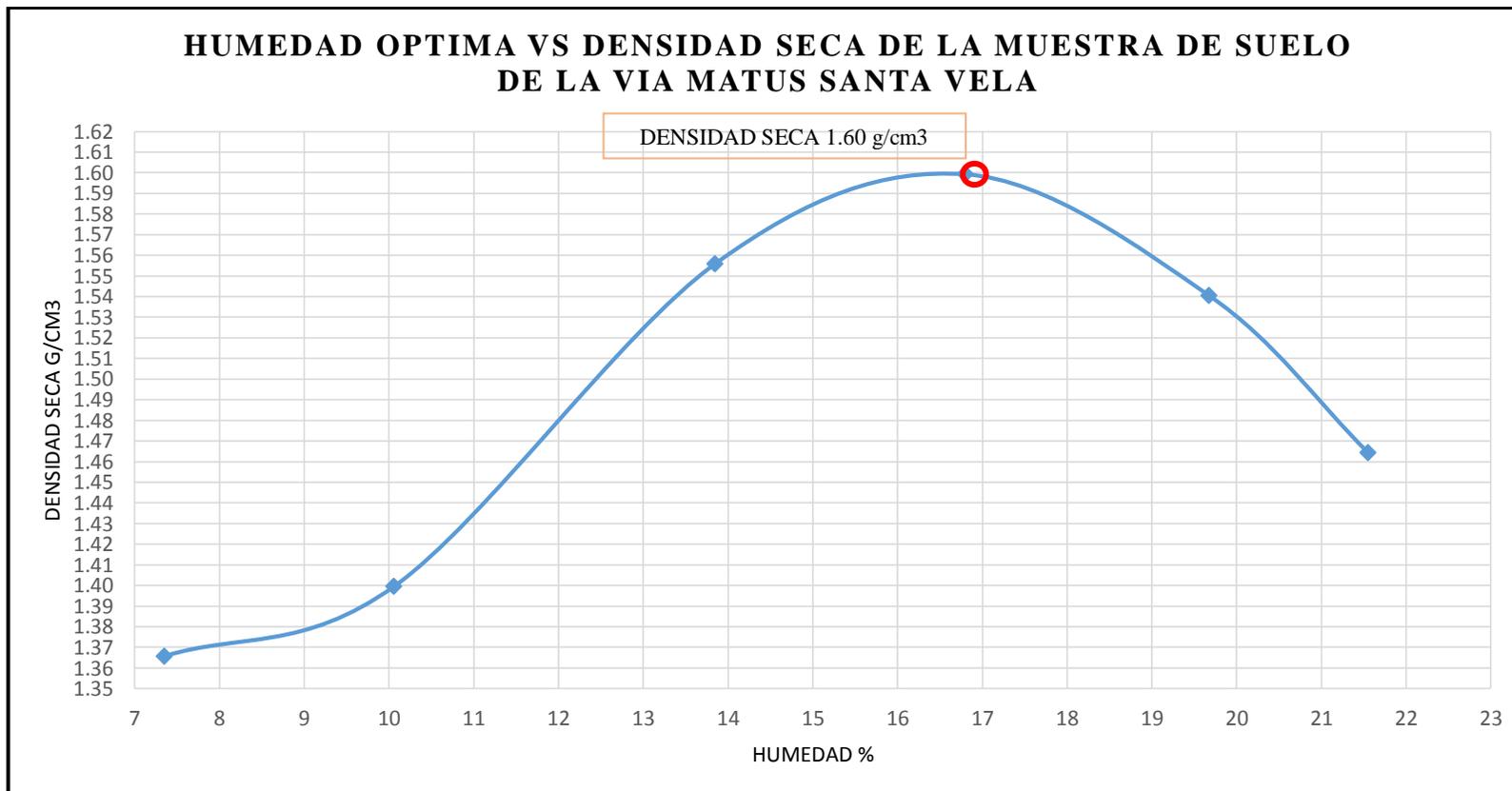


Figura 58. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	16.50
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.60

Tabla 76. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL													
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)													
MUESTRA:	3	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698					
ABSCISA:	1+000	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m ³						
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO													
PROCTOR MODIFICADO													
DATOS PARA LA CURVA													
	N°	NAT	1	2	3	4	5						
	PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
	P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5725	5791	5905	5997	6029	5973						
	PESO DEL SUELO (g)	1522	1588	1702	1794	1826	1770						
CONTENIDO DE AGUA													
	PESO TARA (g)	14.30	14.10	14.10	18.40	14.90	14.30	14.00	17.70	18.40	18.00	14.30	18.20
	PESO TARA + S. HUMEDO (g)	74.00	70.20	80.40	80.70	67.30	72.50	66.90	72.30	69.00	65.60	73.40	73.30
	PESO TARA + S. SECO (g)	69.30	65.80	73.60	74.30	60.80	65.30	59.20	64.30	60.50	57.60	62.30	62.90
	CONTENIDO DE AGUA %	8.55	8.51	11.43	11.45	14.16	14.12	17.04	17.17	20.19	20.20	23.13	23.27
	CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	8.53		11.44		14.14		17.10		20.20		23.20	
	DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.61		1.68		1.80		1.90		1.94		1.88	
	DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.49		1.51		1.58		1.62		1.61		1.52	

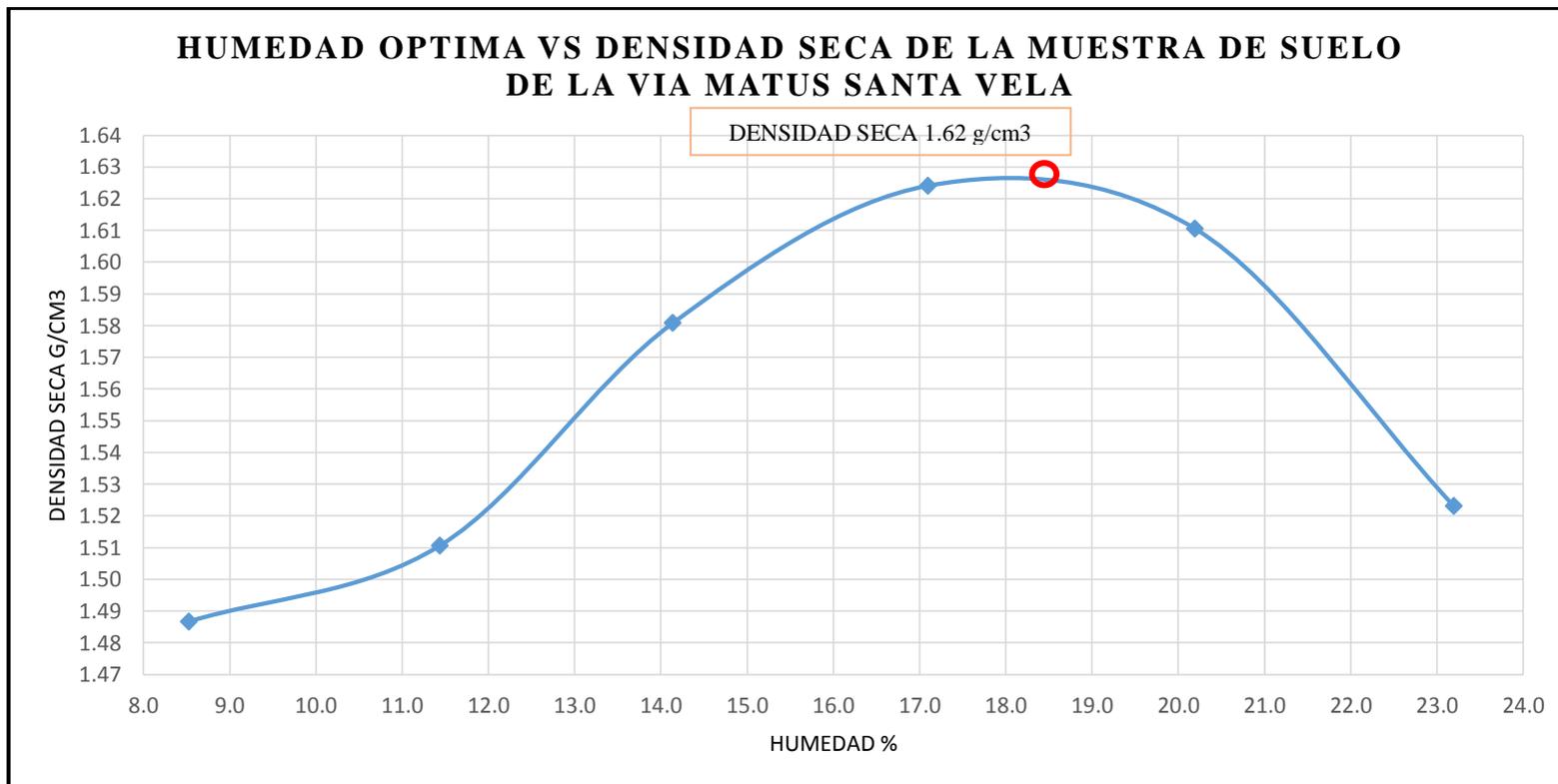


Figura 59. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	18.00
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.62

Tabla 77. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	4	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698				
ABSCISA:	1+500	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m³					
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
PROCTOR MODIFICADO												
DATOS PARA LA CURVA												
N°	NAT	1	2	3	4	5						
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5663	5750	5842	5950	6043	5974						
PESO DEL SUELO (g)	1460	1547	1639	1747	1840	1771						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14.4	15.1	18.1	14.2	14.5	18.2	14.5	18.6	17.6	18	18.4	18.3
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	71.3	76.8	80.8	85.5	92.8	98.3	96.3	102.6	94.7	91.3	86	94.6
PESO TARA + S. SECO (g)	68.4	73.8	76	80.1	84.9	90.2	85.9	91.8	82.7	80	74	81.2
CONTENIDO DE AGUA %	5.4	5.1	8.3	8.2	11.2	11.3	14.6	14.8	18.4	18.2	21.6	21.3
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	5.24		8.24		11.24		14.66		18.33		21.44	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.55		1.64		1.74		1.85		1.95		1.88	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.47		1.52		1.56		1.62		1.65		1.55	

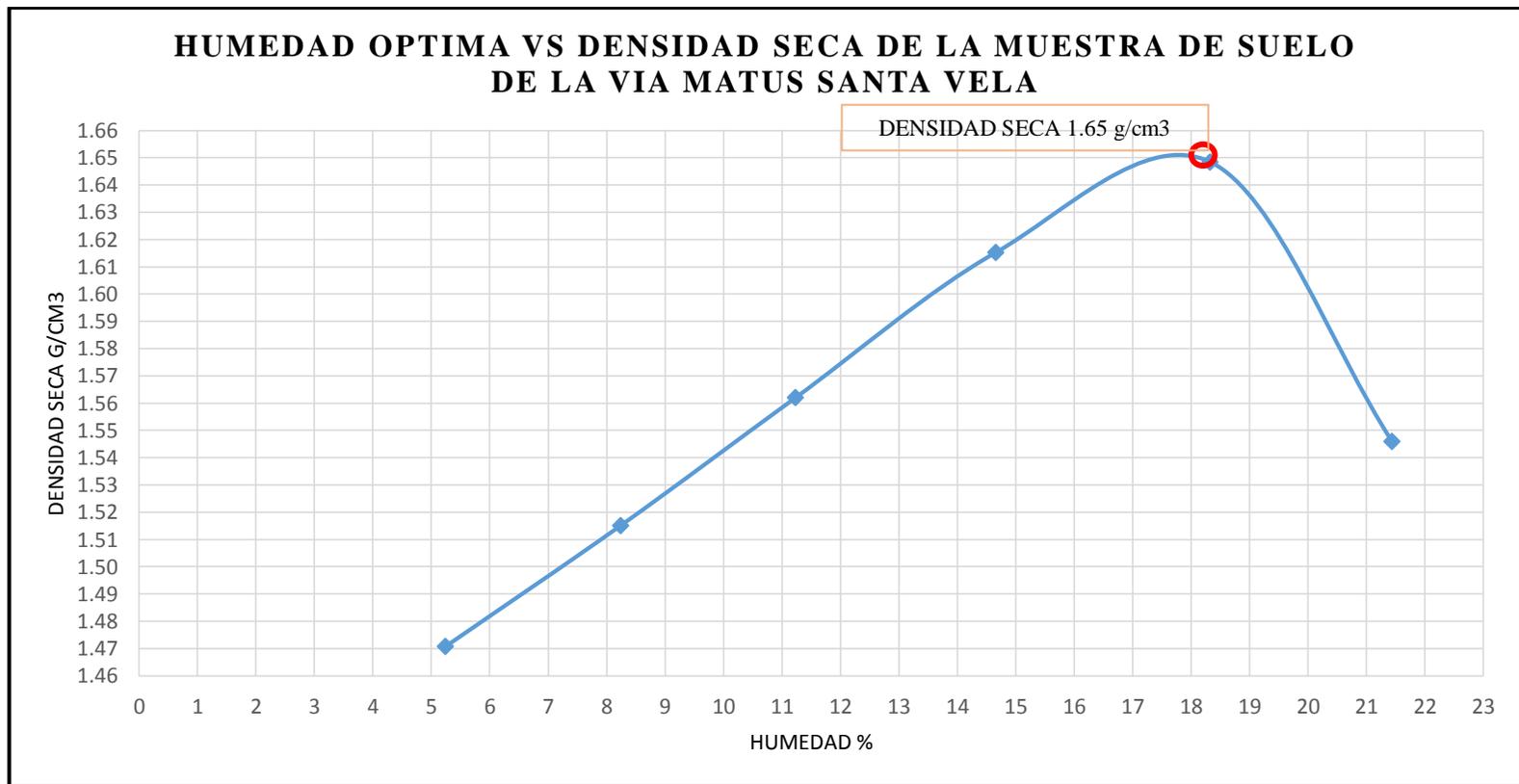


Figura 60. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	17.50
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.65

Tabla 78. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	5	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698				
ABSCISA:	2+000	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m ³					
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
PROCTOR MODIFICADO												
DATOS PARA LA CURVA												
N°	NAT	1	2	3	4	5						
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5611	5664	5755	5861	5944	5933						
PESO DEL SUELO (g)	1408	1461	1552	1658	1741	1730						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14.60	14.70	18.10	18.20	14.70	14.50	14.70	14.10	14.40	18.40	18.50	18.50
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	74.00	78.60	86.20	85.90	84.00	82.60	95.70	99.50	96.40	90.80	94.60	99.70
PESO TARA + S. SECO (g)	70.40	74.70	80.20	80.00	76.20	75.00	84.60	87.80	83.40	79.40	81.10	85.10
CONTENIDO DE AGUA %	6.45	6.50	9.66	9.55	12.68	12.56	15.88	15.88	18.84	18.69	21.57	21.92
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	6.48	9.60	12.62	15.88	18.76	21.74						
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.49	1.55	1.65	1.76	1.85	1.83						
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.40	1.41	1.46	1.52	1.55	1.51						

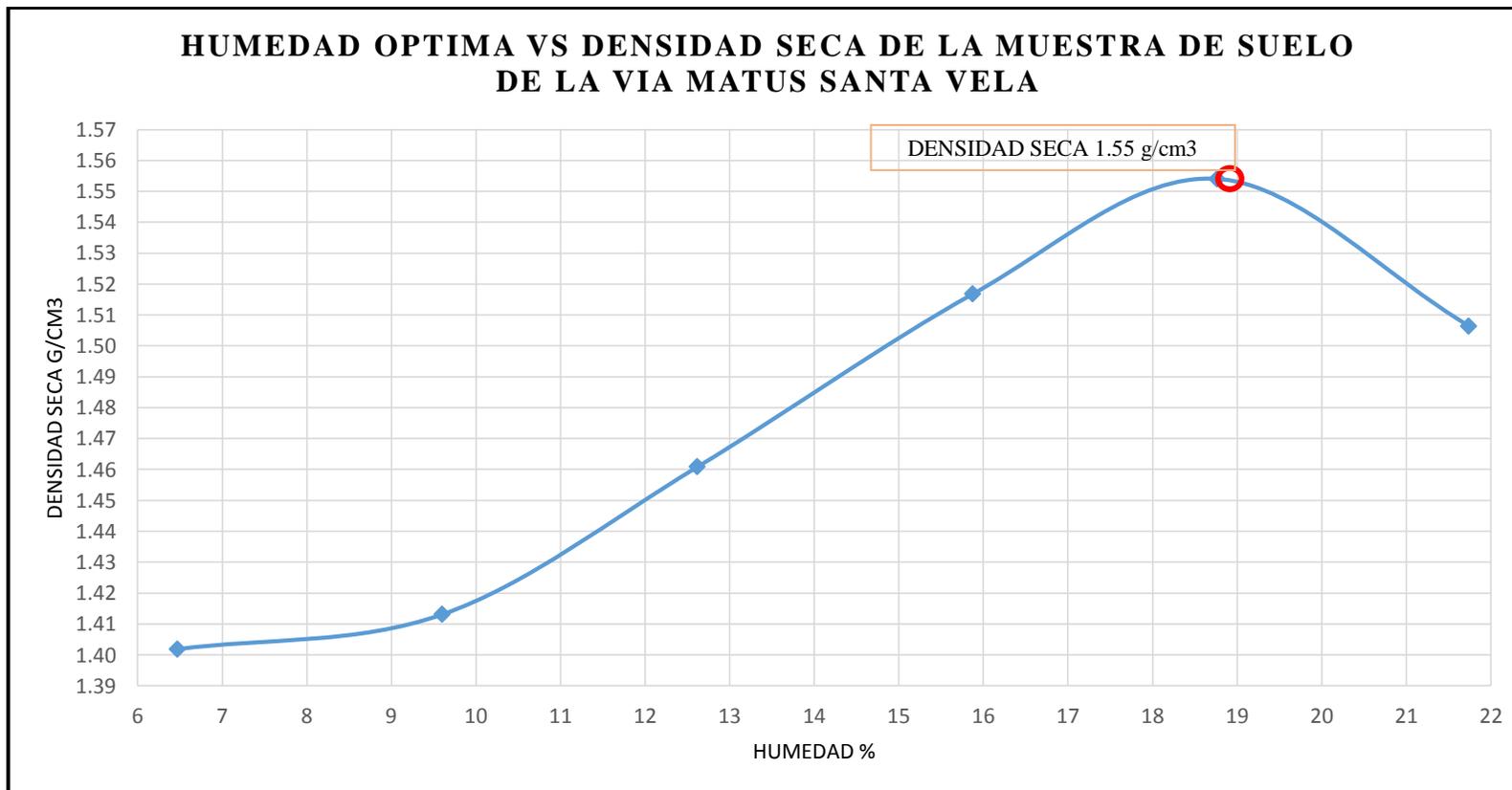


Figura 61. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abcisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	18.50
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.55

Tabla 79. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL													
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)													
MUESTRA:	6	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"						NORMA: ASTM D - 698
ABSCISA:	2+500	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m ³						
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO													
PROCTOR MODIFICADO													
DATOS PARA LA CURVA													
N°	NAT	1	2	3	4	5							
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203							
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5522	5610	5743	5886	5899	5830							
PESO DEL SUELO (g)	1319	1407	1540	1683	1696	1627							
CONTENIDO DE AGUA													
PESO TARA (g)	15.00	14.40	14.10	14.40	14.30	13.90	14.90	14.10	18.30	15.00	15.40	14.40	
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	78.70	79.10	79.20	88.30	89.20	85.80	88.80	91.40	96.40	86.50	97.70	94.90	
PESO TARA + S. SECO (g)	73.90	74.30	72.70	80.90	79.90	76.80	78.10	80.20	83.90	74.90	83.30	80.80	
CONTENIDO DE AGUA %	8.15	8.01	11.09	11.13	14.18	14.31	16.93	16.94	19.05	19.37	21.21	21.23	
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	8.08		11.11		14.24		16.94		19.21		21.22		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.40		1.49		1.63		1.78		1.80		1.72		
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.29		1.34		1.43		1.53		1.51		1.42		

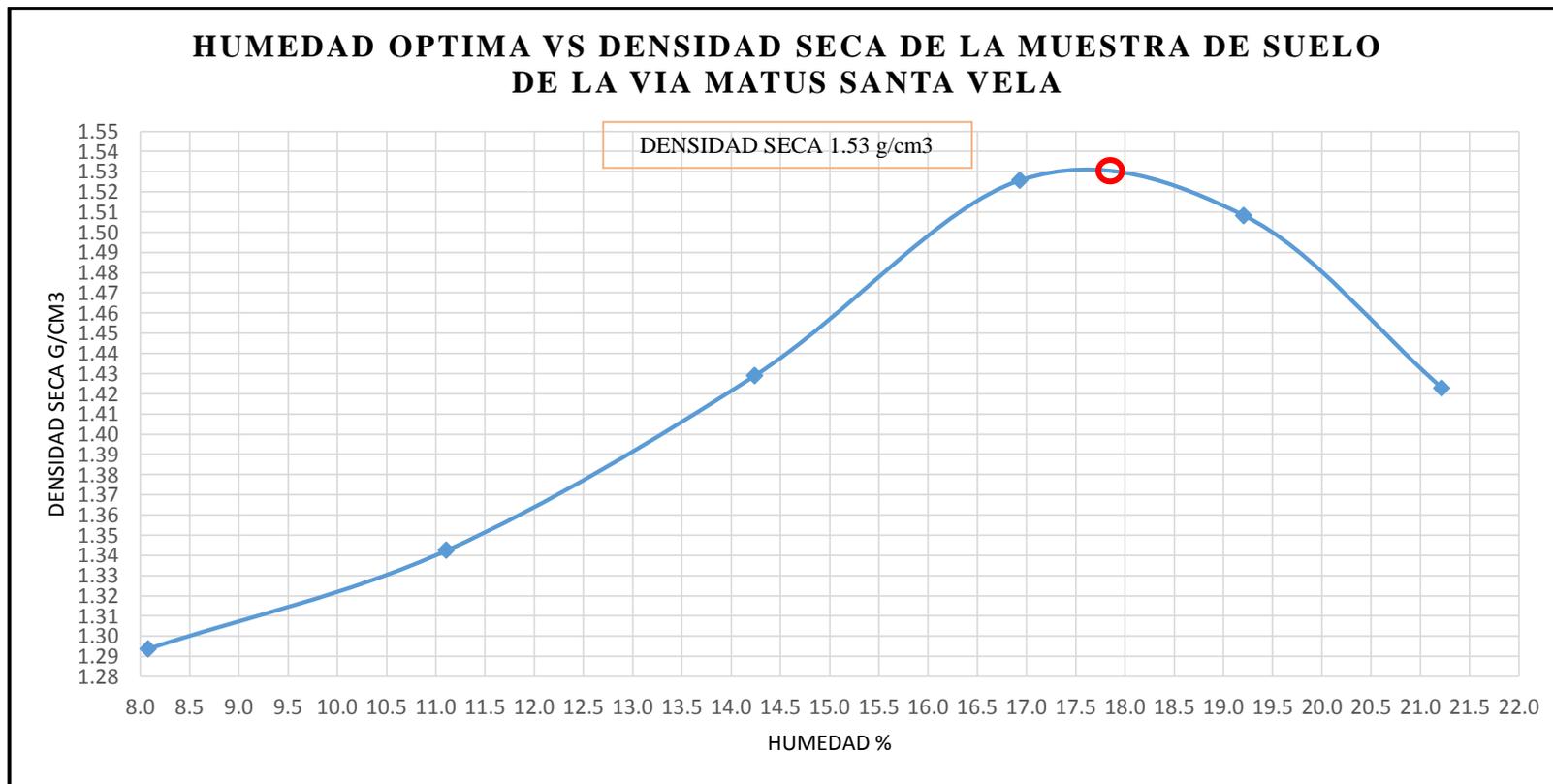


Figura 62. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	17.50
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.53

Tabla 80. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	7	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698				
ABSCISA:	3+000	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m ³					
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
PROCTOR MODIFICADO												
DATOS PARA LA CURVA												
N°	NAT	1	2	3	4	5						
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5657	5724	5796	5920	6029	5958						
PESO DEL SUELO (g)	1454	1521	1593	1717	1826	1755						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14.40	14.70	17.80	14.10	18.10	18.10	15.00	14.70	14.30	18.00	14.50	17.00
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	97.40	93.70	83.40	89.50	92.60	100.90	83.10	85.50	80.40	102.00	77.80	83.50
PESO TARA + S. SECO (g)	92.20	88.80	77.70	82.90	84.60	92.00	74.20	76.20	70.30	89.10	66.70	71.80
CONTENIDO DE AGUA %	6.68	6.61	9.52	9.59	12.03	12.04	15.03	15.12	18.04	18.14	21.26	21.35
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	6.65		9.55		12.04		15.08		18.09		21.31	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.54		1.61		1.69		1.82		1.94		1.86	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.45		1.47		1.51		1.58		1.64		1.53	

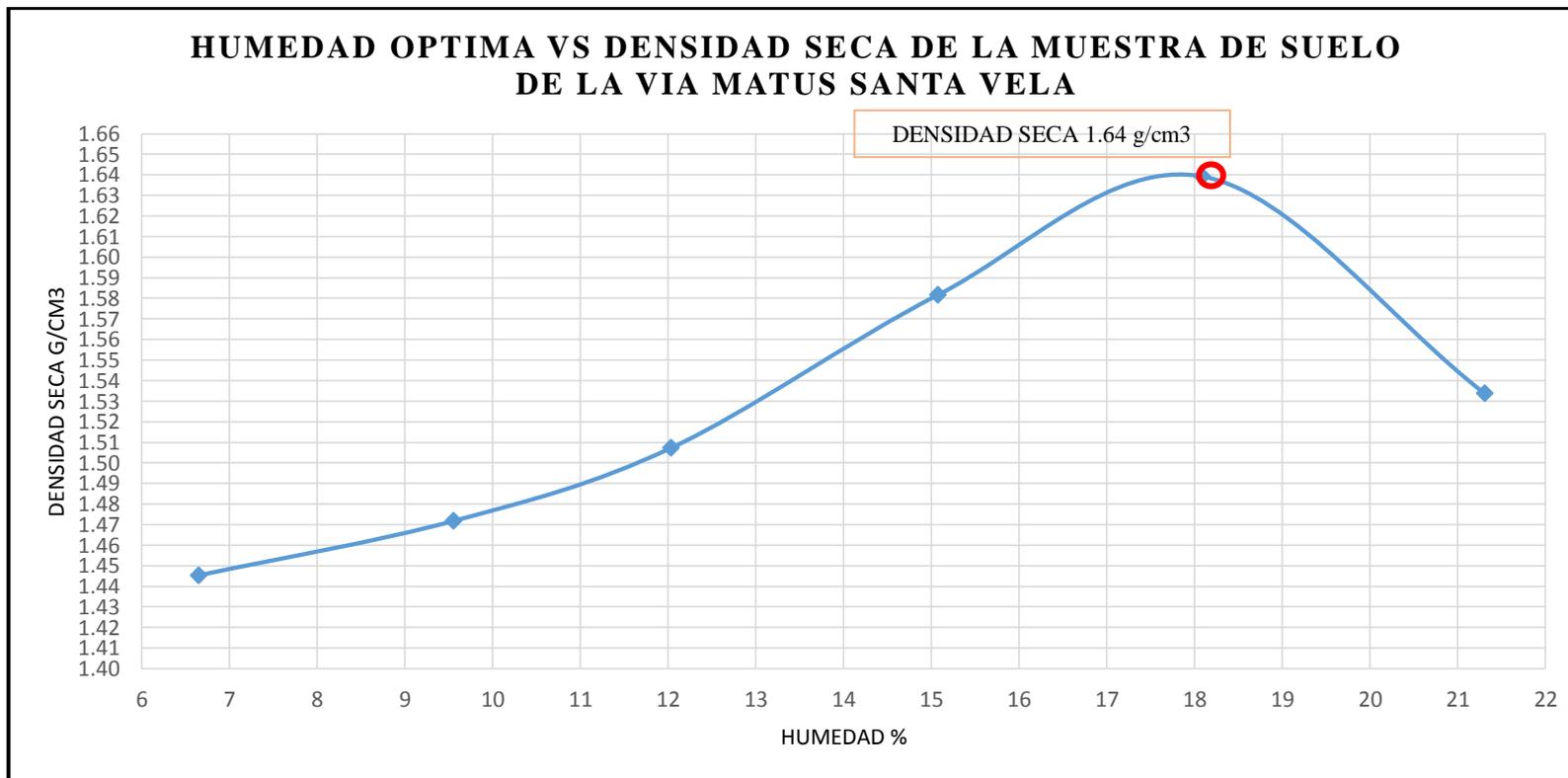


Figura 63. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	17.60
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.53

Tabla 81. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL											
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)											
MUESTRA:	8	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA: 56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO: 4"	NORMA: ASTM D - 698			
ABSCISA:	3+500	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS: 5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN: 903,21m ³				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO											
PROCTOR MODIFICADO											
DATOS PARA LA CURVA											
N°	NAT	1	2	3	4	5					
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5709	5795	5904	6039	6007						
PESO DEL SUELO (g)	1506	1592	1701	1836	1804						
CONTENIDO DE AGUA											
PESO TARA (g)	18.60	14.40	18.00	14.30	18.20	18.30	14.20	14.20	17.60	14.60	
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	88.00	87.50	85.60	82.90	93.30	94.30	96.40	86.40	102.10	94.40	
PESO TARA + S. SECO (g)	83.80	83.10	79.90	77.10	85.20	86.10	85.40	76.80	89.50	82.40	
CONTENIDO DE AGUA %	6.44	6.40	9.21	9.24	12.09	12.09	15.45	15.34	17.52	17.70	
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	6.42		9.22		12.09		15.39		17.61		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.60		1.69		1.80		1.95		1.91		
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.50		1.55		1.61		1.69		1.63		

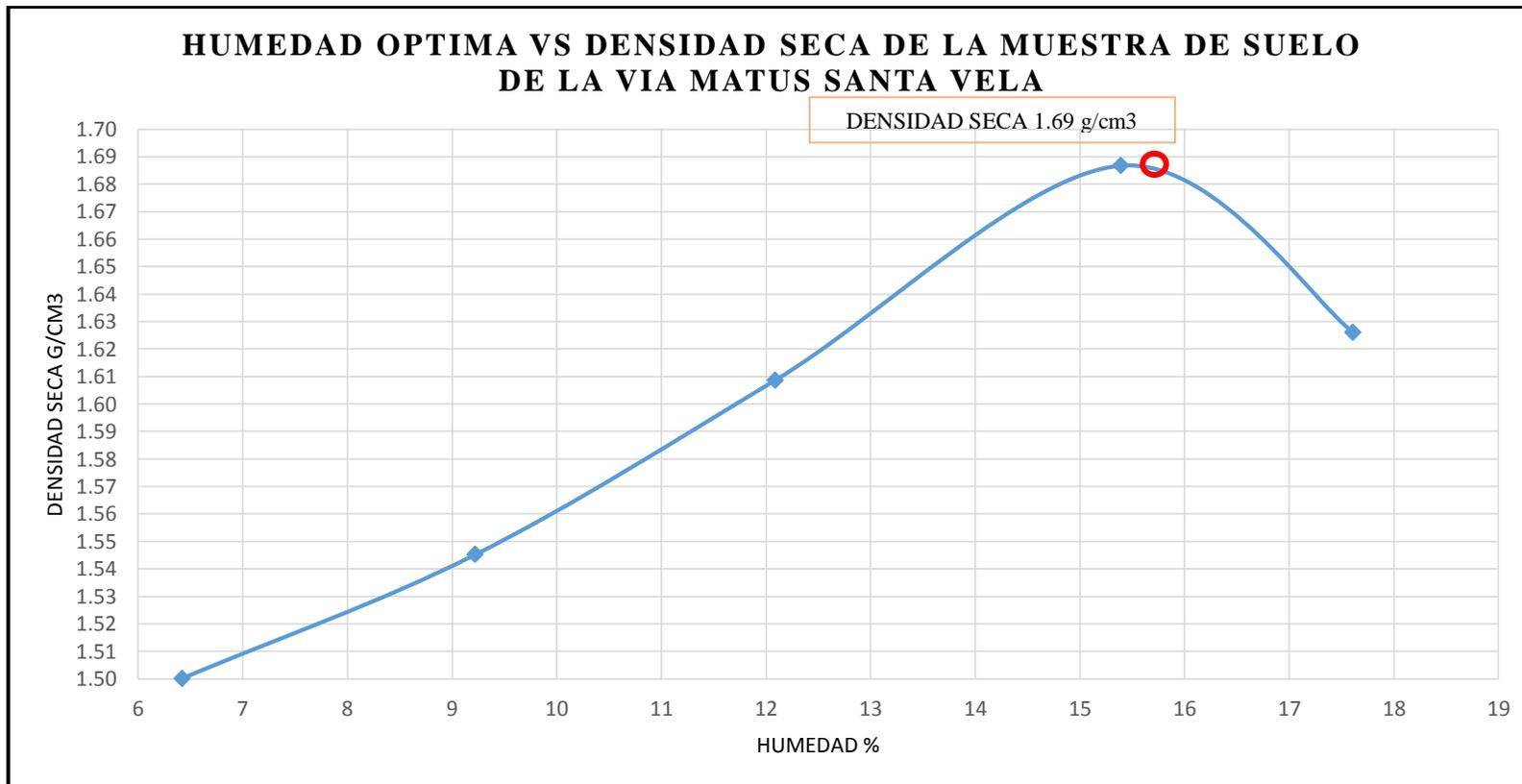


Figura 64. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	15.40
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.69

Tabla 82. Ensayo Proctor Modificado de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	9	PROFUNDIDAD:	1m	GOLPES POR CAPA:	56	PESO MARTILLO	10 lb	MOLDE DE DIAMETRO:	4"	NORMA: ASTM D - 698		
ABSCISA:	4+000	FECHA ENSAYO:	18/03/2016	N° CAPAS:	5	ALTURA DE CAIDA	18 plg	VOLUMEN:	903,21m ³			
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
PROCTOR MODIFICADO												
DATOS PARA LA CURVA												
N°	NAT	1	2	3	4	5						
PESO DEL MOLDE (g)	4203	4203	4203	4203	4203	4203						
P. MOLDE + MUESTRA SUELO (g)	5526	5615	5738	5825	5944	5926						
PESO DEL SUELO (g)	1323	1412	1535	1622	1741	1723						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14.60	14.40	14.40	14.40	15.00	13.90	15.10	14.10	18.30	14.30	14.90	14.40
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	77.60	78.00	78.10	87.20	88.10	84.70	87.70	90.30	95.30	85.40	96.60	93.80
PESO TARA + S. SECO (g)	73.60	73.90	72.50	80.80	80.10	76.70	78.60	80.60	83.90	74.90	82.90	80.20
CONTENIDO DE AGUA %	6.78	6.89	9.64	9.64	12.29	12.74	14.33	14.59	17.38	17.33	20.15	20.67
CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	6.84		9.64		12.51		14.46		17.35		20.41	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.40		1.50		1.63		1.72		1.85		1.83	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.31		1.37		1.45		1.50		1.57		1.52	

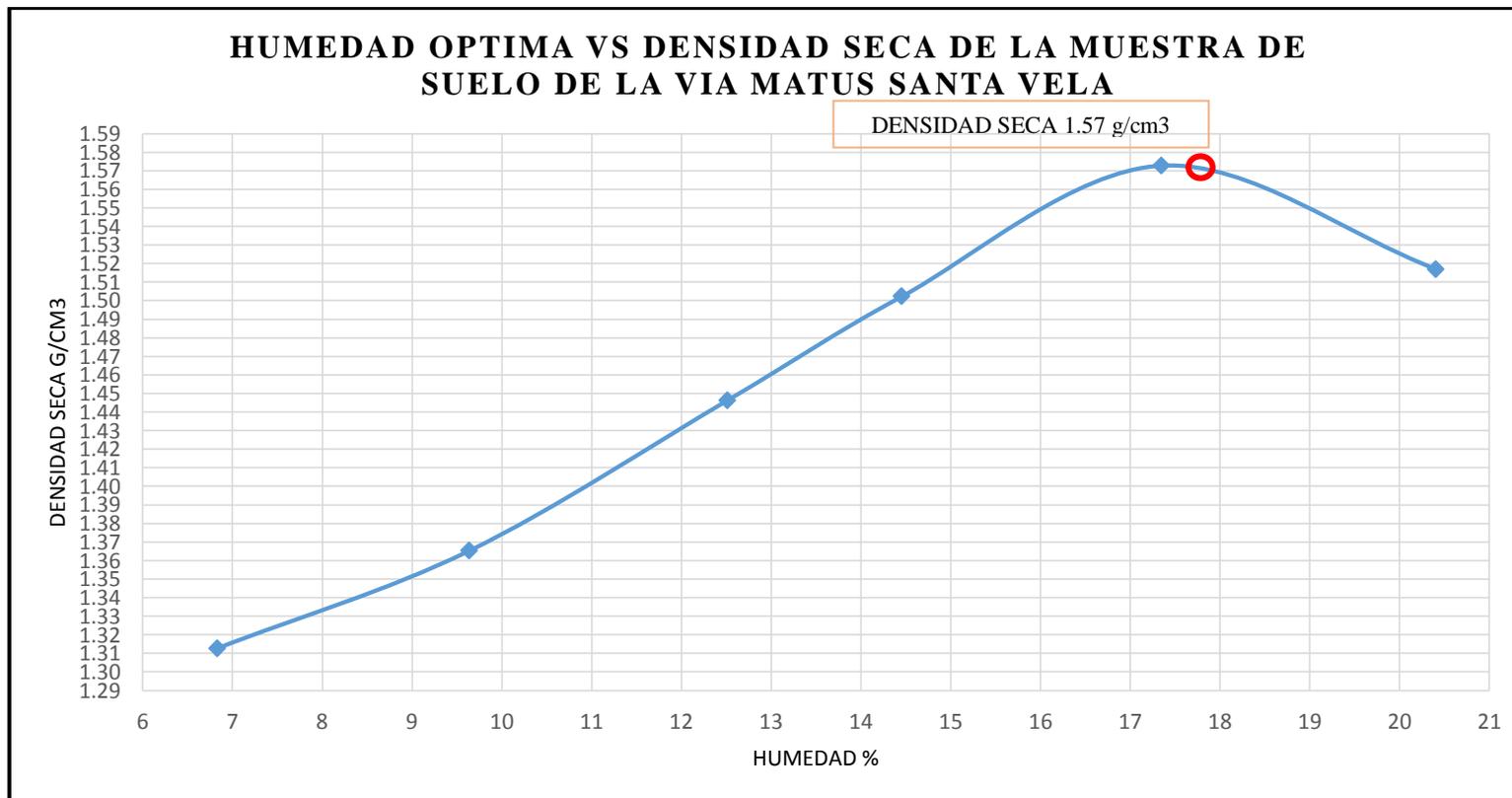


Figura 65. Humedad Óptima vs Densidad Seca de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche

HUMEDAD OPTIMA %	17.35
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.57

DENSIDAD SECA Y HUMEDAD ÓPTIMA OBTENIDAS DEL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO:

Tabla 83. Resultados de Ensayo Proctor Modificado

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL			
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)			
ENSAYO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO MARTILLO:	10 lb
PROFUNDIDAD:	1m	ALTURA DE CAIDA:	18 plg
RESULTADOS DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
ABSCISA	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	
0+000	1,64	14,50	
0+500	1,60	16,50	
0+1000	1,62	18,00	
0+1500	1,65	17,50	
0+2000	1,55	18,50	
0+2500	1,53	17,50	
0+3000	1,64	17,60	
0+3500	1,69	15,40	
0+4000	1,57	17,35	

3.4.5.3.4. ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR³³:

El CBR de un suelo es la carga unitaria, que mide la resistencia al corte de un suelo bajo en condiciones de humedad y densidad controlada. Este ensayo permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el que se encontraba el suelo durante el ensayo.

Esta norma se aplica a la evaluación de la calidad de los suelos de la sub-rasante, a medida que aumentan los esfuerzos, se llega a un momento en que el suelo se rompe o sigue deformándose con un pequeño o ningún esfuerzo, es decir falla a corte. El CBR se calcula mediante esta fórmula:

³³CBR: CALIFORNIA BERING RATIO

$$CBR = \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria del Patrón}} * 100 (\%)$$

EQUIPOS Y MATERIALES:

- Molde CBR, con collarín y la base perforada
- Fondo Falso
- Sobrecargas Metálicas
- Pistón o Martillo 10 lb y altura libre de 15-18"
- Plato y Vástago
- Trípodes y deformímetros
- Prensa Hidráulica con anillo de carga
- Tanque para inmersión
- Enrazador
- Horno, Balanza
- Taritas
- Papel filtro



Figura 66. Materiales necesarios para ensayo de CBR

Fuente: Ruth Puluche

PROCEDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DEL MATERIAL:

1. Se pulveriza suficiente material, desmenuzando los terrones existentes hasta obtener una masa uniforme, se pasa por el tamiz $\frac{3}{4}$ " y se desechan las partículas retenidas.
2. Se determina la humedad óptima del material siguiendo el mismo procedimiento del ensayo Proctor Modificado.

3. El material sobrante de la determinación de la humedad óptima, se mezcla con una cantidad de agua para producir el contenido de humedad necesario para obtener el máximo peso unitario seco.
4. Con el material ya humedecido se pesan 3 cilindros para CBR con las respectivas placas de soporte, éstas debe tener 28 perforaciones de 1/8".
5. Se compactan las muestras en los moldes preparados, usando para el primero 56 golpes, para el segundo 25 golpes y para el tercero 10 golpes. Se deben tomar muestras de humedad para cada molde con anticipación. Cada capa debe ser de 1" de espesor después de compactada y la última capa debe estar 1/2" más arriba de la unión del molde con su collarín.
6. Tomar muestras en las taritas para verificar el contenido de humedad. La humedad de las muestras así compactadas no debe ser ni mayor ni menor que 0.5% de la humedad óptima; de otra forma se debe repetir el ensayo.
7. Se retira el collarín del molde, se engrasa y se lo pesa junto con la muestra compactada, el disco espaciador y la placa de soporte.
8. Se coloca un filtro de papel sobre la placa de soporte y luego se voltea el molde con la muestra compactada y se coloca sobre la placa de soporte, retirando el falso fondo.
9. Pesar cada molde con el suelo. La muestra está lista para ser sumergida.

PROCEDIMIENTO PARA SUMERGIR LA MUESTRA Y MEDIR LOS CAMBIOS VOLUMÉTRICOS:

La muestra preparada se sumerge en un recipiente para duplicar de cierta manera las condiciones de saturación natural. Se coloca sobre la muestra sobrepeso de 5 libras (aproximadamente 3" de material). Por lo tanto si se desea calcular el número de sobrepesos necesarios, se estima el espesor en pulgadas del material que la muestra va a soportar y se divide por 3.

1. Se coloca un filtro de papel sobre la superficie de la muestra compactada, luego la placa perforada con su vástago y sobre esta los pesos y sobrepesos requeridos.
2. Se coloca un deformímetro junto con un trípode que sirva para sostenerlo y se lo encera al momento de que ingrese el agua.

3. Se sumerge la muestra en el recipiente y se deja allí durante cuatro días hasta que esté completamente saturada y no tenga más cambios volumétricos; se debe tomar la lectura de los deformímetros todos los días.
4. Al cabo de 4 días se saca el molde del agua, se seca y se deja escurrir por espacio de 15 minutos.
5. Se quitan los sobrepesos y se pesa la muestra saturada con el fin de apreciar la cantidad de agua absorbida por el espécimen. La muestra se encuentra lista para la penetración del pistón.



Figura 67. Muestras sumergidas en el agua con los deformímetros

Fuente: Ruth Puluche

PROCEDIMIENTO DE PREPARACIÓN DEL PISTÓN:

1. Se colocan de nuevo los sobrepesos sobre la muestra saturada.
2. Se coloca la muestra sobre la plataforma de prensa del C.B.R. La muestra debe estar alineada con el pistón; se levanta la plataforma por medio del gato hidráulico hasta que el pistón esté en contacto con la muestra y se le esté aplicando una carga de 10 libras. Después se vuelve a colocar en cero el indicador de carga. Se coloca también el deformímetro en cero.
3. Se aplica la carga por medio del gato hidráulico de la prensa del C.B.R. a una velocidad de 0.05" por minuto. Se toma la lectura de las cargas, aplicadas a 0.050, 0.075, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5" de penetración del pistón.
4. Se saca la muestra de la prensa del C.B.R. y se toma la muestra de humedad alrededor del orificio dejado por el pistón.

RESULTADOS DE ENSAYO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR:

Tabla 84. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abcisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG. DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	14,50%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO:	6"	NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	0+000	FECHA ENSAYO:	04/04/2016	N° CAPAS:	5	ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN:	2097,77 m ³			
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	M2				CC6				CC10			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO								
PESO MOLDE	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11269	11660	11631	11858	11956	12112						
PESO MUESTRA HUMEDA	3299	3690	3661	3888	3986	4142						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,70	14,40	14,40	18,20	14,70	14,30	18,10	18,60	18,00	18,50	18,30	13,90
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	75,60	70,10	99,80	104,90	69,10	73,30	98,90	113,10	82,10	79,00	103,60	104,90
PESO TARA + S. SECO (g)	67,80	63,00	81,30	86,00	62,20	65,80	83,70	95,10	74,00	71,30	89,10	89,20
CONTENIDO DE AGUA %	14,69	14,61	27,65	27,88	14,53	14,56	23,17	23,53	14,46	14,58	20,48	20,85
CONTENIDO PROMEDIO %	14,65		27,76		14,54		23,35		14,52		20,67	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1,57		1,76		1,75		1,85		1,90		1,97	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1,37		1,38		1,52		1,50		1,66		1,64	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0020		0,040		0,0030		0,060		0,0020		0,040	
24		0,0060		0,080		0,0080		0,100		0,0050		0,060	
48		0,0075		0,030		0,0095		0,030		0,0055		0,010	
72		0,0090		0,030		0,0110		0,030		0,0055		0,000	
96		0,0100		0,020		0,0120		0,020		0,0060		0,010	
0-96		0,0100		0,160		0,0120		0,180		0,0060		0,080	
ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	30	10,00	400	2,50	132	44,01	400	11,00	439	146,37	400	36,59
2,54	0,10	156	52,01	1000	5,20	436	145,37	1000	14,54	1340	446,78	1000	44,68
3,81	0,15	273	91,02	1250	7,28	697	232,39	1250	18,59	2511	837,21	1250	66,98
5,08	0,20	340	113,36	1500	7,56	892	297,41	1500	19,83	3456	1152,29	1500	76,82
7,62	0,30	408	136,03	1900	7,16	1323	441,11	1900	23,22	4809	1603,40	1900	84,39
10,16	0,40	491	163,71	2300	7,12	1603	534,47	2300	23,24	5625	1875,47	2300	81,54
12,70	0,50	547	182,38	2600	7,01	1778	592,81	2600	22,80	6266	2089,18	2600	80,35

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)
PENETRACION 0,1		
10	5,20	1,37
25	14,54	1,52
56	44,68	1,66
PENETRACION 0,2		
10	7,56	1,37
25	19,83	1,52
56	76,82	1,66
DENSIDAD SECA AL 95%		1,55
CBR AL 95%		19,00

lb/plg2

%

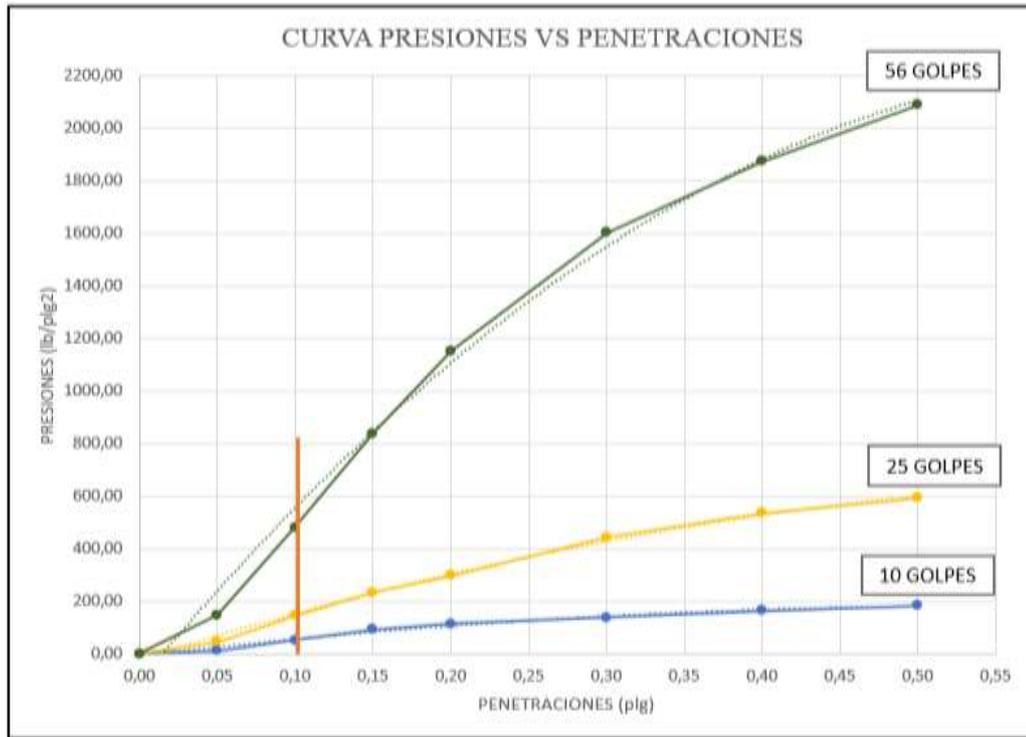


Figura 68. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche

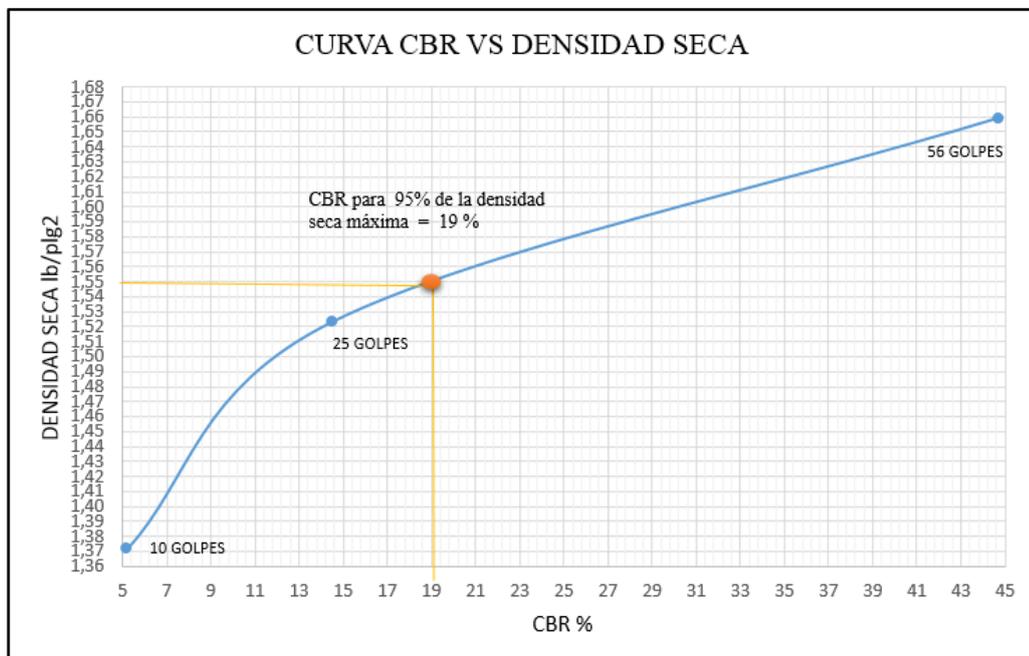


Figura 69. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 0+000

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 85. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	2	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	16,50%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	0+500	FECHA ENSAYO:	11/04/2016	N° CAPAS:	5	ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN:	2097,77 m ³			
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	CC1				A1				25E			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO	
PESO MOLDE	7970		7970		7970		7970		7970		7970	
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11205		11660		11648		11758		11980		12112	
PESO MUESTRA HUMEDA	3235		3690		3678		3788		4010		4142	
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	15,00	14,30	14,60	14,30	17,40	18,10	14,70	18,00	18,10	18,50	14,60	18,30
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	82,40	79,00	85,10	97,00	79,40	82,10	95,60	98,60	84,30	78,10	88,60	96,40
PESO TARA + S. SECO (g)	72,80	69,70	68,40	77,30	70,60	72,90	77,90	80,80	74,90	69,60	73,40	80,40
CONTENIDO DE AGUA %	16,61	16,79	31,04	31,27	16,54	16,79	28,01	28,34	16,55	16,63	25,85	25,76
CONTENIDO PROMEDIO %	16,70		31,16		16,66		28,18		16,59		25,81	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1,54		1,76		1,75		1,81		1,91		1,97	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1,32		1,34		1,50		1,41		1,64		1,57	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)	% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)	% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)	% EXPANSION				
0		0,0130	0,260		0,0150	0,300		0,0140	0,280				
24		0,0315	0,370		0,0460	0,620		0,0430	0,580				
48		0,0400	0,170		0,0540	0,160		0,0500	0,140				
72		0,0450	0,100		0,0590	0,100		0,0520	0,040				
96		0,0480	0,060		0,0600	0,020		0,0530	0,020				
0-96		0,0480	0,700		0,0600	0,900		0,0530	0,780				
ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	70	23,34	400	5,83	240	80,02	400	20,00	459	153,04	400	38,26
2,54	0,10	164	54,68	1000	5,47	567	189,05	1000	18,90	1040	346,75	1000	34,68
3,81	0,15	265	88,36	1250	7,07	797	265,73	1250	21,26	1588	529,46	1250	42,36
5,08	0,20	305	101,69	1500	6,78	936	312,08	1500	20,81	1956	652,16	1500	43,48
7,62	0,30	371	123,70	1900	6,51	1175	391,76	1900	20,62	2612	870,88	1900	45,84
10,16	0,40	431	143,70	2300	6,25	1407	469,12	2300	20,40	3129	1043,26	2300	45,36
12,70	0,50	494	164,71	2600	6,33	1631	543,80	2600	20,92	3698	1232,97	2600	47,42

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	5,47	1,32	
25	18,90	1,50	
56	34,68	1,64	
PENETRACION 0,2			
10	6,78	1,32	
25	20,81	1,50	DENSIDAD SECA AL 95%
56	43,48	1,64	CBR AL 95%
			1,52 lb/plg2
			20,40 %

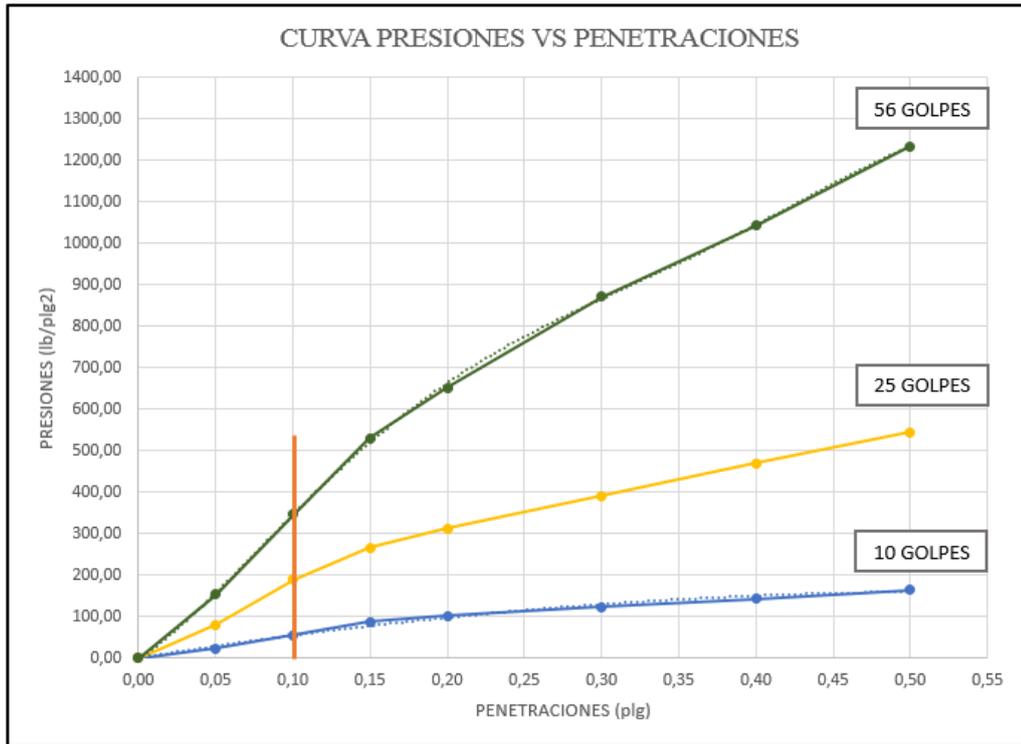


Figura 70. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche

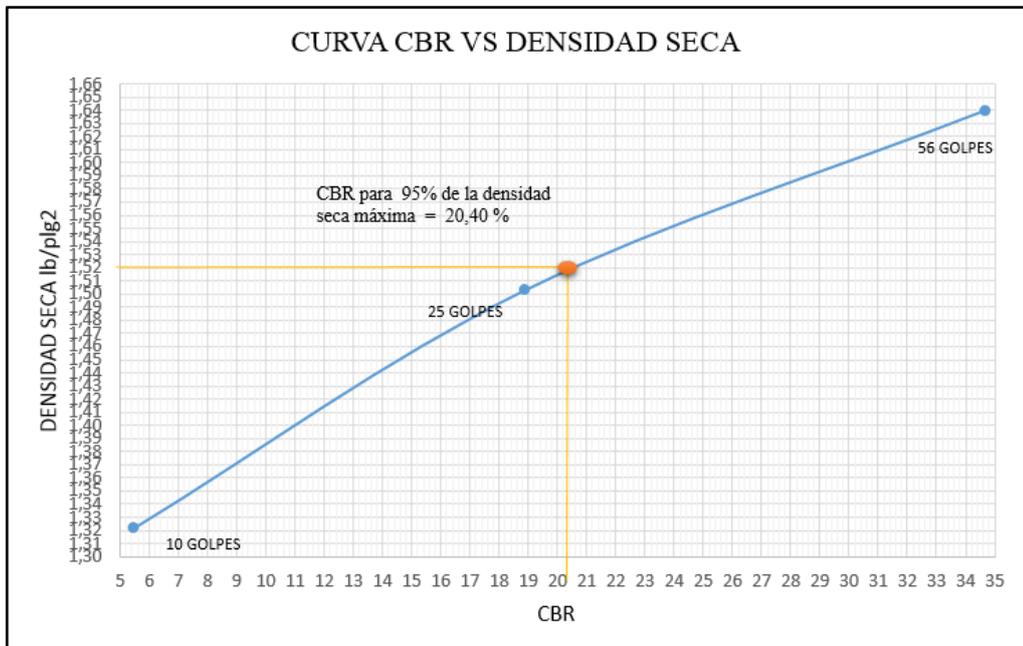


Figura 71. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 0+500

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 86. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abcisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	3	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	18,00%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	1+000	FECHA ENSAYO:	11/04/2016	N° CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m³				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	CC2				M2				56E			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO						
PESO MOLDE	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11321	11660	11617	11758	11991	12012						
PESO MUESTRA HUMEDA	3351	3690	3647	3788	4021	4042						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,60	14,50	18,20	14,80	18,20	18,10	14,90	18,10	18,10	17,70	14,10	18,20
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	80,10	75,70	99,80	85,60	84,00	80,40	96,90	100,70	72,40	79,40	88,70	92,90
PESO TARA + S. SECO (g)	69,90	66,20	78,00	66,70	73,80	70,80	76,90	80,60	64,00	69,90	72,30	76,50
CONTENIDO DE AGUA %	18,44	18,38	36,45	36,42	18,35	18,22	32,26	32,16	18,30	18,20	28,18	28,13
CONTENIDO PROMEDIO %	18,41		36,44		18,28		32,21		18,25		28,15	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1,60		1,76		1,74		1,81		1,92		1,93	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1,35		1,29		1,47		1,37		1,62		1,50	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0150		0,300		0,0180		0,360		0,0200		0,400	
24		0,0390		0,480		0,0520		0,680		0,0630		0,860	
48		0,0560		0,340		0,0690		0,340		0,0730		0,200	
72		0,0630		0,140		0,0750		0,120		0,0750		0,040	
96		0,0640		0,020		0,0760		0,020		0,0760		0,020	
0-96		0,0640		0,980		0,0760		1,160		0,0760		1,120	

ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	48	16,00	400	4,00	186	62,02	400	15,50	519	173,04	400	43,26
2,54	0,10	78	26,01	1000	2,60	270	90,02	1000	9,00	929	309,74	1000	30,97
3,81	0,15	101	33,68	1250	2,69	332	110,69	1250	8,86	1191	397,10	1250	31,77
5,08	0,20	118	39,34	1500	2,62	397	132,37	1500	8,82	1386	462,11	1500	30,81
7,62	0,30	155	51,68	1900	2,72	517	172,38	1900	9,07	1690	563,47	1900	29,66
10,16	0,40	180	60,01	2300	2,61	621	207,05	2300	9,00	1969	656,50	2300	28,54
12,70	0,50	212	70,68	2600	2,72	729	243,06	2600	9,35	2278	759,52	2600	29,21

Nº GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	2,60	1,35	
25	9,00	1,47	
56	30,97	1,62	
PENETRACION 0,2			
10	2,62	1,35	
25	8,82	1,47	DENSIDAD SECA AL 95%
56	30,81	1,62	1,53
			lb/plg2
			CBR AL 95%
			17,00
			%

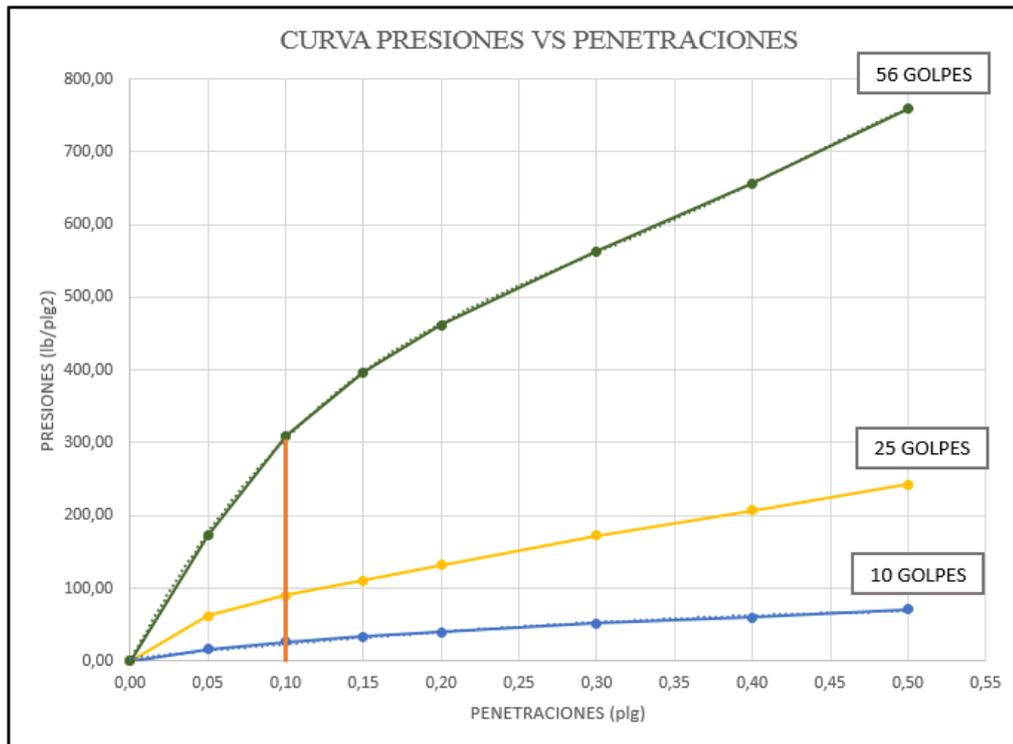


Figura 72. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche

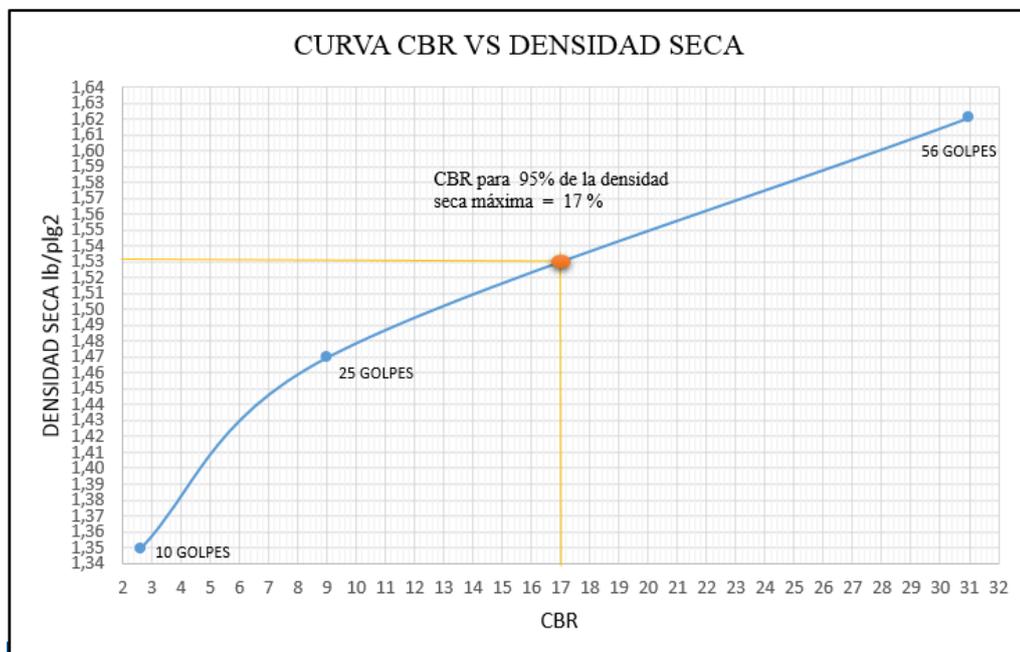


Figura 73. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 1+000

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 87. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BAYUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	4	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	17,50%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D-		
ABSCISA:	1+500	FECHA ENSAYO:	04/04/2016	N° CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m ³		1883		
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	CC5			56E			M3					
NUMERO DE CAPAS	5			5			5					
GOLPES POR CAPA	10			25			56					
	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO						
PESO MOLDE	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11314	11678	11553	11838	11985	12060						
PESO MUESTRA HUMEDA	3344	3708	3583	3868	4015	4090						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	18,30	18,60	14,70	18,30	14,90	18,10	14,00	18,30	18,30	13,90	18,00	17,20
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	77,80	68,30	98,40	99,70	70,70	75,10	92,70	98,30	79,90	72,00	102,00	84,00
PESO TARA + S. SECO (g)	68,80	60,80	78,70	80,50	62,30	66,60	76,40	81,60	70,80	63,40	86,70	71,90
CONTENIDO DE AGUA %	17,82	17,77	30,78	30,87	17,72	17,53	26,12	26,38	17,33	17,37	22,27	22,12
CONTENIDO PROMEDIO %	17,80		30,82		17,62		26,25		17,35		22,20	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1,59		1,77		1,71		1,84		1,91		1,95	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1,35		1,35		1,45		1,46		1,63		1,60	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0020		0,040		0,0050		0,100		0,0040		0,080	
24		0,0050		0,060		0,0100		0,100		0,0080		0,080	
48		0,0075		0,050		0,0130		0,060		0,0110		0,060	
72		0,0095		0,040		0,0160		0,060		0,0125		0,030	
96		0,0105		0,020		0,0180		0,040		0,0135		0,020	
0-96		0,0105		0,170		0,0180		0,260		0,0135		0,190	

ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	58	19,34	400	4,83	199	66,35	400	16,59	358	119,36	400	29,84
2,54	0,10	85	28,34	1000	2,83	375	125,03	1000	12,50	994	331,42	1000	33,14
3,81	0,15	117	39,01	1250	3,12	617	205,72	1250	16,46	1752	584,14	1250	46,73
5,08	0,20	149	49,68	1500	3,31	819	273,07	1500	18,20	2356	785,53	1500	52,37
7,62	0,30	183	61,02	1900	3,21	1109	369,76	1900	19,46	3286	1095,61	1900	57,66
10,16	0,40	215	71,68	2300	3,12	1322	440,78	2300	19,16	3906	1302,32	2300	56,62
12,70	0,50	255	85,02	2600	3,27	1549	516,46	2600	19,86	4498	1499,71	2600	57,68

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	2,83	1,35	
25	12,50	1,45	
56	33,14	1,63	
PENETRACION 0,2			
10	3,31	1,35	
25	18,20	1,45	DENSIDAD SECA AL 95% 1,56 lb/plg2
56	52,37	1,63	CBR AL 95% 25,00 %

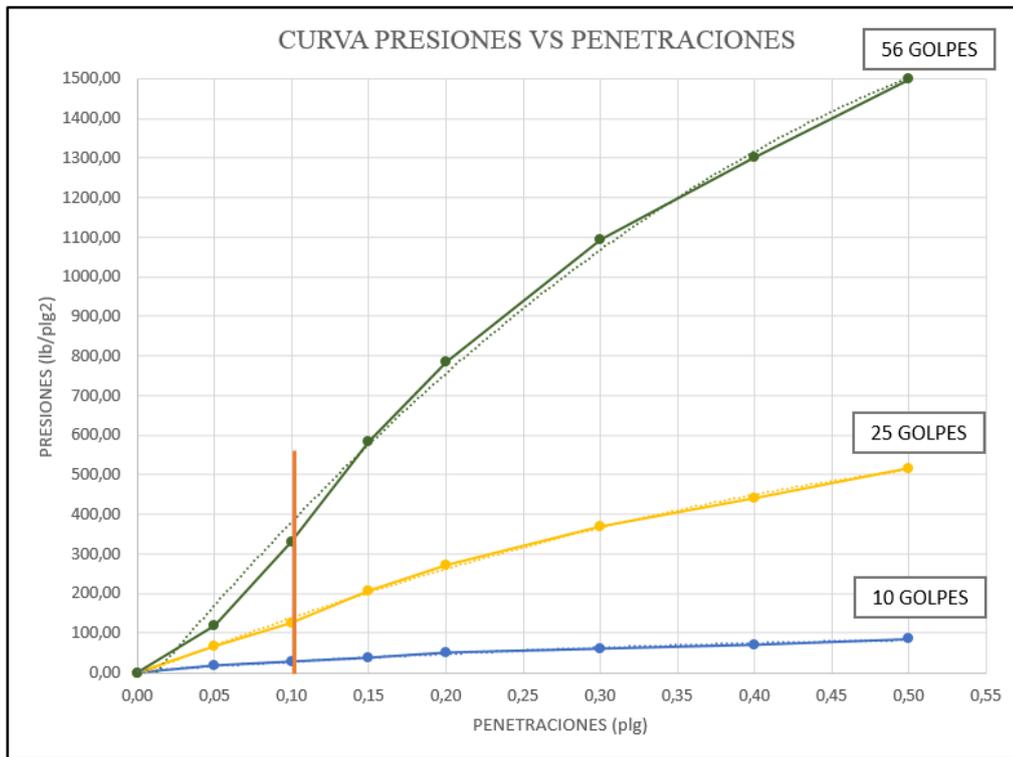


Figura 74. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche

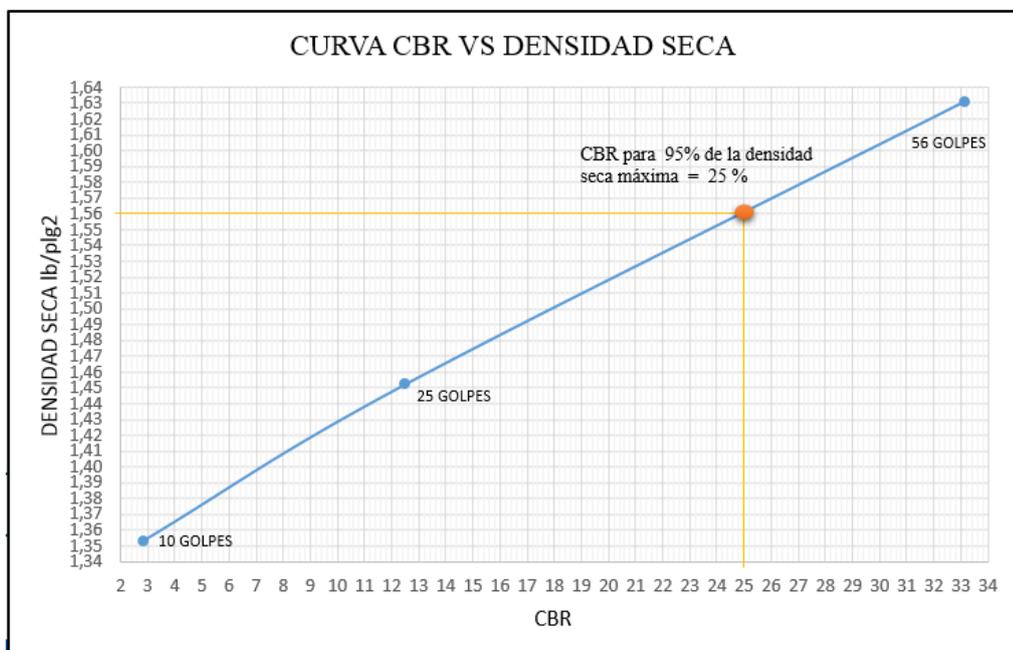


Figura 75. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 1+500

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 88. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	5	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	18,50%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	2+000	FECHA ENSAYO:	11/04/2016	N° CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m3				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	CC10				CC6				M2			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO	
PESO MOLDE	7970		7970		7970		7970		7970		7970	
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11369		11660		11551		11758		11893		11912	
PESO MUESTRA HUMEDA	3399		3690		3581		3788		3923		3942	
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,70	14,40	14,40	18,20	14,70	14,30	18,10	18,60	18,00	18,50	18,30	13,90
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	75,50	70,00	101,00	105,90	69,10	73,30	98,90	113,10	82,10	79,00	103,60	104,90
PESO TARA + S. SECO (g)	66,00	61,30	80,30	85,00	60,60	64,10	83,70	95,10	72,10	69,60	89,10	89,20
CONTENIDO DE AGUA %	18,52	18,55	31,41	31,29	18,52	18,47	23,17	23,53	18,48	18,40	20,48	20,85
CONTENIDO PROMEDIO %	18,53		31,35		18,50		23,35		18,44		20,67	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	1,62		1,76		1,71		1,81		1,87		1,88	
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1,37		1,34		1,44		1,46		1,58		1,56	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0070		0,140		0,0040		0,080		0,0020		0,040	
24		0,0100		0,060		0,0090		0,100		0,0070		0,100	
48		0,0150		0,100		0,0100		0,020		0,0090		0,040	
72		0,0180		0,060		0,0115		0,030		0,0095		0,010	
96		0,0190		0,020		0,0120		0,010		0,0100		0,010	
0-96		0,0190		0,240		0,0120		0,160		0,0100		0,160	

ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	52	17,34	400	4,33	159	53,01	400	13,25	409	136,37	400	34,09
2,54	0,10	163	54,35	1000	5,43	425	141,70	1000	14,17	1149	383,10	1000	38,31
3,81	0,15	301	100,36	1250	8,03	697	232,39	1250	18,59	2087	695,84	1250	55,67
5,08	0,20	390	130,03	1500	8,67	869	289,74	1500	19,32	2703	901,22	1500	60,08
7,62	0,30	448	149,37	1900	7,86	1139	379,76	1900	19,99	3578	1192,96	1900	62,79
10,16	0,40	541	180,38	2300	7,84	1367	455,78	2300	19,82	4145	1382,01	2300	60,09
12,70	0,50	597	199,05	2600	7,66	1579	526,46	2600	20,25	4738	1579,73	2600	60,76

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	5,43	1,37	
25	14,17	1,44	
56	38,31	1,58	
PENETRACION 0,2			
10	8,67	1,37	
25	19,32	1,44	DENSIDAD SECA AL 95%
56	60,08	1,58	CBR AL 95%
			1,47
			19,00

lb/plg2

%

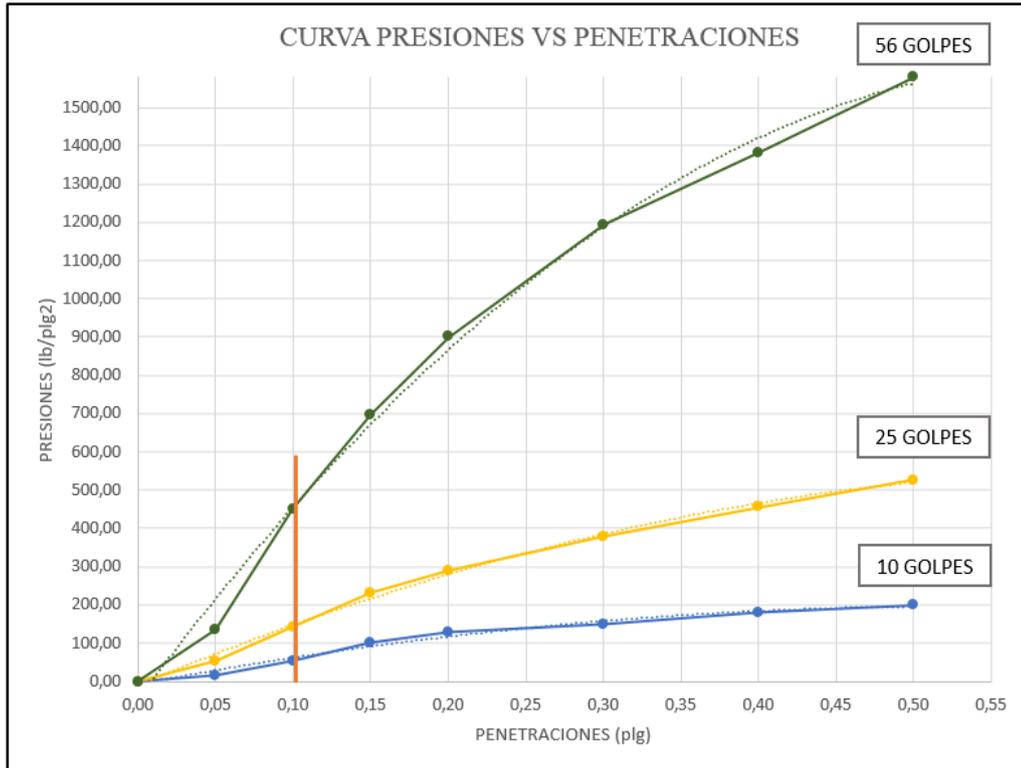


Figura 76. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche



Figura 77. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 2+000

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 89. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	6	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	17,50%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"	NORMA: ASTM D - 1883			
ABSCISA:	2+500	FECHA ENSAYO:	04/04/2016	Nº CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m3				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
Nº MOLDE	25E				10N				106			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO						
PESO MOLDE	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11170	11561	11424	11772	11779	12012						
PESO MUESTRA HUMEDA	3200	3591	3454	3802	3809	4042						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,90	14,30	17,70	18,40	14,60	14,30	14,40	14,70	17,40	14,40	18,30	14,40
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	74,80	81,40	103,40	94,40	73,60	75,30	100,10	102,10	75,50	72,60	104,70	88,20
PESO TARA + S. SECO (g)	65,80	71,20	82,80	76,20	64,70	66,20	80,50	82,00	66,80	63,90	86,30	72,50
CONTENIDO DE AGUA %	17,68	17,93	31,64	31,49	17,76	17,53	29,65	29,87	17,61	17,58	27,06	27,02
CONTENIDO PROMEDIO %	17,80		31,57		17,65		29,76		17,59		27,04	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	1,53		1,71		1,65		1,81		1,82		1,93	
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1,29		1,30		1,40		1,40		1,54		1,52	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0003		0,006		0,0070		0,140		0,0120		0,240	
24		0,0130		0,254		0,0210		0,280		0,0270		0,300	
48		0,0265		0,270		0,0300		0,180		0,0360		0,180	
72		0,0290		0,050		0,0345		0,090		0,0380		0,040	
96		0,0300		0,020		0,0360		0,030		0,0400		0,040	
0-96		0,0300		0,594		0,0360		0,580		0,0400		0,560	

ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	67	22,34	400	5,58	189	63,02	400	15,75	384	128,03	400	32,01
2,54	0,10	128	42,68	1000	4,27	504	168,04	1000	16,80	1128	376,09	1000	37,61
3,81	0,15	150	50,01	1250	4,00	754	251,40	1250	20,11	1668	556,14	1250	44,49
5,08	0,20	173	57,68	1500	3,85	900	300,07	1500	20,00	2069	689,84	1500	45,99
7,62	0,30	216	72,02	1900	3,79	1157	385,76	1900	20,30	2685	895,22	1900	47,12
10,16	0,40	253	84,35	2300	3,67	1454	484,79	2300	21,08	3204	1068,26	2300	46,45
12,70	0,50	290	96,69	2600	3,72	1648	549,47	2600	21,13	3679	1226,64	2600	47,18

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	4,27	1,29	
25	16,80	1,40	
56	37,61	1,54	
PENETRACION 0,2			
10	3,85	1,29	
25	20,00	1,40	DENSIDAD SECA AL 95%
56	45,99	1,54	CBR AL 95%
			1,45 lb/plg2
			24,00 %

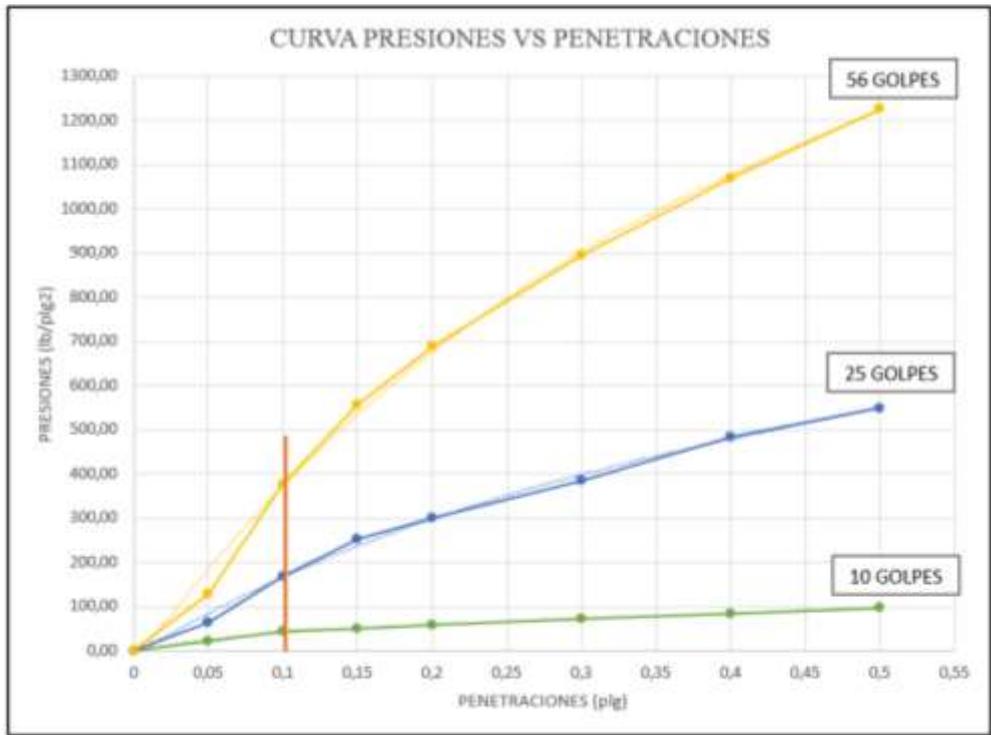


Figura 78. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche

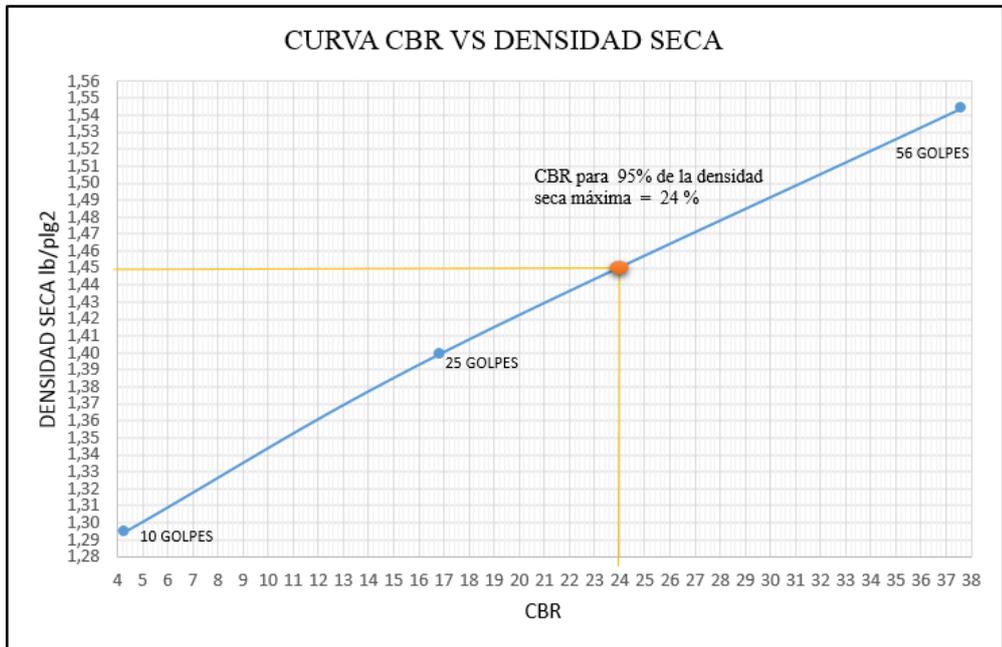


Figura 79. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 2+500

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 90. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	7	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	17,60%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	3+000	FECHA ENSAYO:	11/04/2016	N° CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m3				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	CC10			106			CC5					
NUMERO DE CAPAS	5			5			5					
GOLPES POR CAPA	10			25			56					
	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO	ANTES DE REMOJO	DESPUES DE REMOJO						
PESO MOLDE	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970	7970
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11384	11691	11596	11992	11940	12168						
PESO MUESTRA HUMEDA	3414	3721	3626	4022	3970	4198						
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,20	18,60	18,00	18,30	14,80	14,70	14,30	14,80	14,30	14,40	14,40	18,30
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	76,70	91,40	95,90	101,30	83,80	80,90	87,80	87,70	84,70	83,40	93,50	91,90
PESO TARA + S. SECO (g)	67,30	80,40	76,70	80,90	73,40	71,00	71,10	71,00	74,10	73,10	77,40	77,00
CONTENIDO DE AGUA %	17,70	17,80	32,71	32,59	17,75	17,58	29,40	29,72	17,73	17,55	25,56	25,38
CONTENIDO PROMEDIO %	17,75		32,65		17,67		29,56		17,64		25,47	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	1,63		1,77		1,73		1,92		1,89		2,00	
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1,38		1,34		1,47		1,48		1,61		1,59	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0080		0,160		0,0080		0,160		0,006		0,120	
24		0,0240		0,320		0,0280		0,400		0,032		0,520	
48		0,0280		0,080		0,0340		0,120		0,036		0,080	
72		0,0300		0,040		0,0370		0,060		0,038		0,040	
96		0,0310		0,020		0,0380		0,020		0,039		0,020	
0-96		0,0310		0,460		0,0380		0,600		0,0390		0,660	
ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	118	39,34	400	9,84	377	125,70	400	31,42	600	200,05	400	50,01
2,54	0,10	137	45,68	1000	4,57	545	181,71	1000	18,17	1057	352,42	1000	35,24
3,81	0,15	160	53,35	1250	4,27	666	222,06	1250	17,76	1367	455,78	1250	36,46
5,08	0,20	182	60,68	1500	4,05	782	260,73	1500	17,38	1610	536,80	1500	35,79
7,62	0,30	229	76,35	1900	4,02	998	332,75	1900	17,51	1997	665,83	1900	35,04
10,16	0,40	265	88,36	2300	3,84	1183	394,43	2300	17,15	2314	771,52	2300	33,54
12,70	0,50	306	102,03	2600	3,92	1368	456,11	2600	17,54	2673	891,22	2600	34,28

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	4,57	1,38	
25	18,17	1,47	
56	35,24	1,61	
PENETRACION 0,2			
10	4,05	1,38	
25	17,38	1,47	DENSIDAD SECA AL 95%
56	35,79	1,61	1,55 lb/plg2
			CBR AL 95%
			28,00 %

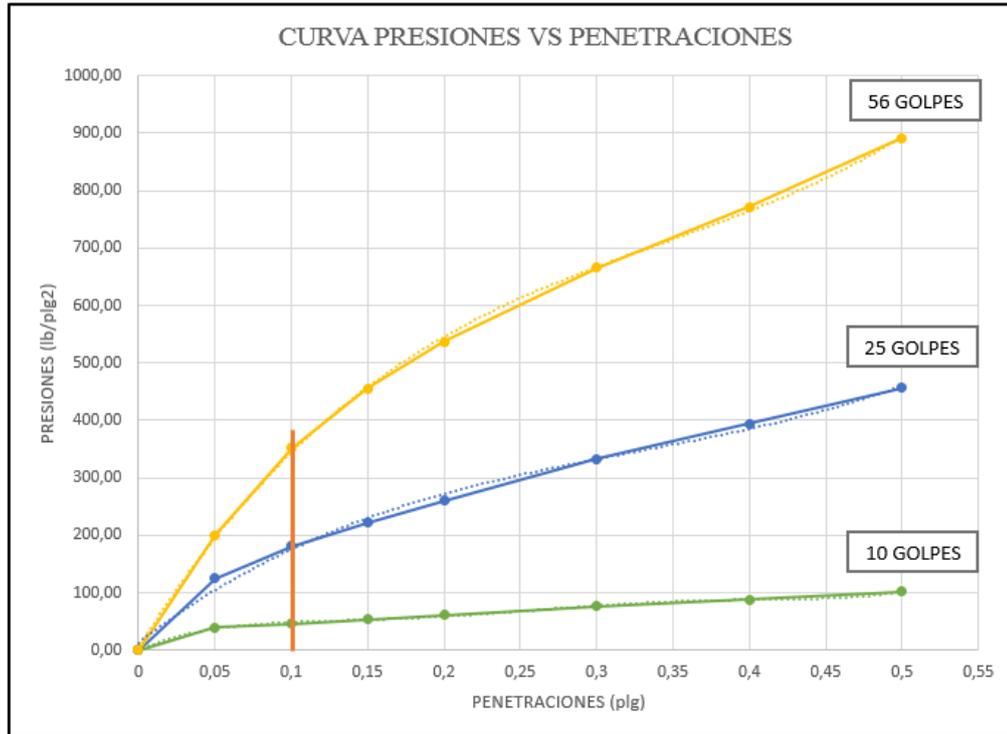


Figura 80. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche

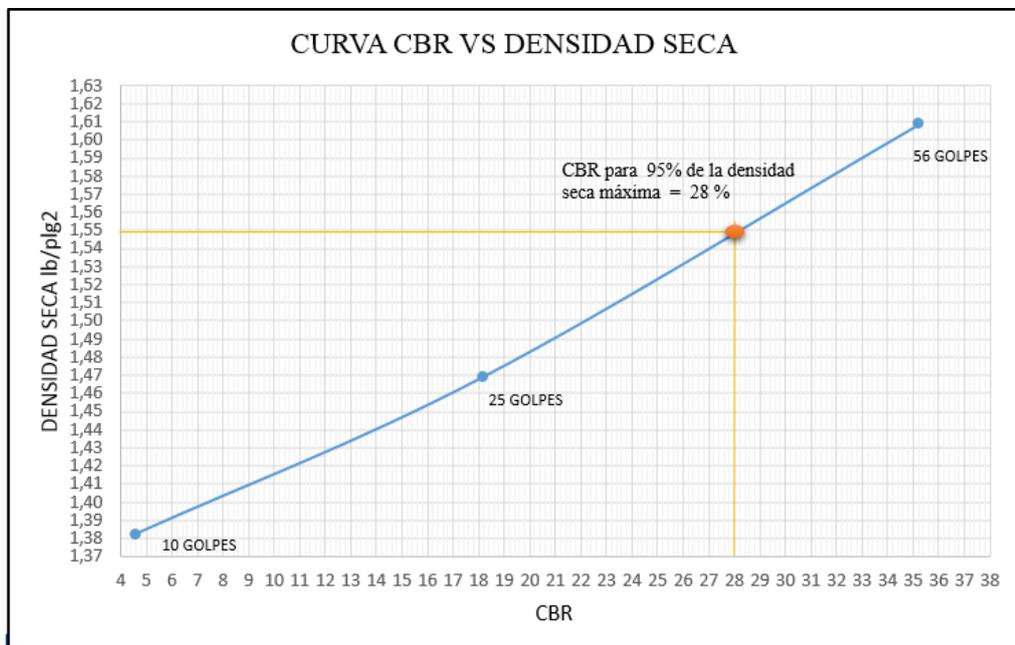


Figura 81. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 3+000

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 91. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	8	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	15,40%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	3+500	FECHA ENSAYO:	11/04/2016	Nº CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m ³				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
Nº MOLDE	CC6				10N				M3			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO	
PESO MOLDE	7970		7970		7970		7970		7970		7970	
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11450		11842		11795		12092		11906		12192	
PESO MUESTRA HUMEDA	3480		3872		3825		4122		3936		4222	
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,40	14,00	18,40	14,90	14,40	15,10	14,80	14,30	14,40	14,30	14,50	18,30
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	82,80	79,90	112,80	97,40	84,50	78,60	96,50	99,00	89,70	82,10	103,70	99,90
PESO TARA + S. SECO (g)	73,50	71,00	92,20	79,50	75,10	70,00	80,30	82,40	79,60	73,00	87,70	85,50
CONTENIDO DE AGUA %	15,74	15,61	27,91	27,71	15,49	15,66	24,73	24,38	15,49	15,50	21,86	21,43
CONTENIDO PROMEDIO %	15,68		27,81		15,58		24,55		15,50		21,64	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1,66		1,85		1,82		1,96		1,88		2,01	
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1,43		1,44		1,58		1,58		1,62		1,65	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0070		0,140		0,0080		0,160		0,0050		0,100	
24		0,0180		0,220		0,0250		0,340		0,0215		0,330	
48		0,0210		0,060		0,0320		0,140		0,0270		0,110	
72		0,0260		0,100		0,0340		0,040		0,0290		0,040	
96		0,0270		0,020		0,0350		0,020		0,0300		0,020	
0-96		0,0270		0,400		0,0350		0,540		0,0300		0,500	
ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	86	28,67	400	7,17	320	106,69	400	26,67	586	195,38	400	48,85
2,54	0,10	130	43,34	1000	4,33	669	223,06	1000	22,31	1025	341,75	1000	34,18
3,81	0,15	161	53,68	1250	4,29	816	272,07	1250	21,77	1609	536,47	1250	42,92
5,08	0,20	191	63,68	1500	4,25	1050	350,09	1500	23,34	1914	638,16	1500	42,54
7,62	0,30	249	83,02	1900	4,37	1314	438,11	1900	23,06	2313	771,19	1900	40,59
10,16	0,40	309	103,03	2300	4,48	1516	505,46	2300	21,98	2780	926,90	2300	40,30
12,70	0,50	373	124,36	2600	4,78	1784	594,81	2600	22,88	3174	1058,26	2600	40,70

N° GOLPES	CBR (%)	D. SECA (lb/plg2)	
PENETRACION 0,1			
10	4,33	1,43	
25	22,31	1,58	
56	34,18	1,62	
PENETRACION 0,2			
10	4,25	1,43	
25	23,34	1,58	DENSIDAD SECA AL 95% 1,60 lb/plg2
56	42,54	1,62	CBR AL 95% 26,40 %

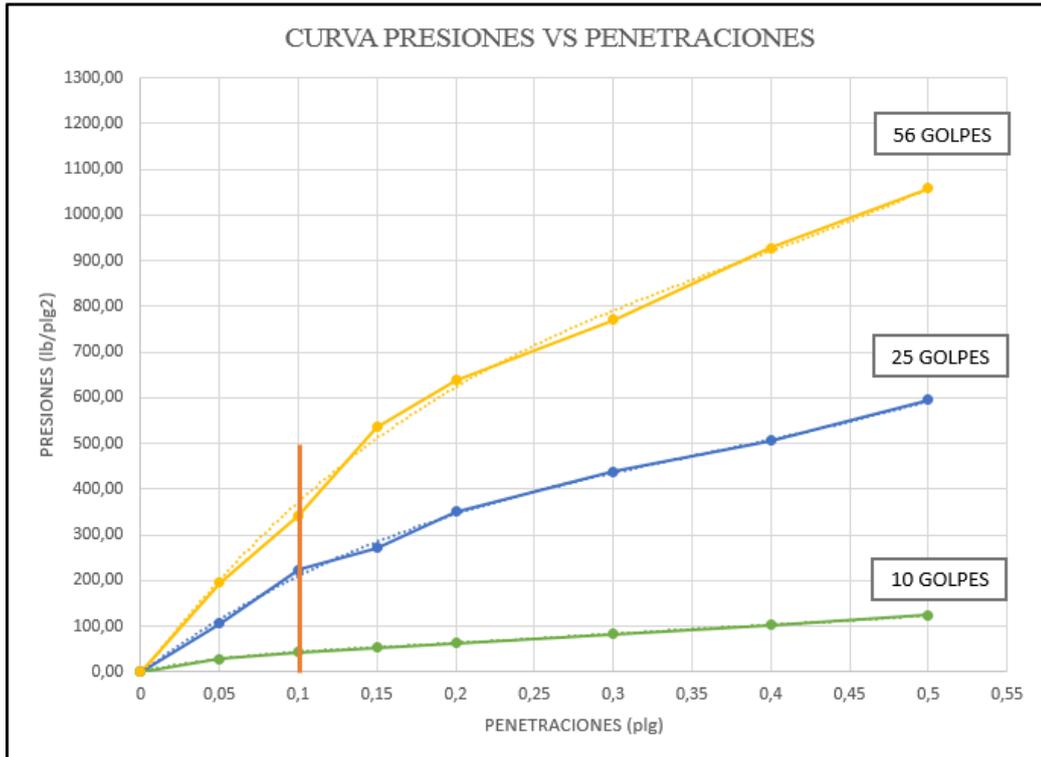


Figura 82. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche

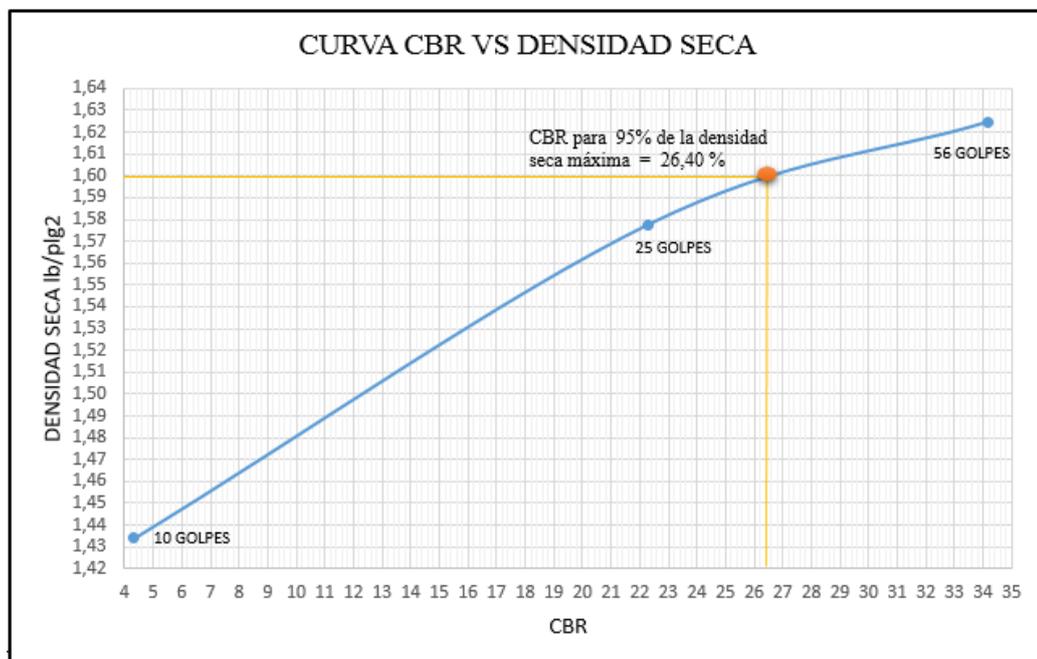


Figura 83. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 3+500

Fuente: Ruth Puluche

Tabla 92. Ensayo CBR de la muestra de Suelo de la Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL												
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VÍA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS DE LA PARROQUIA MATUS CON LA COMUNIDAD SANTA VELA DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE BA YUSHIG, DEL CANTÓN PENIPE (L = 4.7Km)												
MUESTRA:	9	PROFUNDIDAD:	1m	HUMEDAD OPTIMA:	17,35%	PESO MARTILLO:	10 lb	MOLDE DIAMETRO: 6"		NORMA: ASTM D - 1883		
ABSCISA:	4+000	FECHA ENSAYO:	04/04/2016	N° CAPAS: 5		ALTURA DE CAIDA:	18 plg	VOLUMEN: 2097,77 m³				
REGISTRO DE DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO CBR												
DATOS PARA LA CURVA												
N° MOLDE	CC2				CC1				A1			
NUMERO DE CAPAS	5				5				5			
GOLPES POR CAPA	10				25				56			
	ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO		ANTES DE REMOJO		DESPUES DE REMOJO	
PESO MOLDE	7970		7970		7970		7970		7970		7970	
PESO M. HUMEDA + MOLDE (g)	11121		11527		11430		11765		11791		11962	
PESO MUESTRA HUMEDA	3151		3557		3460		3795		3821		3992	
CONTENIDO DE AGUA												
PESO TARA (g)	14,90	14,80	14,40	14,80	18,00	14,90	14,40	14,80	15,10	17,20	14,20	18,00
PESO TARA + S. HUMEDO (g)	70,70	68,20	93,50	101,10	70,00	67,90	101,10	85,00	69,80	74,50	86,40	110,60
PESO TARA + S. SECO (g)	62,30	60,20	72,90	78,60	62,30	60,00	81,40	68,90	61,70	66,00	72,20	92,50
CONTENIDO DE AGUA %	17,72	17,62	35,21	35,27	17,38	17,52	29,40	29,76	17,38	17,42	24,48	24,30
CONTENIDO PROMEDIO %	17,67		35,24		17,45		29,58		17,40		24,39	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1,50		1,70		1,65		1,81		1,82		1,90	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1,28		1,25		1,40		1,40		1,55		1,53	

EXPANSION DEL SUELO													
SOBRECARGA		4,54 Kg				4,54 Kg				4,54 Kg			
TIEMPO TRANSCURRIDO HORAS		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION		LECTURA DEFORMIMETRO (plg)		% EXPANSION	
0		0,0040		0,080		0,0130		0,260		0,0140		0,280	
24		0,0150		0,220		0,0380		0,500		0,0390		0,500	
48		0,0355		0,410		0,0565		0,370		0,0525		0,270	
72		0,0405		0,100		0,0615		0,100		0,0550		0,050	
96		0,0410		0,010		0,0625		0,020		0,0555		0,010	
0-96		0,0410		0,740		0,0625		0,990		0,0555		0,830	
ENSAYO DE CARGA DEL CBR													
PENETRACION		CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR	CARGA	PRESION CORREGIDA	PRESION ESTANDAR	CBR
mm	plg	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%	lb	lb/plg2	lb/plg2	%
0,00	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
1,27	0,05	55	18,34	400	4,58	183	61,02	400	15,25	286	95,36	400	23,84
2,54	0,10	98	32,67	1000	3,27	486	162,04	1000	16,20	857	285,74	1000	28,57
3,81	0,15	166	55,35	1250	4,43	752	250,73	1250	20,06	1440	480,12	1250	38,41
5,08	0,20	212	70,68	1500	4,71	874	291,41	1500	19,43	1888	629,49	1500	41,97
7,62	0,30	264	88,02	1900	4,63	1156	385,43	1900	20,29	2932	977,58	1900	51,45
10,16	0,40	301	100,36	2300	4,36	1435	478,45	2300	20,80	3736	1245,64	2300	54,16
12,70	0,50	372	124,03	2600	4,77	1596	532,13	2600	20,47	4308	1436,36	2600	55,24

N° GOLPES	CBR (%)	DENSIDAD SECA (lb/plg2)
PENETRACION 0,1		
10	3,27	1,28
25	16,20	1,40
56	28,57	1,55
PENETRACION 0,2		
10	4,71	1,28
25	19,43	1,40
56	41,97	1,55
DENSIDAD SECA AL 95%		1,49
CBR AL 95%		23,20

lb/plg2

%

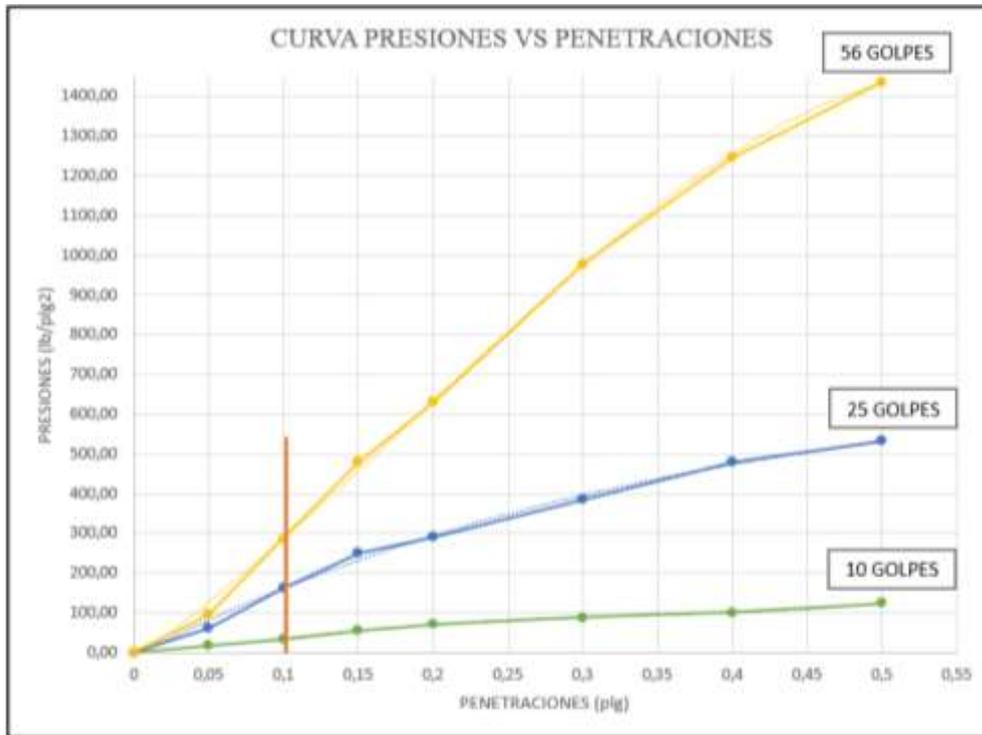


Figura 84. Curva de Presiones vs Penetraciones Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche

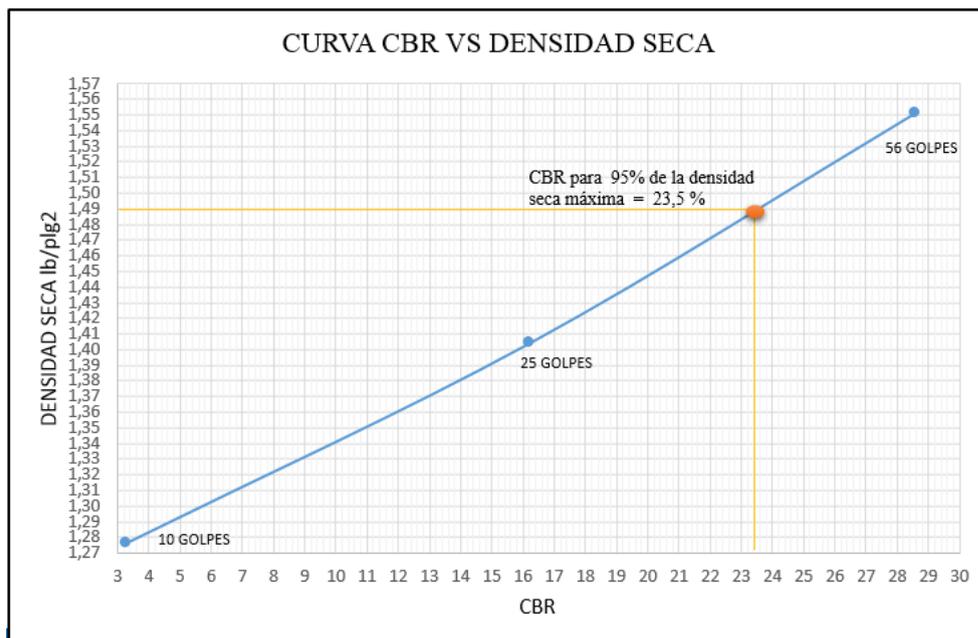


Figura 85. Curva de CBR vs Densidad Seca Abscisa 4+000

Fuente: Ruth Puluche

3.4.5.3.5. CÁLCULO DEL CBR DE DISEÑO:

Tabla 93. Cálculo del CBR de Diseño de la Vía Matus - Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

ABSCISA	Nº CBR	VALOR CBR	POSICION	FRECUENCIA	CBR
0+000	1	19,00	9	100,00	17,00
0+500	2	20,40	8	88,89	19,00
0+1000	3	17,00	7	77,78	19,00
0+1500	4	25,00	6	66,67	20,00
0+2000	5	19,00	5	55,56	23,00
0+2500	6	24,00	4	44,44	24,00
0+3000	7	28,00	3	33,33	25,00
0+3500	8	26,40	2	22,22	26,00
0+4000	9	23,20	1	11,11	28,00

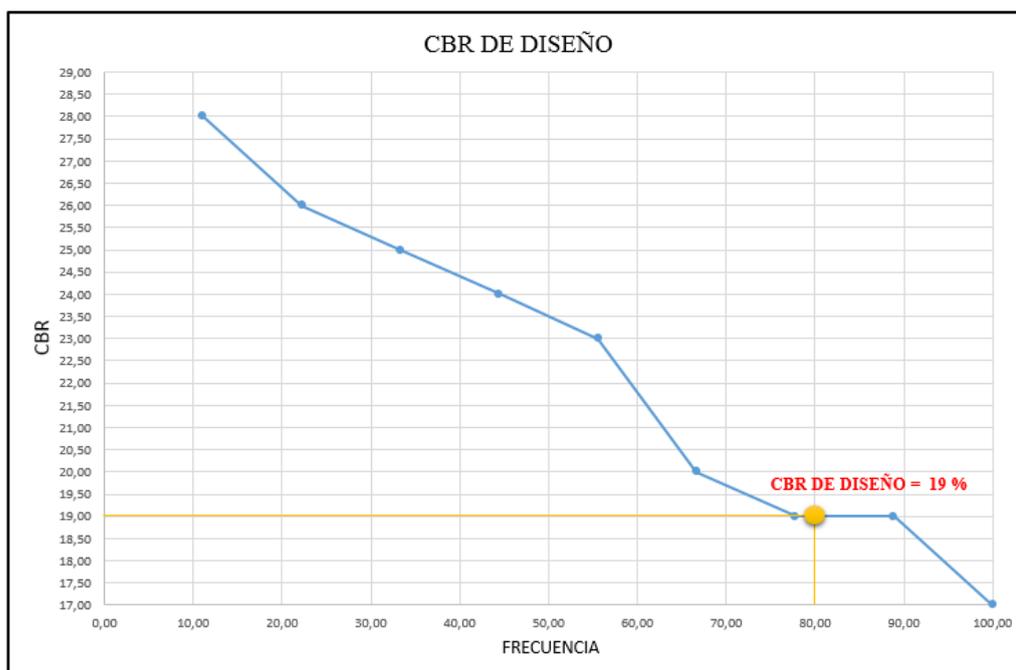


Figura 86. CBR de Diseño de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

3.4.6. DISEÑO DEL PAVIMENTO

El pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito.

Este tipo de pavimento flexible está conformado por una capa de rodadura de un concreto asfáltico apoyada generalmente sobre dos capas granulares, la base y la sub-base, las mismas que irán soportadas sobre una Subrasante con el espesor que pueda absorber las cargas transmitidas por el tráfico.

Para el diseño del pavimento hay que tener en cuenta cinco parámetros que son:

1. El tráfico transformado en ejes de carga equivalentes,
2. La Confiabilidad,
3. El Modulo de Resilencia,
4. La Servicialidad
5. El número Estructural del pavimento.

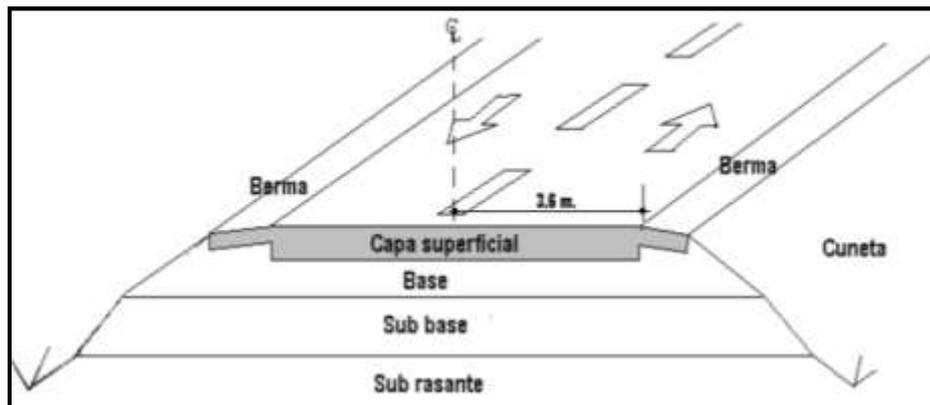


Figura 87. Estructura de un Pavimento Flexible

Fuente: Ruth Puluche

3.4.6.1. TRÁFICO DEL PROYECTO

Mediante el Estudio de Trafico realizado en el CAPÍTULO III, mencionaremos en el siguiente cuadro el tráfico actual proyectado a 20 años.

Tabla 94. TPDA del proyecto

Fuente: Ruth Puluche

TRÁFICO ACTUAL	TPDA FUTURO	TPDA ATRAIDO	TPDA GENERADO	TPDA POR DESARROLLO	TOTAL
49	81	5	10	1	97

3.4.6.2. ESTUDIO DE LA SUBRASANTE

Para una Subrasante de buena calidad las capas serán de menor espesor, caso contrario las capas aumentan su espesor, por ende es importante el estudio de la Subrasante para determinar los espesores de capas de la estructura del pavimento.

Se trata de determinar las propiedades de la Subrasante, por lo que in situ se toma muestras del material, y se las procesa en el laboratorio, con la finalidad de determinar un CBR de diseño, el cual mediante correlaciones nos da un valor del módulo de Resiliencia necesario para calcular el pavimento. Para poder llevar a cabo el diseño del pavimento se asume un **CBR de diseño = 19 %**.

Tabla 95. Resultados del CBR realizado en la Vía Matus- Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

ABSCISA	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	CONTENIDO PROMEDIO AGUA %	VALOR CBR
0+000	1,64	14,50	19,00
0+500	1,60	16,50	20,40
0+1000	1,62	18,00	17,00
0+1500	1,65	17,50	25,00
0+2000	1,55	18,50	19,00
0+2500	1,53	17,50	24,00
0+3000	1,64	17,60	28,00
0+3500	1,69	15,40	26,40
0+4000	1,57	17,35	23,20

POSICION	FRECUENCIA	CBR
9	100,00	17
8	88,89	19
7	77,78	19
6	66,67	20
5	55,56	23
4	44,44	24
3	33,33	25
2	22,22	26
1	11,11	28

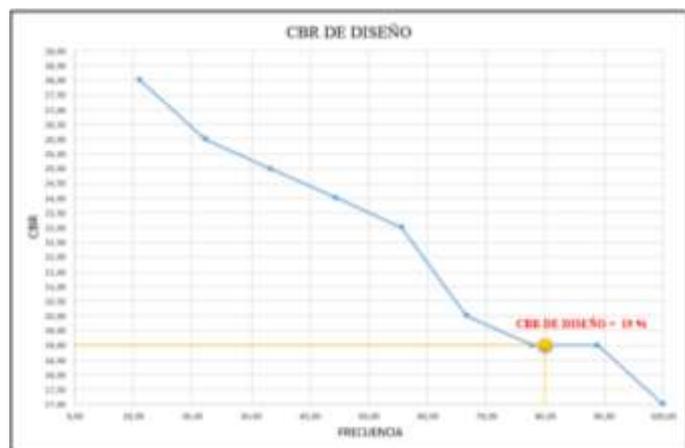


Figura 88.CBR de Diseño correspondiente al 85% de frecuencia de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

3.4.6.3. MÓDULO DE RESILENCIA

Es un valor de la resistencia del Terreno de la Subrasante, para realizar el diseño del pavimento se adoptan ciertas relaciones entre el CBR con el módulo de Resilencia.

Tabla 96. Relaciones entre el CBR con el módulo de Resilencia

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

Si CBR < 7,2 %	MR (Psi) =	1500 x CBR
Si CBR < 20 %	MR (Psi) =	3000 x CBR x 0,65
Si CBR > 20 %	MR (Psi) =	4326 x ln (CBR) + 241

Nuestro CBR = 19 %, entonces Si CBR < 20 %

MR (Psi) =	3000 x (CBR) x0.65
MR (Psi) =	3000 x (19) + 0.65
MR (Psi) =	37050,00 psi

La propuesta de nuestro diseño es que contenga sub base, base y carpeta de rodadura. El método que ese empleara será el de la AASHTO, del año 1993.

$$\text{Log } W_{18} = Z_R * S_0 + 9,36 * \text{Log}(SN - 1) - 0,20 \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 * \log M_{R-8.07}$$

Dónde:

W 18 = ejes equivalente 18 kip (18000lb)

ZR = Confiabilidad R en la curva de distribución normalizada

So = Desviación estándar

ΔPSI = Diferencia índice de servicio

MR = Módulo de Resilencia de la subrasante

SN = Número estructural

3.4.6.4. EJES EQUIVALENTES

Los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y para el cálculo, se los transforma en un número equivalente de ejes tipo de 80 KN con el nombre de ESAL's (Carga de eje simple equivalente). Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. De acuerdo con esto el valor de tráfico futuro proyectado a 20 años, deberá ser transformado a un número establecido de ejes equivalentes, los cuales serán afectados primeramente por el factor de daño que causa cada tipo de vehículo, posterior a ello, se deberá afectar por los coeficientes o factores de distribución por dirección y distribución por carril. Para esto, cada vehículo tiene un factor de daño, para esto se tomara los vehículos tipo buses y pesados, desechando los livianos.

Tabla 97. Factores de Distribución

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

FACTORES DE DISTRIBUCIÓN		
No. De Carriles	Una dirección (Fd)	Ambas direcciones (Fc)
1	1.00	
2	0,80 – 1,00	0,50
4	0,60 – 0,80	0,45
6 o más	0,50 – 0,75	0,40

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

El número total de ejes equivalentes se encuentra multiplicando, el promedio de vehículos pesados por día durante el periodo de diseño, por el número total de días, por el factor de carga, es decir con la siguiente fórmula:

$$N(8.2T) = \left(\frac{TPDA_{actual} + TPDA_{futuro}}{2} \right) * 365 * Fd * Fc * n * Fe$$

Tabla 98. Cálculo del Factor de Ejes Equivalente

Fuente: Ruth Puluche

Tipo de Vehículo	Carga del Vehículo / Eje		Fb	Fp	Fe(Ton)
	P	%			
Buses	18	0.00%	0.440		0.440
Pesado	26	34.69%		1.899	1.899
TOTAL					2.339

Tabla 99. Cálculo del Factor de Ejes Equivalente

Fuente: Ruth Puluche

20 años					
Buses		Pesados		Total	
W 8-2 =	0	M 8-2 =	125516,9476	W 8-2 =	125516,9476

3.4.6.5. NIVEL DE CONFIABILIDAD R

Otra de las variables independientes de diseño, corresponde a la probabilidad estadística que el pavimento diseñado ya sea este Flexible o Rígido satisfaga su periodo de diseño, y se denomina “Confiability”.

Tal como se señala en el programa de diseño de la Guía AASHTO-93, la confiabilidad (R) es un factor de seguridad que agrupa posibles errores en el diseño provenientes de la estimación de las cargas y de defectos en la etapa constructiva.

Tabla 100. Niveles de Confiabilidad

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

Clasificación Funcional	Nivel de Confianza Recomendados	
	Urbano	Rural
Interestatal y Autopista	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Calles Colectoras	80 - 95	75 - 95
Calles Locales	50 -80	50 - 80

El nivel de confiabilidad para nuestra vía es de tipo Local, por lo que se escoge el Zr de la siguiente tabla, en donde nuestro proyecto se encuentra en una zona urbana. **R = 80**

3.4.6.6. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “Zr”

Tabla 101. Relación Nivel de Confiabilidad R y Zr

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar Normal Zr
50	0
60	-2,53
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

Con el Nivel de Confiabilidad del 80% se obtiene de la tabla siguiente que $ZR = -0,841$

3.4.6.7. DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “So”³⁴

Está ligado directamente con la Confiabilidad (R), habiéndolo determinado, en este paso deberá seleccionarse un valor S_o , representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

El error en la predicción del comportamiento de las secciones en tales tramos, fue de 0.25 para pavimentos rígidos y 0.35 para los flexibles, lo que corresponde a

³⁴GUÍA AASHTO PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO 1993

valores de la desviación estándar total debidos al tránsito de 0.35 y 0.45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente. En este caso **So = 0,45**.

3.4.6.8. INDICE DE SERVICIO “ΔPSI”³⁵

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o Terminal deseado.

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

P_o = Índice de servicio inicial (4.2 para flexibles).

P_f = Índice de servicio terminal, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

$$\Delta PSI = 4,20 - 2,00 = \mathbf{2.20}$$

3.4.6.9. CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL PARA 20 AÑOS

Con los valores obtenidos se procede a resolver la ecuación planteada por la Aashto-93.

- W 18 = 125516,9476
- R = 80%
- So = 0,45
- ΔPSI = 2,20
- Mr = 37050,00psi

³⁵GUÍA AASHTO PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO 1993

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 80 % Zr=-0.841 So 0.45	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2		Módulo resiliente de la subrasante Mr 37050 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - E _c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J) Módulo de rotura del concreto - S _c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)			
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18		Número Estructural SN = 1.18	
W18 = 125516.94			
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Salir"/>	

Figura 89. Cálculo de Número Estructural

Fuente: Programa para resolver la Ecuación AASHTO 93

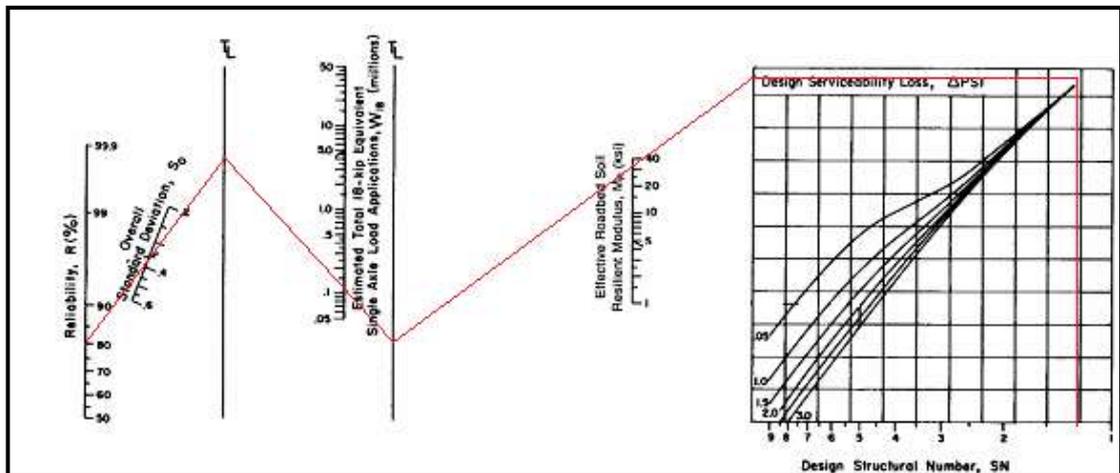


Figura 90. Cálculo de Número Estructural mediante Gráfica

Fuente: Ruth Puluche

3.4.6.10. TRANSFORMACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SN A ESPESORES DE CAPAS.

La finalidad del estudio de pavimento, es convertir al número estructural requerido en espesores de capa de la estructura del pavimento. Con la formula siguientes transformamos el numero estructural (SN) en espesores de capas.

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Dónde:

a1, a2, a3 = Coeficientes Estructurales.

m2, m3 = Coeficientes de drenaje.

d1, d2, d3 = Espesores de las Distintas capas.

3.4.6.11. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE SUB BASE

El material para la sub base será de clase 3, se escogió de la mina de Cerro Negro, el CBR de la mina es de 30%, mediante correlación tenemos el módulo de Resiliencia de 15000 psi, con un valor de **a3** igual a 0.110.

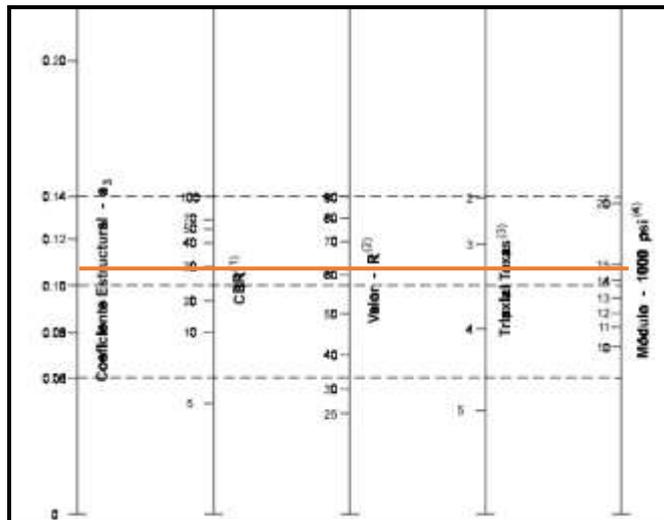


Figura 91. Coeficientes Estructurales de la Sub base a3.

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE BASE

El material para la formación de la Base será de clase 4, la cual se provendrá de las Mina de Cerro Negro, el CBR de la mina es de 80%, mediante correlación tenemos el módulo de Resiliencia de 27000 psi, con un de **a2** igual a 0,134.

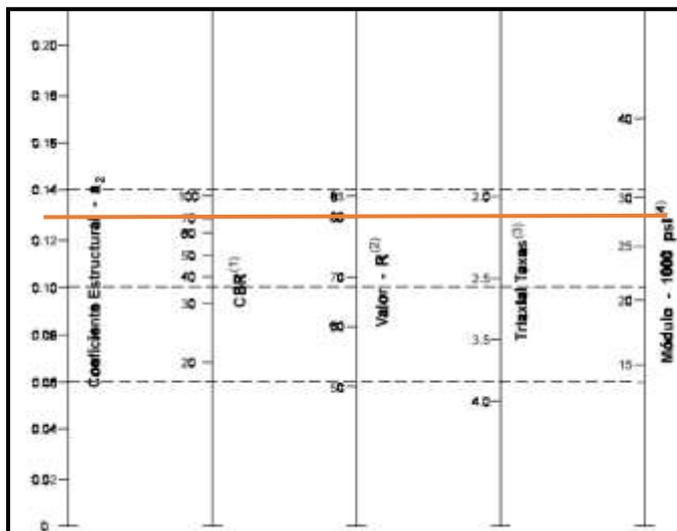


Figura 92. Coeficientes Estructurales de la Base a2.

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA DE RODADURA

Se asume un módulo de Elasticidad de 350000 psi, lo cual nos da un valor del coeficiente estructural para capa asfáltica de **a1** igual a 0,39.

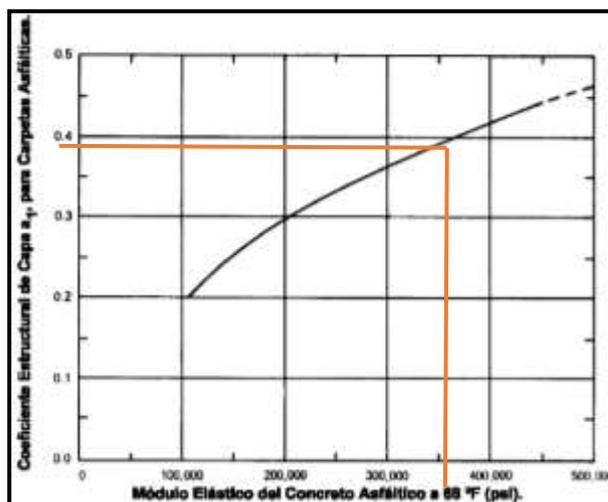


Figura 93. Coeficientes Estructurales de la Carpeta Asfáltica a1.

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

COEFICIENTE DE DRENAJE

Ajustan los coeficientes estructurales de materiales no tratados para tomar en cuenta los efectos de drenaje en el desempeño de los pavimentos en función de la Calidad

del Drenaje y el Tiempo de saturación.

Tabla 102. Coeficientes de drenaje

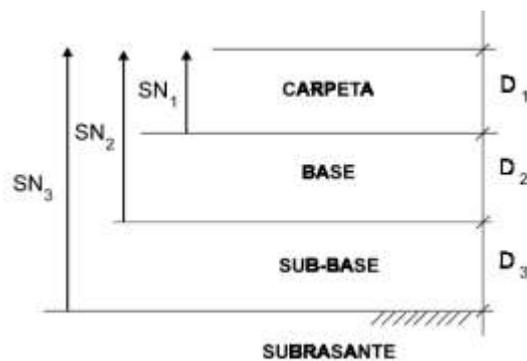
Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor 25%
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1.2
Bueno	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1.0
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0.8
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0.6
Muy pobre	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0.4

Para nuestro proyecto se utilizará un valor de $m_2 = 1$ y $m_3 = 1$

3.4.6.12. DETERMINACIÓN DE ESPESORES DEL PAVIMENTO

Aplicando las formulas y utilizando hojas de cálculos de la AASHTO, ingresamos los datos y obtenemos los siguientes resultados:



$$D^*_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN^*_1 = a_1 D_1 \geq SN_1$$

$$D^*_2 \geq \frac{SN_2 - SN^*_1}{a_2 m_2}$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2$$

$$D^*_3 \geq \frac{SN_3 - (SN^*_1 + SN^*_2)}{a_3 m_3}$$

- 1) a, D, m, y SN corresponden a valores mínimos requeridos.
- 2) D^* y SN^* representan los valores finales de diseño.

Tabla 103. Espesores Míminos Sugeridos

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

ESPEORES MÍNIMOS SUGERIDOS		
NÚMERO DE ESAL's	CAPAS ASFÁLTICAS	BASE GRANULAR
Menos de 50000	3,0 cm	10 cm
50000 - 150000	5,0 cm	10 cm
150000 - 500000	6,5 cm	10 cm
500000 - 2000000	7,5 cm	15 cm
2000000 - 7000000	9,0 cm	15 cm
más de 7000000	10,0 cm	15 cm

Tabla 104. Cálculo de los espesores del Pavimento por el Método AASHTO

Fuente: Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993.

DATOS DE ENTRADA :		
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES		
	DATOS	
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	350.00	
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	27.00	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	15.00	
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE		
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1,26E+05	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.841	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	37.05	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20	
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO		
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.39	
Base granular (a2)	0.13	
Subbase (a3)	0.11	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m2)	1.00	
Subbase (m3)	1.00	
DATOS DE SALIDA:		
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1.18	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.35	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.38	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0.55	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA		
	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	3.5	5.0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7.2	10.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	20.7	25.0

En Resumen los espesores para las capas que conforman el pavimento:

- **Carpeta asfáltica = 5.00 cm**
- **Base clase IV = 10.00 cm**
- **Sub base Clase III = 25.00 cm**

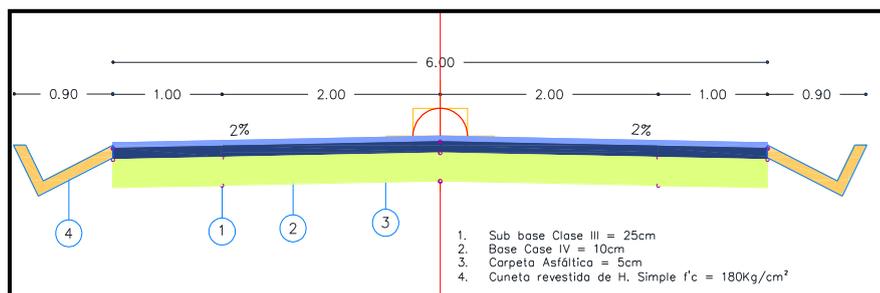


Figura 94. Conformación del Pavimento Asfáltico

Fuente: Ruth Puluche

3.4.7. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

En una carretera es muy importancia la construcción de obras de arte dirigidas específicamente a recoger, conducir y evacuar el agua superficial que se acumula sobre la vía o sectores próximos a la vía. El propósito fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que de cualquier forma pueda perjudicar el camino, dañar propiedades, la interrupción el tráfico y las inundaciones, además para que este trabaje eficientemente es necesario que sea sometida a una limpieza y reparación rutinaria del drenaje.

Para evitar posibles problemas de drenaje superficial y erosión del suelo, se debe realizar un estudio minucioso del trazado de la vía con sus respectivas pendientes verticales para su escurrimiento. El trazado ideal desde el punto de vista del drenaje, omite las pendientes pronunciadas, los desmontes rápidos y los terraplenes, sitios donde se observa problemas para el control de la erosión.

El estudio hidrológico inicia con el análisis morfológico de la cuenca que incluye la delimitación de la cuenca, medición del área y la longitud, altura máxima y mínima, índice de compacidad, factor de forma, pendientes, entre otros. Los datos históricos de precipitación se lo obtendrán del INAMHI correspondiente al Cantón Penipe o estaciones meteorológicas cerca de la zona en estudio.

3.4.7.1. DISEÑO HIDRÁULICO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE

Como en el área del estudio no se cuenta con estaciones meteorológicas, se ha empleado las ecuaciones representativas de la zona, emitidas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) del año 2012.

Al no haber registros, inventarios ni estudios de drenaje del sector, por esta razón, el presente estudio toma por aproximación al área de influencia, además tomarán las informaciones hidrográficas, de estaciones con características similares (Estación Pluviométrica de Riobamba - Aeropuerto) debido a que en la zona de influencia no existe dicha información.

3.4.7.2. CARTOGRAFÍA

La vía en estudio se ubica íntegramente en el mapa del Instituto Geográfico Militar, carta a escala 1:50.000, que abarca el área de influencia del proyecto vial, existiendo además la faja topográfica en escala 1:1000 levantada por el equipo de topografía.

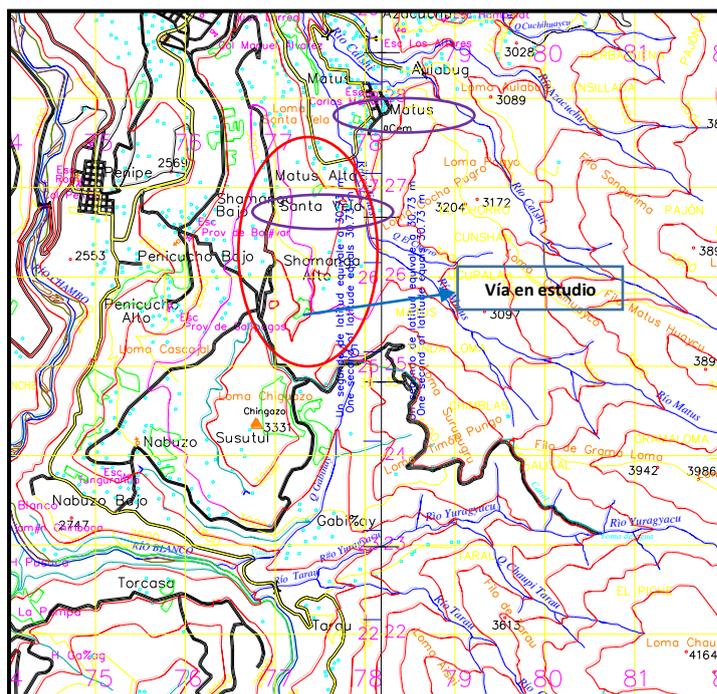


Figura 95. Mapa de Localización del Proyecto, carta topográfica IGM

Fuente: Ruth Puluche

3.4.7.3. CALCULO DE CAUDALES POR MÉTODO RACIONAL³⁶

Para el cálculo de los caudales en las subcuencas, se tomó en cuenta las áreas aportantes a cada alcantarilla, se determinó los caudales de crecida para las obras de drenaje menor, utilizando la fórmula racional propuesto por Mulvaney en 1850.

Consecuentemente, en el presente trabajo para el cálculo de los caudales máximos en cuencas que no superen 25 km² se adoptó el método racional, cuya expresión general está dada por:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

A = área aportante en Km²

3.4.7.4. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA³⁷

El escurrimiento proveniente de una cuenca pequeña depende en forma importante de las condiciones del terreno y vegetación de la cuenca. El escurrimiento de una cuenca es el resultado de dos grupos de factores: aquellos que dependen del clima y aquellos que representan la fisiografía de la cuenca.

La cuenca influye en el escurrimiento a través de su geometría (tamaño, forma, pendiente, densidad de drenaje, distribución de alturas) y a través de factores físicos, tales como uso del suelo, condiciones de infiltración, tipo de suelo y características geológicas. Las principales características del sistema hidrográfico que determinan el escurrimiento son su capacidad de conducción (sección, forma, pendiente, rugosidad) y su capacidad de almacenamiento (presencia de lagos, cauces, lagunas y embalses).

Tabla 105. Coeficientes de escorrentía (C)

Fuente: Manual NEVI-12 MTOP Volumen 2b

³⁶MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 2b. Pág. 179

³⁷MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 2B. Pág. 141

Tipo de Terreno	Coefficiente de escorrentía
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos de hormigón	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y gradiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y gradiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Tabla 106. Coeficientes de escorrentía (C) para T = 10 años.

Fuente: Manual NEVI-12 MTOP Volumen 2b

Factor	Extremo	Alto	Normal	Bajo
Relieve	0,28 – 0,35 Escarpado con gradiente > 30%	0,20 – 0,28 Montañoso con gradiente entre 10% y 30%	0,14 – 0,20 Con cerros con gradiente entre 5% y 10%	0,08 – 0,14 Relativamente plano con gradiente < 5%
Infiltración	0,12 – 0,16 Suelo rocoso o arcilloso con capacidad de infiltración despreciable.	0,08 – 0,12 Suelo arcilloso o limoso con baja capacidad de infiltración mal drenados.	0,06 – 0,08 Normales, bien drenados, textura mediana, limos arenosos, suelos arenosos.	0,04 – 0,06 Suelos profundos de arena u otros suelos bien drenados con alta capacidad de infiltración.
Cobertura Vegetal	0,12 – 0,16 Cobertura escasa, terreno sin vegetación o escasa cobertura.	0,08 – 0,12 Poca vegetación, terrenos cultivados o naturales, menos del 20% del área con buena cobertura vegetal.	0,06 – 0,08 Regular a buena, 50% del área con praderas o bosques, no más del 50% cultivado.	0,04 – 0,06 Buena a excelente, 90% del área con praderas, bosques o cobertura similar.
Almacenamiento superficial	0,10 – 0,12 Despreciable, pocas depresiones superficiales, sin zonas húmedas.	0,08 – 0,10 Bajo, sistema de cauces superficiales pequeños, bien definidos, sin zonas húmedas.	0,06 – 0,08 Normal: posibilidad de almacenamiento buena, zonas húmedas, pantanos, lagunas y lagos.	0,04 – 0,06 Capacidad alta, sistema hidrográfico poco definido, buenas planicies de inundación o gran cantidad de zonas húmedas, lagunas o pantanos.
Si T > 10 años multiplicar resultado de C por 1,10 (para 25 años), por 1,20 (para 50 años) y por 1,25 (para 100 años).				

En el presente estudio se va adoptar un valor de **C = 0,40**.

3.4.7.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN³⁸

El tiempo de concentración se define como el tiempo que demora el agua hidráulicamente más alejada en llegar al punto de salida. Su estimación se realiza en base a fórmulas empíricas desarrolladas para distintos casos particulares.

Tabla 107. Tiempos de concentración

Fuente: Manual NEVI-12 MTOP Volumen 2b

Autor	Expresión	Observaciones
California CulvertsPractice (1942)	$T_c = 56,867(L^3/H)^{0,385}$	Cuencas de montaña
Izzard (1946)	$T_c = 525,28(0,0000276i+c)Ls^{0,33}/(i^{0,667}S^{0,333})$	Experimentos de laboratorio
Federal Aviation Agency (1970)	$T_c = 3,26(1,1-C)L^{0,5}(100S)^{0,33}$	Aeropuertos
Morgali y Linsley (1965)	$T_c = 7Ls^{0,6}n^{0,6}/(i^{0,4}s^{0,3})$	Flujo Superficial
SoilConservationService (1975)	$T_c = 258,7L^{0,8}((1000/CN)-9)^{0,7}/1900S^{0,5}$	Cuencas rurales

Donde:

T_c = Tiempo de concentración min

L = Longitud del cauce Km

H = Diferencia de alturas en la cuenca m

En este caso se empleará la fórmula de California CulvertsPractice

3.4.7.6. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA ESTACIÓN RIOBAMBA AEROPUERTO (M057)

En el siguiente cuadro se presentan datos de temperatura, humedad relativa, nubosidad, heliofanía, evaporación, precipitación mensual, precipitación máxima diaria y número de días con lluvia mayor a 0.10 mm diarios recopilados en esta estación climatológica principal para el periodo 1964-1984 (20 años) localizada en las coordenadas 01° 39' 00" S y 78° 39' 00" W, a 2760 msnm.

Tabla 108. Información de la Estación Meteorológico (Riobamba – Aeropuerto)

Fuente: INAMHI

³⁸MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 2B. Pág. 180

AÑO	TEMP. °C	HUM %	HELIOF	NUBO,	EVAPO,	PRECP,	PMÁX24H,	DÍAS C /
			horas	octavos	mm	mm	mm	LLUVIA
1964	13,3	73	1868,20	6,0	2120,00	418,10	24,40	176,00
1965	n/d	73	1898,10	6,0	1720,80	479,30	25,60	182,00
1966	13,9	72	1122,80	6,0	965,50	370,90	25,40	132,00
1967	13,3	72		6,0	241,40	358,90	22,10	138,00
1968	13,5	70	1869,00	6,0	634,70	253,10	20,30	86,00
1969	13,7	75	1630,20	6,0	1209,10	482,50	47,60	128,00
1970	13,2	78	1750,90	7,0	1111,10	574,90	35,40	149,00
1971	13,0	75	1179,00	7,0	1044,30	526,70	20,10	160,00
1972	13,5	79	1588,70	6,0	1017,60	473,90	28,40	131,00
1973	13,9	69	1668,10	7,0		276,50	15,30	91,00
1974	13,3	68	1444,30	6,0	771,70	452,50	18,80	163,00
1975	13,0	70	1579,90	7,0	823,00	621,00	24,30	186,00
1976	13,4	68	1653,10	6,0	1073,90	390,00	18,80	141,00
1977	13,8	70	1702,00	6,0	931,50	365,30	25,00	132,00
1978	13,8	73	1828,10	6,0	1067,00	373,80	22,60	135,00
1979	14,0	72		6,0	1250,80	274,60	28,10	104,00
1980	13,9	71		6,0		373,60	24,60	91,00
1981	14,3	70	1750,40	6,0		433,20	26,20	130,00
1982	14,4	76	1534,50	n/d		581,80	26,00	
1983	13,9	73	1536,60	6,0		627,40	25,40	148,00
1984	13,5	77	1493,90	6,0		668,50	22,00	
MEDIA	13,6	72,57	1616,54	6,2	1065,49	446,50	25,07	137,00
MINIMA	13,0	68	1122,80	6,0	241,40	253,10	15,30	86,00
MÁXIMA	14,4	79	1898,10	7,0	2120,00	668,50	47,60	186,00

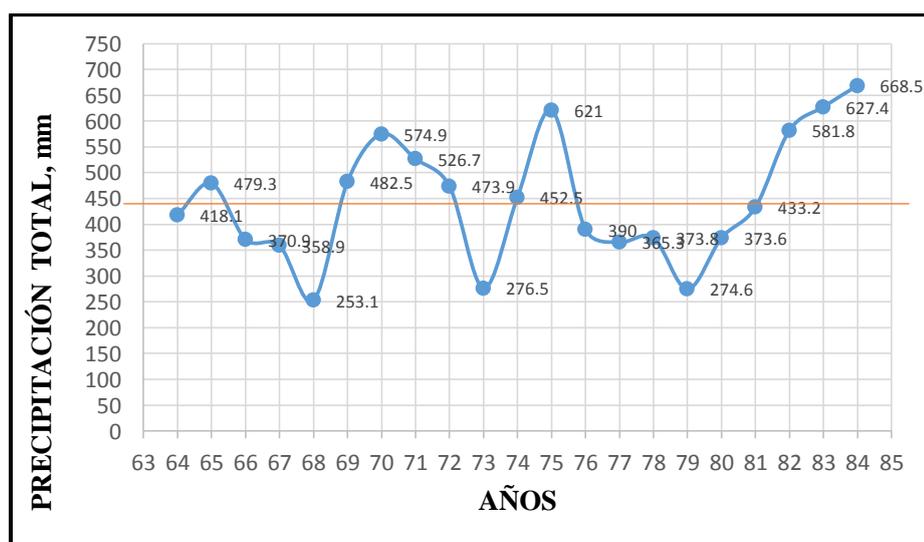


Figura 96. Precipitación Media Anual, mm

Fuente: Ruth Puluche

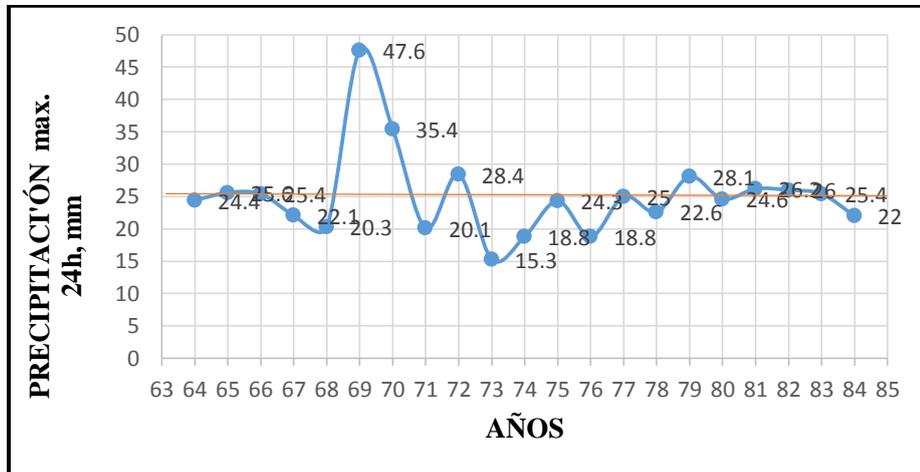


Figura 97. Precipitación Media Anual máx. 24 h, mm

Fuente: Ruth Puluche

3.4.7.7. INTENSIDAD DE LA LLUVIA³⁹

La intensidad de la lluvia de diseño corresponde a aquella de duración igual al tiempo de concentración del área y de la frecuencia o periodo de retorno seleccionado para el diseño de la vía.

Con el objeto de tener mayor precisión en el cálculo de caudales se debe entonces considerar la influencia de las magnitudes de precipitación pluvial, siendo así se han definido las siguientes curvas de Intensidad – Duración - Frecuencia. En el cual ingresa como dato básico el correspondiente a la precipitación máxima en 24 horas para la zona en estudio, valor que se encuentra implícito en el parámetro Id de acuerdo a las siguientes relaciones establecidas por INAMHI para la zona 16 en su última versión del 2000.

³⁹MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 2B. Pág. 256

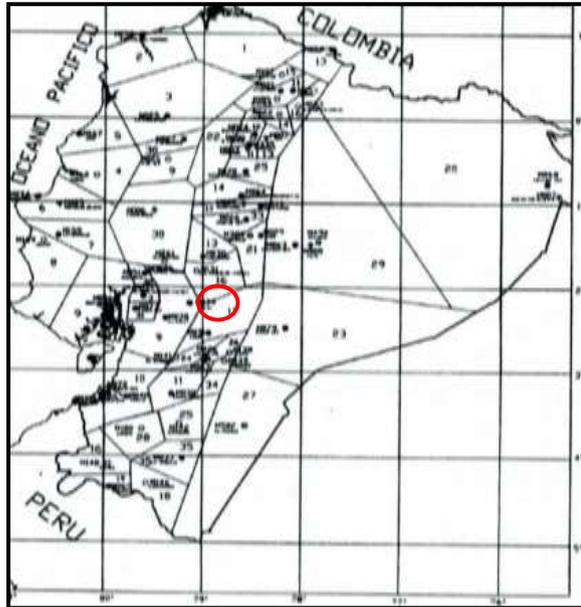


Figura 98. Zonificación de Intensidades de Lluvia

Fuente: Manual NEVI-12 MTOP Volumen 2b

$$\text{Para } 5\text{min} < 25\text{min} >>> I_{Tr} = 76,946 * t^{-0.4583} * Id_{Tr}$$

$$\text{Para } 25\text{min} < 1.440\text{min} >>> I_{Tr} = 174,470 * t^{-0.7143} * Id_{Tr}$$

Dónde:

I_{Tr} = Intensidad máxima de lluvia con duración t y periodo de retorno Tr .

t = Duración de la lluvia en minutos.

Id = Intensidad diaria para un periodo de retorno de Tr años ($Id = Pd/24$), mm/hora.

P = Precipitación diaria (precipitación máxima en 24 horas), mm.

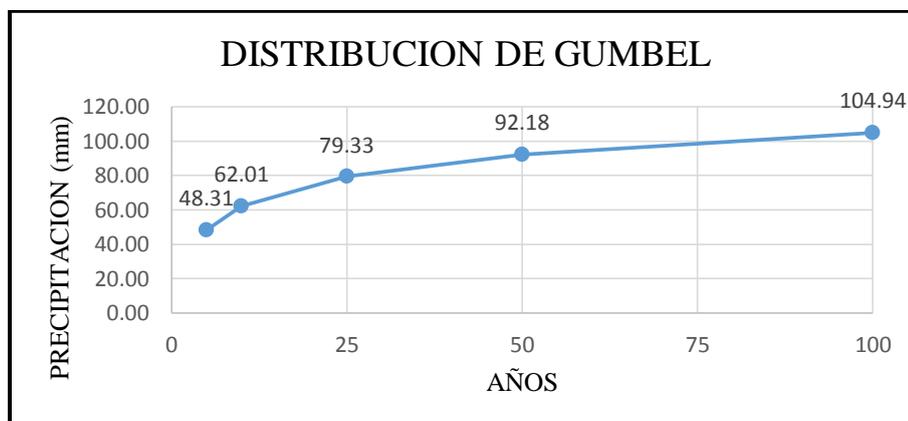


Figura 99. Intensidades mm/h

Fuente: Ruth Puluche

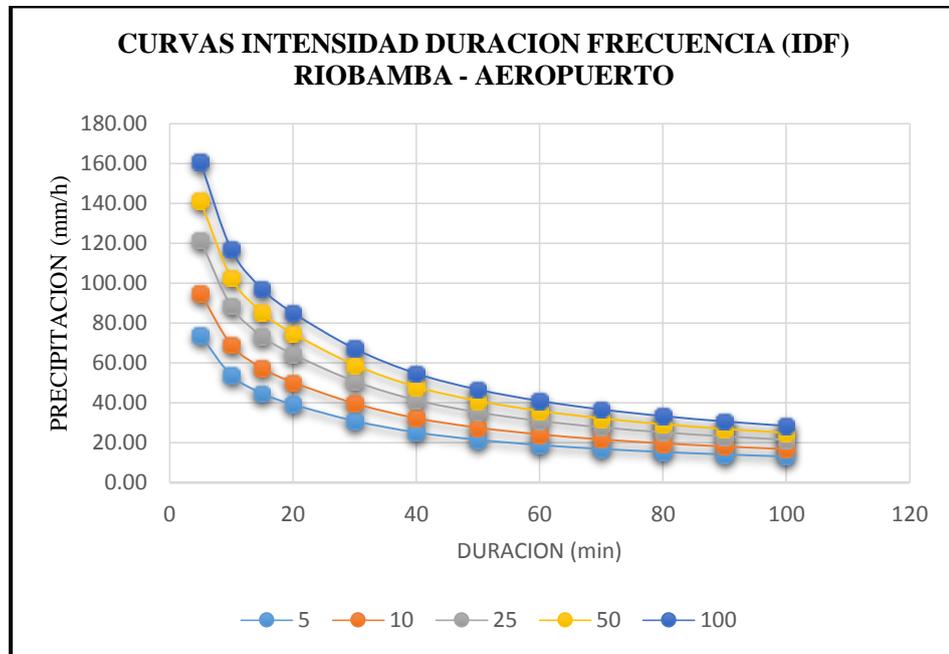


Figura 100. Curva de Intensidad de la Estación M057.

Fuente: Ruth Puluche

3.4.7.8. PERIODO DE RETORNO⁴⁰

El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno mínimo de 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica. El sistema de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno de 25 años.

Tabla 109. Período de Retorno T (años)

Fuente: Ruth Puluche

DURACION (MIN)	PERIODO DE RETORNO T(AÑOS)				
	5	10	25	50	100
5	74,05	95,06	121,61	141,30	160,85
10	53,89	69,18	88,50	102,83	117,06
15	44,74	57,44	73,49	85,39	97,20
20	39,22	50,34	64,40	74,84	85,19

⁴⁰MANUAL NEVI-12 VOLUMEN 2B. Pág. 247

30	30,93	39,71	50,80	59,03	67,20
40	25,19	32,33	41,36	48,06	54,71
50	21,48	27,57	35,27	40,98	46,65
60	18,85	24,20	30,96	35,98	40,96
70	16,89	21,68	27,73	32,23	36,69
80	15,35	19,71	25,21	29,29	33,35
90	14,11	18,12	23,18	26,93	30,66
100	13,09	16,80	21,50	24,98	28,43

3.4.7.9. ÁREAS DE APORTACIÓN

Para determinar el tamaño y la forma de la cuenca o subcuenca bajo consideración, se ha utilizado mapas topográficos. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo superficial. Deben medirse el área de drenaje que contribuye al sistema que se está diseñando y las sub áreas de drenaje que contribuyen a cada uno de los puntos de ingreso a los ductos y canalizaciones del sistema de drenaje.

Las áreas de drenaje se pueden medir sobre las cartas topográficas editadas por el IGM; en nuestro proyecto tenemos la carta topográfica a escala 1:50.000.

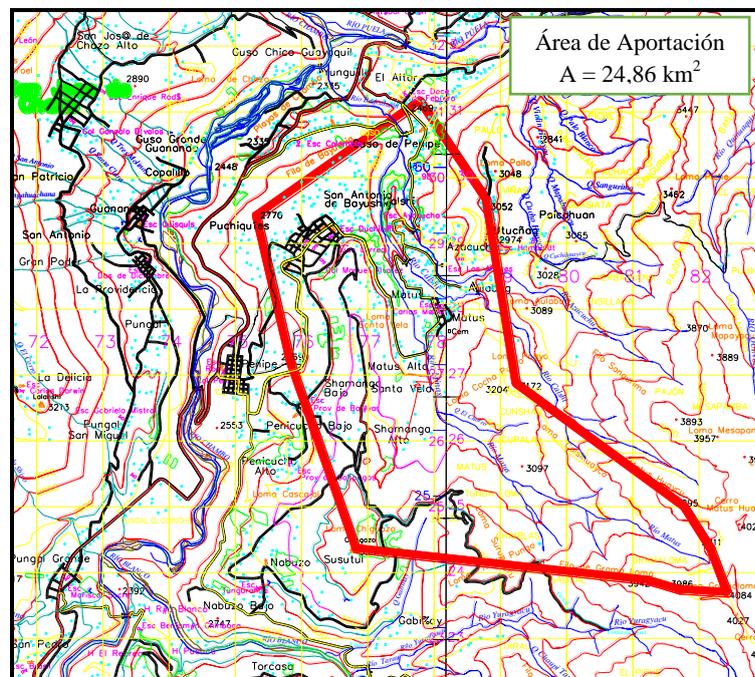


Figura 101. Delimitación de Cuenca en Carta Topográfica (Río Matus)

Fuente: Ruth Puluche

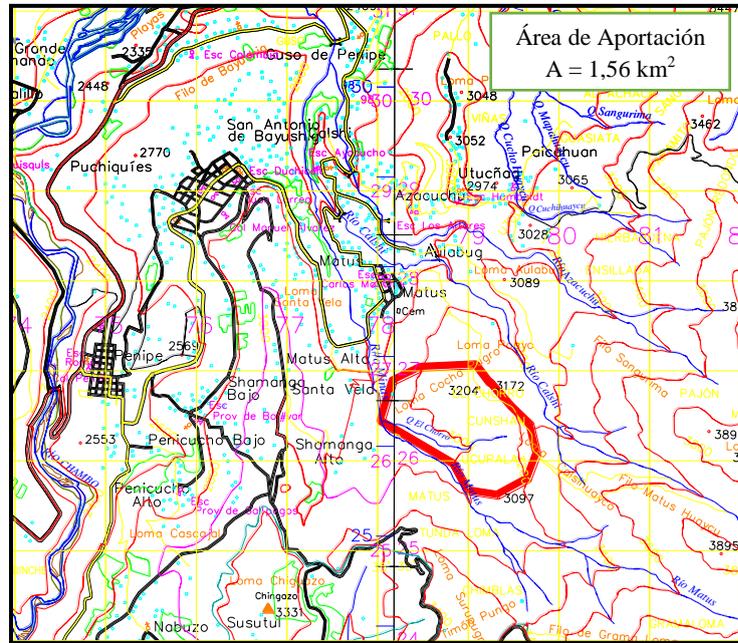


Figura 102. Delimitación de Cuenca en Carta Topográfica (Quebrada El Chorro)

Fuente: Ruth Puluche

3.4.7.10. ALCANTARILLAS

El diseño de las alcantarillas deberá realizarse en función de las características de la cuneta hidráulica a ser drenada y de la carretera.

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de Subrasante de una carretera. Con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrológicas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. El diámetro para alcantarillas de caminos vecinales o de desarrollo deberá ser al menos de 1,00 m.⁴¹

Tabla 110. Valores de coeficiente de rugosidad o de Manning

Fuente: Manual NEVI-12 MTOP Volumen 2b

	Tipo de Canal	Mínimo	Medio	Máximo
Conductos con escurrimiento de Superficie Libre				

⁴¹Manual NEVI-12 Volumen 2b. Pág. 270

Metálicos				
a) Bronce, liso		0,009	0,010	0,013
b) Acero	Soldado de tope	0,010	0,012	0,014
	Remachado	0,013	0,016	0,017
c) Fierro Fundido	Con protección interior	0,010	0,013	0,014
	Sin pintar	0,011	0,014	0,016
d) Fierro Forjado	Negro	0,012	0,014	0,015
	Galvanizado	0,013	0,016	0,017
e) Metal Corrugado	Tubos de drenaje	0,017	0,019	0,021
	Alcantarillas de aguas lluvias	0,021	0,024	0,030

3.4.7.10.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL

ALCANTARILLA TÍPICA

La alcantarilla típica, es la que tiene mínimas dimensiones y tiene las siguientes características.

Diámetro	1.00 m
Rugosidad	0.03
Pendiente	0.02
Radio Hidráulico	0.25
Área mojada	0.79 (tubo lleno)
Velocidad del agua	1,87 m/s
Caudal	1,47 m ³ /s

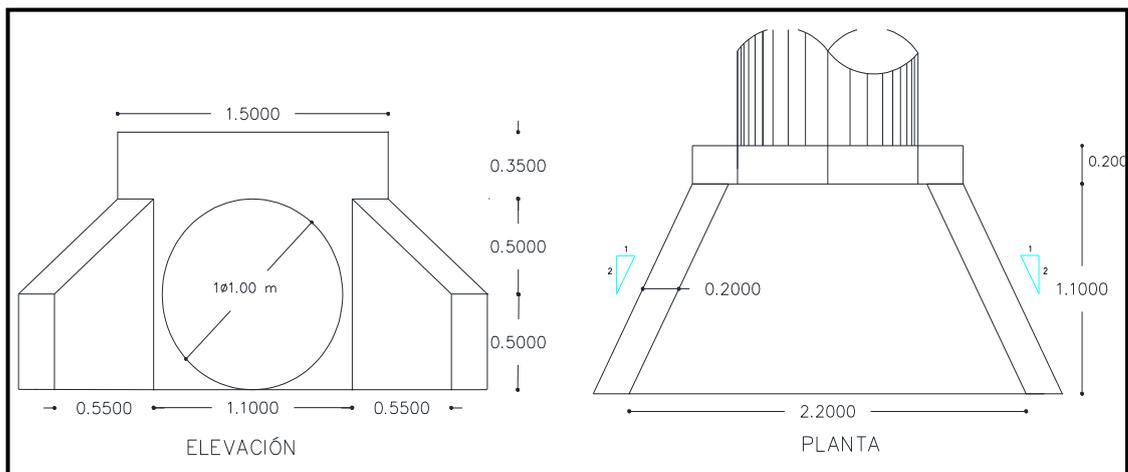


Figura 103. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo

Fuente: Ruth Puluche

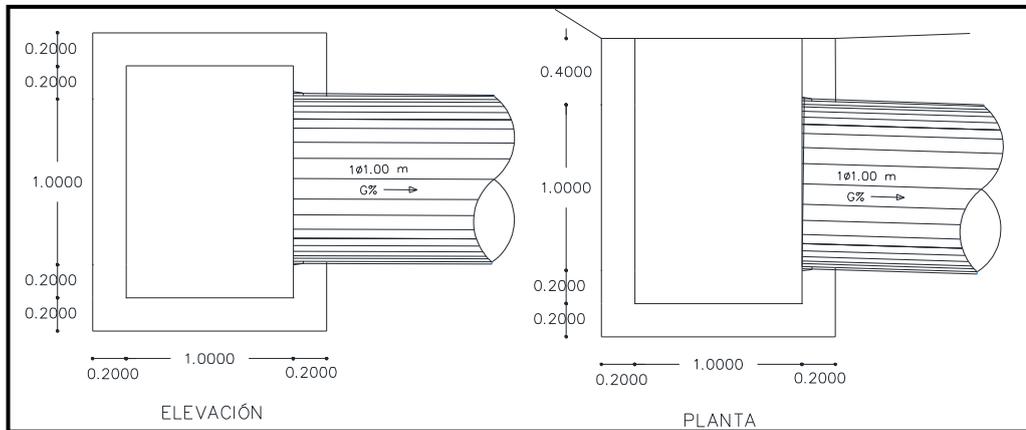


Figura 104. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo

Fuente: Ruth Puluche

El área de drenaje máximo que puede drenar esta alcantarilla, es $A = 40$ Hectáreas.

Para el diseño de las estructuras de drenajes se ha tomado las ecuaciones de flujo uniforme como si fueran canales abiertos, es decir que trabajará a sección parcialmente llena.

Metodológicamente, en primer lugar se pre dimensiona la sección transversal aplicando las siguientes fórmulas para una alcantarilla circular:

$$D = \left(\frac{Q}{1,425} \right)^{2/5}$$

Donde:

Q = caudal de diseño, m^3/s

D = diámetro de la sección circular, m

3.4.7.10.2. CÁLCULO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Datos cuenca (Quebrada el Chocón):

$C = 0,40$ valor calculado en la Tabla 98

$I = 57,44$ mm/h, valor calculado en la Tabla 101, para período de retorno 10 años.

$A = 1,56$ Km^2

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

$$Q = \frac{0,50 * 57,44 * 1,56}{360}$$

$$Q = 0,124 \frac{m^3}{s} \approx 0,12 \frac{m^3}{s}$$

De acuerdo al cálculo, nuestro caudal de diseño para dimensionar las obras de drenaje es de 0,12 m³/s.

Datos cuenca (Río Matus):

C = 0,50 valor calculado en la Tabla 98

I = 24,86 mm/h, valor calculado en la Tabla 101, para período de retorno 10 años.

A = 24,86 Km²

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

$$Q = \frac{0,50 * 24,86 * 24,86}{360}$$

$$Q = 0,952 \frac{m^3}{s} \approx 0,95 \frac{m^3}{s}$$

De acuerdo al cálculo, nuestro caudal de diseño para dimensionar las obras de drenaje es de 0,95 m³/s.

Tabla 111. Resultados de Tiempo de Concentración y Caudales

Fuente: Ruth Puluche

NOMBRE	C	L (Km)	H(m)	Tc calc. Min	Tc asum. Min	A (Km ²)	I (mm/h)	Q calc. (m3/s)
QUEBRADA EL CHORRO	0,5	1,56	107	15,17	15	1,56	57,44	0,124458
RIO MATUS	0,5	11,38	1749	53,24	53	24,86	27,57	0,951911

CÁLCULO DE LOS DIÁMETROS NECESARIOS DE LAS ALCANTARILLAS

Tabla 112. Diseño Hidráulico de las Alcantarillas de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

Alcantarilla	Abscisa	Coefficiente escorrentía	Tc (min)	Q(m ³ /s)	Diámetro (m)	Diámetro Asumido (m)
A1	0+220	0.50	15	0.95	0.85	1.00
A2	0+680	0.50	15	0.95	0.85	1.00
A3	2+680	0.50	15	0.95	0.85	1.00
A4	3+790	0.50	15	0.95	0.85	1.00
A5	4+240	0.50	15	0.95	0.85	1.00

3.4.7.11. DISEÑO DE CUNETAS

Una cuneta es una zanja, que generalmente se ubica fuera de la calzada y va paralela al eje del camino, el objetivo principal de estas estructuras es evacuar las aguas superficiales que caen sobre el camino, para que no afecte mayormente a la estabilidad de taludes y buen funcionamiento de la estructura del pavimento.

El diseño hidráulico de las cunetas se basa en el principio del flujo con movimiento uniforme, el calado y la velocidad del flujo. La cuneta recomendada es de forma triangular de 0,40 m de profundidad y 0,90 m de ancho, revestida con hormigón simple de $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$.

Las cunetas se colocaran a los dos lado de la vía, es decir en una longitud aproximada de 9.0 Km.

Ecuación para el cálculo para el aporte de lluvias.

$$QT = Q1 + Q2$$

QT = Caudal total a ser evacuado

Q1 = Caudal aportado por el talud de corte, m³/s

Q2 = Caudal aportado por el semi ancho de la vía, m³/s

C1 = 0,40 para zona de cultivo, según tabla 97

C2 = 0,80 para pavimento asfáltico, según tabla 97

a1 = 10 m altura promedio del talud

a2 = 3 m semi ancho de la vía

$$Q_T = \frac{(C1 * a1 + C2 * a2) * L * I}{3,60}$$

$$Q_T = \frac{(0,40 * 10 + 0,80 * 3) * L * 57,44}{3,60}$$

$$Q = 0,000102119 * L$$

3.4.7.11.1. DIMENSIONAMIENTO DE CUNETETA

Ecuación para determinar la Velocidad:

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

S = Pendiente de la cuneta en %

R = Radio hidráulico en m.

n = Coeficiente de Manning

Ecuación de continuidad para determinar el caudal:

$$Q = V * A$$

Ecuación del Radio Hidráulico:

$$R = \frac{A}{P}$$

R = 0,119 m Radio hidráulico

A = 0,128 m² Sección mojada de la cuneta en m².

P = 1,08 m Perímetro mojado en m.

n = 0,03

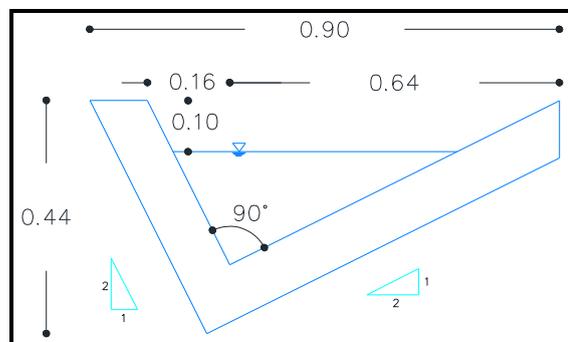


Figura 105. Cuneta Tipo ($f'c = 210\text{Kg/cm}^2$)

Fuente: Ruth Puluche

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

$$Q = \frac{(0.047^{2/3} * S^{1/2}) * 0.061}{0.015}$$

$$Q = 1,029468 S^{1/2}$$

3.4.7.11.2. LONGITUD MÁXIMA

$$0.000122983 * L = 0,532958 S^{1/2}$$

$$L = \frac{S^{1/2} * 0,532958}{0.000122983}$$

$$L = 10081,059 * S^{1/2}$$

3.4.7.11.3. CAPACIDAD DE LA CUNETAS LATERAL

$$V = 8,043 * S^{1/2}$$

Tabla 113. Velocidades máximas admisibles en canales y cunetas revestidas

Fuente: Manual NEVI-12 MTOP Volumen 2b

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

Tabla 114. Capacidad de la Cuenta Lateral

Fuente: Ruth Puluche

GRADIENTE	V (m/s)	Q(m3/s)	L(m)	Vmáx.
0,12%	0,28	0,036	349,22	Ok
0,20%	0,36	0,046	450,84	Ok
0,50%	0,57	0,073	712,84	Ok

1,00%	0,80	0,103	1008,11	Ok
1,50%	0,99	0,126	1234,67	Ok
2,00%	1,14	0,146	1425,68	Ok
2,50%	1,27	0,163	1593,96	Ok
3,00%	1,39	0,178	1746,09	Ok
3,50%	1,50	0,193	1885,99	Ok
4,00%	1,61	0,206	2016,21	Ok
4,50%	1,71	0,218	2138,52	Ok
5,00%	1,80	0,230	2254,19	Ok
6,00%	1,97	0,252	2469,35	Ok

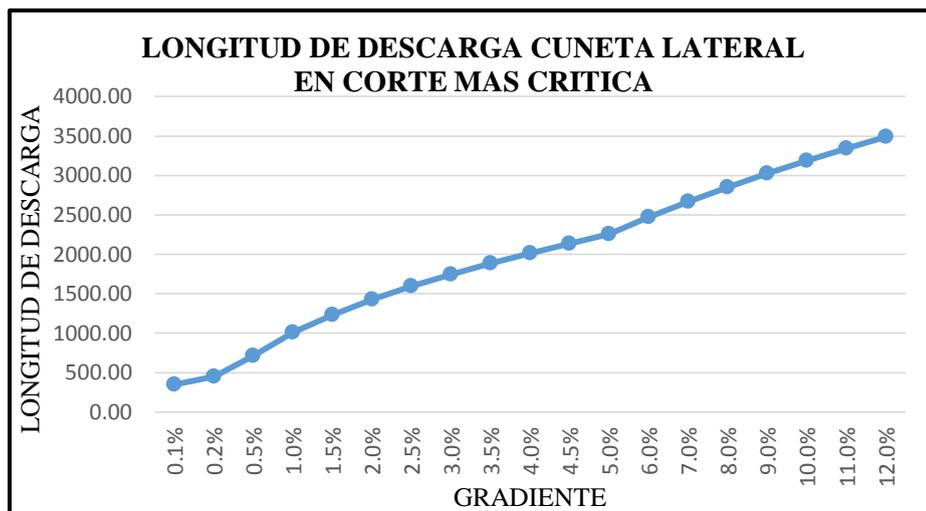


Figura 106. Longitud de descarga de la Cuenta Lateral

Fuente: Ruth Puluche

Condiciones Hidráulicas solicitantes de la Cuneta Lateral

$A_e = 0,128 \text{ m}^2$, Cálculo del área efectiva del canal, m^2

$P = 1,080 \text{ m}$, Cálculo del perímetro mojado, m

$R = 0,119 \text{ m}$, Cálculo del radio hidráulico, m

$Q_T = 0,036 \text{ m}^3/\text{s}$ Cálculo del caudal solicitante, m^3/s

$V = 0,280 \text{ m/s}$ Cálculo de la velocidad solicitante, m/s

$S = 0,0012$ Cálculo de la pendiente solicitante, m/m

Velocidad:

Velocidad solicitante < Velocidad Admisible

$$0,25 < 0,28 < 4,50 \text{ OK}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

En el presente capítulo se representan y analizan los resultados obtenidos de los estudios realizados anteriormente para conocer el tipo de vía necesario para este estudio y diseñarla cumpliendo con las normas de diseño.

4.1. DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA

4.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA VIA

Tabla 115. TPDA del proyecto

Fuente: Ruth Puluche

TPDA FUTURO	TPDA ATRAIDO	TPDA GENERADO	TPDA POR DESARROLLO	TOTAL
81	5	10	1	97

De acuerdo al resultado obtenido en el análisis de tráfico, en el que se observa que la vía tendrá un TPDA proyectado a 20 años del orden de 97 vehículos por día. La vía dentro del horizonte de diseño se clasifica como un camino agrícola forestal, C3.

Tabla 116. Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA

Fuente: Normas para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP.

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

C3 = Camino agrícola/ forestal

4.1.1.1. SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO:

Es un corte horizontal del plano horizontal, define elementos del camino donde se encuentran los parterres, bordillos y aceras. Según la Norma para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP se tiene un ancho de calzada de 6,00 m, más 0,90 m de cuneta a cada lado, teniendo un ancho total de 7,80 m.

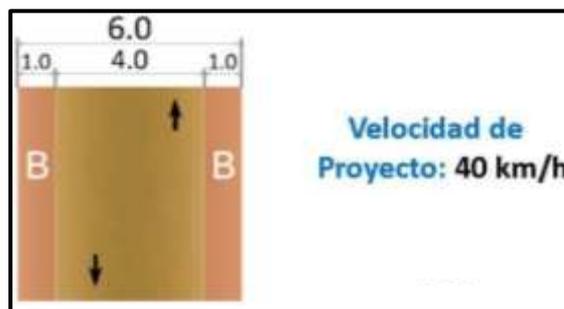


Figura 107. Esquema de la vía C3, con sus dimensiones

Fuente: Normas para Estudios y Diseños Viales NEVI-12-MTOP.

Tabla 117. Datos para el diseño de la Vía

Fuente: Ruth Puluche

Datos para Diseño de la Vía			
Camino C3	Forestal		
Terreno	Montañoso		
Velocidad de diseño	40	30	Km/h

Ancho de Vía	6	6	m
Ancho de Cuneta	0,90	0,90	m
Velocidad de circulación	38	28	Km/h
Distancia de visibilidad	45	30	m
Distancia de adelantamiento	285	220	m
Peralte	10	10	%
Radio mínimo	45	25	m
Longitud de Transición	55	55	m
Curva vertical convexa	50 - 270	35 - 200	m
Curva vertical cóncava	50	35	m
Pendiente	10	13	%
Bombeo	2	2	%
Talud	1.6:1	1.6:1	
Subbase Clase III	25	25	cm
Base Clase IV	10	10	cm
Capa de Rodadura	5	5	cm

Para el diseño de esta vía se tomará en cuenta la velocidad de 30 km/h por ser un camino forestal de bajo aforo vehicular y de terreno montañoso de altas pendientes y radios pequeños.

4.1.2. DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS Y CUNETAS

La alcantarilla típica tiene mínimas dimensiones y características.

Diámetro	1.00 m
Rugosidad	0.03
Pendiente	0.02
Radio Hidráulico	0.25
Área mojada	0.79 (tubo lleno)

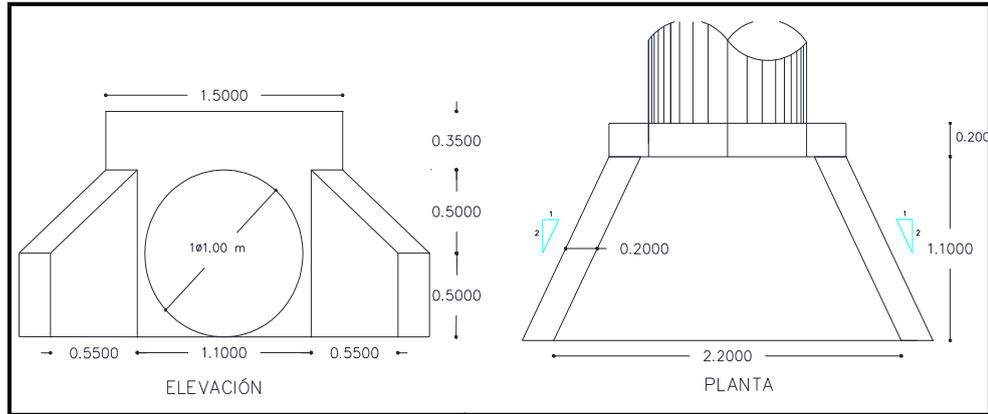


Figura 108. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo

Fuente: Ruth Puluche

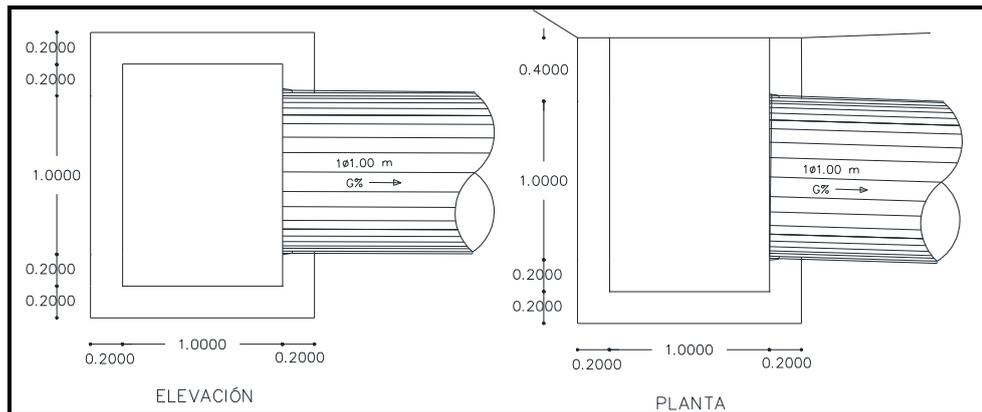


Figura 109. Cabezales de Entrada/Salida de Alcantarilla Tipo

Fuente: Ruth Puluche

DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA

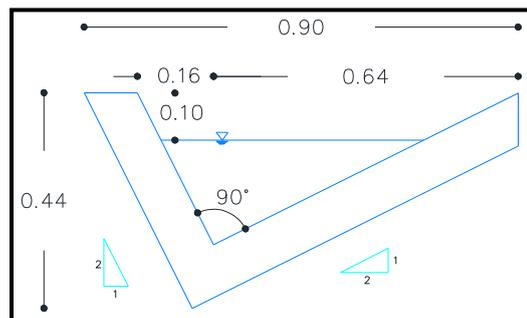


Figura 110. Cuneta Tipo ($f'c = 180\text{Kg/cm}^2$)

Fuente: Ruth Puluche

4.1.3. ESPESORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

En Resumen los espesores para las capas que conforman el pavimento:

- Carpeta asfáltica = 5.00 cm
- Base clase IV =10.00 cm
- Sub base Clase III = 25.00 cm

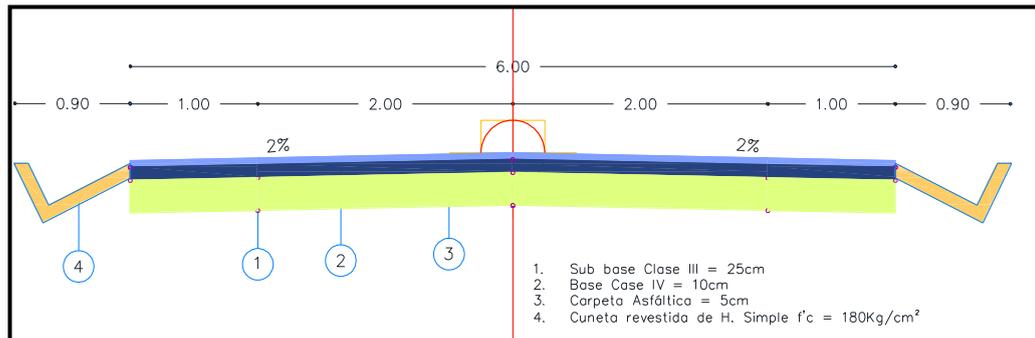


Figura 111. Conformación del Pavimento Asfáltico

Fuente: Ruth Puluche

4.1.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

4.1.4.1. CÁLCULO DE VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN:

La velocidad de diseño para este proyecto es de 30 Km/h, por ser una zona montañosa de bajo tráfico.

Para volúmenes de tráfico bajos (TPDA < 1000), en este caso tenemos un TPDA de 97 veh/h. se usará la siguiente ecuación:

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$$

$$V_c = 0.80 * 30 + 6.5$$

$$V_c = 30.50 \text{ K.P.H}$$

4.1.4.2. CÁLCULO DE DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$dp = d1 + d2$$

Donde la distancia recorrida por el vehículo d1 se calcula con la siguiente fórmula:

$$d1 = 0.278 v t (m)$$

$$d1 = 20,83m$$

La distancia de frenado d2 se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$d2 = \frac{V^2}{254 * f}$$

El coeficiente de fricción longitudinal se calcula:

$$f = \frac{1,15}{Vc^{0,3}}$$

$$f = \frac{1,15}{30,50^{0,3}} = 0,40$$

$$d2 = \frac{30,50^2}{254 * 0,41}$$

$$d2 = 8,93m$$

$$dp = 29,76 \approx 30m$$

4.1.4.3. CÁLCULO DE DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

La distancia de visibilidad de adelantamiento es la sumatoria de cuatro distancias separadas.

$$dr = d1 + d2 + d3 + d4$$

La distancia preliminar de demora d1 se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$d1 = 0,278 * t1 * (V - m + a \frac{t1}{2})$$

$$d1 = 0,278 * 2,5 * (44 - 15 + 2,25 \frac{2,5}{2})$$

$$d1 = 22,10m$$

m = 15,00 km/h (tabla 14)

a = 2,25 km/s (NEVI-12 Volumen 2A pag. 131)

v = 44 km/s (tabla 14)

t1 = 2,5s (NEVI-12 Volumen 2A pag. 131)

Distancia de adelantamiento **d2**:

$$d2 = 0,278 * v$$

$$d2 = 0,278 * 44 * 9,30$$

$$\mathbf{d2 = 113,76m}$$

Distancia de seguridad d3. Asumimos un valor de **35m**.

Distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario d4.

$$d4$$

$$d4 = 0,18 * 29 * 9,3$$

$$\mathbf{d4 = 40,55m}$$

v = 29 km/s (tabla 14)

$$\mathbf{d = 219,41m \approx 220m}$$

4.1.4.4. RADIO MÍNIMO

El radio mínimo a utilizarse es de **25 m** con un grado de curvatura de 45°50', con ángulo de fricción máxima de 0,17, según la tabla 16. El peralte se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada para contrarrestar las fuerzas centrífugas en este caso es del **10%** por ser zona montañosa, según Tabla 15.

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

$$R = \frac{30^2}{127 * (0,10 + 0,17)}$$

R = 25 m recomendado por la NEVI-12 del MTOP

4.1.4.4.1. CÁLCULO TIPO DE CURVAS HORIZONTALES

DATOS:

Abscisa (PI) = 0+084.32 m.

R = 300 m.

$\alpha = 2^{\circ}49'23,99''$

a) Tangente del arco circular. En función del Radio

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

$$T = 300 \text{ m} * \tan\left(\frac{2^\circ 49' 23.99''}{2}\right)$$

$$T = 7,393 \text{ m}$$

b) Longitud de la cuerda larga. En función del radio.

$$CL = 2 * R * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$CL = 2 * 300 \text{ m} * \sin\left(\frac{2^\circ 49' 23.99''}{2}\right)$$

$$CL = 14.781 \text{ m}$$

c) Longitud de la external.

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

$$E = 300 \text{ m} * \left(\frac{1}{\cos\frac{2^\circ 49' 23.99''}{2}} - 1\right)$$

$$E = 0.091 \text{ m}$$

d) Longitud de la ordenada media o flecha.

$$M = R * \left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$M = 300 \text{ m} * \left(1 - \cos\frac{2^\circ 49' 23.99''}{2}\right)$$

$$M = 0.091 \text{ m}$$

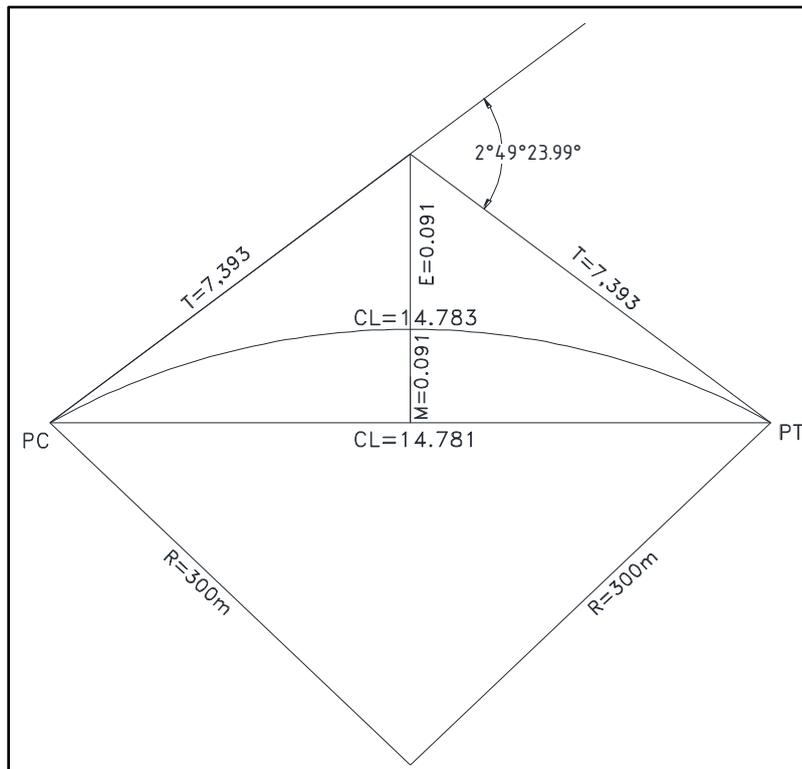
e) Longitud del arco de curva circular. En función del radio.

$$Lc = 2 * R * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$Lc = 2 * 300 \text{ m} * \sin\left(\frac{2^{\circ}49'23.99''}{2}\right)$$

$$Lc = 14.783 \text{ m}$$

f) Cuadro replanteo de la curva simple.



4.1.4.4.2. CÁLCULO TIPO CURVAS HORIZONTALES DE TRANSICIÓN

DATOS:

$$L_e = 40\text{m}$$

$$R = 80 \text{ m}$$

$$\alpha = 91^{\circ}13'22.23''$$

ARCO ESPIRAL

a) Ley de la curva Clotoide (Parámetro de la curva espiral)

$$A = \sqrt{Le * R}$$

$$A = \sqrt{40m * 80m}$$

$$A = 56,569 \text{ m}$$

b) Coordenadas EC de X , Y (coordenadas rectangulares desde TE)

$$\delta e = \frac{Le}{2R} \quad \delta e = 0.25$$

$$Xe = Le * \left(1 - \frac{\delta e^2}{10} + \frac{\delta e^4}{216} - \frac{\delta e^6}{9360} + \frac{\delta e^8}{685440} \right)$$

$$Xe = 40m * \left(1 - \frac{0.25^2}{10} + \frac{0.25^4}{216} - \frac{0.25^6}{9360} + \frac{0.25^8}{685440} \right)$$

$$Xe = 39,751 \text{ m}$$

$$Ye = Le * \left(\frac{\delta e}{3} + \frac{\delta e^3}{42} - \frac{\delta e^5}{1320} + \frac{\delta e^7}{75600} \right)$$

$$Ye = 40m * \left(\frac{0.25}{3} + \frac{0.25^3}{42} - \frac{0.25^5}{1320} + \frac{0.25^7}{75600} \right)$$

$$Ye = 3,318 \text{ m}$$

c) Ángulo al centro de la espiral en función de la longitud Le.

$$\theta e = \frac{90 * Le}{\pi * R}$$

$$\theta e = \frac{90 * 40m}{\pi * 80m}$$

$$\theta e = 14^\circ 19' 26.2016''$$

d) Tangente corta de la espiral.

$$Tc = \frac{Ye}{\text{Sen}\theta e}$$

$$T_c = \frac{3.318 \text{ m}}{\text{Sen}(14^\circ 19' 26.2016'')}$$

$$T_c = 13,413 \text{ m}$$

e) Tangente larga de la espiral

$$T_L = X_e - \frac{Y_e}{\text{Tan}\theta_e}$$

$$T_L = 39.751 \text{ m} - \frac{3.318 \text{ m}}{\text{Tan}(14^\circ 19' 26.2016'')}$$

$$T_L = 26,754 \text{ m}$$

f) Desplazamiento del arco circular con respecto a la tangente.

$$P = Y_e - R * (1 - \text{Cos}\theta_e)$$

$$P = 3.318 \text{ m} - 80 \text{ m} * (1 - \text{Cos}(14^\circ 19' 26.2016''))$$

$$P = 0,831 \text{ m}$$

g) Abscisa del PC desplazado, medido desde TE

$$K = X_e - R * (\text{Sen}\theta_e)$$

$$K = 39.751 \text{ m} - 80 \text{ m} * \text{Sen}(14^\circ 19' 26.2016'')$$

$$K = 19,958 \text{ m}$$

ARCO CIRCULAR

h) Tangente del arco circular. En función del Radio

$$\alpha_c = 62^\circ 34' 29.8262$$

$$T = R * \text{Tan}\left(\frac{\alpha_c}{2}\right)$$

$$T = 80 \text{ m} * \text{Tan}\left(\frac{62^\circ 34' 29.8262''}{2}\right)$$

$$T = 48,617 \text{ m}$$

i) Longitud de la cuerda larga. En función del radio.

$$CL = 2 * R * \text{Sin}\left(\frac{\alpha c}{2}\right)$$

$$CL = 2 * 80 \text{ m} * \text{Sin}\left(\frac{62^\circ 34' 29.8262''}{2}\right)$$

$$CL = 83,093 \text{ m}$$

j) Longitud de la external.

$$E = R * \left(\frac{1}{\text{Cos}\frac{\alpha c}{2}} - 1\right)$$

$$E = 475 \text{ m} * \left(\frac{1}{\text{Cos}\frac{62^\circ 34' 29.8262''}{2}} - 1\right)$$

$$E = 13,614 \text{ m}$$

k) Longitud de la ordenada media o flecha.

$$M = R * \left(1 - \text{Cos}\frac{\alpha c}{2}\right)$$

$$M = 475 \text{ m} * \left(1 - \text{Cos}\frac{62^\circ 34' 29.8262''}{2}\right)$$

$$M = 11,634 \text{ m}$$

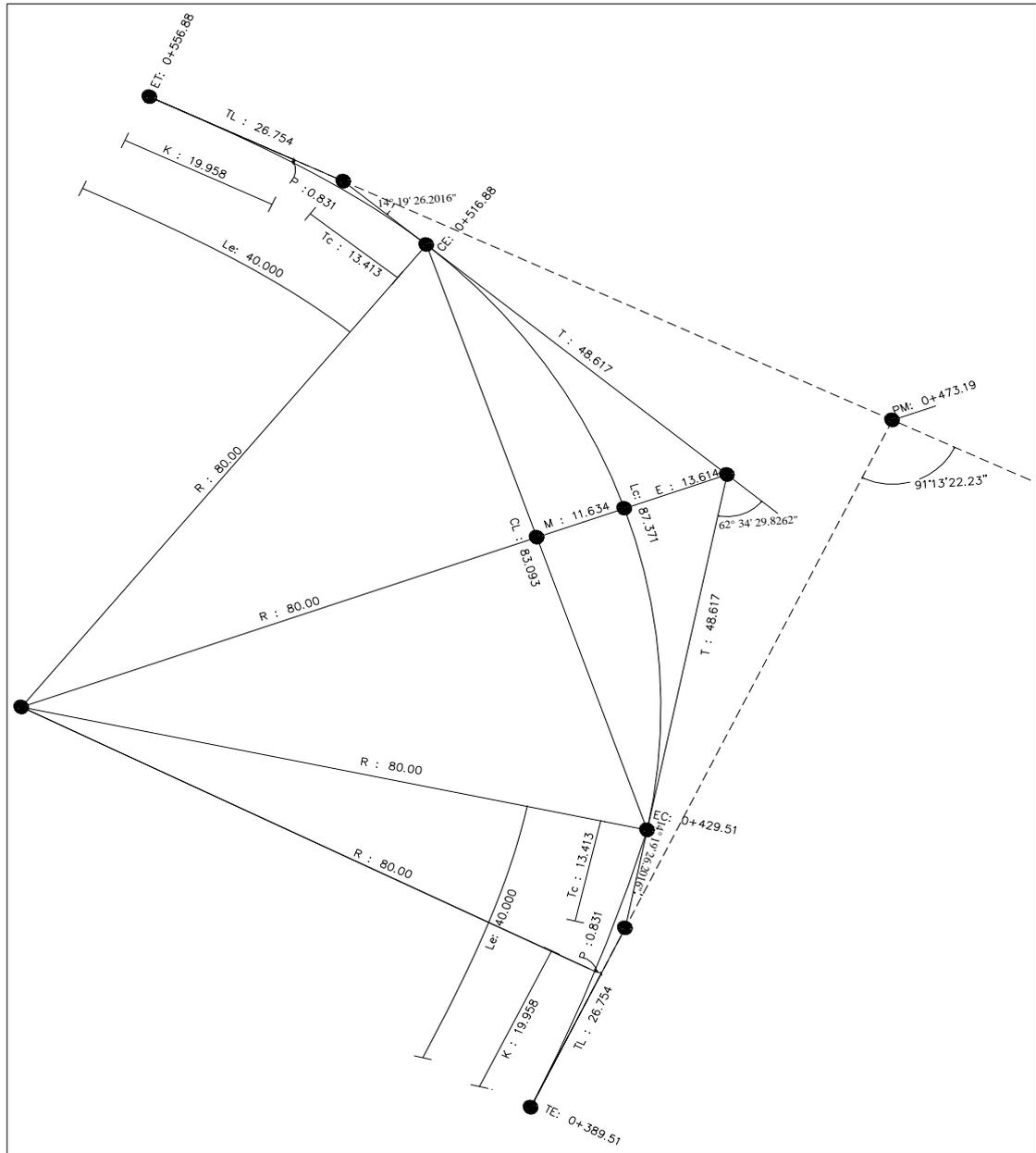
l) Longitud del arco de curva circular. En función del radio.

$$Lc = 2 * R * \text{Sin}\left(\frac{\alpha c}{2}\right)$$

$$Lc = 2 * 475 \text{ m} * \text{Sin}\left(\frac{62^\circ 34' 29.8262''}{2}\right)$$

$$L_c = 87,371 \text{ m}$$

m) Cuadro replanteo de la curva de transición.



4.1.4.5. PERALTE

A continuación se muestra un cálculo tipo de la Sobreelevación que produce el peralte e:

$$h = e * a$$

Datos:

$$e = 10\%$$

a = 6.00 m. ancho calzada

$$h = 0,60m$$

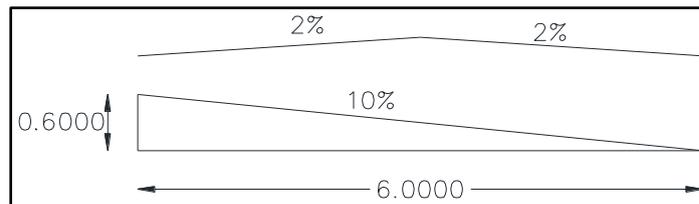


Figura 112. Cálculo Tipo de Sobreelevación

Fuente: NEVI-12-MTOP Volumen N°2-Libro A

4.1.4.6. LONGITUD DE TRANSICIÓN MÍNIMA

Es el valor considerado como mínimo absoluto que puede utilizarse solamente para caminos con relieve montañoso difícil, especialmente en las zonas de estribaciones y cruce de la cordillera de los Andes.

$$L_e = 0.56 * V \left(\frac{km}{h} \right)$$

$$L_e = 0.56 * 30$$

$$L_e = 17 m$$

Tabla 118. Resumen de datos de tangentes

Fuente: Ruth Puluche

DATOS DE TANGENTES						
LINEA	LONGITUD	RUMBO	P. INICIAL	P. FINAL	ABS. INICIAL	ABS. FINAL
L1	75.69	S8°25'27.46"E	(776702.02,9826643.84)	(776713.10,9826568.96)	0+000.00	0+075.69
L2	162.54	S5°36'03.70"E	(776715.20,9826551.85)	(776731.07,9826390.08)	0+092.94	0+255.48
L3	40.4	S31°56'17.52"W	(776718.61,9826336.82)	(776697.24,9826302.54)	0+311.17	0+351.57
L4	73.46	S9°17'36.87"W	(776688.97,9826285.50)	(776654.01,9825517.39)	0+370.54	0+444.00
L5	136.19	S2°05'49.18"E	(776644.73,9826092.99)	(776649.71,9825956.89)	0+569.68	0+705.88
L6	96.62	S42°56'20.67"E	(776663.08,9825924.66)	(776728.90,9825853.92)	0+741.52	0+838.14
L7	63.88	S54°20'42.01"E	(776758.73,9825827.66)	(776810.64,9825790.42)	0+877.96	0+941.83
L8	80.15	S18°31'43.93"E	(776836.20,9825755.79)	(776861.67,9825679.80)	0+985.59	1+065.74
L9	35.02	S2°22'13.44"E	(776865.24,9825660.45)	(776866.69,9825625.46)	1+085.48	1+120.50
L10	43.82	S36°05'02.19"E	(776872.42,9825609.04)	(776898.11,9825573.78)	1+138.15	1+181.77
L11	32.05	S3°43'01.56"E	(776908.15,9825546.06)	(776910.23,9825514.08)	1+211.65	1+243.70
L12	36.69	S28°59'51.85"E	(778916.59,9825492.41)	(776934.37,9825460.32)	1+266.47	1+303.15
L13	45.51	S3°19'50.65"W	(776938.20,9825443.49)	(776935.56,9825398.06)	1+320.65	1+366.15
L14	31.77	S62°24'24.92"E	(776961.78,9825351.79)	(773989.94,9825337.07)	1+422.37	1+454.14
L15	42.11	S18°55'42.97"W	(777008.76,9825269.86)	(776995.10,9825250.02)	1+509.50	1+551.62
L16	67.32	S61°17'37.22"W	(776976.48,9825227.91)	(776917.43,9825195.58)	1+581.19	1+648.51
L17	33.12	S34°59'46.21"W	(776890.32,9825171.29)	(776871.33,9825144.16)	1+685.23	1+718.34
L18	29.23	S61°09'50.39"E	(776888.17,9825071.69)	(776913.78,9825057.59)	1+802.26	1+831.49
L19	25.33	S10°02'31.19"W	(776926.34,9825031.33)	(776921.92,9825006.39)	1+862.56	1+887.89
L20	114.19	N21°50'31.74"E	(776978.51,9824990.23)	(777021.00,9825096.22)	1+974.74	2+088.93
L21	122.62	N53°01'31.98"E	(777034.05,9825113.28)	(777132.02,9825187.03)	2+110.68	2+233.30

L22	98.11	N3°14'08.88"E	(777163.77,9825246.42)	(777169.31,9825344.38)	2+302.82	2+400.93
L23	123.85	N23°36'05.29"E	(777175.01,9825368.29)	(777224.60,9825481.78)	2+425.64	2+549.49
L24	51.01	N39°50'32.75"E	(777232.03,9825493.80)	(777264.71,9825532.97)	2+637.28	2+614.68
L25	310.29	N23°39'08.28"E	(777276.56,9825552.12)	(777401.05,9825836.35)	2+683.24	2+947.57
L26	181.74	N4°43'59.89"E	(777433.29,9825963.82)	(777448.28,9826144.93)	3+079.65	3+261.39
L27	173.89	N9°36'22.86"E	(777452.40,9826176.87)	(777481.01,9826345.91)	3+291.16	3+465.04
L28	143.73	N8°16'57.63"E	(777483.89,9826364.16)	(777504.69,9826507.06)	3+512.36	3+628.76
L29	26.51	N52°40'32.53"W	(777493.98,9828534.61)	(777462.93,9826559.98)	3+660.67	3+685.77
L30	113.85	N81°04'38.26"E	(777484.40,9826613.11)	(777626.02,9826601.33)	3+783.95	3+896.07
L31	62.52	N2°05'13.01"W	(777640.90,9826623.11)	(776638.62,9826685.59)	3+939.34	4+001.86
L32	58.33	N6°56'00.06"W	(777636.94,9826706.97)	(777629.89,982764.88)	4+023.31	4+081.65
L33	35.88	N17°45'24.59"E	(777632.14,9826788.58)	(777643.08,9826822.76)	4+105.65	4+141.53
L34	85.64	N11°41'01.71"E	(777646.87,9826894.20)	(777629.53,9826978.06)	4+213.86	4+299.50

Tabla 119. Resumen de datos de curvas

Fuente: Ruth Puluche

DATOS DE CURVAS											
CURVA	RADIO	LONG.	RUMBO	CUERDA	DELTA	SECANTE	TANGENTE	PI	PC	PT	PM
C1	350.000	17.246	S°7'00'46"E	17.245	2°49'24"	0.106	8.625	0+084.32	0+075.69	0+092.94	0.106
C2	85.000	55.691	S°13'10'07"W	54.700	37°32'21"	4.774	28.886	0+284.37	0+255.48	0+311.17	4.520
C3	90.000	18.974	S°25'53'55"W	18.938	12°04'44"	0.502	9.522	0+361.09	0+351.57	0+370.54	0.500
C4	327.963	125.678	S°8'52'52"W	124.911	21°57'22"	6.114	63.620	0+507.62	0+444.00	0+569.68	6.002
C5	50.000	35.641	S°22'31'05"E	34.892	40°50'31"	3.353	18.616	0+724.49	0+705.88	0+741.52	3.142
C6	200.000	39.814	S°48'38'31"E	39.748	11°24'21"	0.995	19.973	0+858.12	0+838.14	0+877.96	0.990
C7	70.000	43.758	S°36'26'13"E	43.049	35°48'58"	3.546	22.620	0+964.45	0+941.83	0+985.48	3.391
C8	70.000	19.741	S°10'26'59"E	19.676	16°09'30"	0.702	9.937	1+075.68	1+065.74	1+085.48	0.695
C9	30.000	17.652	S°19'13'38"E	17.399	33°42'49"	1.347	9.090	1+129.59	1+120.50	1+138.15	1.289
C10	52.903	29.885	S°19'54'02"E	29.489	32°22'01"	2.183	15.353	1+197.12	1+181.77	1+211.65	2.096
C11	51.608	22.771	S°16'21'27"E	22.587	25°16'50"	1.282	11.574	1+255.27	1+243.70	1+266.47	1.251
C12	31.001	17.492	S°12'50'01"E	17.261	32°19'43"	1.276	8.986	1+312.14	1+303.15	1+320.65	1.226
C13	49.000	56.22	S°29'32'17"E	53.186	65°44'16"	9.339	31.662	1+397.81	1+366.15	1+422.37	7.844
C14	39.000	55.363	S°21'44'21"E	50.830	81°20'08"	12.417	33.507	1+487.65	1+454.14	1+509.5	9.418
C15	40.000	29.576	S°40'06'40"W	28.907	42°21'54"	2.898	15.501	1+567.12	1+551.62	1+581.19	2.703
C16	80.000	36.718	S°48'08'42"W	36.397	26°17'51"	2.154	18.868	1+667.20	1+648.51	1+685.23	2.097
C17	50.000	81.897	S°11'55'38"E	73.044	93°50'48"	23.209	53.475	1+774.03	1+720.56	1+802.26	16.595

C18	25.001	31.071	S°25'33'40"E	29.109	71°12'22"	5.748	17.901	1+849.39	1+831.49	1+862.56	4.673
C19	29.585	86.851	S°74'03'29"E	58.857	168°11'59"	258.225	286.285	2+174.17	1+887.89	1+974.74	26.544
C20	39.961	21.749	N°37'26'02"E	21.481	31°11'00"	1.527	11.151	2+100.08	2+088.93	2+110.68	1.471
C21	80.000	69.52	N°28'07'50"E	67.353	49°47'23"	8.195	37.126	2+270.42	2+233.30	2+302.82	7.433
C22	69.521	24.711	N°13'25'07"E	24.581	20°21'56"	1.113	12.487	2+413.42	2+400.93	2+425.64	1.095
C23	50.000	14.173	N°31'43'19"E	14.126	16°14'27"	0.506	7.134	2+556.63	2+549.49	2+563.67	0.501
C24	80.000	22.606	N°31'44'51"E	22.531	16°11'14"	0.805	11.379	2+626.06	2+614.68	2+637.28	0.797
C25	400.000	132.080	N°14'11'34"E	131.480	18°55'08"	5.514	66.646	3+014.22	2+947.57	3+079.65	5.439
C26	350.000	29.768	N°7'10'11"E	29.759	4°52'23"	0.317	14.893	3+276.28	3+261.39	3+291.16	0.316
C27	800.000	18.482	N°8'56'40"E	18.482	1°19'25"	0.053	9.241	3+474.29	3+465.04	3+483.53	0.053
C28	30.000	31.918	N°22'11'48"W	30.434	60°57'31"	4.810	17.657	3+644.91	3+627.25	3+659.17	4.146
C29	36.181	95.732	N°23'07'24"E	70.151	151°35'56"	111.306	142.980	3+828.66	3+685.68	3+781.42	27.305
C30	25.000	44.074	N°48'25'05"E	38.584	101°00'35"	14.307	30.333	3+925.60	3+895.27	3+939.34	9.100
C31	253.661	21.456	N°4'30'37"W	21.450	4°50'47"	0.227	10.734	4+012.59	4+001.86	4+023.31	0.227
C32	55.690	23.998	N°5'24'42"E	23.813	24°41'25"	1.318	12.188	4+093.84	4+081.65	4+105.65	1.288
C33	140.768	72.331	N°3'02'11"E	71.538	29°26'26"	4.777	36.983	4+178.51	4+141.53	4+213.86	4.620

4.1.4.7. CÁLCULO TIPO CURVAS VERTICALES

CURVA CONVEXA

PVI= 0+120,00 m

PVI Elevación= 3075,06 m

Radio = 300 m

LONGITUD DE CURVA CONVEXA.

$$Lcv = \frac{AD * S^2}{426}$$

AD = Diferencia Algebraica de Gradientes Longitudinales

S = 35 m Distancia de Visibilidad de Parada (Tabla 20)

$$AD = p - q$$

$$AD = 8,08\% - 1,54\%$$

$$AD = 6,54\%$$

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

$$Lcv = k * AD$$

Donde:

k = factor de curva cóncava	
k=	1,90 m
k =	6,00 m

se utilizó por efecto de corte y relleno

Resultado:

Lcv =	39,23 m
-------	---------

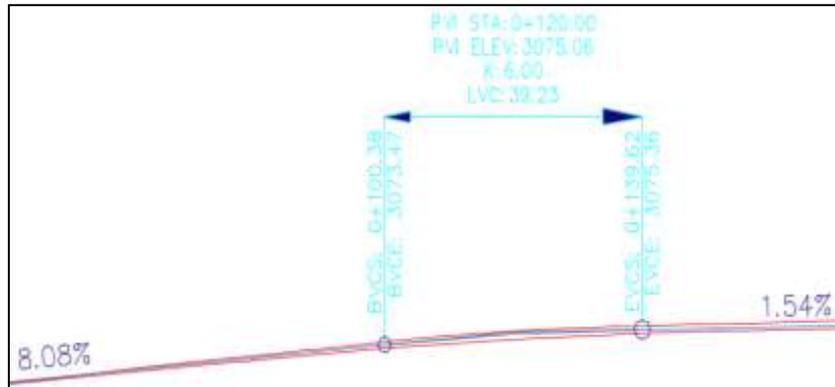


Tabla 120. Cálculo curva vertical convexa

Fuente: Ruth Puluche

4.1.4.8. TALUDES⁴²

Los taludes en arena limosas y grava (H:V), resultan estables cuando el ángulo del talud con respecto a la horizontal, es menor que el ángulo de fricción interna del material que es de aproximadamente 32° (1.6:1). En el caso de taludes formados por arenas densas, el ángulo natural de reposo es de 40°, equivalente a un talud un poco más pronunciado de (1.2:1).

4.1.4.9. SECCIONES TRANSVERSALES

Para determinar tanto las áreas y los cortes de una sección transversal es necesario dibujarla, a partir de la siguiente información:

- Diseño geométrico Horizontal
- Perfil transversal
- Ancho de banca
- Cota del terreno
- Cota sub-rasante
- Inclinación talud de corte y/o relleno
- Peralte

El valor del peralte permite una mayor exactitud en el cálculo de las áreas y de los cortes.

⁴²NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP pág. 235

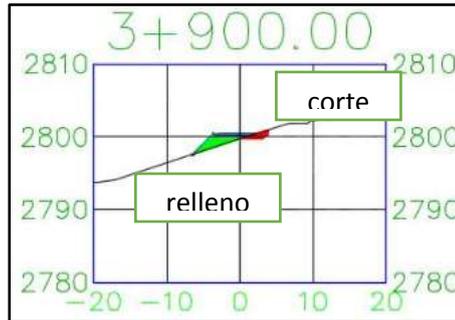


Figura 113. Sección en corte y relleno

Fuente: Ruth Puluche

4.1.4.10. DIAGRAMA DE MASAS

El diagrama de masas está compuesto por una serie de ondas y estas por ramas, la rama es ascendente en tramos donde, en el perfil longitudinal predomina el corte y es descendente en tramos donde predomina el relleno. Representación gráfica de los volúmenes de tierra de un proyecto de carreteras, que nos permite determinar la mejor forma de distribuir los cortes y rellenos.

- Se suman algebraicamente los volúmenes entre dos secciones (corte signo +, relleno signo -)
- El primer resultado se lo suma al obtenido en el siguiente y así sucesivamente
- Se procede luego a graficar dichas ordenadas en un plano cartesiano

CÁLCULO DE LA CURVA DE MASAS

El método que se utilizó es el que calcula el volumen entre dos secciones transversales continuas, multiplicando el promedio de las áreas de las secciones por las distancias que las separa.

Vacumulado = Vabscisa anterior + Vcorte en esta abscisa - Vrelleno en esta abscisa

El volumen acumulado de la curva de masas es de 458014.43m³.

Volumen de corte: 459540.71 m³

Volumen de relleno: 1526.28m³

4.1.4.11. CÁLCULO DE VOLUMENES DE OBRA

Tabla 121. Volúmenes de Obra

Fuente: Ruth Puluche

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	DIMENSIONES			TOTAL	UNIDAD
			L	A	B		
228	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	1				1	GLB
TOTAL						1	GLB
201 (1)	CAMPAMENTOS Y OBRAS CONEXAS	1				1	GLB
TOTAL						1	GLB
1	REPLANTEO Y NIVELACION		4303			4303	M
TOTAL						4.30	KM
302-1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	1	4303	7.8	1	33563.4	M2
TOTAL						3.36	HA
303-2 (1)	EXCAVACION SIN CLASIFICAR	1	458014.43			458014.43	M3
TOTAL						458014.43	M3
309-2 (2)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACION (TRANSPORTE LIBRE 500M)	1	458014.43	8.00		3664115.44	M3-KM
TOTAL						3664115.44	M3-KM
403-1	SUB BASE CLASE 3	1	4303	6	0.25	6454.5	M3
TOTAL						6454.50	M3
309-2 (2)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE CLASE 3	1	32.00			206544.00	M3-KM

						TOTAL	206544.00	M3-KM
404-1	BASE GRANULAR CLASE 3	1	4303	6	0.1	2581.8	M3	
						TOTAL	2581.80	M3
309-2(2)	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR CLASE 3	1	32.00			82617.60	M3-KM	
						TOTAL	82617.60	M3-KM
308-2(1)	ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE	1	4303	6		25818.00	M2	
						TOTAL	25818.00	M2
405-1(1)	ASFALTO MC PARA IMPRIMACION	1				38727.00	LT	
						TOTAL	38727.00	LT
405-5	CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA DE E=7.5CM	1	4303	6		25818.00	M2	
						TOTAL	25818.00	M2
307-2(1)	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS	8	1.8	1.4	2	40.32	M3	
		8	7.8	1.2	1.80	134.78	M3	
						TOTAL	175.10	M3
503-1	HORMIGON ESTRUCTURAL DE CEMENTO PORTLAND, CLASE C (F'C=210KG/CM2)	24	1.4	1.8	0.20	12.10	M3	
		16	1.8	1.8	0.20	10.37	M3	
		8	1.5	1.35	0.20	3.24	M3	
		8	1.23	1.5	0.20	2.95	M4	
		16			-	-2.51	M3	
	CUNETAS	2	4269	1	0.10	853.80	M3	
						TOTAL	879.94	M3

307-3(1)	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTOS-CUNETAS LATERALES Y ZANJAS	2	4303	0.245	1.00	1484.54	M3
TOTAL						1484.54	M3
602-(2A)a	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1.00M, E=2.5MM)	8	8			64.00	M
TOTAL						64.00	M
705-(1)	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA) (DISCONTINUA CENTRAL DE 15CM Y LINEAS DE BORDE 10CM)	3	4303			12909.00	ML
TOTAL						12909.00	ML
705-(4)	MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (BIDIRECCIONALES)	1	4303	12		358.58	UNIDAD
TOTAL						359.00	UNIDAD
705-(4)	MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (UNIDIRECCIONALES)	2	4303	12		717.17	UNIDAD
TOTAL						717.00	UNIDAD

4.1.4.12. PRESUPUESTO REFERENCIAL

Tabla 122. Presupuesto para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

INSTITUCION:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
PROYECTO:	ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA
UBICACION:	CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS
ELABORADO:	RUTH PULUCHE
FECHA:	AGOSTO DE 2016

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
	TRABAJOS EN LA VIA				
	OBRAS PRELIMINARES				
221-(1)	MOVILIZACION E INSTALACIÓN	GLB	1.00	1,890.00	1,890.00
203-(1)	CAMPAMENTO PRINCIPAL Y OBRAS CONEXAS	GLB	1.00	3,550.00	3,550.00
1	REPLANTEO Y NIVELACION	KM	4.30	199.45	857.64
302-1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	3.35	360.15	1,206.50
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
303-4 (1)	EXCAVACION SIN CLASIFICACIÓN	M3	458,014.43	2.53	1,158,776.51
309-2(2)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACION (TRANSPORTE LIBRE 500M)	M3-KM	3,664,115.44	0.28	1,025,952.32
	CALZADA				
403-1	SUB BASE CLASE 3 e=25cm	M3	6,448.50	14.10	90,923.85
309-2(2)	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE CLASE 3 e=25cm	M3-KM	206,352.00	0.28	57,778.56
404-1	BASE GRANULAR CLASE 4 e=10cm	M3	2,579.40	16.65	42,947.01
309-2(2)	TRANSPORTE DE BASE GRANULAR CLASE 4 e=10cm	M3-KM	82,540.80	0.28	23,111.42
308-2(1)	ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE	M2	25,794.00	0.58	14,960.52
405-2 (1)	ASFALTO MC PARA IMPRIMACION	LT	38,691.00	0.88	34,048.08
405-5.19	CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e=5cm	M2	25,794.00	7.45	192,165.30
	DRENAJE				
518	EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	109.44	3.93	430.10
503 (3)	HORMIGON ESTRUCTURAL DE CEMENTO PORTLAND, CLASE C (F'c=210KG/CM2)	M3	876.14	188.99	165,581.70
602-(2A)	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1.00M, E=2.5MM)	ML	40.00	223.31	8,932.40
307-3(1)	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTOS- CUNETAS LATERALES Y ZANJAS	M3	1,483.16	3.81	5,650.84
	OBRAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL				
207 (1)	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	10.00	10.65	106.50
214 (1)	SEÑALIZACION AMBIENTAL (CONCIENCIATIVA) 2.40x1.20m	U	2.00	370.04	740.08
	SEÑALIZACION PREVENTIVA				
204 (8)	VIA EN CONSTRUCCION (1.20X0.60)M	U	2.00	93.75	187.50
204 (1)	HOMBRES TRABAJANDO (0.60X0.60)M	U	2.00	43.75	87.50
	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD				
709 (1)	SEÑALES REGULATORIAS	U	4.00	137.48	549.92
709 (2)	SEÑALES PREVENTIVAS	U	36.00	137.48	4,949.28
709 (3)	SEÑALES INFORMATIVAS	U	6.00	166.34	998.04
706 (1)	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA) (DISCONTINUA CENTRAL DE 15CM Y LINEAS DE BORDE 10CM)	M	12,897.00	1.30	16,766.10
706 (3)	MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (BIDIRECCIONALES)	U	358.00	4.76	1,704.08
706 (3)	MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (UNIDIRECCIONALES)	U	717.00	4.39	3,147.63

=====

TOTAL: 2,857,999.38

SON : DOS MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE, 38/100 DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

4.1.4.12.1. MANO DE OBRA

Tabla 123. Costos de Mano de Obra para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	COSTO TOTAL
INSPECTOR DE OBRA	EO B3	3.66	173.75	635.93
TOPOGRAFO 2	EO C1	3.66	56.28	205.98
MAESTRO DE OBRA	EO C2	3.39	1,623.47	5,503.56
ALBAÑIL	EO D2	3.30	1,323.59	4,367.85
CADENERO	EO D2	3.30	160.80	530.64
CARPINTERO	EO D2	3.30	172.11	567.96
PINTOR	EO D2	3.30	0.01	0.03
AYUDANTE	EO E2	3.26	173.75	566.43
PEON	EO E2	3.26	3,095.66	10,091.85
CARGADORA FRONTAL	OP C1	3.66	393.83	1,441.42
MOTONIVELADORA	OP C1	3.66	544.41	1,992.54
PLANTA ASFALTICA	OP C1	3.66	115.83	423.94
RETROEXCAVADORA	OP C1	3.66	5,409.09	19,797.27
RODILLO VIBRATORIO LISO	OP C1	3.66	370.66	1,356.62
TRACTOR CARRILES O RUEDAS	OP C1	3.66	37.00	135.42
ACABADORA DE PAV. ASFALTICO	OP C2	3.48	115.83	403.09
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	OP C2	3.48	173.75	604.65
RODILLO AUTOPROPULSADO	OP C2	3.48	289.58	1,007.74
AYUDANTE DE MAQUINARIA	ST C3	3.35	3,085.04	10,334.88
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	4.79	12,218.03	58,524.36

TOTAL: 118,492.16

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

4.1.4.12.2. EQUIPO

Tabla 124. Tarifa de Equipos para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
CUADRO AUXILIAR: TARIFA DE EQUIPOS			
DESCRIPCION	COSTOxHORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
Herramienta menor(% total)	6,960.45		6,960.45
ALQUILER DE CASA	150.00	7.00	1,050.00
CAMION CISTERNA	10.00	76.84	768.40
CARGADORA FRONTAL	40.00	158.81	6,352.40
CASETA OBREROS	60.00	7.00	420.00
CASETA PARA OFICINA	60.00	7.00	420.00
COMPACTADOR MECANICO	3.50	50.09	175.32
CONCRETERA	5.00	1,324.82	6,624.10
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	55.00	76.84	4,226.20
EQUIPO DE HIBROLAVADO	4.00	5.34	21.36
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	5.00	29.89	149.45
ESCOBA AUTOPROPULSADA	15.00	76.84	1,152.60
INSTALACIONES ELECTRICAS Y SAN	150.00	1.00	150.00
MAQUINA TERMOPLASTICA	12.00	64.04	768.48
MOTONIVELADORA	50.00	220.28	11,014.00
MOTOSIERRA	2.00	16.65	33.30
MOVILIZACION DE RODILLO	120.00	2.00	240.00
MOVILIZACIÓN CAMIÓN CISTERNA	30.00	1.00	30.00
MOVILIZACIÓN DE CARGADOR FRONT	120.00	1.00	120.00
MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MENORE	72.00	11.00	792.00
MOVILIZACIÓN DE EXCVADORA	120.00	1.00	120.00
MOVILIZACIÓN MOTONIVELADORA	120.00	1.00	120.00
MOVILIZACIÓN TANQUERO	30.00	1.00	30.00
MOVILIZACIÓN VOLQUETA	30.00	2.00	60.00
PLANTA ASFALTICA CEDARAPIS 120	130.00	51.23	6,659.90
RETROEXCAVADORA	50.00	6,178.48	308,924.00
RODILLO NEUMATICO PS-100	35.00	51.23	1,793.05
RODILLO VIBRATORIO LISO	40.00	271.51	10,860.40
SOPLETE	2.00	5.34	10.68
TALLER DE MANTENIMIENTO DE EQU	800.00	1.00	800.00
TANQUERO	25.00	145.94	3,648.50
TERMINADORA DE ASFALTO BARBER	50.00	256.14	12,807.00
TRACTOR DE ORUGA	50.00	16.65	832.50
VIBRADOR	5.00	1,324.82	6,624.10
VOLQUETA	20.00	8,631.45	172,629.00

TOTAL: 567,387.19

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

4.1.4.12.3. LISTA DE MATERIALES

Tabla 125. Tarifa de Materiales para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
CUADRO AUXILIAR: COSTOS DE MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
ADITIVO PARA HORMIGON	LT	1.50	34.42	51.63
AGUA	M3	1.25	474.78	593.48
ARENA PARA HORMIGON	M3	12.00	26.50	318.00
ASFALTO	KG	0.35	463,334.40	162,167.04
ASFALTO RC-250	LT	0.35	65,156.40	22,804.74
BASE GRANULAR CLASE 4	M3	10.00	11,815.03	118,150.30
CAMPAMENTOS Y OBRAS CONEXAS	GLB	3,500.00	1.00	3,500.00
CEMENTO PORTLAND	KG	0.15	21,562.75	3,234.41
CLAVOS	KG	2.20	86.22	189.68
DIESEL	GAL	1.00	44,885.52	44,885.52
DISOLVENTE XISOL	KG	5.00	0.02	0.10
EPOXICO PARA TACHAS	gl	90.00	0.02	1.80
ESTACAS DE MADERA	U	0.25	804.00	201.00
MATERIAL PARA CARPETA	M3	15.00	4,054.18	60,812.70
MEZCLA ASFALTICA	M3	0.40	92,087.71	36,835.08
MOJONES DE HORMIGON	U	1.00	16.08	16.08
MOVILIZACION EQUIPOS	GLB	1,500.00	1.00	1,500.00
PINTURA	GAL	13.22	0.80	10.58
PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO C	GLN	25.00	0.03	0.75
RIPIO PARA HORMIGON	M3	12.00	39.77	477.24
SEÑAL INFORMATIVA 2.10X2.10M	U	120.00	1.00	120.00
SEÑAL PREVENTIVA DE 0.60X0.60M	U	100.00	1.00	100.00
SEÑAL PREVENTIVA HOMBRES TRABAJANDO 0.60X0.60	U	35.00	1.00	35.00
SEÑAL PREVENTIVA VIA EN CONSTRUCCION 1.20X0.60M	U	75.00	1.00	75.00
SEÑAL REGULATORIA DE 0.60X0.60M	U	100.00	1.00	100.00
SEÑALES AMBIENTALES	U	290.00	1.00	290.00
SUB BASE CLASE 3	M3	8.00	11,815.03	94,520.24
TABLA DE ENCOFRADO	U	2.40	265.05	636.12
TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCION	u	3.20	1.00	3.20
TACHAS REFLECTIVAS UNIDIRECCION	u	2.90	1.00	2.90
TIRAS DE MADERA (4*1*240 CM)	U	0.70	192.76	134.93
TUBERIA DE ACERO CORRUGADO D=1.00M, E=2.5MM	M	170.00		

TOTAL: 551,767.52

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

4.1.4.12.4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO					
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS					
RUBRO : MOVILIZACION E INSTALACIÓN					
UNIDAD: GLB					
ITEM : 221-(1)					
FECHA : JULIO DE 2016					
ESPECIFICACIONES:					
EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
MOVILIZACION DE RODILLO	2.00	120.00	240.00	1.000	240.00
MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS MENORE	11.00	72.00	792.00	1.000	792.00
MOVILIZACIÓN DE CARGADOR FRONT	1.00	120.00	120.00	1.000	120.00
MOVILIZACIÓN DE EXCVADORA	1.00	120.00	120.00	1.000	120.00
MOVILIZACIÓN MOTONIVELADORA	1.00	120.00	120.00	1.000	120.00
MOVILIZACIÓN CAMIÓN CISTERNA	1.00	30.00	30.00	1.000	30.00
MOVILIZACIÓN VOLQUETA	2.00	30.00	60.00	1.000	60.00
MOVILIZACIÓN TANQUERO	1.00	30.00	30.00	1.000	30.00
					=====
SUBTOTAL M					1,512.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
					=====
SUBTOTAL N					0.00
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
					=====
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					=====
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,512.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)					25.00 378.00
OTROS INDIRECTOS(%)					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,890.00
VALOR UNITARIO					1,890.00
SON: UN MIL OCHOCIENTOS NOVENTA DÓLARES					
NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
RUTH PULUCHE					
ELABORADO					

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : CAMPAMENTO PRINCIPAL Y OBRAS CONEXAS

UNIDAD: GLB

ITEM : 203-(1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
ALQUILER DE CASA	7.00	150.00	1,050.00	1.000	1,050.00
TALLER DE MANTENIMIENTO DE EQU	1.00	800.00	800.00	1.000	800.00
CASETA PARA OFICINA	7.00	60.00	420.00	1.000	420.00
CASETA OBREROS	7.00	60.00	420.00	1.000	420.00
INSTALACIONES ELECTRICAS Y SAN	1.00	150.00	150.00	1.000	150.00
					=====
SUBTOTAL M					2,840.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
					=====
SUBTOTAL N					0.00

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
					=====
SUBTOTAL O					0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
					=====
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,840.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	710.00
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,550.00
VALOR UNITARIO	3,550.00

SON: TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA DÓLARES

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACION

UNIDAD: KM

ITEM : 1

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					4.58
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	1.00	5.00	5.00	7.000	35.00
					=====
SUBTOTAL M					39.58

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
TOPOGRAFO 2	EO C1	1.00	3.66	3.66	7.000	25.62
CADENERO	EO D2	2.00	3.30	6.60	10.000	66.00
					=====	
SUBTOTAL N					91.62	

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
ESTACAS DE MADERA	U	100.000	0.25	25.00
CLAVOS	KG	0.020	2.20	0.04
MOJONES DE HORMIGON	U	2.000	1.00	2.00
PINTURA	GAL	0.100	13.22	1.32
				=====
SUBTOTAL O				28.36

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	159.56
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	39.89
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	199.45
VALOR UNITARIO	199.45

SON: CIENTO NOVENTA Y NUEVE DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

UNIDAD: HA

ITEM : 302-1

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.34
TRACTOR DE ORUGA	1.00	50.00	50.00	5.000	250.00
MOTOSIERRA	1.00	2.00	2.00	5.000	10.00
					=====
SUBTOTAL M					261.34

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
PEON	EO E2	2.00	3.26	6.52	1.300	8.48
TRACTOR CARRILES O RUEDAS	OP C1	1.00	3.66	3.66	5.000	18.30
						=====
SUBTOTAL N						26.78

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	288.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	72.03
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	360.15
VALOR UNITARIO	360.15

SON: TRESCIENTOS SESENTA DÓLARES CON QUINCE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : EXCAVACION SIN CLASIFICACIÓN

UNIDAD: M3

ITEM : 303-4 (1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
RETROEXCAVADORA	1.00	50.00	50.00	0.025	1.25
VOLQUETA	1.00	20.00	20.00	0.025	0.50
					=====
SUBTOTAL M					1.76

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
RETROEXCAVADORA	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.025	0.09
AYUDANTE DE MAQUINARIA	ST C3	1.00	3.35	3.35	0.015	0.05
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	1.00	4.79	4.79	0.025	0.12
						=====
SUBTOTAL N						0.26

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.02
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.51
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.53
VALOR UNITARIO	2.53

SON: DOS DÓLARES CON CINCUENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACION (TRANSPORTE LIBRE 500M)

UNIDAD: M3-KM

ITEM : 309-2(2)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
VOLQUETA	1.00	20.00	20.00	0.009	0.18
					=====
SUBTOTAL M					0.18

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1 1.00	4.79	4.79	0.009	0.04
					=====
SUBTOTAL N					0.04

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.22
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.06
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.28
VALOR UNITARIO	0.28

SON: VEINTE Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : SUB BASE CLASE 3 e=25cm

UNIDAD: M3

ITEM : 403-1

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	50.00	0.016	0.80
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
TANQUERO	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
VOLQUETA	1.00	20.00	20.00	0.012	0.24
CARGADORA FRONTAL	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48

SUBTOTAL M

2.56

MANO DE OBRA

DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MOTONIVELADORA	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
RODILLO VIBRATORIO LISO	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
CARGADORA FRONTAL	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.020	0.07
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.008	0.03
PEON	EO E2	2.00	3.26	6.52	0.020	0.13
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	2.00	4.79	9.58	0.015	0.14

SUBTOTAL N

0.53

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUB BASE CLASE 3	M3	1.020	8.00	8.16
AGUA	M3	0.020	1.25	0.03

SUBTOTAL O

8.19

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				0.00

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 11.28

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 2.82

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 14.10

VALOR UNITARIO 14.10

SON: CATORCE DÓLARES CON DIEZ CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : BASE GRANULAR CLASE 4 e=10cm

UNIDAD: M3

ITEM : 404-1

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	50.00	0.016	0.80
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	40.00	40.00	0.016	0.64
TANQUERO	1.00	25.00	25.00	0.016	0.40
VOLQUETA	1.00	20.00	20.00	0.012	0.24
CARGADORA FRONTAL	1.00	40.00	40.00	0.012	0.48
SUBTOTAL M					2.56

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MOTONIVELADORA	OP C1 1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
RODILLO VIBRATORIO LISO	OP C1 1.00	3.66	3.66	0.016	0.06
CARGADORA FRONTAL	OP C1 1.00	3.66	3.66	0.012	0.04
ALBAÑIL	EO D2 1.00	3.30	3.30	0.020	0.07
MAESTRO DE OBRA	EO C2 1.00	3.39	3.39	0.008	0.03
PEON	EO E2 2.00	3.26	6.52	0.020	0.13
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1 2.00	4.79	9.58	0.015	0.14
SUBTOTAL N					0.53

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
BASE GRANULAR CLASE 4	M3	1.020	10.00	10.20
AGUA	M3	0.020	1.25	0.03
SUBTOTAL O				10.23

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	3.33
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16.65
VALOR UNITARIO	16.65

SON: DIECISEIS DÓLARES CON SESENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE

UNIDAD: M2

ITEM : 308-2(1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
MOTONIVELADORA	1.00	50.00	50.00	0.003	0.15
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	40.00	40.00	0.003	0.12
CAMION CISTERNA	1.00	10.00	10.00	0.003	0.03
SUBTOTAL M					0.31

MANO DE OBRA

DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MOTONIVELADORA	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.003	0.01
RODILLO AUTOPROPULSADO	OP C2	1.00	3.48	3.48	0.003	0.01
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	1.00	4.79	4.79	0.003	0.01
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.003	0.01
PEON	EO E2	4.00	3.26	13.04	0.003	0.04
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.020	0.07
SUBTOTAL N					0.15	

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.46
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.12
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.58
VALOR UNITARIO	0.58

SON: CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : ASFALTO MC PARA IMPRIMACION

UNIDAD: LT

ITEM : 405-2 (1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1.00	55.00	55.00	0.002	0.11
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1.00	15.00	15.00	0.002	0.03
					=====
SUBTOTAL M					0.14

MANO DE OBRA

DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
INSPECTOR DE OBRA	EO B3	1.00	3.66	3.66	0.002	0.01
AYUDANTE	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.002	0.01
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.002	0.01
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	1.00	4.79	4.79	0.002	0.01
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	OP C2	1.00	3.48	3.48	0.002	0.01
					=====	
SUBTOTAL N					0.05	

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ASFALTO RC-250	LT	0.750	0.35	0.26
DIESEL	GAL	0.250	1.00	0.25
				=====
SUBTOTAL O				0.51

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0.70
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	0.18
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.88
VALOR UNITARIO		0.88

SON: OCHENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : CAPA DE RODADURA DE HORMIGON ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA e=5cm

UNIDAD: M2

ITEM : 405-5.19

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
PLANTA ASFALTICA CEDARAPIS 120	1.00	130.00	130.00	0.002	0.26
TERMINADORA DE ASFALTO BARBER	1.00	50.00	50.00	0.010	0.50
RODILLO VIBRATORIO LISO	1.00	40.00	40.00	0.002	0.08
RODILLO NEUMATICO PS-100	1.00	35.00	35.00	0.002	0.07
CARGADORA FRONTAL	1.00	40.00	40.00	0.002	0.08
					=====
SUBTOTAL M					0.99

MANO DE OBRA

DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
ACABADORA DE PAV. ASFALTICO	OP C2	1.00	3.48	3.48	0.002	0.01
PLANTA ASFALTICA	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.002	0.01
CARGADORA FRONTAL	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.002	0.01
RODILLO AUTOPROPULSADO	OP C2	1.00	3.48	3.48	0.002	0.01
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.002	0.01
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.010	0.03
					=====	
SUBTOTAL N						0.08

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
ASFALTO	KG	8.000	0.35	2.80
MATERIAL PARA CARPETA	M3	0.070	15.00	1.05
DIESEL	GAL	0.400	1.00	0.40
MEZCLA ASFALTICA	M3	1.590	0.40	0.64
				=====
SUBTOTAL O				4.89

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5.96
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	1.49
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		7.45
VALOR UNITARIO		7.45

SON: SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS

UNIDAD: M3

ITEM : 518

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
RETROEXCAVADORA	1.00	50.00	50.00	0.045	2.25
COMPACTADOR MECANICO	1.00	3.50	3.50	0.030	0.11
					=====
SUBTOTAL M					2.40

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
RETROEXCAVADORA	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.045	0.16
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.085	0.28
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.045	0.15
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.045	0.15
					=====	
SUBTOTAL N					0.74	

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
				=====
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	25.00	0.79
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.93
VALOR UNITARIO		3.93

SON: TRES DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : HORMIGON ESTRUCTURAL DE CEMENTO PORTLAND, CLASE C (FC=210KG/CM2)

UNIDAD: M3

ITEM : 503 (3)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.30
CONCRETERA	1.00	5.00	5.00	1.500	7.50
VIBRADOR	1.00	5.00	5.00	1.500	7.50
					=====
SUBTOTAL M					17.30

MANO DE OBRA

DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.500	1.70
ALBAÑIL	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.500	9.90
CARPINTERO	EO D2	2.00	3.30	6.60	1.500	9.90
PEON	EO E2	5.00	3.26	16.30	1.500	24.45
					=====	
SUBTOTAL N					45.95	

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
AGUA	M3	0.196	1.25	0.25
ARENA PARA HORMIGON	M3	0.460	12.00	5.52
CEMENTO PORTLAND	KG	375.000	0.15	56.25
RIPIO PARA HORMIGON	M3	0.690	12.00	8.28
TABLA DE ENCOFRADO	U	4.620	2.40	11.09
TIRAS DE MADERA (4*1*240 CM)	U	3.360	0.70	2.35
CLAVOS	KG	1.500	2.20	3.30
ADITIVO PARA HORMIGON	LT	0.600	1.50	0.90
				=====
SUBTOTAL O				87.94

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	151.19
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	37.80
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	188.99
VALOR UNITARIO	188.99

SON: CIENTO OCHENTA Y OCHO DÓLARES CON NOVENTA Y NUEVE CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1.00M, E=2.5MM)

UNIDAD:

ITEM : 602-(2A)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.41
					=====
SUBTOTAL M					0.41

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
PEON	EO E2 3.00	3.26	9.78	0.500	4.89
ALBAÑIL	EO D2 1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
MAESTRO DE OBRA	EO C2 1.00	3.39	3.39	0.500	1.70
					=====
SUBTOTAL N					8.24

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
TUBERIA DE ACERO CORRUGADO D=1.00M, E=2.5MM	M	1.000	170.00	170.00
				=====
SUBTOTAL O				170.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	178.65
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	44.66
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	223.31
VALOR UNITARIO	223.31

SON: DOSCIENTOS VEINTE Y TRES DÓLARES CON TREINTA Y UN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUSAMIENTOS-CUNETAS LATERALES Y ZANJAS

UNIDAD: M3

ITEM : 307-3(1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
RETROEXCAVADORA	1.00	50.00	50.00	0.045	2.25
COMPACTADOR MECANICO	1.00	3.50	3.50	0.030	0.11
					=====
SUBTOTAL M					2.39

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
RETROEXCAVADORA	OP C1	1.00	3.66	3.66	0.045	0.16
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.086	0.28
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.020	0.07
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.045	0.15
					=====	
SUBTOTAL N						0.66

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.76
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.81
VALOR UNITARIO	3.81

SON: TRES DÓLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : AGUA PARA CONTROL DE POLVO

UNIDAD: M3

ITEM : 207 (1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.10
TANQUERO	1.00	25.00	25.00	0.250	6.25
					=====
SUBTOTAL M					6.35

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
CHOFER LICENCIA TIPO E	TE C1	1.00	4.79	4.79	0.250	1.20
AYUDANTE DE MAQUINARIA	ST C3	1.00	3.35	3.35	0.250	0.84
						=====
SUBTOTAL N						2.04

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
AGUA		M3	0.100	1.25	0.13
					=====
SUBTOTAL O					0.13

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
					=====
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.52
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	2.13
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.65
VALOR UNITARIO	10.65

SON: DIEZ DÓLARES CON SESENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : SEÑALIZACION AMBIENTAL (CONCIENCIATIVA) 2.40x1.20m

UNIDAD: U

ITEM : 214 (1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.29
					=====

SUBTOTAL M

0.29

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	1.000	3.26
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.750	2.48
						=====

SUBTOTAL N

5.74

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SEÑALES AMBIENTALES	U	1.000	290.00	290.00
				=====

SUBTOTAL O

290.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 296.03

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 74.01

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 370.04

VALOR UNITARIO 370.04

SON: TRESCIENTOS SETENTA DÓLARES CON CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : VIA EN CONSTRUCCION (1.20X0.60)M

UNIDAD: U

ITEM : 204 (8)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 0% de M.O.					0.00
					=====
SUBTOTAL M					0.00

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
					=====
SUBTOTAL N					0.00

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SEÑAL PREVENTIVA VIA EN CONSTRUCCION 1.20X0.60M	U	1.000	75.00	75.00
				=====
SUBTOTAL O				75.00

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	75.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	18.75
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	93.75
VALOR UNITARIO	93.75

SON: NOVENTA Y TRES DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : SEÑALES REGULATORIAS

UNIDAD: U

ITEM : 709 (1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.35
					=====

SUBTOTAL M

0.35

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.100	0.34
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	1.000	3.30
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	1.000	3.26
						=====

SUBTOTAL N

6.90

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SEÑAL REGULATORIA DE 0.60X0.60M	U	1.000	100.00	100.00
AGUA	M3	0.025	1.25	0.03
ARENA PARA HORMIGON	M3	0.025	12.00	0.30
CEMENTO PORTLAND	KG	12.000	0.15	1.80
RIPIO PARA HORMIGON	M3	0.050	12.00	0.60
				=====

SUBTOTAL O

102.73

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 109.98

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 27.50

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 137.48

VALOR UNITARIO 137.48

SON: CIENTO TREINTA Y SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : SEÑALES PREVENTIVAS

UNIDAD: U

ITEM : 709 (2)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.35
					=====

SUBTOTAL M

0.35

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.100	0.34
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	3.30	1.000	3.30
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	1.000	3.26
						=====

SUBTOTAL N

6.90

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SEÑAL PREVENTIVA DE 0.60X0.60M	U	1.000	100.00	100.00
AGUA	M3	0.025	1.25	0.03
ARENA PARA HORMIGON	M3	0.025	12.00	0.30
CEMENTO PORTLAND	KG	12.000	0.15	1.80
RIPIO PARA HORMIGON	M3	0.050	12.00	0.60
				=====

SUBTOTAL O

102.73

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 109.98

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 27.50

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 137.48

VALOR UNITARIO 137.48

SON: CIENTO TREINTA Y SIETE DÓLARES CON CUARENTA Y OCHO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : SEÑALES INFORMATIVAS

UNIDAD: U

ITEM : 709 (3)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.37

SUBTOTAL M

0.37

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	0.250	0.85
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.30	1.000	3.30
PEON	EO E2	1.00	3.26	1.000	3.26

SUBTOTAL N

7.41

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
SEÑAL INFORMATIVA 2.10X2.10M	U	1.000	120.00	120.00
AGUA	M3	0.035	1.25	0.04
ARENA PARA HORMIGON	M3	0.045	12.00	0.54
CEMENTO PORTLAND	KG	25.000	0.15	3.75
RIPIO PARA HORMIGON	M3	0.080	12.00	0.96

SUBTOTAL O

125.29

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				0.00

SUBTOTAL P

0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) 133.07

INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00 33.27

OTROS INDIRECTOS(%) 0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO 166.34

VALOR UNITARIO 166.34

SON: CIENTO SESENTA Y SEIS DÓLARES CON TREINTA Y CUATRO CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA) (DISCONTINUA CENTRAL DE 15CM Y LINEAS DE BORDE 10CM)

UNIDAD: M

ITEM : 706 (1)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

<i>DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
MAQUINA TERMOPLASTICA	1.00	12.00	12.00	0.005	0.06
					=====
SUBTOTAL M					0.06

MANO DE OBRA

<i>DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.005	0.02
PINTOR	EO D2	1.00	3.30	3.30	0.005	0.02
						=====
SUBTOTAL N						0.04

MATERIALES

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
PINTURA ESMALTE PARA TRAFICO C	GLN	0.033	25.00	0.83
DISOLVENTE XISOL	KG	0.021	5.00	0.11
				=====
SUBTOTAL O				0.94

TRANSPORTE

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO</i>
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.04
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.26
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.30
VALOR UNITARIO	1.30

SON: UN DÓLAR CON TREINTA CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE

ELABORADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DE LA VIA QUE COMUNICA EL SECTOR CUATRO ESQUINAS CON LA COMUNIDAD DE SANTA VELA-CANTON PENIPE - PARROQUIAS SAN ANTONIO DE BAYUSHIG Y MATUS

RUBRO : MARCAS SOBRESALIENTES DEL PAVIMENTO (BIDIRECCIONALES)

UNIDAD: U

ITEM : 706 (3)

FECHA : JULIO DE 2016

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
SOPLETE	1.00	2.00	2.00	0.005	0.01
EQUIPO DE HIBROLAVADO	1.00	4.00	4.00	0.005	0.02
					=====
SUBTOTAL M					0.03

MANO DE OBRA

DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	EO E2	1.00	3.26	3.26	0.005	0.02
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	3.39	3.39	0.005	0.02
					=====	
SUBTOTAL N					0.04	

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCION	u	1.000	3.20	3.20
EPOXICO PARA TACHAS	gl	0.006	90.00	0.54
				=====
SUBTOTAL O				3.74

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.81
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 25.00	0.95
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.76
VALOR UNITARIO	4.76

SON: CUATRO DÓLARES CON SETENTA Y SEIS CENTAVOS

NOTA: ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

RUTH PULUCHE
 ELABORADO

4.1.4.13. CRONOGRAMA DE OBRA

Tabla 126. Cronograma para el Estudio y Diseño de la Vía Matus – Santa Vela

Fuente: Ruth Puluche

4.1.4.14. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

Tabla 127. Señalización Preventiva

Fuente: Ruth Puluche

NRO.	ABSCISA	SEÑAL
001	00+240	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
002	00+570	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
003	00+690	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
004	00+760	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
005	00+920	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
006	01+000	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
007	01+030	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
008	01+100	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
009	01+100	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
010	01+230	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
011	01+220	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
012	01+340	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
013	01+340	CURVA Y CONTRA PELIGROSA IZQ. - DER
014	01+530	CURVA Y CONTRA PELIGROSA IZQ. - DER
015	01+530	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
016	01+700	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
017	01+710	CURVA Y CONTRA PELIGROSA IZQ. - DER
018	01+880	CURVA Y CONTRA PELIGROSA IZQ. - DER
019	01+880	CURVA EN U IZQUIERDA
020	02+000	CURVA EN U DERECHA
021	02+060	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
022	02+350	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
023	02+400	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
024	02+480	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
025	02+550	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
026	02+730	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
027	02+980	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
028	03+090	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
029	03+630	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA
030	03+710	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA
031	03+710	CURVA EN U DERECHA

032	03+830	CURVA EN U IZQUIERDA
033	03+920	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA
034	04+020	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA
035	04+100	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.
036	04+270	CURVA Y CONTRA PRONUNCIADA DER. – IZQ.

Tabla 128. Señalización Regulatoria

Fuente: Ruth Puluche

NRO.	ABSCISA	SEÑAL
01	00+010	RÓTULO: 30 KM/H
02	03+990	RÓTULO: PARE
03	04+330	RÓTULO: 30 KM/H
04	04+340	RÓTULO: PARE

Tabla 129. Señalización Informativa

Fuente: Ruth Puluche

NRO.	ABSCISA	SEÑAL
01	00+830	RÓTULO: LAS HACIENDAS 1KM – NABUZO 3KM
02	00+890	RÓTULO: SANTA VELA 1 KM – NABUZO 3KM
03	03+950	RÓTULO: PROPIEDAD PRIVADA 1 KM – MATUS ALTO 1.5 KM
04	04+040	RÓTULO: PROPIEDAD PRIVADA 1 KM – LAS HACIENDAS 1.5 KM
05	04+300	RÓTULO: SECTOR LAS HACIENDAS
06	04+330	RÓTULO: MATUS ALTO 1 KM – BAYUSHIG 3 KM

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN

Para la evaluación del diseño geométrico de la Vía que une la comunidad de Santa Vela con el sector Cuatro Esquinas se realizó un análisis del estado actual de la vía, alineamientos horizontales y verticales, obtenidos previamente del levantamiento topográfico, donde se puede determinar que las características geométricas de la vía, secciones transversales, trazado geométrico, drenaje y capa de rodadura, no cumplen con las normas vigentes, lo que dificulta la circulación de los vehículos.

La topografía del terreno es montañosa en su mayoría, siendo un factor de suma importancia para la elección de los diferentes parámetros de diseño, como son la velocidad de diseño, que en este caso es 30 Km/h, la misma que es compatible con la seguridad y eficiencia de los vehículos. Con esta velocidad se pueden calcular los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Para determinar el TPDA del proyecto fue necesario realizar el conteo manual en dos estaciones para conocer las variaciones diarias que nos ayuden a determinar la cantidad de flujo vehicular en un futuro, estableciendo que es una vía de bajo tráfico pero al ser una zona de alta producción es importante realizar el respectivo diseño, lo que determina que es un camino agrícola forestal C3.

Con los datos obtenidos se realizó el rediseño de la vía cumpliendo con las normas de diseño geométrico, para brindar mayor seguridad y confiabilidad a los vehículos que transitan por este sector. Para el rediseño se utilizó el Software Civil 3D, programa muy útil para el diseño de vías, por lo que resulta conveniente obtener un manual del mismo, que facilite su uso.

El estudio de suelos es muy importante para conocer las características y propiedades del suelo donde se debe proyectar la vía y determinar los espesores de las capas que conforman el pavimento, obteniendo un espesor total de 40cm capaz de soportar las cargas transmitidas por el tránsito.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- La vía Matus – Santa Vela está desarrollada sobre una topografía montañosa y escarpada en su mayoría, por lo tanto existen pendientes que oscilan entre los valores absolutos 0,90 y 18,72%, de igual manera el estudio transversal de la vía existente nos muestra que tiene un ancho promedio de 4,85 m lo cual no cumple con las condiciones geométricas recomendadas por el MTOP, que considera un ancho promedio de 6 m, al igual que las curvas verticales y horizontales, las mismas no cumplen en un 57% con los radios mínimos recomendados.
- Después de realizar el rediseño geométrico de la vía cumpliendo con las normas establecidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se alcanzó una longitud de 3+299.00 km, la misma que por tratarse de un terreno montañoso y escarpado, el trazado resulta complicado obteniendo radios mínimos de 25 m y pendientes que alcanzan hasta el 13% en una longitud de desarrollo de 1km, lo cual no cumple con la norma por tener una topografía compleja, pero resulta aceptable por tener un bajo aforo vehicular sin contar con más alternativas de diseño, el mismo que alcanza grandes volúmenes de excavación.
- En el resultado obtenido en el análisis de tráfico, se observa que la vía tendrá un TPDA proyectado a 20 años del orden de 97 vehículos por día, lo que nos da a conocer que la vía dentro del horizonte de diseño se clasifica como un camino agrícola forestal, C3 y una velocidad de diseño de 30 Km/h, según la Norma NEVI-12-MTOP.
- Al realizar el estudio de suelo de la vía Matus – Santa Vela según la SUCS lo clasifica como una arena limosa SM, ligeramente plástica y la AASHTO como

A2 – 4 arena limosa, cuyo CBR de diseño compactada al 95% alcanza el 19% según la curva de frecuencia lo que quiere decir que es un suelo regular para ser usado como sub-base, pero muy bueno para Subrasante. Obteniendo un espesor de 40 cm de pavimento, el mismo que se divide en 5 cm de carpeta asfáltica, 10 de base clase IV y 25 cm de subbase clase III.

- Las alcantarillas y las cunetas son obras de arte necesarias para que la vía tenga un correcto sistema de drenaje, las mismas que fueran diseñadas con las dimensiones típicas que cumplen con el caudal y velocidad solicitante.
- El presupuesto que se requiere para ejecutar la construcción de la Vía que comunica el Sector Cuatro esquinas con la comunidad de Santa Vela es de USD 2,857999.38(DOS MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVEDOLARES CON 38/100), la misma que debe realizarse en un plazo de 7 meses, según el cronograma de obra.

6.2. RECOMENDACIONES

- Realizar el manual para la modelación de caminos forestales C3 utilizando el Software Civil 3D, debido a que es un programa que nos ayuda a diseñar carreteras, como superficies, secciones transversales, alineamientos, perfiles y otros, agilizando y facilitando la evaluación de múltiples alternativas, para la toma de mejores decisiones.
- Con el tiempo si aumenta el aforo vehicular se puede realizar una variación a través de un estudio más profundo, que permita brindar mayor comodidad a los usuarios y cumpla con las normas de diseño, sobre todo en las pendientes longitudinales.

CAPITULO VII

7. PROPUESTA

7.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA

MANUAL PARA LA MODELACIÓN DE CAMINOS AGRICOLAS – FORESTALES UTILIZANDO UN SOFTWARE.

7.2. INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico es la parte más primordial dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, para establecer la ubicación y el trazado geométrico más conveniente para el desarrollo de una zona, cuyos elementos de la carretera nos brinden facilidades de movilidad, seguridad, comodidad, estética, dentro de los requerimientos económicos, sociales y ambientales.

AutoCAD Civil 3D es un modelo eficiente que optimiza tiempo y recursos en un proyecto de caminos, alcantarillados, puentes plataformas y muchos otros tipos de proyectos de ingeniería. Superficies, secciones transversales, alineamientos horizontales y verticales, perfiles, anotaciones y demás, se vinculan dinámicamente, agilizando y facilitando la evaluación de diferentes alternativas, para luego de un cauteloso análisis diseñar la mejor alternativa y la elaboración de planos actualizados.

Las funciones de topografía de AutoCAD Civil 3D se pueden utilizar para descargar, crear, analizar y ajustar datos de topografía. Las funciones de topografía amplían la funcionalidad, haciendo más eficiente el proceso de transferencia de los datos de topografía capturados del campo hacia la oficina.

7.3. OBJETIVOS

7.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar el Manual para la modelación de Caminos agrícolas – forestales utilizando un Software que facilite su diseño.

7.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Configurar las características del dibujo nuevo e importar los puntos desde la estación total al software Civil 3D, para crear la superficie de terreno.
- Crear el alineamiento horizontal para dibujar el eje del camino que cumpla con las normas de diseño.
- Diseñar el perfil longitudinal a partir de la superficie y el alineamiento, el mismo que debe cumplir con las normas de diseño.
- Dibujar y editar las secciones transversales del camino para el cálculo del volumen de corte y relleno

7.4. FUNDAMENTACION CIENTÍFICO TÉCNICA

7.4.1. CAMINO AGRICOLA - FORESTAL

Los caminos agrícolas -forestales o rurales unen las comunidades y poblaciones más pequeñas de bajo tráfico. Normalmente, no son pavimentados, o tienen una capa delgada de asfalto; son angostas y las curvas son más cerradas y pendientes más inclinadas que las de las carreteras.

Para que los caminos rurales resulten una vía de comunicación eficaz deben cumplir con las normas de diseño vial NEVI-12, es decir las condiciones mínimas de un camino rural:

1. Tener un piso firme que no forme barro cuando llueva
2. No presentar pendientes excesivas
3. Tener una anchura adecuada, con curvas amplias que permitan la circulación de camiones a plena carga.

7.4.2. DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE UN CAMINO FORESTAL

Tabla 130. Datos para diseño de camino agrícola – forestal

Fuente: Ruth Puluche

Datos para Diseño de un camino agrícola - forestal			
Camino C3	Forestal		
Terreno	Montañoso		
Velocidad de diseño	40	30	Km/h
Ancho de Vía	6	6	m
Velocidad de circulación	38	28	Km/h
Distancia de visibilidad	45	30	m
Distancia de adelantamiento	285	220	m
Peralte	10	10	%
Radio mínimo	45	25	m
Longitud de Transición	55	55	m
Curva vertical convexa	50 - 270	35 - 200	m
Curva vertical cóncava	50	35	m
Pendiente	10	12	%
Bombeo	2	2	%
Talud	1.6:1	1.6:1	

Para el diseño de este tipo de caminos se tomará en cuenta el tipo de terreno, en este caso si es muy montañoso o escarpado se puede trabajar con la velocidad de 30 km/h.

7.4.3. AUTOCAD CIVIL 3D

AutoCAD Civil 3D es un modelo computacional actual que se lo encuentra en diferentes versiones, el mismo que contiene una gran cantidad de tareas importantes y necesarias de ingeniería civil y crea relaciones inteligentes entre objetos, de modo que los cambios en el diseño se actualizan información más recientemente.

Todo el conjunto de herramientas de AutoCAD Civil 3D permite recoger datos de topografía, realizar cálculos topográficos y automatizar la colocación de símbolos y el dibujo de líneas.

Los datos y las figuras de topografía de AutoCAD Civil 3D se mantienen en una base de datos de levantamientos; se puede acceder a ellos a través de varios dibujos enlazados a la misma base de datos de levantamientos de AutoCAD Civil 3D.

7.4.4. VENTAJAS DE USAR AUTOCAD CIVIL 3D

AutoCAD Civil 3D es un modelo eficiente que optimiza tiempo y recursos en un proyecto de caminos, alcantarillados, puentes, plataformas y muchos otros tipos de proyectos de ingeniería. Superficies, secciones transversales, alineamientos horizontales y verticales, perfiles, anotaciones y demás, se vinculan dinámicamente, agilizando y facilitando la evaluación de diferentes alternativas, para luego de un cauteloso análisis diseñar la mejor alternativa y la elaboración de planos actualizados.

Las funciones de topografía amplían la funcionalidad, haciendo más eficiente el proceso de transferencia de los datos de topografía capturados del campo.

Sabemos que los proyectos tienen etapas de corrección, y esto implica muchas horas de revisión en los procesos de datos. Con el Civil 3D, esto se hace automáticamente, cualquier cambio que realice en el proyecto, cambiara automáticamente los datos generados, es decir, por ejemplo, si cambiamos un punto que pertenece al modelo original del terreno, automáticamente se actualizarán los informes de volúmenes generados con ese modelo, esto significa el ahorro de muchas horas de trabajo en la oficina.

7.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Los caminos agrícolas - forestales son el medio de comunicación más importante para el agricultor, los mismos que deben estar en buenas condiciones, cumpliendo con las normas de diseño geométrico, para de esta manera facilitar la circulación y brindar seguridad a los usuarios, por ello el diseño de caminos resulta ser una

actividad interesante, fácil y dinámica, inevitable de combinarlos con programas de computación como son las herramientas de AutoCAD Civil 3D que permite recoger datos de topografía, realizar cálculos topográficos y automatizar la colocación de símbolos y el dibujo de líneas, se puede acceder a ellos a través de varios dibujos enlazados a la misma base de datos de levantamientos.

El AutoCAD Civil 3D es un modelo de ingeniería que permite completar de una manera más rápida los proyectos de caminos, por lo que resulta necesario familiarizarse con la creación de puntos, superficies, secciones transversales, alineamientos horizontales y verticales, perfiles, anotaciones, volúmenes de corte y relleno, para la producción de planos actualizados, para lo cual la realización de un manual que contenga paso a paso la modelación de un camino forestal puede ser de mucho provecho para los diseñadores.

7.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

7.6.1. INGRESO AL PROGRAMA

Una vez instalado correctamente el programa en la computadora, buscar el icono de Civil 3D 2015 Metric y dar clic para ingresar.



7.6.2. PARTES DEL PROGRAMA

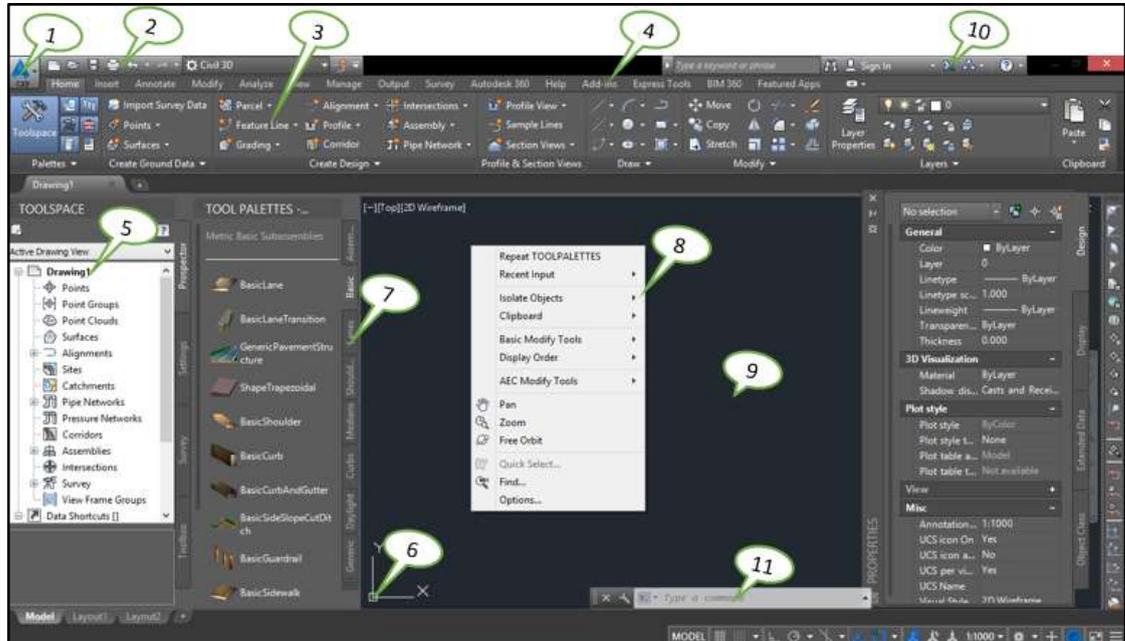
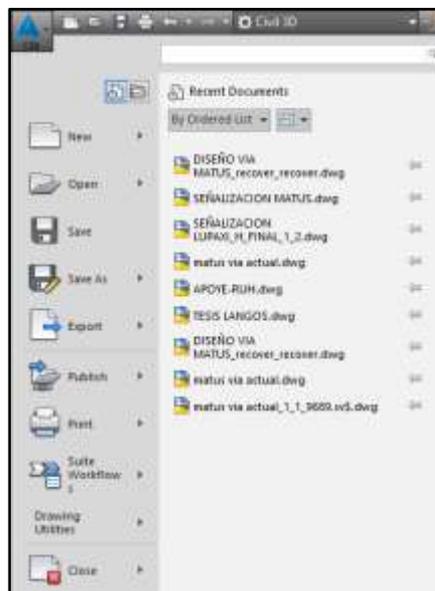


Figura 114. Partes del programa Civil 3D

Fuente: Ruth Puluche

1. Menú de Aplicación:

Presenta los comandos relacionados con el dibujo como: Nuevo, Abrir, Guardar y otros, además de los archivos en formato dwg.



2. Comando de Accesos rápidos:

Muestra la cinta de comandos donde nos da la posibilidad de añadir comandos para ingresar rápidamente.



3. Cinta de Opciones:

En la cinta de opciones encontramos los elementos y comandos de Civil 3D, los mismos que están organizados en fichas que se organizan en grupos como son: Inicio, Insertar, Anotar, Modificar, Analizar, Visualizar, Salida, Administrar, Mirar, Ayuda, Añadir, Herramientas, los mismos que tienen más opciones en cada ficha.



4. Etiquetas Contextuales:

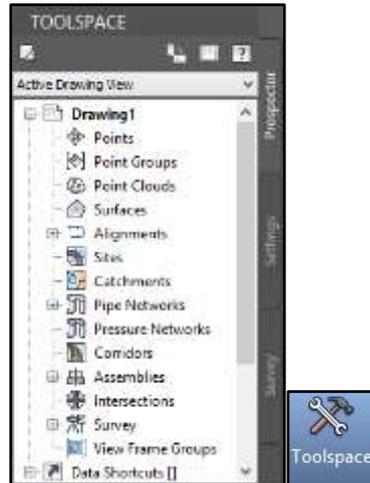
Estas etiquetas se muestran automáticamente al señalar un objeto, según el tipo, entre ellas tenemos: Alineación, Perfiles, Parcelas, Superficie, Sección, Etiquetas, Puntos entre otros.



5. Espacio de Herramientas (Toolspace):

Esta ventana se presenta automáticamente, de no ser así se da clic en el icono de Toolspace que se encuentra en la cinta de opciones. Sirve para acceder a las fichas de Prospector, Configuración y Topografía.

Este espacio contiene la información de nuestro proyecto: Puntos, Superficies, Alineamientos, Perfiles, Secciones, Corredores, Parcelas, entre otras, desde aquí es posible editar las propiedades y estilos de los objetos.



6. Sistema de Coordenadas:

Muestra los ejes coordenadas, el cual nos permite ver el sistema en el que nos encontramos, 2D o 3D, además se puede observar las coordenadas x, y, z en la parte superior izquierda.



7. Herramientas de Paletas (Tool Palettes):

Esta opción se activa tecleando Ctrl+3 o con el icono  que se encuentra junto a la opción Toolspace. Estas paletas nos sirven para organizar los ensamblajes para diseños lineales: como caminos, cuentas, taludes.



8. Menú Contextual:

Este menú aparece cuando se selecciona un objeto y se hace clic derecho en líneas, perfiles, secciones, etc., el mismo que permite escoger rápidamente opciones para editar propiedades, copiar, seleccionar entre otros.



9. Área de dibujo:



10. Infocenter:

Muestra las opciones de información o ayuda.



11. Ventana de Comandos:

Permite visualizar los comandos que se están ejecutando.



7.6.3. CREAR UN DIBUJO NUEVO

Para crear un nuevo dibujo, vamos a Menú y elegir la opción **New** nuevo o a la vez clic en **start drawing**.

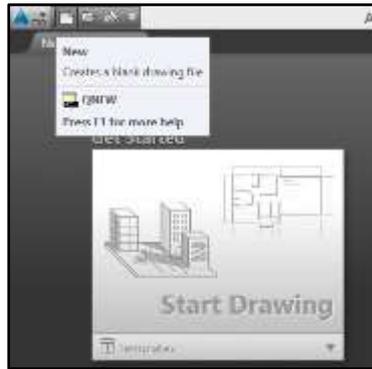
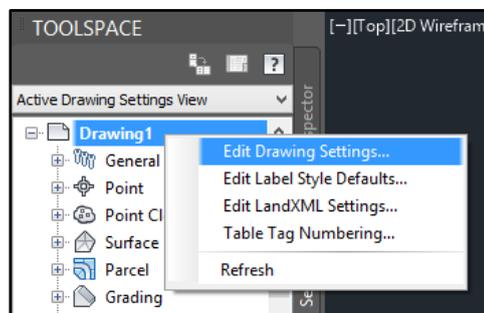


Figura 115. Crear un nuevo dibujo

Fuente: Ruth Puluche

7.6.4. CONFIGURACIÓN DEL DIBUJO

Para configurar el dibujo en Toolspace, en **Settings** hacer clic derecho en el nombre del dibujo **Drawing 1** y seleccionar **Edit Drawing Settings**.



En la opción **Unit and Zone**, modificar la unidad a **meters**, el ángulo a **degrees**, en categoría cambiar a **UTM**, **WGS84 Datum** y en sistema de coordenadas cambiar según la zona en la que se encuentre el país en este caso Ecuador, **Zone 17 South, Meter; Cent. Meridian 81d W**.

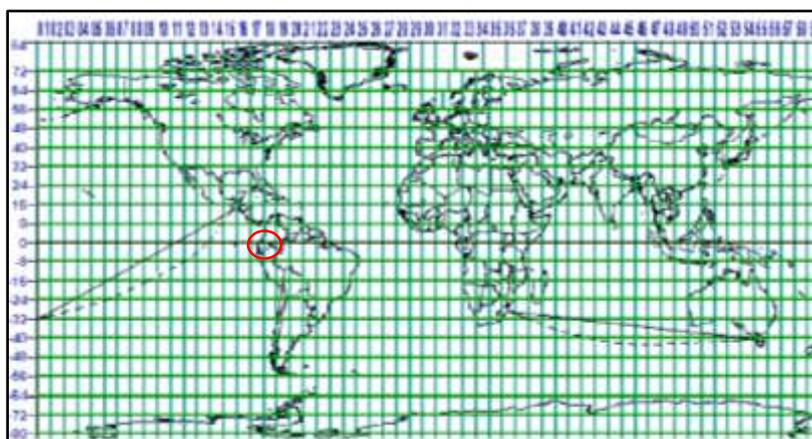


Figura 116. Sistema de Coordenadas Zona 17

Fuente: Ruth Puluche

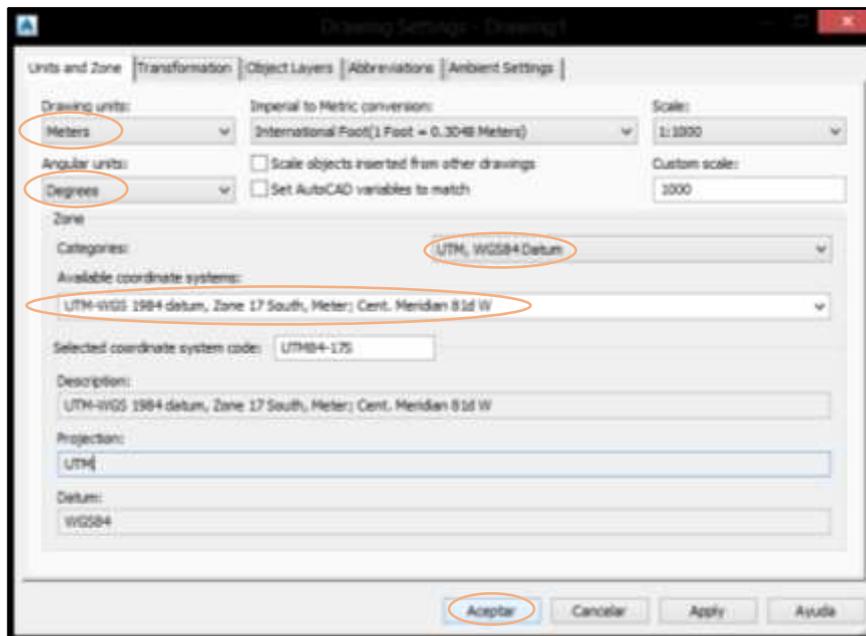


Figura 117. Configuración del dibujo

Fuente: Ruth Puluche

7.6.5. GUARDAR DIBUJO

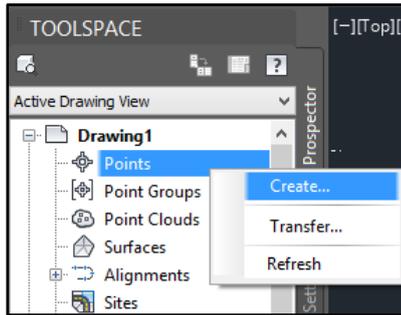
Guardar el dibujo en el destino y con el nombre que prefiera, en este caso Diseño de la Vía Matus – Santa Vela.

Además es posible transformar el archivo a una versión inferior o AutoCAD como archivo de lectura.

7.6.6. PUNTOS Y GRUPO DE PUNTOS (POINTS)

7.6.6.1. IMPORTAR PUNTOS

Para importar puntos dirigirse a la opción **Prospector**, en **Points** dar clic derecho y elegir la opción **create**.



En el cuadro que sale, dar clic en el último icono  **Import Points**, luego en el icono  **Add files** elegir el archivo que contenga los puntos para el dibujo, este archivo debe estar en el formato *.csv.

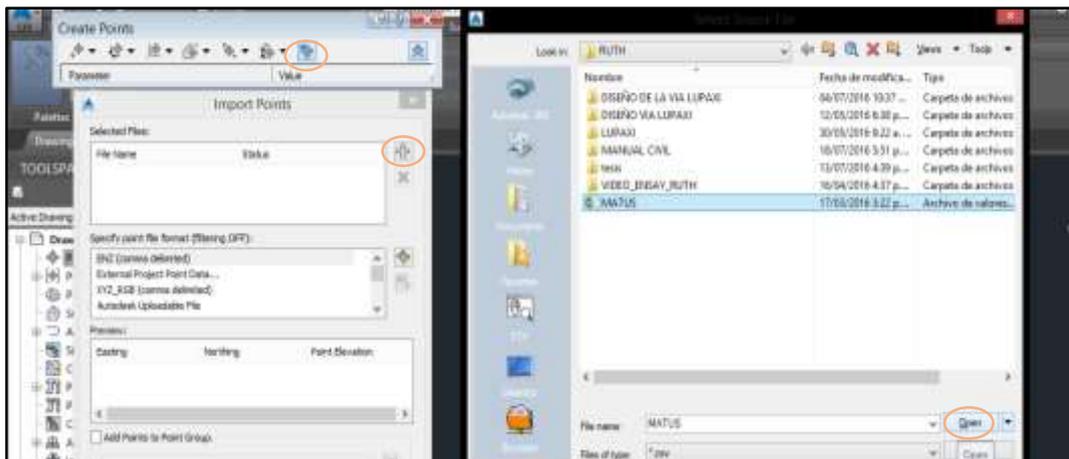


Figura 118. Importar los puntos

Fuente: Ruth Puluche

Esperar que se cargue el archivo y elegir el elegir el formato en el que se subieron los puntos, en este caso PNEZD (Punto Norte Este Altura Descripción), delimitado por comas.

Señalar la opción **Add Points to Point Group** y dar un nombre al grupo de puntos, en este caso Terreno.

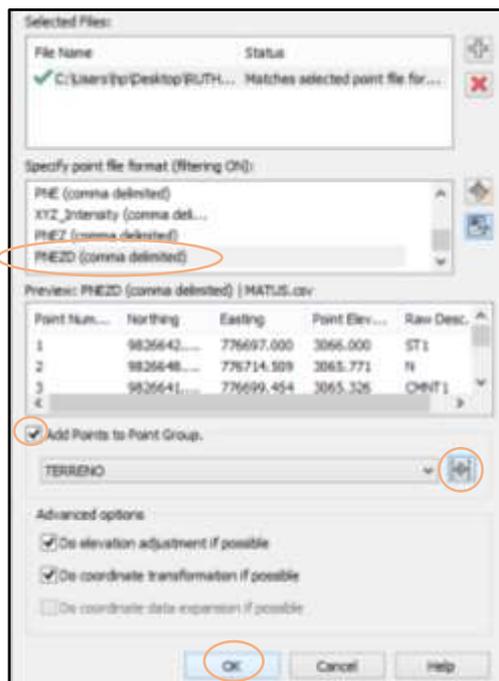


Figura 119. Configuración del formato de los puntos

Fuente: Ruth Puluche

Los puntos están importados, pero no se pueden visualizar, escribir el comando **ZE** (Zoom Extents) y enter para mostrar todos los puntos.

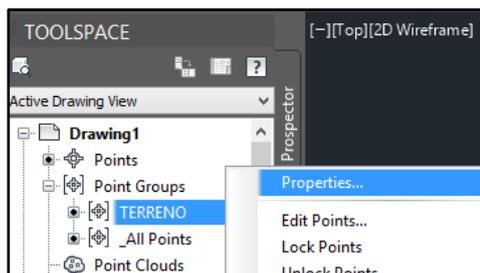


Figura 120. Puntos del terreno importados

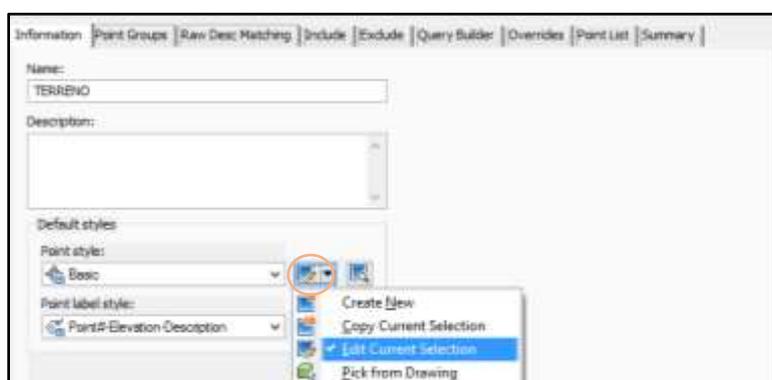
Fuente: Ruth Puluche

7.6.6.2. ESTILOS DEL PUNTO

Para cambiar las propiedades y el estilo de los puntos, como el color, tamaño, apariencia, se ingresa a la pestaña **Settings**, luego a **Point Groups**, elegir el grupo de Puntos según el nombre dado anteriormente (**Terreno**), con un clic derecho escoger la opción **Properties**.



El estilo del punto se puede modificar ingresando a la pestaña de información, dando clic derecho en el icono de **Point style** y escoger la opción **Edit current selection**.



En el cuadro que aparece, en la ficha **Information** se puede cambiar el nombre del estilo, en **Marker** se puede modificar el estilo del punto **marker style** y tamaño del **puntosize**. En **Display** se puede cambiar el color y prender o apagar los layers de los puntos en **Plan**.

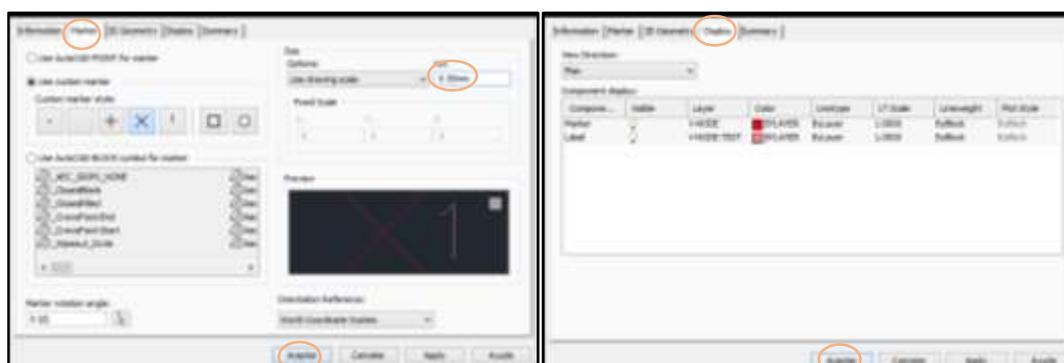
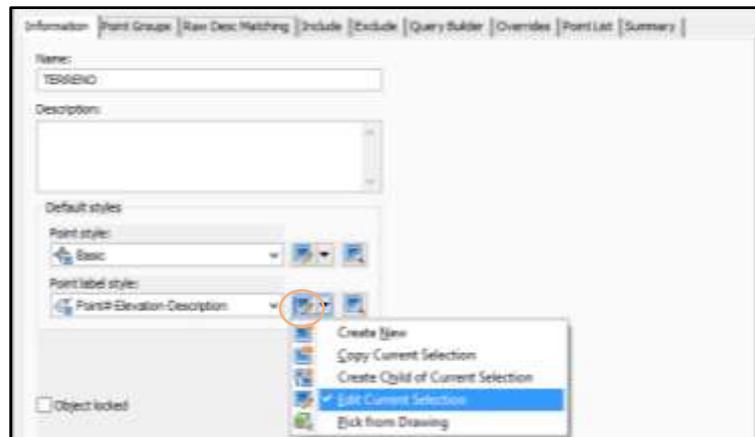


Figura 121. Estilo de los puntos

Fuente: Ruth Puluche

7.6.6.3. ESTILOS DE LA ETIQUETA DEL PUNTO

El estilo del punto se puede modificar ingresando a la pestaña de información, dando clic derecho en el icono de **Point label style** y escoger la opción **Edit current selection**.



En el cuadro que aparecen la ficha **Information** se puede cambiar el nombre del estilo de la etiqueta, en la ficha **Layout** se puede modificar el nombre del componente, la visibilidad (true o false), la ubicación, el contenido, la altura del texto, el ángulo de rotación, el color entre otras, de la descripción del punto, el número de punto y la elevación del punto, cada uno por separado.

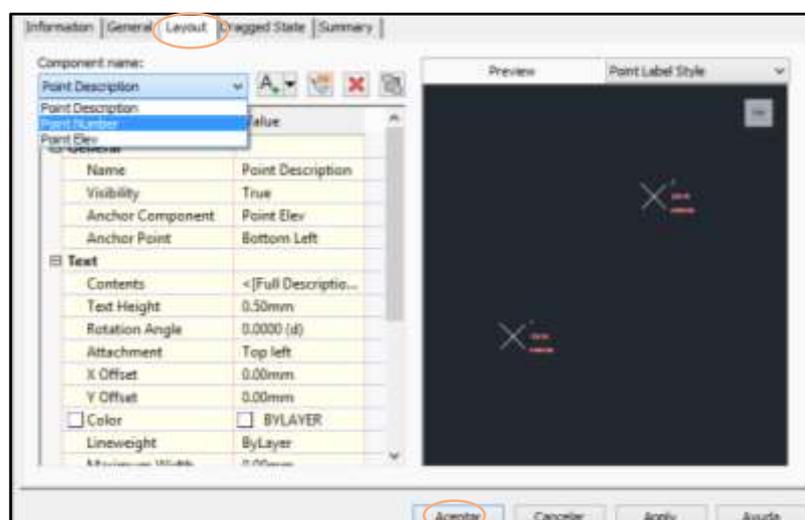


Figura 122. Estilo de la etiqueta de los puntos

Fuente: Ruth Puluche

68	69
3075.40	3075.94
CMNT1	ST4
3075.61	
CMNT1	

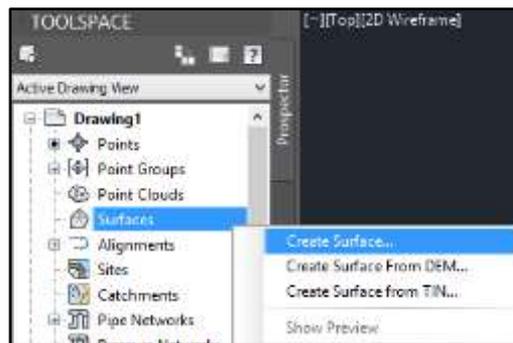
Figura 123. Número de punto, elevación y descripción del punto

Fuente: Ruth Puluche

7.6.7. SUPERFICIES (SURFACES)

7.6.7.1. CREAR LA SUPERFICIE DE TERRENO

Una vez imputados y configurados los puntos, crear la superficie ingresando a **Prospector**, en la pestaña **Surfaces** clic derecho en la opción **Create Surface**.



En la siguiente ventana en **Type** dejar como esta **TIN surface** que es el más común para superficies, en **Surface Layer** es preferible cambiar de layer dando clic en el icono  en las dos ventanas, a continuación crear un nuevo layer en **New**, cambiando el nombre y el color que se prefiera y OK.

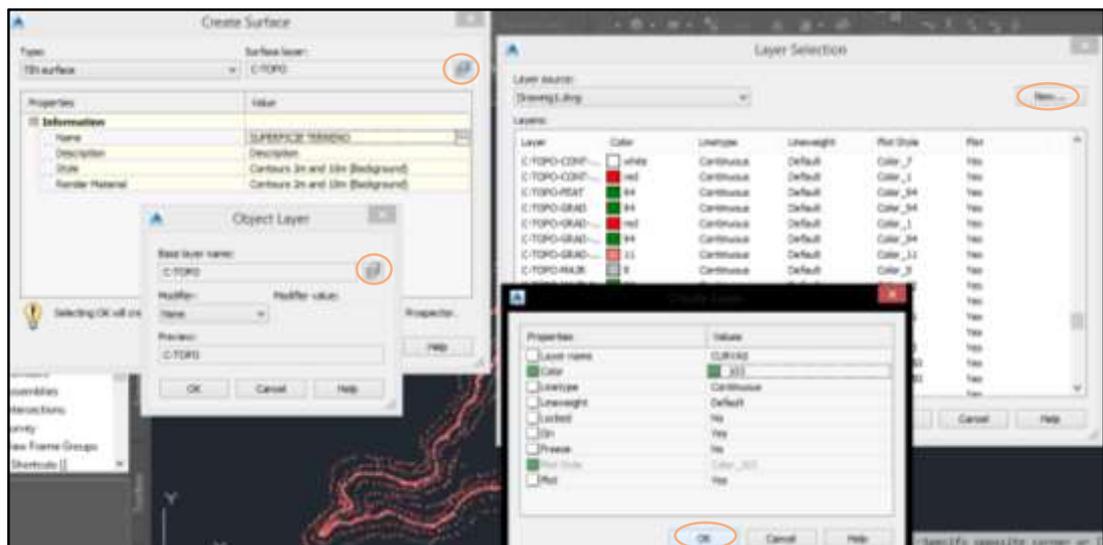


Figura 124. Crear layer para superficie

Fuente: Ruth Puluche

Después de cambiar el layer, escribir un nombre a la superficie y escoger el estilo de la superficie, en este caso se quiere visualizar las curvas en un intervalo de **1m** y **5m**. Se puede cambiar el nombre (**Information**) y el color de las curvas (**Display**), apagar o prender los layers que se usarán más adelante, esto de la misma manera que se realizó en el estilo de los puntos.

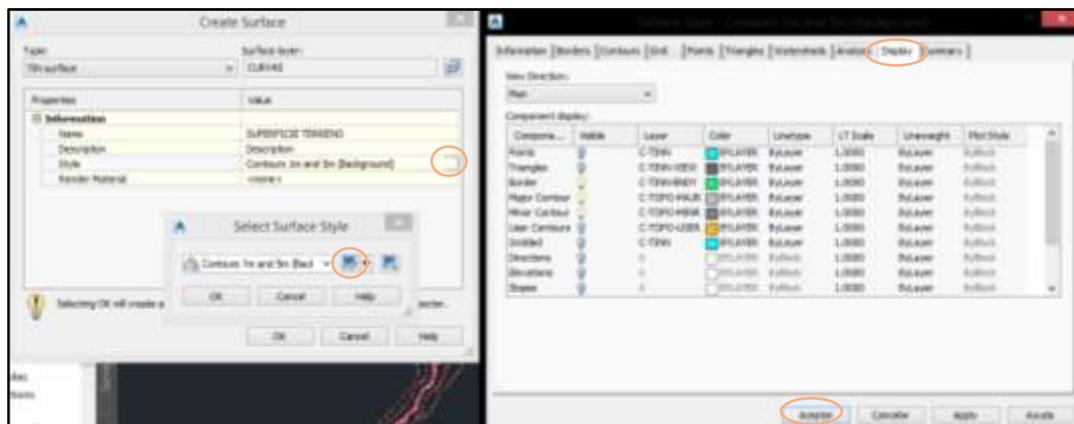


Figura 125. Crear una superficie de terreno

Fuente: Ruth Puluche

7.6.7.2. DEFINIR LA SUPERFICIE

Luego de crear la superficie, definirla a partir de los puntos importados, desde la pestaña Prospector, desplegar el árbol de **Surfaces** y buscar según el nombre dado, en este caso **Superficie del Terreno**, a partir de **Definition** escoger la opción **Point Groups** y con clic derecho **Add**. Señalar el grupo de puntos y Ok.

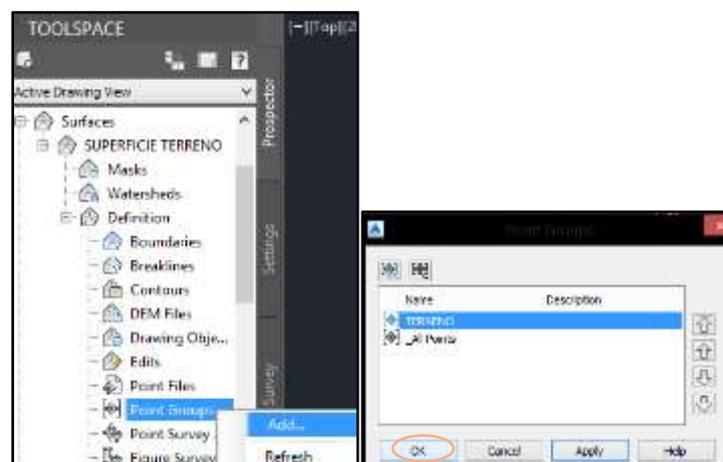


Figura 126. Definir el grupo de puntos para la superficie

Fuente: Ruth Puluche



Figura 127. Creación de la superficie

Fuente: Ruth Puluche

7.6.7.3. EDITAR LA SUPERFICIE

Editar las triangulaciones debido a que en algunas partes no está acorde con la realidad, para mostrar la superficie, esto se hace ingresando a **Propector**, en la pestaña **Surface** en el nombre de la superficie clic derecho y elegir la opción **Edit Surfaces Style**, en **Display** activamos el layer de **Triangles**.

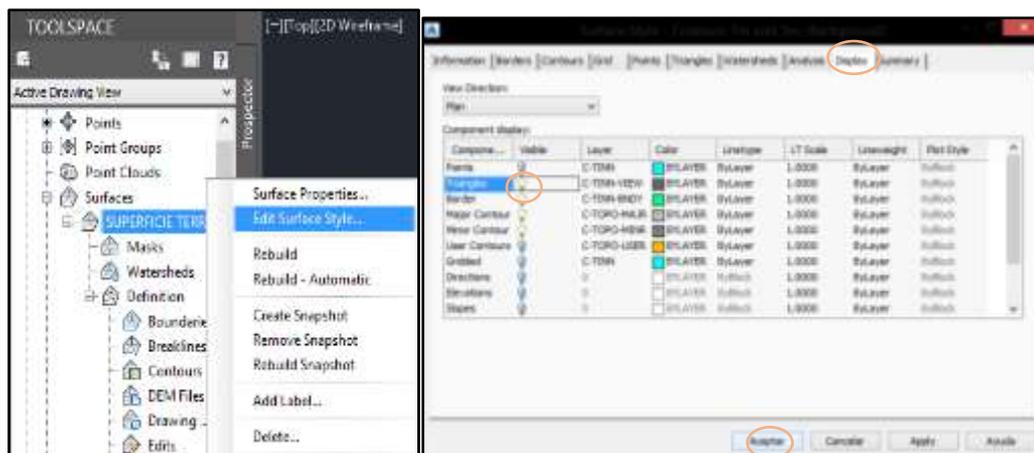


Figura 128. Activar triangulaciones

Fuente: Ruth Puluche

Para editar, se selecciona la superficie y automáticamente se muestran las etiquetas, buscar el icono de **Edit Surface** y elegir **Delete Line** para borrar lo que no corresponde a la superficie, esto se logra seleccionando y dando clic derecho.

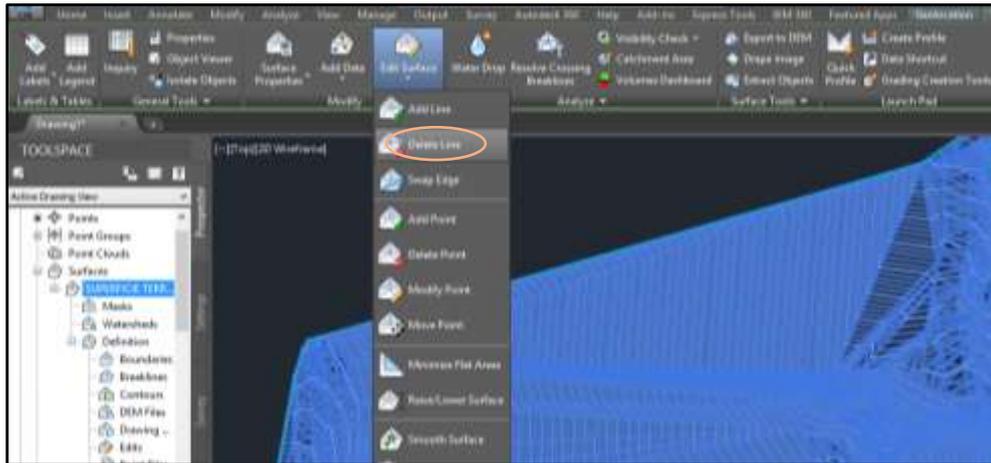


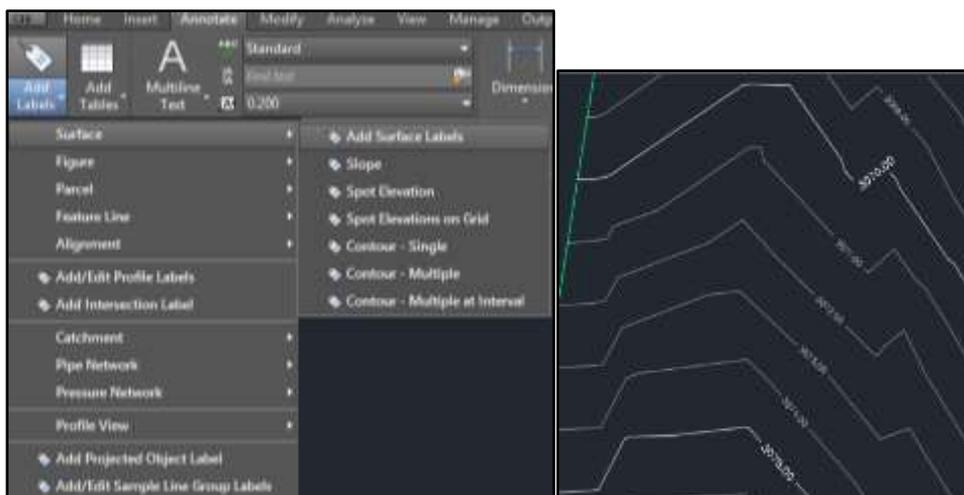
Figura 129. Editar la superficie de terreno

Fuente: Ruth Puluche

Al concluir, apagar los layers de los triángulos de la misma manera en la que se los activó. De igual manera desactivar la visualización de los puntos para facilidad de trabajo como se muestra en las figuras 125 y 126, se cambia la opción true a false.

7.6.7.4. ACOTAR CURVAS DE NIVEL

Para acotar las curvas de nivel, acceder a la opción Annotate, en la pestaña Add Labels escoger Surface y Add Surface Labels. En la ventana de Add Label cambiar en Label Type a la opción Contour – Multiple. Es posible cambiar el estilo de etiquetas para curvas mayores y menores, de manera similar a lo explicado anteriormente, dando clic en Edit Current Selection cambiar color, tamaño entre otras cosas.



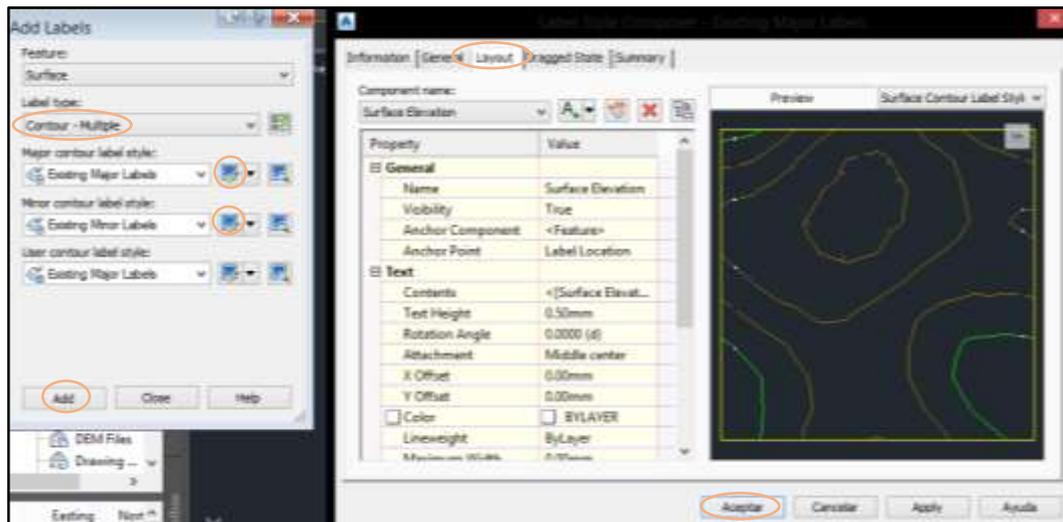
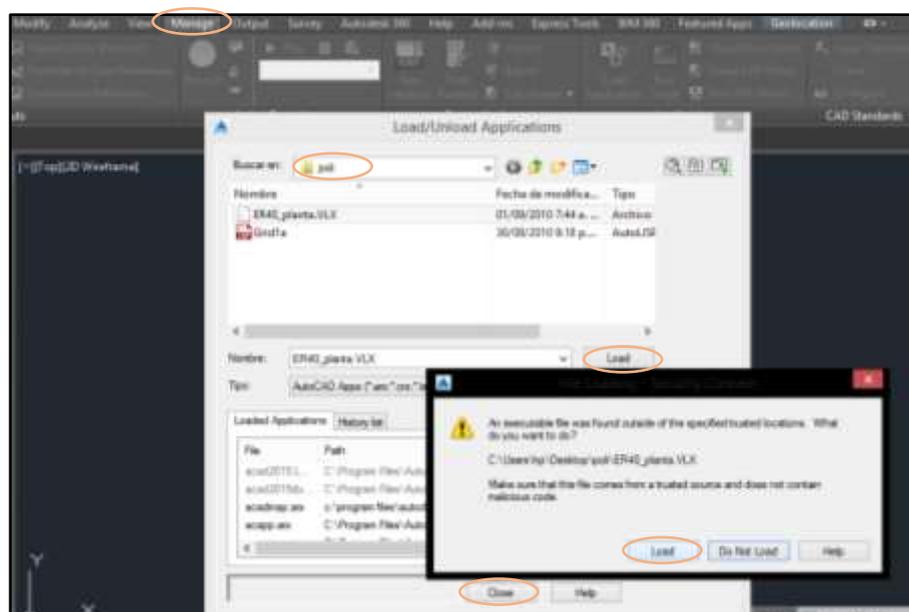


Figura 130. Acotado de curvas de nivel

Fuente: Ruth Puluche

7.6.8. CREACIÓN DE LA GRILLA

Para crear la grilla es necesario descargar una aplicación desde internet, a continuación ingresar a la pestaña **Manage** y el icono de **Load Application**, buscar los archivos que se descargó y cargarlos haciendo clic en **Load**, en la siguiente ventana también **Load**, hacemos lo mismo con los dos archivos y **Close**. Ingresar contraseña de ser el caso.⁴³



⁴³<http://adf.ly/1NHaww> página para descargar programa de grilla

Figura 131. Cargar la aplicación de grilla

Fuente: Ruth Puluche

Teclear **GRIDIA** y enter, ingresar la esquina inferior izquierda y después la esquina superior derecha, luego la distancia en norte 100, en este 100, texto en interior o exterior de la grilla y la altura de texto que prefiera.

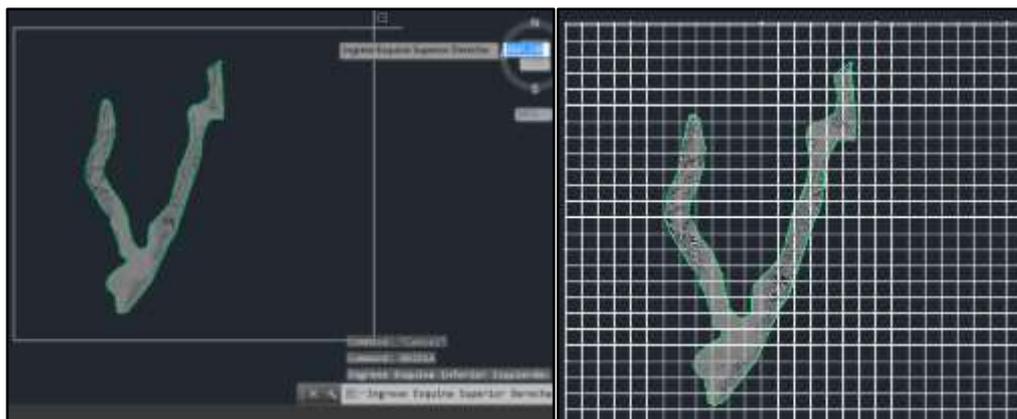


Figura 132. Crear la grilla

Fuente: Ruth Puluche

7.6.9. ALINEAMIENTOS (ALIGNMENTS)

7.6.9.1. CREAR ALINEAMIENTO A PARTIR DE UN OBJETO

Para crear un alineamiento se puede partir desde polilíneas, por donde va a pasar el camino y pueda cumplir con las normas de diseño. Con el comando **PolylinePl** trazar una tentativa de línea de eje con layer 0, debido a que después será borrada.

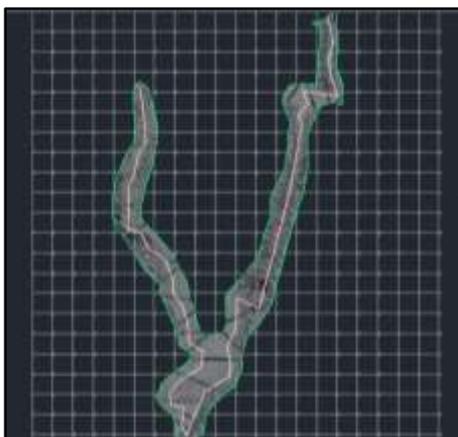
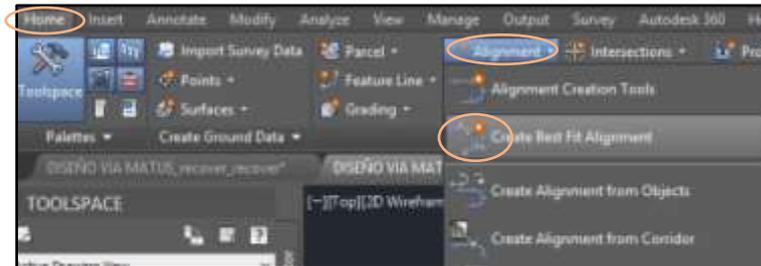


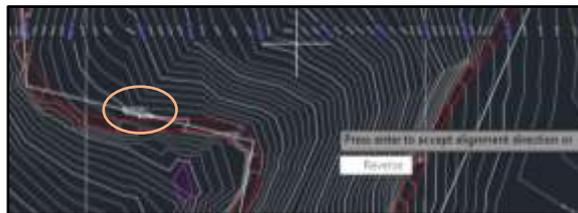
Figura 133. Trazar el eje por medio de polilíneas

Fuente: Ruth Puluche

Una vez que tenemos la polilínea de apoyo, creamos la alineación desde la opción **Home**, en la pestaña de **Alignment** buscar el icono de **Create Alignment from Objects**, es decir crear alineamiento a partir de objetos y seleccionamos la polilínea.



Dar clic derecho y observar que la dirección del alineamiento este de Oeste a Este viendo la flecha en alguna parte central de la polilínea, si no lo está invertir la dirección.



En la ventana que aparece a continuación se da un nombre al alineamiento, en este caso eje de camino, el mismo que será de tipo **centerline**, cambiar el layer del mismo creando un nuevo layer. En la opción de label set cambiar a **All Labels**.

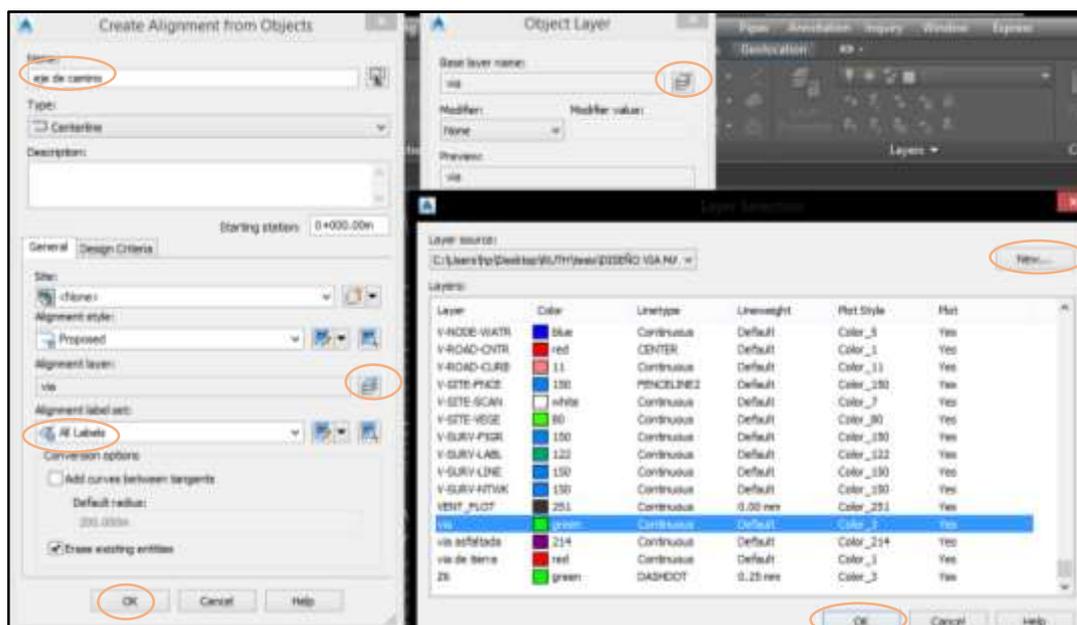


Figura 134. Crear alineamiento a partir de un objeto

Fuente: Ruth Puluche

7.6.9.2. CRITERIOS DE DISEÑO

En la misma ventana en la pestaña **Design Criteria**, ingresar la velocidad de diseño, en este caso como es un camino forestal de topografía montañosa y bajo tráfico se trabajará con una velocidad de 30 km/h según la norma como muestra en la tabla 126. Señalar la opción de **Use Criteria - based design** para trabajar con la norma AASHTO que es la más parecida a la Norma NEVI-12, después se puede modificar los datos de la norma para trabajar con más exactitud.

Cambiar la superelevación en **Mínimum Radius** **Tablea 10%** que es con lo que se va trabajar según la tabla y en **Transition Length Table** cambiar a 2 lane por ser un camino de dos carriles.

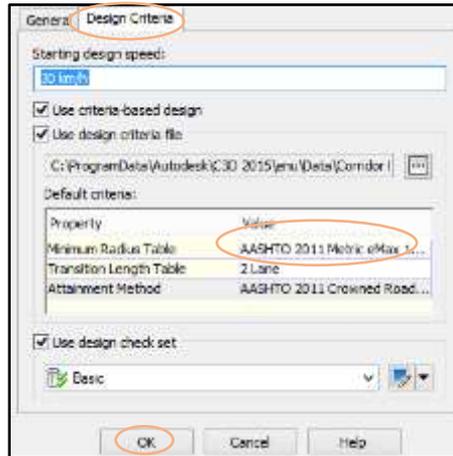


Figura 135. Datos de diseño para alineamiento

Fuente: Ruth Puluche

7.6.9.3. CAMBIO DE ESTILO DE ABCISADO Y ETIQUETADO

Automáticamente sale el abscisado del eje y las curvas, los mismos que se pueden modificar, según el estilo de cada uno, además es posible añadir un abscisado de cada kilómetro y de etiquetas de las curvas como son los PI y PT.

Para modificar, señalar el abscisado y enseguida muestra la lista de opciones en la misma que se escoge el icono **Edit Label Group**, en la ventana que sale a continuación cambiar los tipos y estilos.

Para el abscisado que es de tipo **Major Station** crear el etiquetado del eje a partir del estilo **Parallel with Ticky Add**, modificar el incremento cada **20 m**, a partir de esto se puede modificar el tamaño, color y el ángulo de rotación del texto, además se puede añadir un borde.



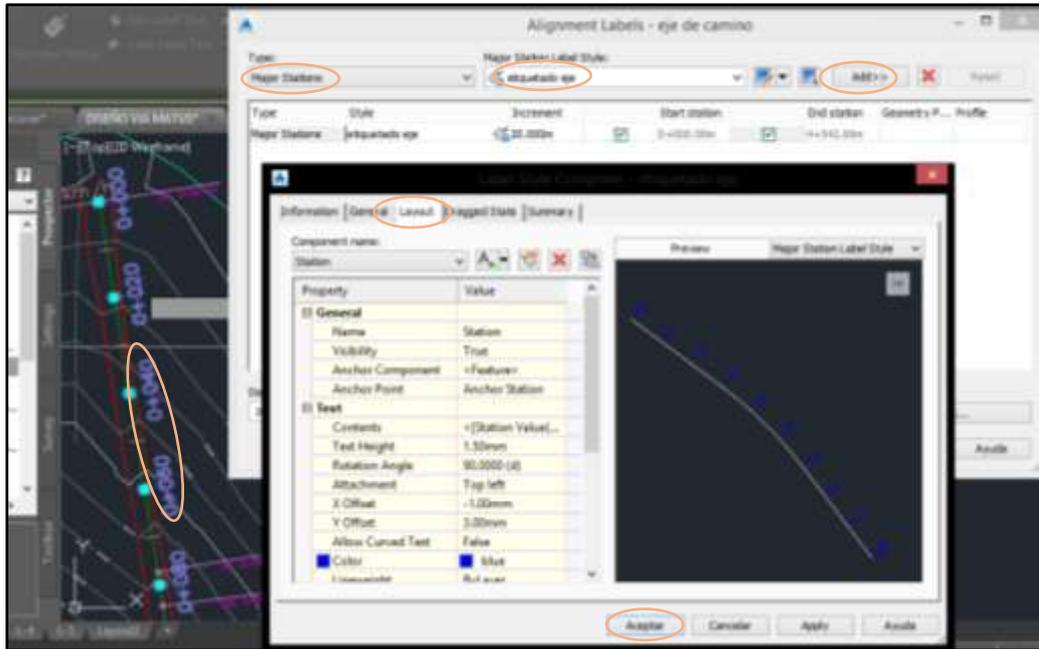
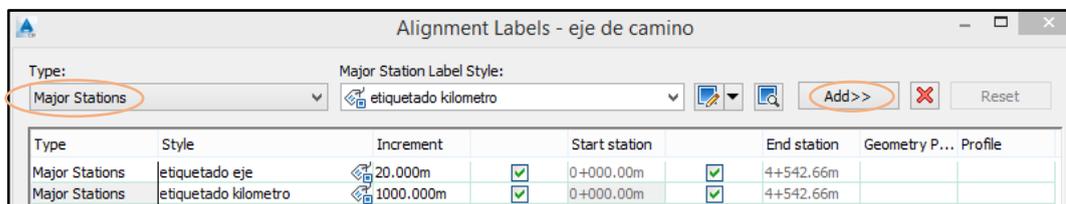


Figura 136. Cambio de estilo del abscisado

Fuente: Ruth Puluche

Para el abscisado de cada kilómetro es de tipo **Major Station** crear el etiquetado del eje a partir del estilo **Parallel with Ticky Add**, modificar el incremento cada **1000 m**, a partir de esto se puede modificar el tamaño del texto, color y el ángulo de rotación del texto. Además se puede añadir un borde con la creación de un bloque rectangular, crear un componente para rectángulo, línea, km y modificar.



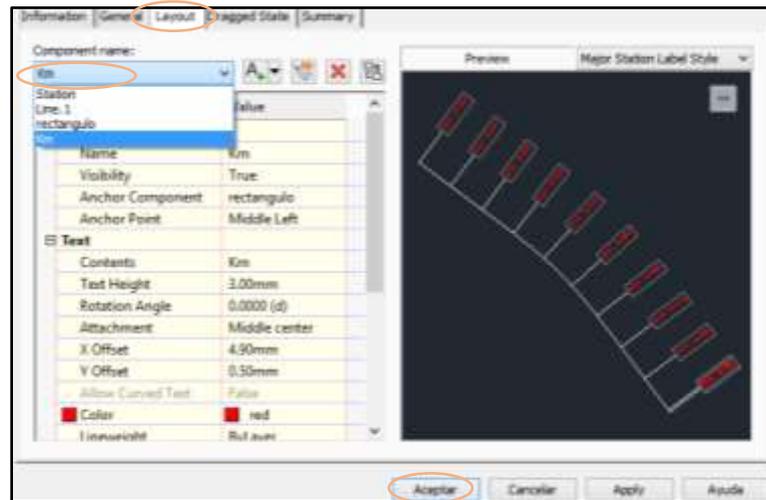


Figura 137. Abscisado de Kilómetros

Fuente: Ruth Puluche

Para el etiquetado de curvas que es de tipo **Geometry Points** crear el estilo para las etiquetas y **Add**, y seleccionar todas las opciones de la ventana que sale a continuación y Ok, a partir de esto se puede modificar el tamaño del texto, color y el ángulo de rotación del texto.

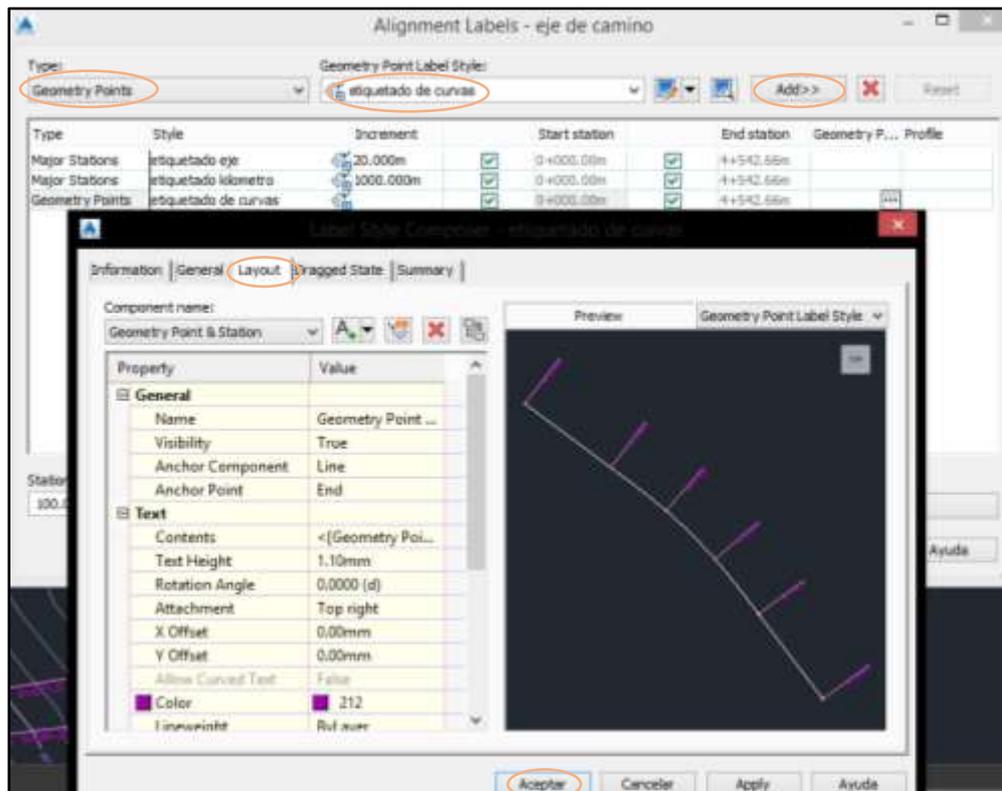


Figura 138. Etiquetado de las curvas

Fuente: Ruth Puluche

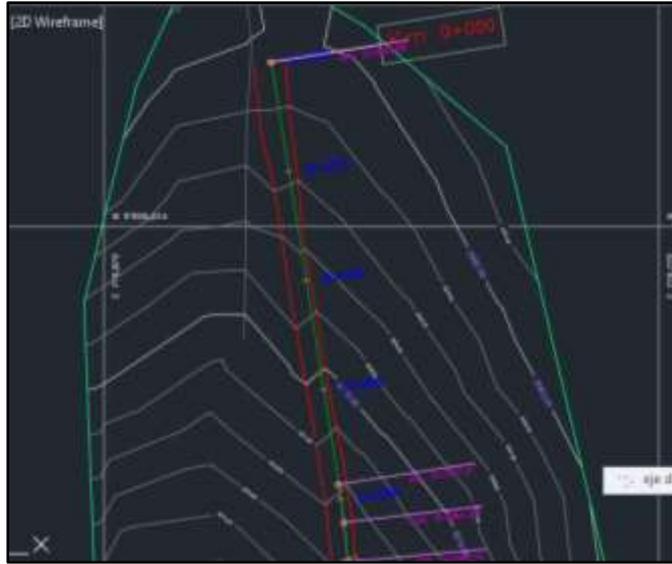


Figura 139. Abscisado del eje, kilómetro y etiquetado de curva

Fuente: Ruth Puluche

7.6.9.4. EDITAR CRITERIOS DE DISEÑO

Para editar los datos de diseño señalar el eje y automáticamente nos muestra una lista de opciones, escoger **Design Criteria Editor** y cambiar de ser necesario los datos para el alineamiento como radios mínimos según la superelevación, longitud de transición entre otros y datos de perfiles como radios de curva y pendientes según tabla 136.

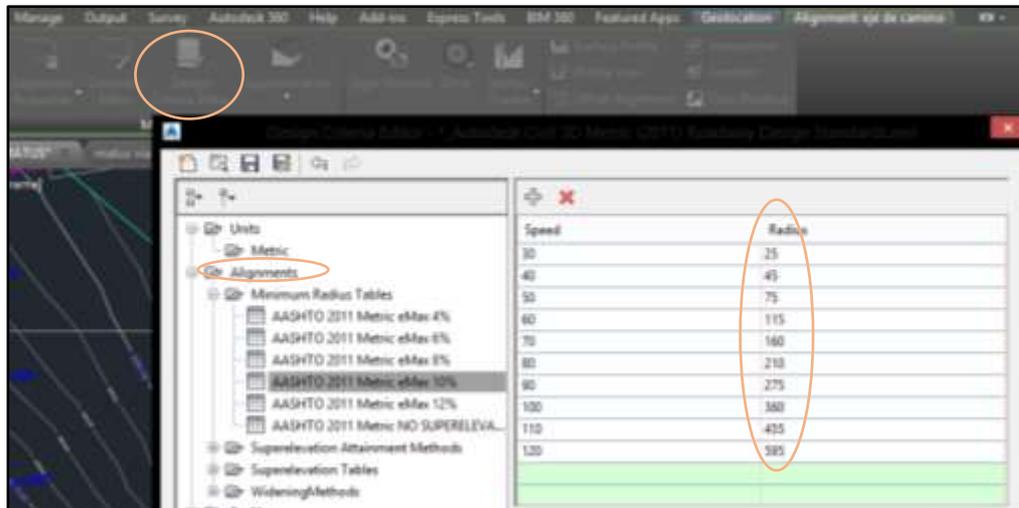


Figura 140. Radios mínimos según velocidad y superelevación (Tabla 16)

Fuente: Ruth Puluche

Radius	Superelevation Rate
200	3.1
175	3.5
150	4.0
140	4.3
130	4.5
120	4.8
110	5.1
100	5.5
90	5.9
80	6.4
70	6.9
60	7.5
50	8.2
40	9.1
30	9.9

Figura 141. Superelevación según radio y velocidad (Tabla 18)

Fuente: Ruth Puluche

Radius	Transition Length
300	17
250	17
200	17
175	19
150	21
140	22
130	23
120	24
110	26
100	28
90	31
80	29
70	33
60	36
50	39
40	44
30	47

Figura 142. Longitud de Transición según radio y velocidad (Tabla 18)

Fuente: Ruth Puluche

7.6.9.5. EDITAR RADIOS DEL ALINEAMIENTO

Para editar los radios de diseño señalar el eje y automáticamente nos muestra una lista de opciones, escoger **Geometry Editor**, ventana que nos muestra iconos para modificar, crear o borrar curvas y espirales de forma manual o al dar clic en **Alignment Grid View**  y en la tabla que sale a continuación se puede encontrar los datos de cada curva con un mensaje con un icono amarillo que indica si la curva cumple o no con las normas, esto se muestra además en el eje del camino. En el caso de cumplir con las condiciones se puede cambiar el radio en la misma

tabla en **Radiuso** cambiar el alineamiento de manera que cumpla con las norma y evitar tanto corte o relleno.

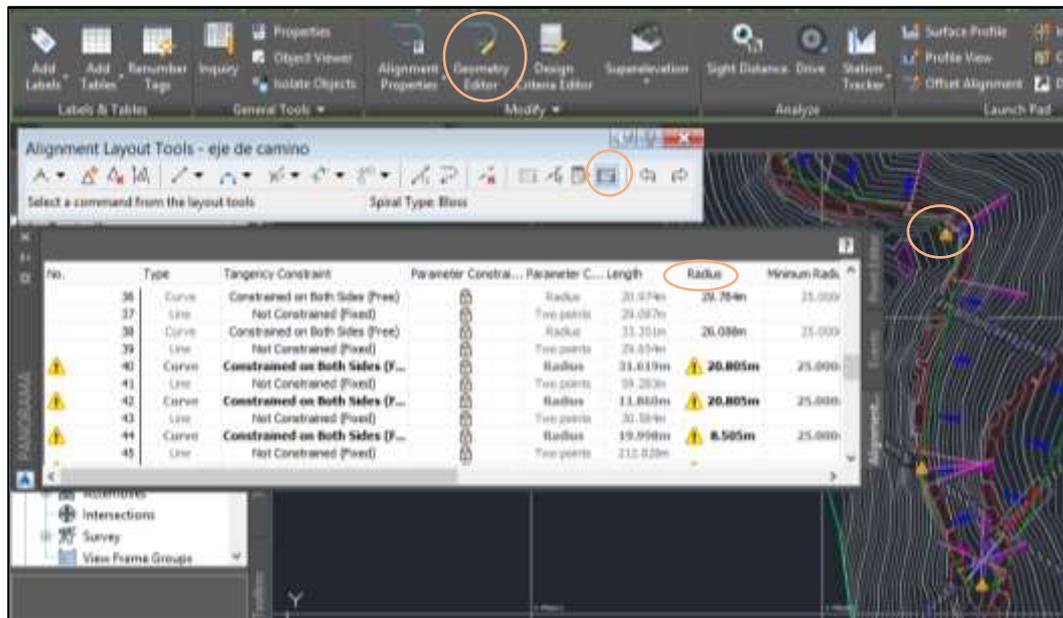


Figura 143. Corregir radios de curvatura cumpliendo las normas

Fuente: Ruth Puluche

Realizar los cambios necesarios hasta que todos los radios cumplan con las normas de diseño antes mencionadas, es decir radio mínimo de 25 m y longitud de transición que corresponda, esto se lo puede hacer cambiando el alineamiento o borrando y creando nuevos radios.

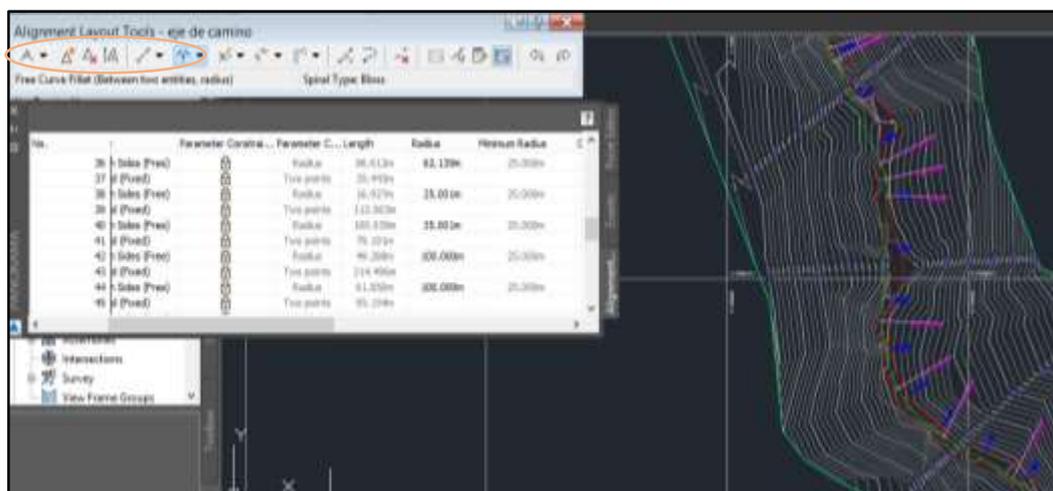
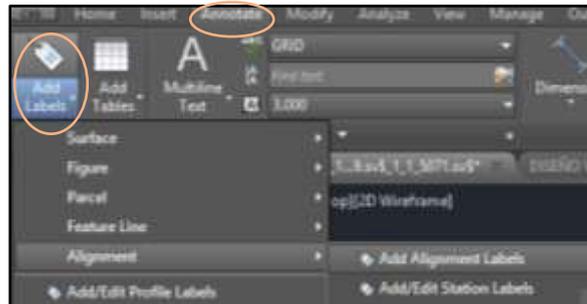


Figura 144. Camino con radios de curvatura que cumplen con las normas de diseño

Fuente: Ruth Puluche

7.6.9.6. ETIQUETADO DE CURVAS Y TANGENTES

Para etiquetar las curvas C y Tangentes L, buscar la opción **Annotate** e ingresar a la pestaña **Add Labels**, después en **Alignment** y escoger **Add Alignment Label**.



En la ventana que se muestra a continuación cambiar el tipo de etiqueta en **Label Type** por **Multiple Segment** y escoger lo que desea vaya en la etiqueta, en este caso solo la descripción de la distancia **Distance Only**, se puede cambiar el estilo como se indicó anteriormente.

En **Layout** se puede cambiar tamaño, color o ángulo de rotación y para visualizar el nombre de forma enumerada L1, se crea un nuevo componente con **Table Tag** con contenido **L<[Label Tag Number]**, de igual manera con C1 con contenido **C<[Label Tag Number]**.

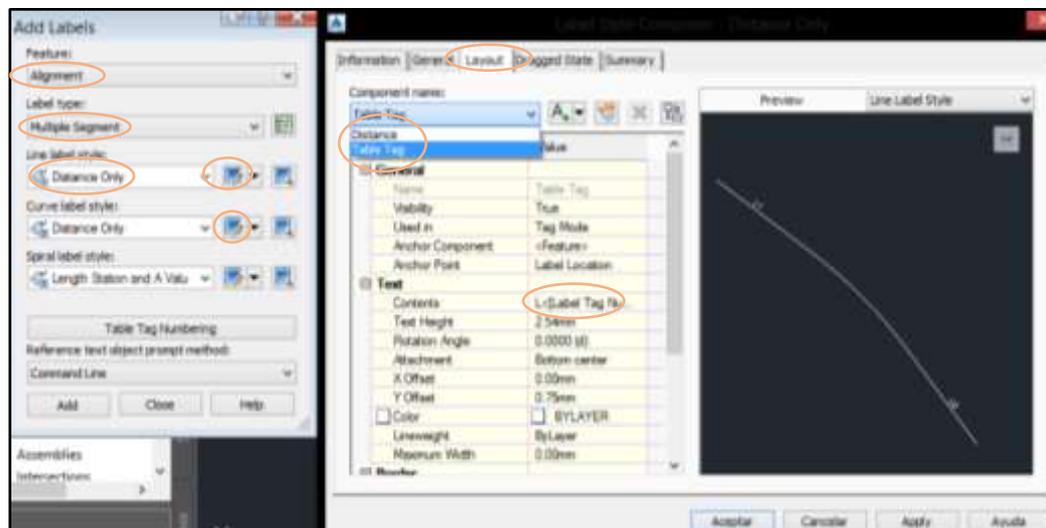


Figura 145. Etiquetado de curvas y tangentes

Fuente: Ruth Puluche

Una vez configurado los estilos verificar que la numeración empiece en 1 en **Table Tag Numbering** y **Add** dando clic en el alineamiento.

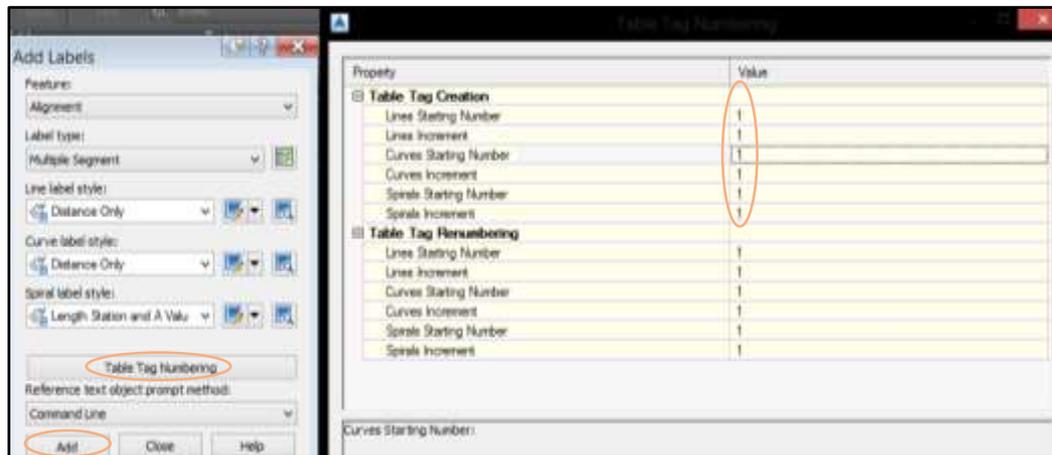
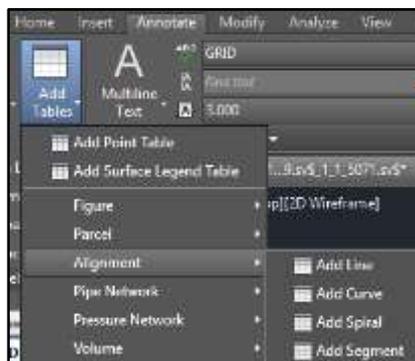


Figura 146. Etiquetado de curvas y tangentes

Fuente: Ruth Puluche

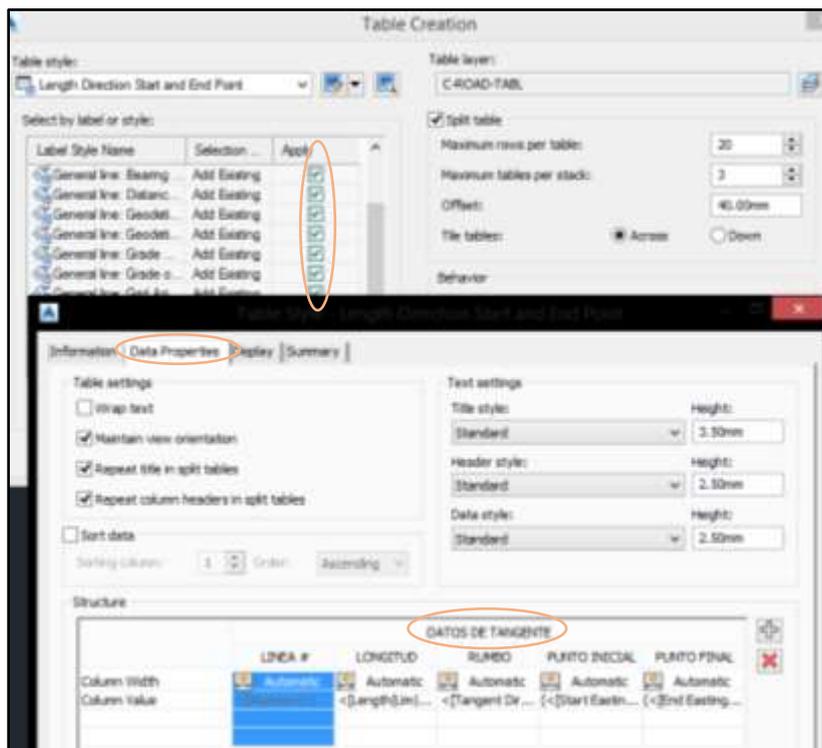
7.6.9.7. CUADRO DE CURVAS Y TANGENTES

Para visualizar los cuadros de las curvas C y Tangentes L, en la opción **Annotate** ingresar a la pestaña **Add Tables** y después a **Alignment** y escoger **Add Line** para tangentes y **Add Curve** para curvas.



En la ventana que se muestra a continuación de Tangentes, señalar todas las opciones de **label or style**.

Para modificar el estilo realizarlo como se lo ha hecho anteriormente, en siguiente cuadro en **Data Properties**, modificar según los datos que desea que salga en la tabla y con el título que sea de preferencia.



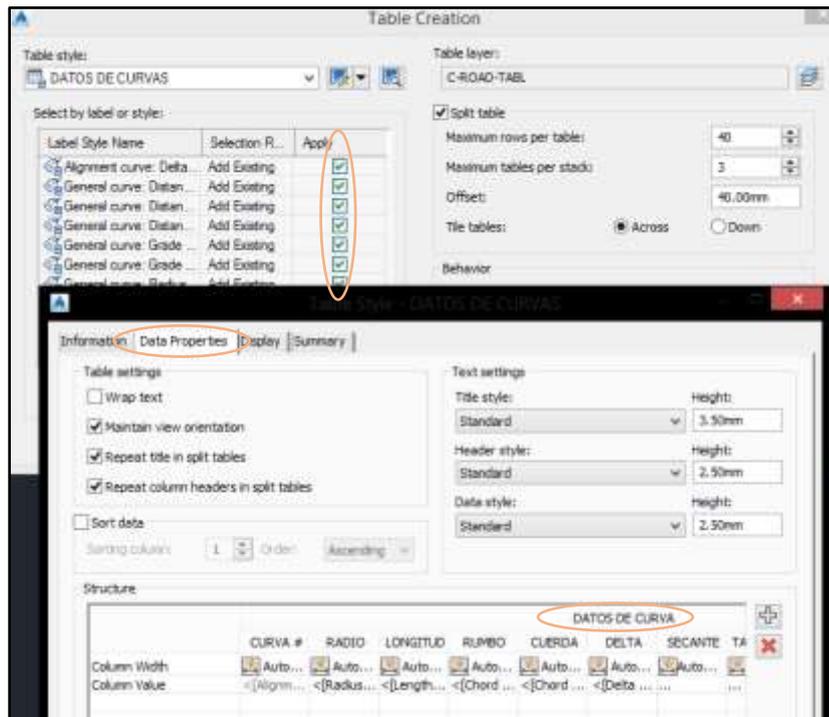
DATOS DE TANGENTE				
LINEA #	LONGITUD	RUMBO	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL
L1	78.93	S8° 25' 27.48"E	(776702.02,9826643.84)	(776713.29,9826677.74)
L2	163.77	S5° 38' 03.70"E	(776715.09,9826653.07)	(776731.07,9826680.08)
L3	34.14	S31° 58' 17.92"W	(776718.61,9826335.82)	(776700.55,9826307.85)
L4	55.79	S12° 02' 44.60"W	(776888.91,9826279.02)	(776877.27,9826324.48)
L5	29.61	S30° 45' 29.68"W	(776868.59,9826197.21)	(776891.40,9826171.77)
L6	182.12	S2° 05' 48.18"E	(776643.05,9826128.89)	(776649.71,9826256.89)
L7	83.88	S84° 20' 42.01"E	(776756.73,9825827.88)	(776810.84,9825790.42)
L8	80.15	S18° 31' 43.93"E	(776836.30,9825765.79)	(776861.67,9825679.80)

Figura 147. Cuadro de Tangentes

Fuente: Ruth Puluche

En la ventana de Estilo de Curva que se muestra a continuación de Tangentes, señalar todas las opciones de **label or style**.

Para modificar el estilo realizarlo como se lo ha hecho anteriormente, en siguiente cuadro en **Data Properties**, modificar según los datos que desea que salga en la tabla y con el título que sea de preferencia.



DATOS DE CURVA										
CURVA #	RADIO	LONGITUD	RUMBO	CUERDA	DELTA	SECANTE	TALENTE	PI	PC	PT
C1	300.000	14.783	S7° 00' 46"E	14.781	2' 49' 24"	0.091	7.383	0+084.32	0+078.83	0+081.71
C2	85.000	55.891	S13° 10' 07"W	84.700	37° 32' 21"	4.774	28.888	0+284.37	0+255.48	0+311.17
C3	90.000	31.247	S21° 58' 31"W	31.090	18° 53' 33"	1.373	15.782	0+381.09	0+345.31	0+378.55
C4	90.000	29.364	S21° 24' 07"W	29.263	18° 42' 46"	1.213	14.829	0+447.18	0+430.36	0+461.74
C5	60.000	34.408	S14° 18' 50"W	33.937	32° 51' 19"	2.954	17.690	0+508.04	0+491.35	0+525.79
C6	50.000	35.641	S22° 31' 05"E	34.882	40° 50' 31"	3.353	18.616	0+726.48	0+707.88	0+743.32
C7	200.000	39.814	S48° 38' 31"E	39.748	11° 24' 21"	0.895	18.973	0+860.11	0+840.14	0+879.98
C8	70.000	43.758	S36° 26' 13"E	43.048	36° 48' 58"	3.584	22.620	0+868.45	0+843.83	0+887.58
C9	70.000	19.741	S10° 28' 58"E	19.676	18° 08' 30"	0.702	9.937	1+077.67	1+067.74	1+087.48

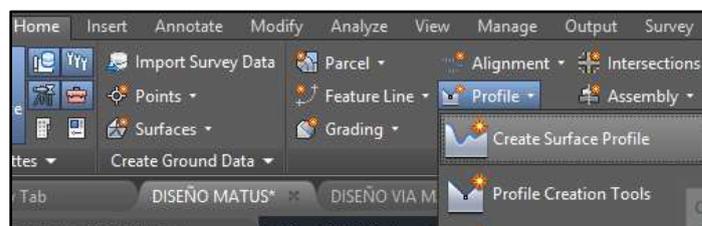
Figura 148. Cuadro de Curvas

Fuente: Ruth Puluche

7.6.10. PERFIL LONGITUDINAL

7.6.10.1. DIBUJO DEL PERFIL LONGITUDINAL

Para el dibujo del perfil longitudinal ir a la pestaña de **Home**, en la opción **Profile**, clic en **Create Surface Profile**.



En el cuadro que aparece a continuación seleccionar el alineamiento es decir Eje de camino y añadir la superficie, después dar un clic en Draw in Profile view para configurar en caso de ser necesario, si se desea que el perfil contenga toda longitud del camino o por rangos, pero es aconsejable que contenga la longitud total para mejor visualización.

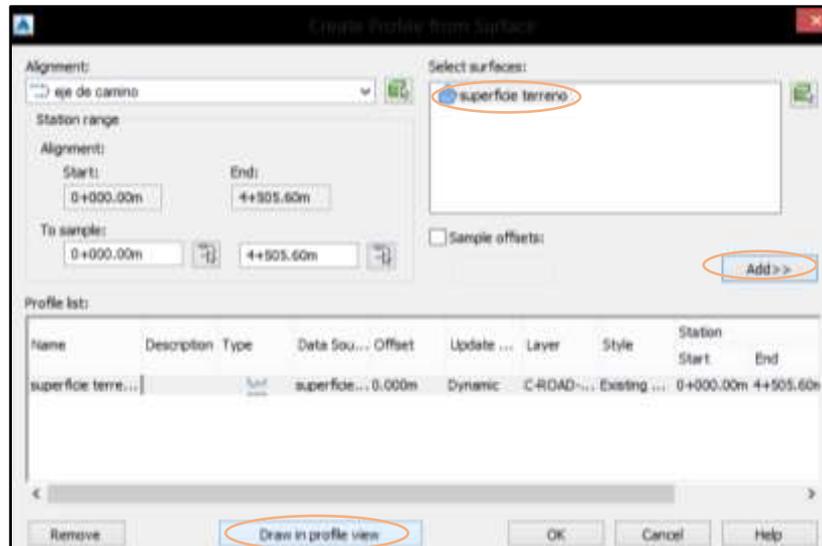
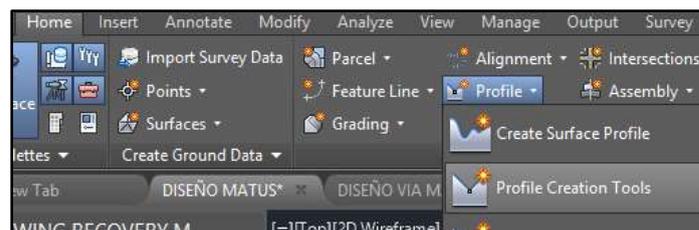


Figura 149. Añadir la superficie para dibujar perfil

Fuente: Ruth Puluche

7.6.10.2. DIBUJO DE LA RASANTE DEL CAMINO

Para el dibujo de la rasante acceder a **Profile** y elegir la opción **Profile Creation Tool** y escribir el nombre que prefiera, en este caso **Rasante Camino**, de preferencia escoja otro layer para evitar confusiones.



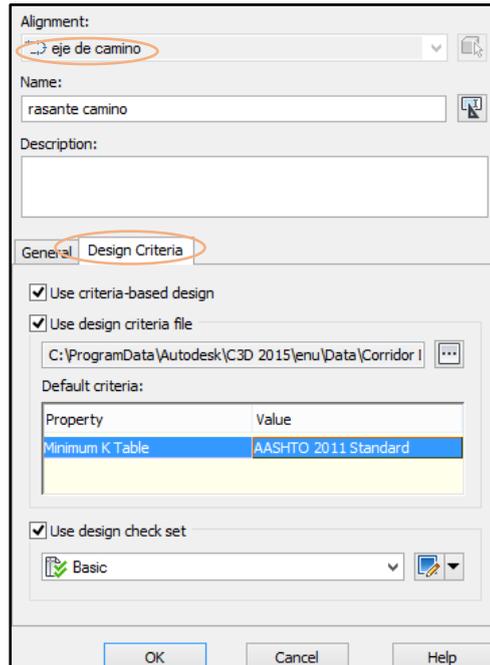


Figura 150. Crear rasante del camino

Fuente: Ruth Puluche

A continuación sale la tabla en la que muestra varias opciones tanto para dibujar la rasante como para editarla. En el primer icono  escoger la opción para dibujar tangentes y automáticamente nos calcula la pendiente, a pendiente máxima es del 12%, esta debe adaptarse al perfil del terreno natural.

Para insertar las curvas en los puntos de intersección se usa la opción **Free Vertical Curve** , especificando la longitud de la curva o el valor de k.

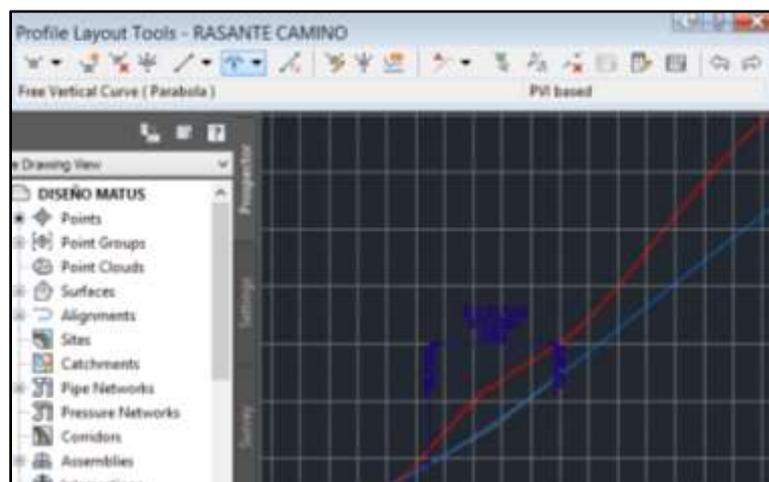


Figura 151. Alineamiento Vertical

Fuente: Ruth Puluche

En la ventana panorama se puede revisar todos los datos correspondientes a las entidades del alineamiento vertical y se las puede modificar de ser necesario.

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type
1	0+000.00m	3065.360m	5.71%	5.71%	0.00%	
2	0+294.34m	3082.130m	5.71%	8.00%	2.29%	Seg
3	0+880.00m	3129.020m	8.00%	-3.58%	-11.58%	
4	1+415.44m	3112.000m	-3.58%	-8.39%	-4.81%	
5	1+770.17m	3082.246m	-8.39%	-11.39%	-3.00%	
6	3+740.00m	2857.884m	-11.39%	-20.45%	-9.06%	
7	4+160.00m	2772.000m	-20.45%	-8.06%	12.39%	
8	4+405.36m	2752.225m	-8.06%	-8.06%	0.00%	

Figura 152. Panorama con datos del Alineamiento Vertical

Fuente: Ruth Puluche

7.6.10.3. ESTILOS DE PERFIL LONGITUDINAL

Para modificar el estilo del perfil, como son la banda o guitarra se selecciona el perfil y automáticamente en opciones se escoge **Profile View Properties**.



En la ventana que muestra a continuación tenemos estilos que el programa tiene por defecto, los mismos que se pueden modificar o aumentar según los datos que se desea que se muestren en la banda, como son elevaciones, abscisas, alturas de corte y relleno, entre otros, con los colores, tamaño y posición que se prefiera. Esto se logra desde la pestaña de **Bands**, creando nuevos tipos de estilo y modificándolos.

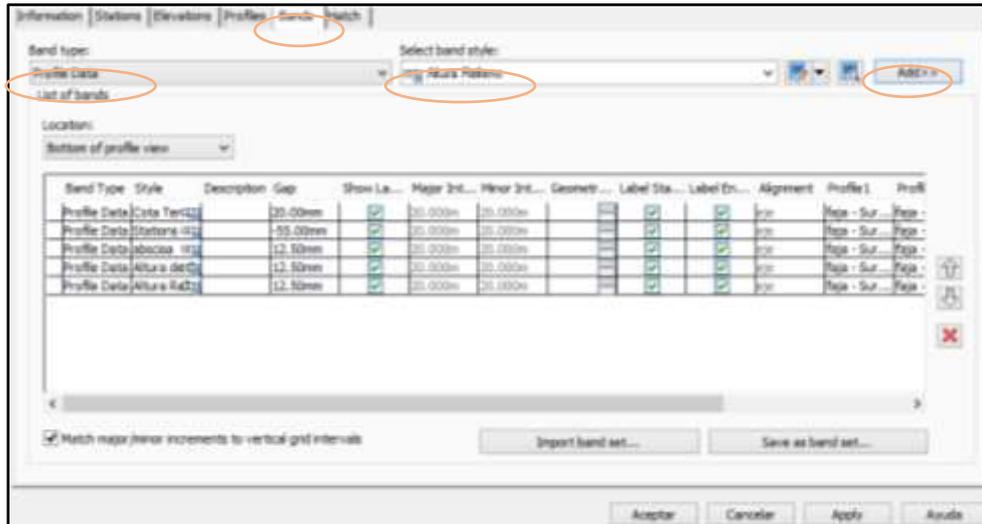
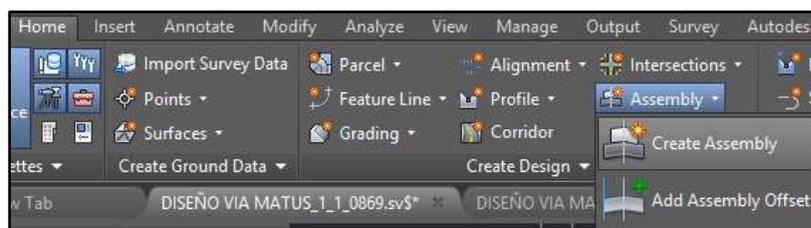


Figura 153. Estilos para Perfil Longitudinal

Fuente: Ruth Puluche

7.6.11. DIBUJO DE LA SECCIÓN

Para la sección es necesario crear un Ensamblaje, esto se logra desde la pestaña de **Home**, en la opción **Assembly**, clic en **Create Assembly**.



En la siguiente ventana dar un nombre, en este caso **Assembly Camino**, en **Code set style** cambiar a **All Codes** y **OK** y aparece el Ensamblaje, donde usted escoja.

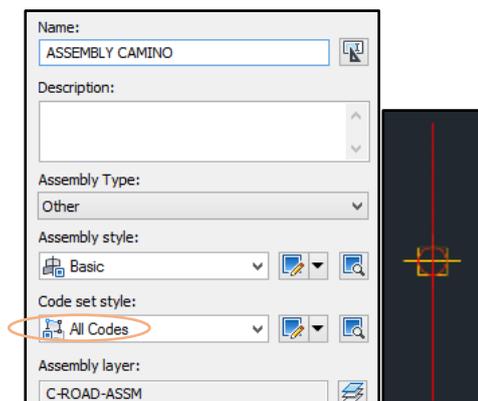


Figura 154. Crear Ensamblaje de Camino

Fuente: Ruth Puluche

Para dibujar la sección típica activamos la opción de **Tool Palettes**, esta se activa tecleando Ctrl+3. Para dibujar la calzada buscar la opción **Lanes** y escoger **LaneSuperelevationAOR**, en el cuadro de opciones modificar el ancho **Width** = 3.00 m, el bombeo **Default Slope** = 2%, el espesor del pavimento **Pave1 Depth** = 0,05 m, **Base Depth** = 0,10, **Sub-base Depth** = 0.25. Realizarlo tanto a la derecha como a la izquierda y dibujar señalando el Assembly.

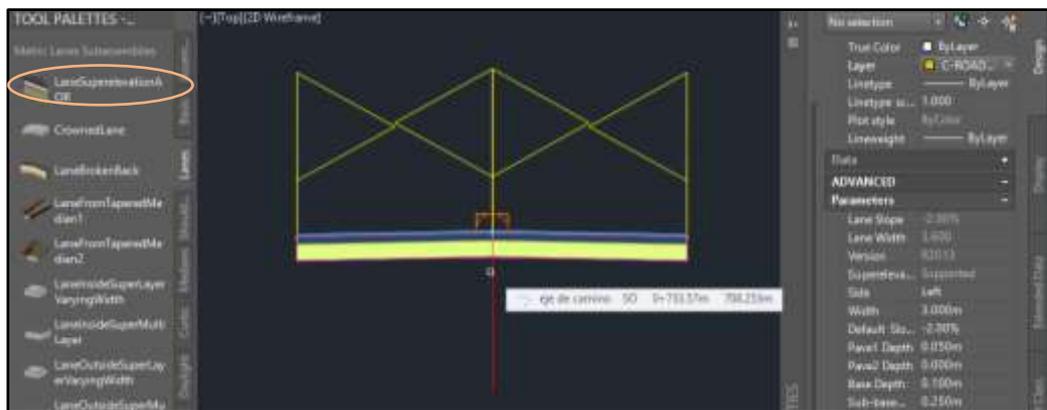


Figura 155. Sección Típica de la calzada

Fuente: Ruth Puluche

Para las cunetas buscar la opción **Cubs** y escoger **UrbanCurbGutterGeneral**, en el cuadro de opciones modificar el ancho el ángulo de inclinación **Gutter Slope** = 63%, en sub base dejar en 0 m, luego ingresar los valores de la cuneta en **Dimension** A = 100 mm, B = 640 mm, C = 100 mm, D = 380 mm, E = 160 mm, F = 100 mm y en G = 640 mm. Realizarlo tanto a la derecha como a la izquierda y dibujar señalando la calzada, en la parte del pavimento.

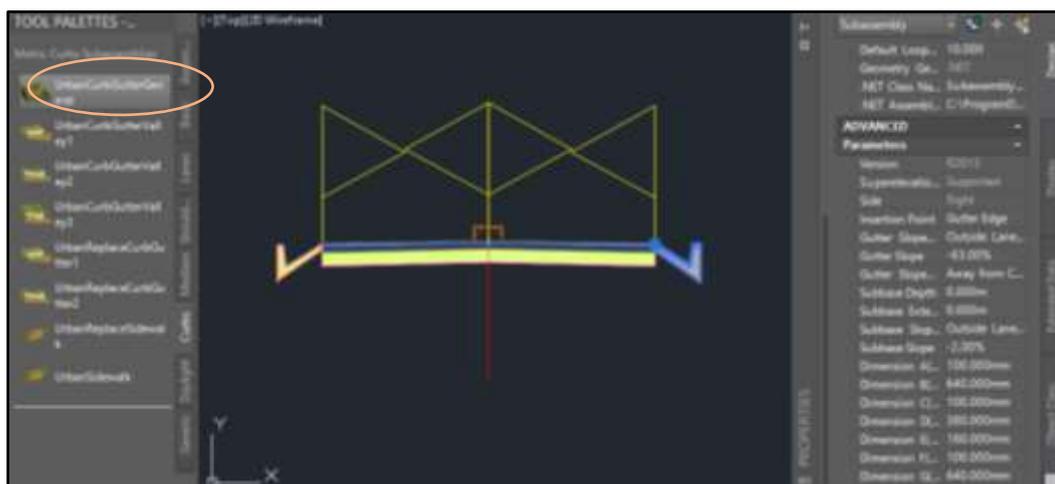


Figura 156. Sección típica de las cunetas

Fuente: Ruth Puluche

Para los taludes buscar la opción **Basic** y escoger **BasicSlideSlopeCutDitch**, en el cuadro de opciones modificar el **Fill Slope = 1.6:1** y el resto dejar en 0.

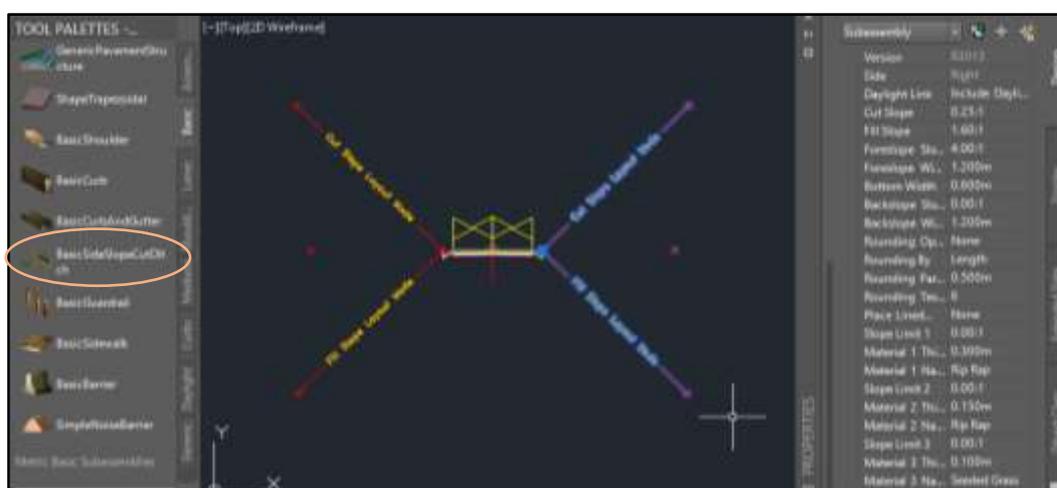


Figura 157. Sección típica de taludes

Fuente: Ruth Puluche

7.6.12. CREACIÓN DEL CORREDOR

Para crear el corredor, primero se debe contar con cuatro datos como son el **Alineamiento**, la **rasante**, el **Assembly** y la **superficie de terreno**.

Con estos cuatro datos listo acceder a la opción **Corredor** que está en **Home** y seleccionar los datos antes mencionados y Ok.

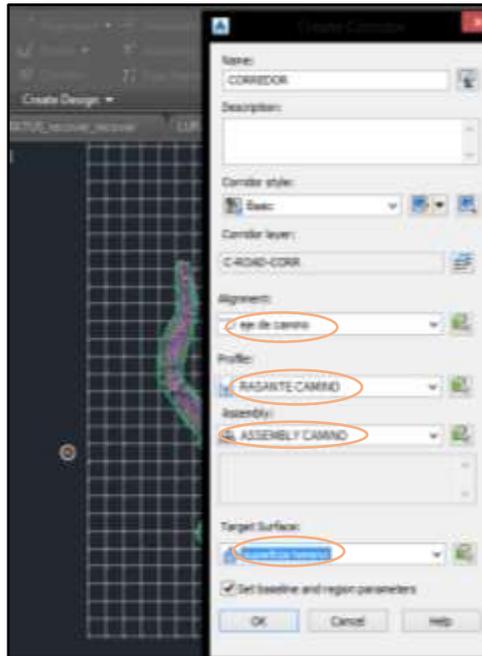


Figura 158. Creación del corredor

Fuente: Ruth Puluche

Verificar que todos los datos estén correctos en Set all Targets, como son la calzada, las cunetas y el talud, si está bien todo dar Ok y Aceptar.

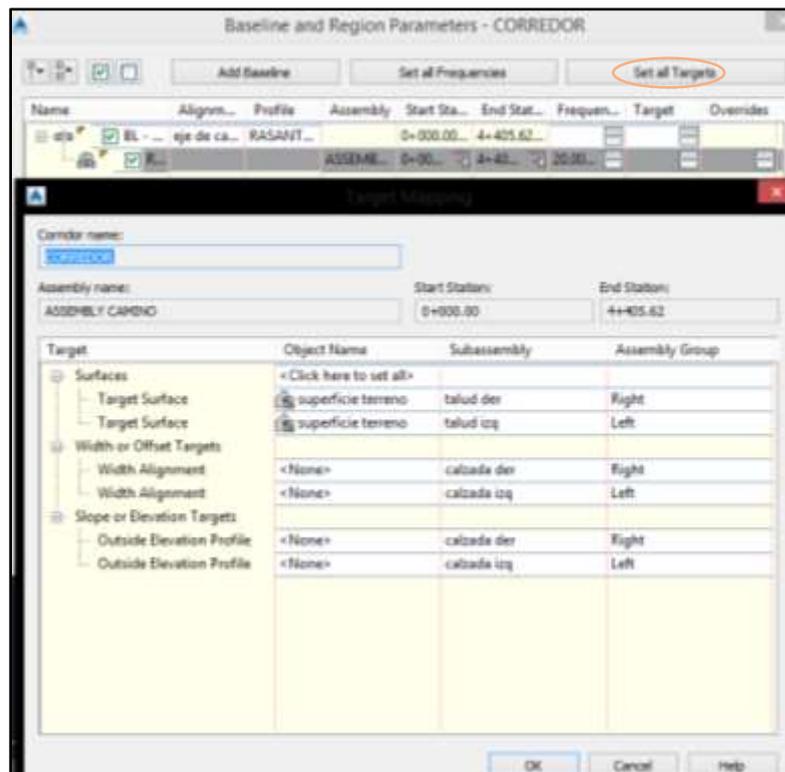


Figura 159. Verificación de datos para corredor

Fuente: Ruth Puluche

En la ventana que sale a continuación dar clic en **Rebuild the corredor**, para reconstruir el corredor.

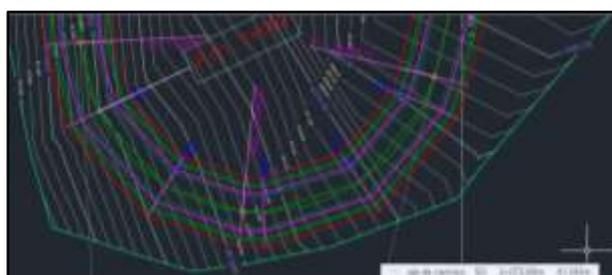
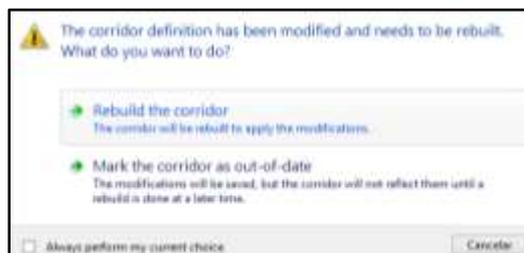
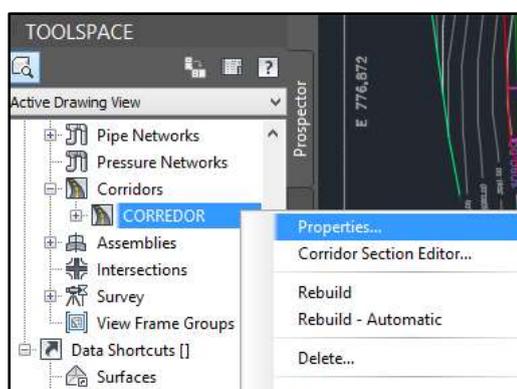


Figura 160. Líneas de referencia para corredor Camino

Fuente: Ruth Puluche

Para construir el corredor en la pestaña de **Prospector**, elegir la opción **Corredor**, buscar con el nombre dado anteriormente y con clic derecho buscar **Properties**.



A continuación en la siguiente ventana en la pestaña de **Surfaces**, se da un clic en el icono **Create a Corridor Surface**, para crear una superficie a partir del corredor, luego se cambia el estilo de la superficie en **Display** creando nuevos layers para las curvas mayores y menores, Aceptar.

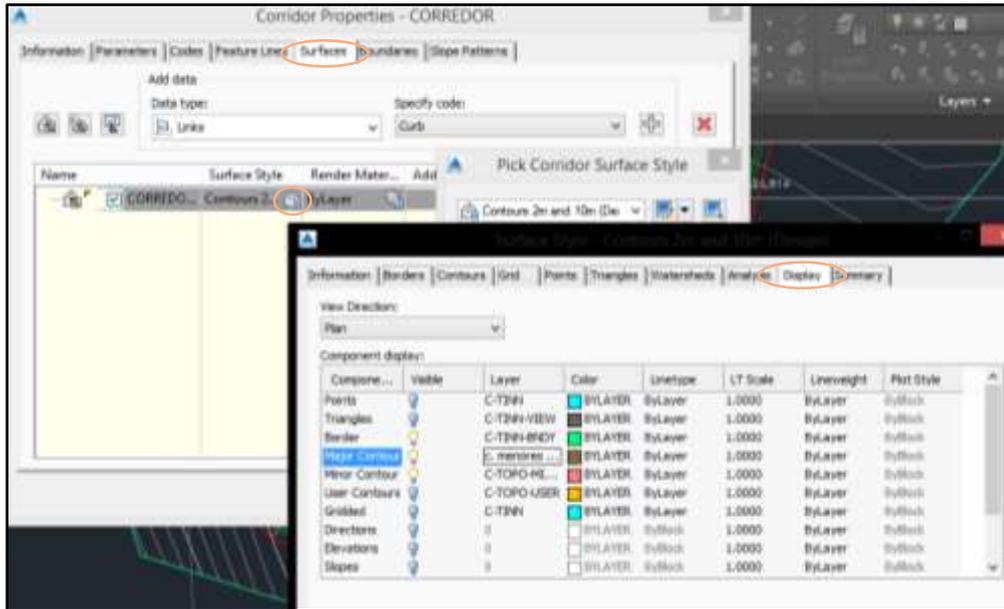
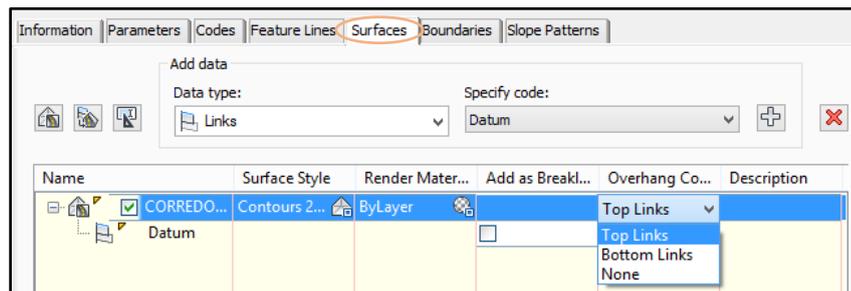
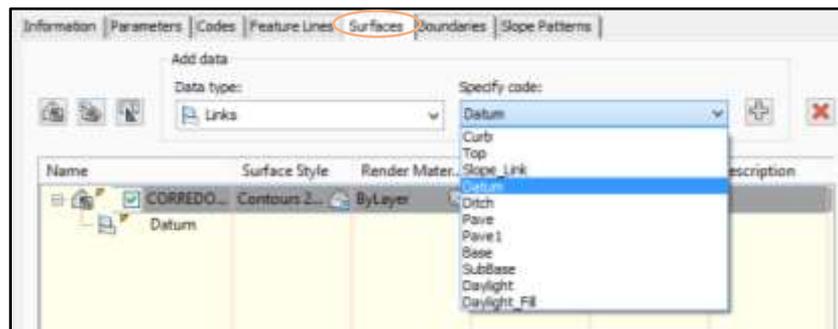


Figura 161. Creación de corredor Camino

Fuente: Ruth Puluche

Una vez cambiado los estilos cambiar en la opción de **Specify Code** a **Datum** y añadir Add, en **Overhang Correction** reemplazar por **Top Links**.



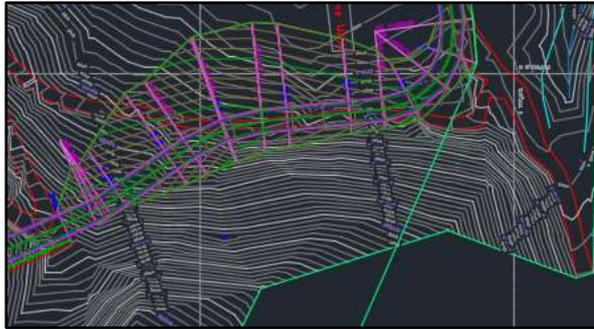


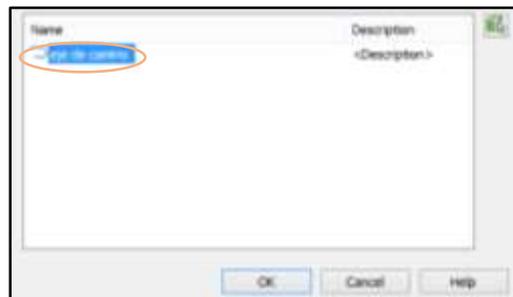
Figura 162. Superficie del corredor

Fuente: Ruth Puluche

7.6.13. SECCIÓN TRANSVERSAL

7.6.13.1. CREAR SECCIÓN TRANSVERSAL

Para crear la sección transversales buscar la opción **Sample Lines** y dar un clic derecho para que aparezca la ventana y señalar el eje de vía.



En la tabla que se muestra a continuación dar un nombre Sampleado y verificar que en datos debe estar dos corredores y una superficie, Ok.

Name:

Description:

Alignment:

Sample line style:

Sample line label style:

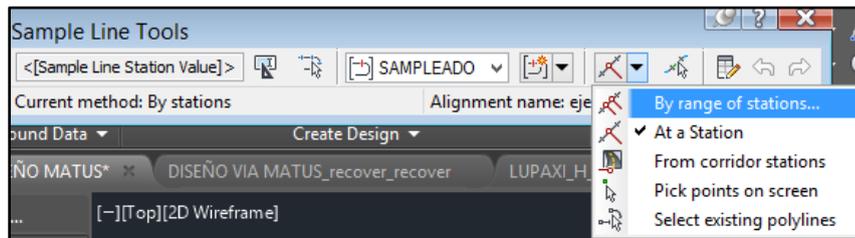
Sample line layer:

Select data sources to sample:

Type	Data Source	Sample	Style	Section layer	Update Mode
	superficie terreno	<input checked="" type="checkbox"/>	Existing Ground	C-ROAD-SCTN	Dynamic
	CORREDOR	<input checked="" type="checkbox"/>	Basic	C-ROAD-CORR-S...	Dynamic
	CORREDOR CORR...	<input checked="" type="checkbox"/>	Existing Ground	C-ROAD-SCTN	Dynamic

OK Cancel Help

Luego aparece una ventana en la que ingresamos a **By range of stations**, el cual nos mostrara un cuadro para elegir la distancia y el incremento que se quiere visualizar en el Muestreo.

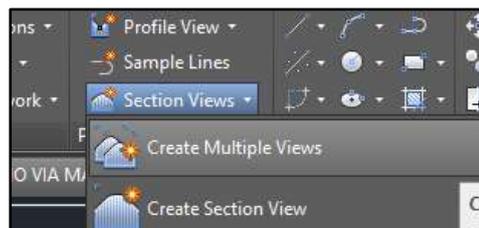


Property	Value
Snap to an alignment	False
Alignment	eje de camino
Width	20.000m
Right Swath Width	
Snap to an alignment	False
Alignment	eje de camino
Width	20.000m
Sampling Increments	
Use Sampling Increments	True
Increment Relative To	Absolute Station
Increment Along Tangents	20.000m
Increment Along Curves	10.000m
Increment Along Spirals	10.000m
Additional Sample Controls	

Figura 163. Datos para Sección Transversal

Fuente: Ruth Puluche

El siguiente paso es ingresar a la opción **Section Views** y buscar **Create Multiple Views**.



En las ventanas que aparecen a continuación simplemente verificar los datos y el incremento del Muestreo, cuando todo este revisado clic en **Create Section Views** y esperar a que el programa cree el Muestreo

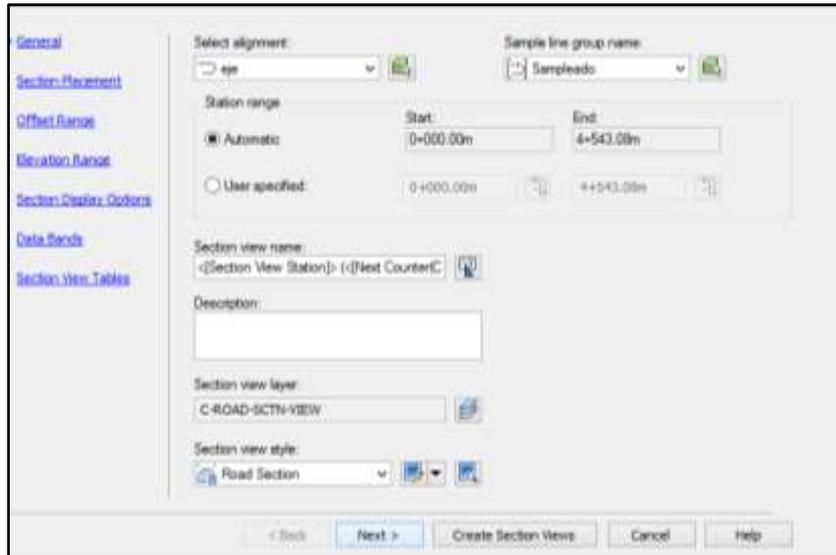


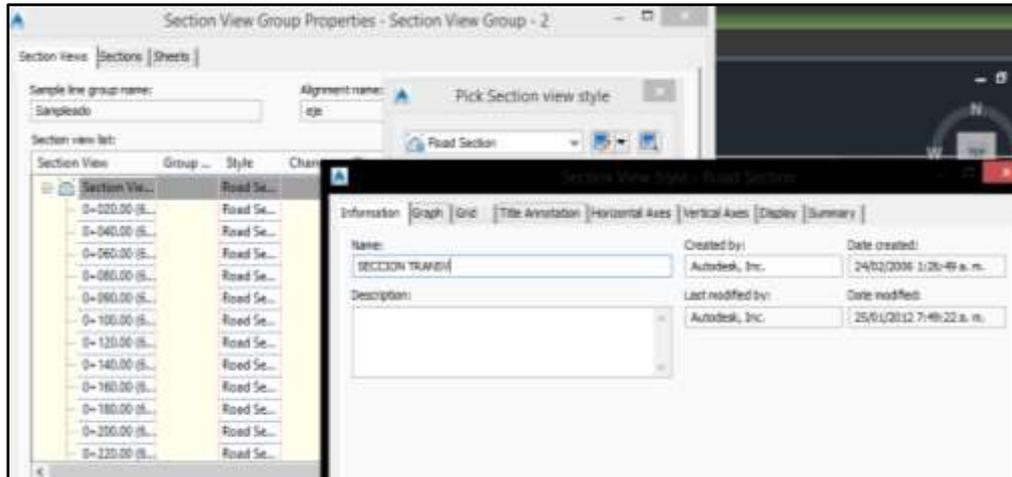
Figura 164. Sampleado - Sección Transversal

Fuente: Ruth Puluche

7.6.13.2. ESTILOS DE SECCIÓN TRANSVERSAL

En el caso de querer modificar el estilo de las secciones, seleccionar las secciones y automáticamente nos muestra la cinta de opciones, buscar **View Group Properties**, en la ventana nos muestra todas las secciones en **Section View** y en **Style** se puede modificar creando un nuevo estilo como se lo venido explicando, se puede cambiar tamaños de textos, líneas, títulos entre otras cosas.





Además se puede modificar los datos que se desea que aparezca como son corte y relleno, cotas entre otras, esto se puede realizar desde las opciones de **Section Views** en **Change Band Set**, **Change Volume Table**, **Profile**.

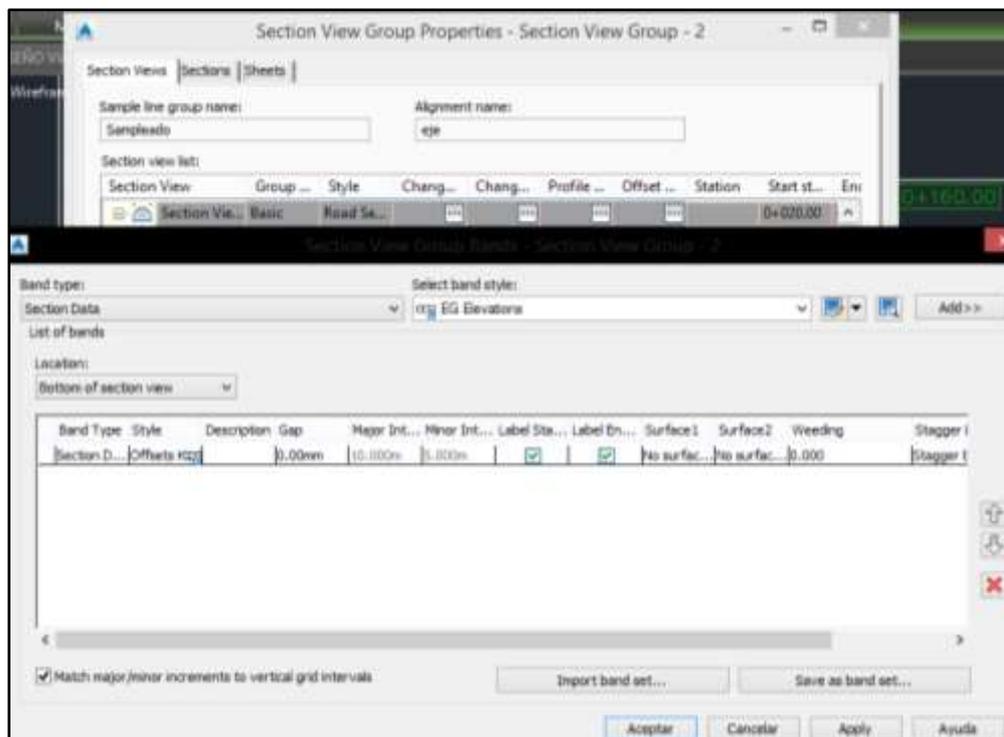


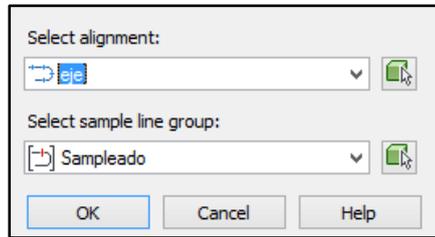
Figura 165. Estilos de la Sección Transversal

Fuente: Ruth Puluche

7.6.14. ANALISIS DE MATERIALES Y DE CANTIDADES

Para el cálculo de materiales y cantidades están disponibles en la cinta de opciones en la ficha **Analyze**, en el icono , el mismo que permite definir los

parámetros más importantes en el cómputo de cantidades. Señalar la alineación y el Muestreo creados anteriormente.



Después aparece una ventana para configurar el cálculo de materiales en la que tiene que definir la superficie de terreno y del corredor, el método para el cómputo de los volúmenes será **Prismoidal**.

Ingresa nuevamente al icono , y se abre una ventana con el corte y relleno formando parte de la lista de materiales. Añadir nuevo material y definir el tipo de dato que es **Corridor Shape** y seleccionar la forma de la obra que es el corredor con el tipo de obra, pavimento, base, sub base y agregar a la lista de materiales.

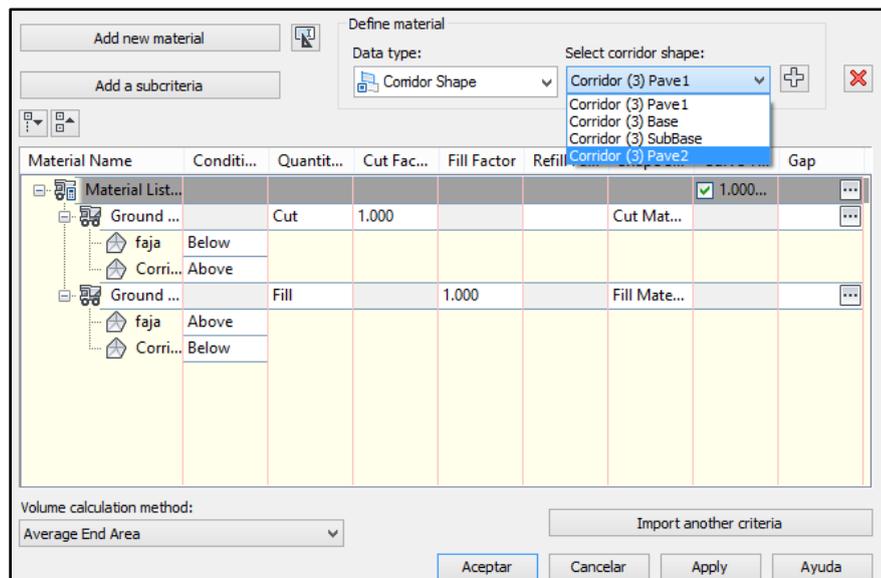


Figura 166. Añadir y Definir Material

Fuente: Ruth Puluche

A continuación se calcula los reportes, para lo cual se utiliza el comando de **Volume Report**, el mismo que entrega un informe en formato XLM o se utiliza el comando de Volúmenes Totales para que aparezca en la ventana de Civil mismo.

Informe de volumen								
Proyecto: C:\Users\fernando\appdata\local\temp\FINAL CON MURO Y SUPERFICIE Y SECCIONES Y CALCULO VOL_1_2_6947.xls								
Alineación: CARRETERA B-V								
Grupo de líneas de muestra: MUESTREO B-V								
P.K. inicial: 0+000.000								
P.K. final: 4+007.923								
P.K.	Área de drenante (metros cuadrados)	Volumen de drenante (metros cúbicos)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Área de terraplén (metros cuadrados)	Volumen de terraplén (metros cúbicos)	Vol. drenante acumulado (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumulado (metros cúbicos)	Vol. terraplén acumulado (metros cúbicos)
0+000.000	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	11.31	293.54	293.54	0.00	0.00	293.54	293.54	0.00
0+040.000	9.22	205.02	205.02	0.00	0.00	498.56	498.56	0.00

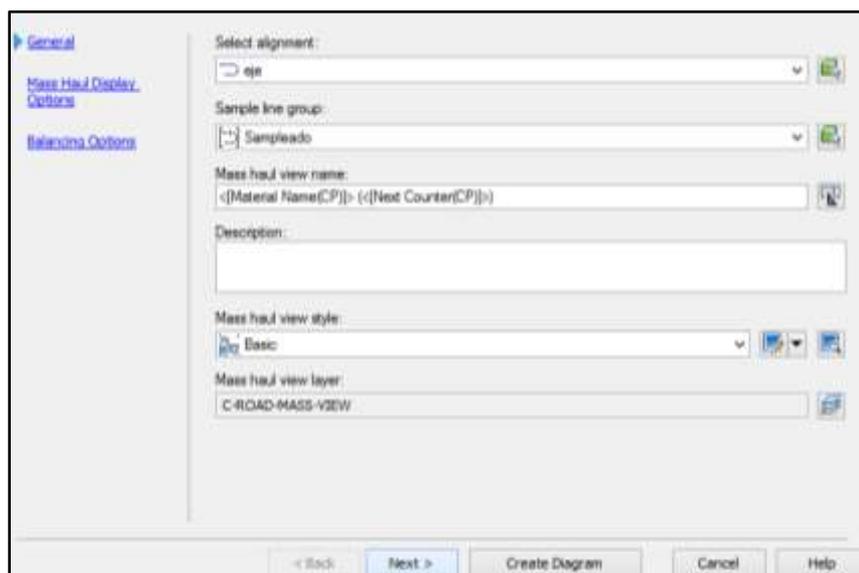
Figura 167. Reporte de volúmenes en formato XLM

Fuente: Ruth Puluche

7.6.15. DIAGRAMA DE MASAS

La opción de Diagrama de masas facilita la inclusión en el diseño de este reporte de manera sencilla, en la cinta de opciones de Análisis buscar el icono de **Create Mass Haul Diagram**. 

A continuación sale la ventana en la que hay que solo tocar verificar el alineamiento y el Muestreo, además se le puede dar un nuevo nombre.



En la siguiente ventana verificar el material y Next.

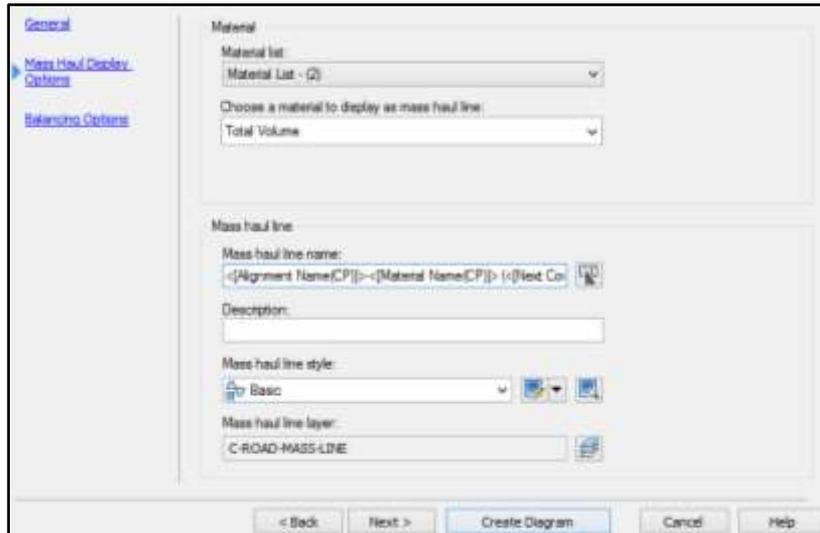


Figura 168. Verificar alineamiento, Sampleado y material

Fuente: Ruth Puluche

En esta ventana activar la opción de **Free Haul options** para definir la distancia de transporte gratuito de 500 m y crear el diagrama con **Create Diagram**.

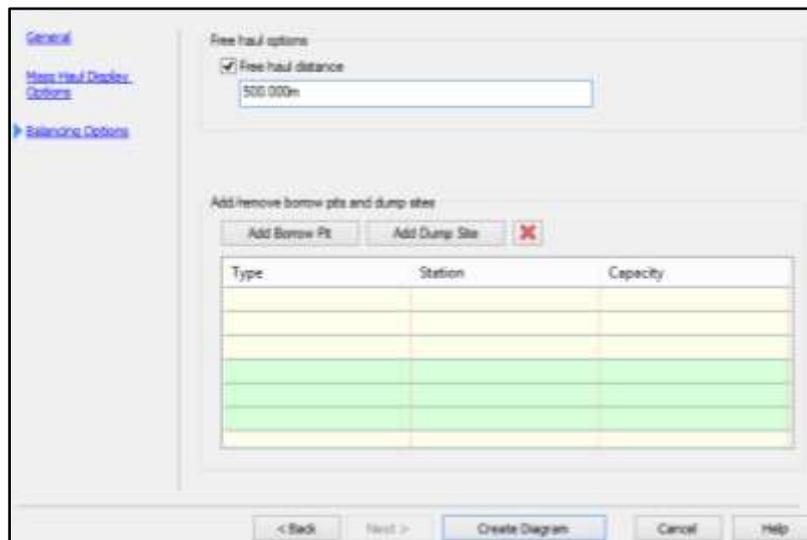


Figura 169. Transporte gratuito 500 m

Fuente: Ruth Puluche

7.7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Al realizar el diseño de aproximadamente de 4.7 km de un camino agrícola forestal ubicado en las parroquias Matus y San Antonio de Bayushig del cantón Penipe en el software Civil 3D nos ha permitido adquirir un amplio conocimiento en la aplicación de las normas de diseño y de igual manera ingresarlos en el programa.

Con las diferentes herramientas del Civil 3D se logró la optimización de tiempo empleado en la elaboración del proyecto y la precisión de datos y afinación del diseño, ya que permite evaluar varias alternativas de diseño hasta llegar a la más óptima, actualizando de manera automática la modelación de los datos.

Este manual desarrollado representa una guía práctica con los comandos principales y configuraciones fundamentales para realizar el diseño de un camino forestal, el mismo que facilita los conocimientos y generalizarlos en el campo de la ingeniería civil.

7.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.8.1. CONCLUSIONES

- El Manual del Civil 3D para la modelación de caminos es una herramienta eficiente que optimiza tiempo y recursos en un proyecto de este tipo para el cálculo, diseño y correcciones de Superficies, secciones transversales, alineamientos horizontales y verticales, perfiles, anotaciones y demás, para la elaboración de los planos.
- Configurar las características del dibujo nuevo antes de empezar el dibujo es importante para diseñar de acuerdo a la zona 17 que se encuentra el Ecuador y no haya inconvenientes al momento de importar los puntos, los mismos que se debe tener en cuenta el formato para crear la superficie.
- Para crear el alineamiento horizontal es primordial cumplir con las normas de diseño vial NEVI-12, para que los vehículos transiten normalmente con seguridad y confiabilidad, para los caminos forestales se debe cumplir con los radios mínimos de 25 m.

- En el diseño del perfil longitudinal es importante cumplir con las normas de diseño antes mencionadas para brindar un mejor servicio a los usuarios, verificando que la pendiente mínima para caminos forestales es del 10%.
- Dibujar y editar las secciones transversales del camino es importante para conocer los volúmenes de corte y relleno necesarios para los trabajos en la vía.

7.8.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar el manual de Civil 3D para el diseño de cualquier tipo de vía para facilitar el trabajo en oficina, ahorrando tiempo y obteniendo datos con más exactitud y eficiencia.
- Verificar las unidades y el sistema de coordenadas del trabajo para evitar inconvenientes en el trabajo.
- Actualizar el modelo siempre que se realicen modificaciones en los elementos de dibujo que estén ligados a otros.

CAPITULO VIII

8. BIBLIOGRAFÍA

- NEVI-12-MTOP Norma Ecuatoriana vial, VOLUMEN N°2-LIBRO “A”
NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES
- NEVI-12-MTOP Norma Ecuatoriana vial, VOLUMEN N°2-LIBRO “B”
NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES
- NEVI-12-MTOP Norma Ecuatoriana vial, VOLUMEN N°3 –
ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CAMINOS Y PUENTES
- Normas de Diseño Geométrico 2003-MOP
- Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento 1993
- INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
- IGM, Instituto Geográfico Militar
- Norma AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS ASTM D 698-70
Compactación: Relación densidad- humedad
- Norma AASHTO T 180-93 CBR: Diseño, para uso estructural del pavimento

CAPITULO IX

9. ANEXOS

9.1. FOTOGRAFICOS

 A photograph showing a narrow dirt road lined with trees and vegetation. A small red car is visible in the distance on the road.	<p>Inicio de la vía en estudio, Comunidad de Santa Vela</p> <p>Tiene una calzada de tierra carece de obras de drenaje, con un ancho de calzada de 4.15 m.</p>
 A photograph of a dirt road winding through a rural landscape with green fields and hills in the background under a cloudy sky.	<p>Y que se dirige a Matus por un lado y recto a Nabuzocon alta producción de papas, carece de obras de drenaje además de un ancho de calzada de 4.12m.</p>
 A photograph showing a dirt road in poor condition, with a large, dark, muddy rut in the center. The road is surrounded by trees and vegetation.	<p>Calzada de tierra en malas condiciones, carece de obras de drenaje además de un ancho de calzada de 4.00 m.</p>

	<p>Calzada de tierra carece de obras de drenaje además de un ancho de calzada de 3.42 m. Curva cerrada</p>
	<p>Calzada de tierra carece de obras de drenaje además de un ancho de calzada de 3.56 m.</p>
	<p>Calzada de tierra carece de obras de drenaje además de un ancho de calzada de 4.57 m. Altas pendientes y curvas cerradas.</p>
	<p>Punto Georreferenciado ubicado en un cilindro de hormigón ST1.</p>

	<p>Equipo para Levantamiento Topográfico Estación Total TRIMBLE S3.</p>
	<p>Levantamiento de puntos de la vía con Estación Total TRIMBLE S3</p>
	<p>Estaca pintada para cambio de estación ST12.</p>
	<p>Levantamiento con Estación Total TRIMBLE S3, prisma a $h = 1.60m$</p>

	<p>Realización de calicatas para extracción de muestras de suelo para los distintos ensayos correspondientes.</p>
	<p>Realización de calicatas para extracción de muestras de suelo para los distintos ensayos correspondientes.</p>
	<p>Realización de calicatas para extracción de muestras de suelo para los distintos ensayos correspondientes.</p>
	<p>Extracción de muestras de suelo para los distintos ensayos correspondientes.</p>



Realización de calicatas para extracción de muestras de suelo para los distintos ensayos correspondientes.



Tamices utilizados para granulometría de la muestra de suelo.



Muestra Pesada en Balanza Digital para realizar granulometría del material.



Ensayo granulométrico mediante la utilización de tamices y tamizadora eléctrica

	<p>Ensayo límite líquido de la muestra.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuchara de casa grande - Espátula - Bandeja - Separador - Agua destilada - Recipientes para obtención de muestra
	<p>Ensayo límite líquido. Cuchara de Casa Grande.</p>
	<p>Ensayo límite plástico con la muestra de suelo</p>
	<p>Ensayo PROCTOR. Preparación muestra para ensayo de compactación (PROCTOR MODIFICADO)</p>

	<p>Ensayo PROCTOR.</p> <p>Preparando el material con el porcentaje de agua con respecto al peso de la muestra para determinar la relación entre el contenido de agua y peso Unitario Seco de la muestra</p>
	<p>Ensayo PROCTOR.</p> <p>Pesar Molde con la muestra del suelo en balanza digital</p>
	<p>Equipo necesario para realizar el Ensayo CBR, luego de conocer la humedad óptima.</p>
	<p>Ensayo CBR.</p> <p>Preparación de la muestra para ensayo, colocamos la pesa la muestra compactada y el papel filtro.</p>

	<p>Ensayo CBR.</p> <p>Peso del molde más la muestra compactada. En la balanza digital.</p>
	<p>Ensayo CBR.</p> <p>Ubicación de papel filtro al girar el molde y colocación de los discos espaciadores.</p>
	<p>Ensayo CBR.</p> <p>Colocación del Deformímetro en el trípode para medir expansión de la muestra en el agua durante 4 días.</p>
	<p>Ensayo CBR.</p> <p>Aplicación de carga.</p> <p>Marco de carga para obtención de CBR.</p>

9.2. ESPECIFICACIONES GENERALES Y ESPECÍFICAS

Referencia: Especificaciones Del Manual NEVI-12 VOLUMEN 3 MTOP

221 MOVILIZACIÓN

Descripción.-

Esta operación consistirá en llevar al sitio de la obra al personal y equipo necesario para la ejecución de la misma, además se incluirá la provisión de equipo de laboratorio para el uso de la Fiscalización en el control de los trabajos, si así se estipula en las especificaciones especiales.

En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-3.07.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales. También podrá incluirse el requerimiento de que el Contratista suministre vehículos para el uso del personal de la fiscalización.

Movilización de equipo.-

El Contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con miras al oportuno embarque y transporte de sus plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes que constituyen su equipo de construcción aprobado, a fin de que las varias unidades lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación y asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo al programa de trabajo aprobado.

Cualquier unidad de equipo cuya capacidad y rendimiento no sean adecuados, deberá ser reemplazada por otra que demuestre ser satisfactoria.

Medición.-

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

Pago.-

La suma global que conste en el contrato para los rubros abajo designados constituirá la compensación total por toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

En caso de haber una rescisión del contrato, una parte del valor pagado al Contratista por movilización será reembolsada al Contratante. En estas circunstancias, el Contratista tendrá derecho a retener solamente la proporción de la suma global de este rubro, que corresponde a la relación entre el monto pagado por los rubros trabajados y el monto total del presupuesto del contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
221- (1) Movilización.....	Suma global

203-1 CAMPAMENTO PRINCIPAL Y OBRAS CONEXAS

Descripción.-

Son construcciones provisionales y obras conexas que el Contratista debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo (del Contratista y de la Fiscalización) y de obreros en general.

Este trabajo comprenderá la construcción y equipamiento o amoblamiento de campamentos incluyendo oficinas, talleres, bodegas, puestos de primeros auxilios, comedores y viviendas para personal del Contratista, de acuerdo a los planos por él presentados y aprobados por el Fiscalizador.

También incluirá la construcción o suministro de edificaciones de oficinas, comedores y viviendas de uso del personal de fiscalización, de acuerdo a los requisitos de las especificaciones especiales y los planos suministrados por el Contratante. Deberá incluirse el suministro de muebles y enseres de oficinas y viviendas, cuando los documentos contractuales así lo indiquen. En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral respectivo de estas especificaciones.

Procedimiento de Trabajo.-

Los campamentos deberán estar provistos de las instalaciones sanitarias necesarias, de acuerdo a los reglamentos de las entidades responsables de la salud pública y a las estipulaciones contractuales.

Ubicación.-

El diseño y la ubicación de los campamentos y sus instalaciones, deberán ser tales que no ocasionen la contaminación de aguas superficiales ni de posibles fuentes subterráneas para agua potable, y deben en todo caso ser aprobados previamente por el Fiscalizador.

En ningún caso deben localizarse dentro de áreas ecológicamente sensibles, en sitios con presencia de especies bióticas (flora y fauna) protegidas o en peligro de extinción, sin que previamente se tengan los respectivos permisos y licencias ambientales de acuerdo a la reglamentación y normativa ambiental vigente.

No deben situarse en lugares con un alto nivel freático o con riesgo de deslizamiento sin antes haber tomado medidas de ingeniería precautorias que proporcionen seguridad y salud en la construcción de estos servicios.

No deben situarse cerca de los centros pueblos ancestrales, centros poblados vulnerables como para permitir un tránsito peatonal permanente o intercambio comercial y cultural.

Para la localización deberá procurarse alejarse de los sitios de captación para abastecimiento de agua. SE tomará en cuenta la orientación respecto a la dirección predominante de los vientos a fin de que el transporte de partículas provenientes de las plantas de producción de materiales no llegue a centros poblados.

El Contratista presentará al Fiscalizador los diseños con las instalaciones previstas para el tratamiento de desechos sólidos y líquidos que se prevean sean necesarios, así como los permisos de las autoridades competentes para su aprobación y posterior instalación. Si no fuera parte de los documentos contractuales, el Contratista debe presentar un plan de desmantelamiento de las instalaciones y uno de restauración ambiental, para conocimiento y aprobación del Fiscalizador.

Instalación.-

Deberán evitarse al máximo los desmontes del terreno, rellenos y remoción de vegetación en el área determinada. Las edificaciones para campamentos podrán ser del tipo fijo, desmontable o móvil, a opción del Contratista, a menos que en las especificaciones particulares ambientales se señale un tipo determinado.

Las construcciones del tipo fijo serán perdurables y cuando en los documentos contractuales así se estipule, quedarán como propiedad del Contratante a la terminación de la obra; en tal caso, su localización y demás requisitos constarán en las bases de licitación.

Las instalaciones desmontables serán provisionales, de madera u otros materiales desarmables, que el Contratista desmantelará y removerá del proyecto antes de la recepción definitiva de las obras. Su ubicación deberá ser aprobada por el Fiscalizador.

Las instalaciones móviles serán casas rodantes u otras unidades remolcables o deslizables, de fabricación comercial. Luego de la terminación de la obra, pero antes de la recepción definitiva, estas unidades serán removidas por el Contratista, a no ser que en los documentos contractuales se estipule que deberán quedarse en la obra como propiedad del Contratante. En este último caso, sus características serán de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones particulares ambientales.

En todos estos casos, las edificaciones deberán contar con las instalaciones de agua corriente, agua potable, servicios sanitarios, fuerza eléctrica y de ser así prescrito en las especificaciones particulares ambientales, calefacción o aire acondicionado en oficinas y viviendas de la fiscalización.

El área de campamentos, talleres o depósitos, debe disponer de las siguientes instalaciones conexas: i) baterías sanitarias con descarga a tratamientos de aguas servidas, como son pozos sépticos u otros tipos de tratamiento técnicamente diseñados (por ningún motivo se verterán aguas servidas en los cuerpos de agua); ii) trampas de grasas y aceites (patios de mantenimiento); iii) sistemas de reciclaje, recolección y disposición final de desechos sólidos en fosas de disposición excavadas en el suelo y iv) canales perimetrales al área utilizada con

el fin de conducir las aguas lluvias, evitar la erosión y evitar contaminaciones al suelo y a cursos naturales de agua.

Cuando en los documentos contractuales se especifique la entrega al Contratante de campamentos, las edificaciones con todas sus instalaciones deberán ser entregadas en buenas condiciones, evidenciando solamente el desgaste normalmente asociado al buen uso y conservación. La entrega se efectuará antes de la recepción definitiva de la obra.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales.

Operación.-

Los campamentos deben satisfacer necesidades sanitarias, higiénicas, recreativas y de seguridad, y para esto deben contar con sistemas adecuados de provisión de agua, evacuación de desechos, alumbrado, equipos de extinción de incendios, servicio médico y/o enfermería (según su mayor o menor distancia a los centros poblados), biblioteca, áreas y medios de esparcimiento, señalización informativa y de precaución contra accidentes e incendios.

En grandes proyectos y/o en la construcción de carreteras de integración a través de o hacia regiones deshabitadas, los campamentos deberán disponer de centros de salud y medios de transporte, capaces de solventar situaciones de emergencia, como intervenciones quirúrgicas, epidemias o necesidades de aislamiento.

El personal del Contratista debe ser inmunizado y recibir tratamiento profiláctico, respecto a las condiciones epidemiológicas y enfermedades características del área y sus zonas aledañas, especialmente en el caso de enfermedades contagiosas.

Desmantelamiento y recuperación ambiental.-

Cuando los campamentos sean levantados, las zonas que fueron ocupadas por ellos, así como los sistemas de drenaje naturales, deben ser restituidos de acuerdo a las condiciones del lugar previas a su instalación y ocupación

El Contratista tiene la obligación de retirar todo vestigio de ocupación del lugar, tal como chatarra, escombros, alambradas, instalaciones eléctricas y sanitarias, estructuras y sus respectivas fundaciones, caminos peatonales e internos vehiculares, estacionamientos, etc. Deberá procederse al relleno de todo tipo de pozos y a la descompactación de los suelos, a fin de realizar la restauración de la cobertura vegetal. Si el contratista no procede a ejecutar esas actividades, el Fiscalizador deberá ordenar la ejecución con otros contratistas calificados y el costo que demande dichos trabajos, será descontado de las planillas o con cargo a las garantías, sin que por ello, el contratista deslinde responsabilidad por estos trabajos.

Medición.-

Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

Pago.-

El pago de la cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio que conste en el contrato, de acuerdo al rubro abajo designado.

No. del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

201-(1) Campamentos y obras conexas.....Suma global

302 DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Descripción.-

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, malezas, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el proyecto o a juicio del Fiscalizador.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Remoción y extendido de aquellos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Fiscalizador.

Ejecución de las obras

Remoción de los materiales objeto de desbroce.-

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en manera medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, este deberá reemplazarlos, con la aprobación del Fiscalizador, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Fiscalizador son necesarios retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todos los pozos y agujeros que quedan dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Fiscalizador.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a

disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. Salvo indicación contraria del Fiscalizador, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Remoción y disposición de los materiales objeto del desbroce.-

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Fiscalizador. En principio estos elementos serán quemados, cuando esta operación esté permitida y sea aceptada por el Fiscalizador. El contratista deberá disponer de personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a los bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Fiscalizador.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde existan o se prevean cursos de agua.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MTOP más cercanas.

Medición.-

La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Pago.-

La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
302- (1) Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea

303-4 (1) EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN

Definición.-

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde se construirá la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las zanjas, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por elFiscalizador.

Se denominan "préstamos previstos" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por el Fiscalizador, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

Se denominan "préstamos autorizados" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Fiscalizador, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

Clasificación de las excavaciones.-

En el Proyecto se indicará, explícitamente, si la excavación ha de ser "clasificada" o "no clasificada".

En el caso de excavación clasificada, se considerarán los tipos siguientes:

Excavación en roca: Comprenderá, a efectos de estas Especificaciones y en consecuencia, a efectos de medición y abono, la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y aquellos materiales que presenten características de roca masiva o que se encuentren cementados tan sólidamente que hayan de ser excavados utilizando explosivos. Este carácter estará definido por las Especificaciones Especiales del Proyecto en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra, o en su defecto por elFiscalizador.

Excavación en terreno de tránsito: Comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que no siendo necesario, para su excavación, el empleo de explosivos sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados. La calificación de terreno de tránsito estará definida por las Especificaciones Especiales, en función de la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el terreno, o bien

por otros procedimientos contrastables durante la ejecución de la obra, o en su defecto, por el Fiscalizador.

Excavación en tierra: Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en los apartados anteriores.

Si se utiliza el sistema de "excavación clasificada", el Contratista determinará durante la ejecución, y notificará por escrito, para su aprobación, al Fiscalizador, las unidades que corresponden a excavaciones en roca, excavación en terreno de tránsito y excavación en tierra, teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores, y los criterios definidos por el Fiscalizador.

Ejecución de las obras.-

Generalidades.-

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Fiscalizador. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Fiscalizador el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo. A este efecto no se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que no correspondan a los incluidos en estas Especificaciones o en las Especificaciones Especiales sobre todo si la variación pretendida pudiera dañar excesivamente el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, taludes provisionales excesivos, etc.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Drenaje.-

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, bordillos, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

Tierra vegetal.-

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Fiscalizador, en hormigón, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Fiscalizador o indique el Proyecto.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del apartado 302-2.02 de estas Especificaciones, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

Empleo de los productos de excavación.-

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Fiscalizador.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución, deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de pago las operaciones de ajuste de la granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones se encuentren incluidas en otra unidad de obra.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del Fiscalizador.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Fiscalizador.

Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Fiscalizador, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sinampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Fiscalizador a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Fiscalizador.

Excavación en roca.-

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada de la carretera. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con la aprobación del Fiscalizador.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos

establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en el Proyecto, no siendo estas operaciones depago.

Cuando se prevea el empleo de los productos de la excavación en roca, en la formación de pedraplenes, se seguirán además las prescripciones de la sección 307, "Pedraplenes", de estas Especificaciones.

Cuando interese de manera especial que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar las operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones de la sección 305, "Excavación especial de taludes en roca" de estas Especificaciones.

El Fiscalizador podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

Préstamos y Depósitos de Tierra.-

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Fiscalizador, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, siprocede.

No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación.

El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.

Los préstamos deberán excavararse disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Fiscalizador ordene al respecto. Los taludes

de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la carretera terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los depósitos de tierra que se formen, deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Fiscalizador, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones de la carretera.

El material vertido en los depósitos no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Fiscalizador podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales.

Taludes.-

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en la sección 305, "Excavación especial de taludes en roca" de estas Especificaciones.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La

zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antescitados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita. Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Fiscalizador. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Fiscalizador, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados.

Contactos entre desmontes y terraplenes.-

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto en las que la excavación se ampliará hasta que la coronación del terraplén penetre en ella en toda su sección, no admitiéndose secciones en las que el apoyo de la coronación del terraplén y el fondo de excavación estén en planos distintos.

En estos contactos se estudiarán especialmente en el Proyecto el drenaje de estas zonas y se contemplarán las medidas necesarias para evitar su inundación o saturación de agua.

Tolerancia geométrica de terminación de las obras.-

En las Especificaciones Especiales se definirán las tolerancias del acabado o, en su defecto, serán definidos por el Fiscalizador. Con la precisión que se considere admisible en función de los medios previstos para la ejecución de las obras y en base a los mismos serán fijados al menos las siguientes tolerancias:

- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), entre los planos o superficies de los taludes previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible y en la que sería rechazado debiendo volver el Contratista a reperfilear el mismo.
- Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), en la desviación sobre los planos o superficies de la explanación entre los previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la zona en la que la superficie de la explanación sería admisible y en la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Fiscalizador.
- Tolerancia máxima admisible en pendientes y fondos de cunetas, así como de su situación en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Fiscalizador.
- Tolerancia máxima en drenajes, tanto en cuanto a pendiente y fondos de los mismos como en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en el Proyecto y lo realmente construido, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Fiscalizador.

Todo tipo de operaciones de rectificación por incumplimiento de tolerancias no será de abono al Contratista corriendo todas estas operaciones de su cuenta.

Medición.-

Las cantidades a pagarse por la excavación de la plataforma del camino serán los volúmenes medidos en su posición original, de la excavación efectivamente ejecutada y aceptada, de acuerdo con los planos y las instrucciones del

Fiscalizador. Las áreas transversales que se utilizan en el cálculo de volúmenes serán computadas en base a las secciones transversales originales del terreno natural después de efectuarse el desbroce y limpieza, y las secciones transversales tomadas del trabajo terminado y aceptado.

La medición deberá incluir:

a) La excavación necesaria para la construcción de la obra básica en zonas de corte. Se medirá como excavación según la naturaleza del material removido y de acuerdo a los rubros del contrato. No se incluirá en la medición la sobre excavación.

Como excavación en suelo, roca o sin clasificación, el volumen desalojado de los desprendimientos y deslizamientos caídos dentro de la zona de la plataforma del camino, antes de que el Contratista haya terminado dicha excavación, y siempre que estos desprendimientos y deslizamientos no sean resultado directo de operaciones o negligencia del Contratista.

b) La excavación autorizada de roca o material inadecuado debajo de la subrasante y del material inadecuado en las zonas de terraplenado cuya remoción sea autorizada por el Fiscalizador.

c) La excavación autorizada de escalones o terrazas en las laderas o terraplenes existentes, para permitir la adecuada construcción o ampliación de terraplenes, de acuerdo a la sub sección 305-1, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

d) Cunetas laterales y los canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea de 3 m. o más.

e) El pago de precorte y resquebrajamiento previo se hallará incluido en el pago de excavación en roca.

f) No se medirá como excavación el material excavado para la plataforma del camino que sea pagado bajo otro rubro.

Pago.-

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la excavación y disposición del material, incluyendo su transporte, colocación, esparcimiento, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación, o su desecho, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sub sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

303-4 (1) Excavación sin clasificación.....	Metro cúbico (m³)
--	-------------------------------------

309 TRANSPORTE

Descripción.-

Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la Subrasante con suelo seleccionado. El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Medición.-

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con

material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³/km o fracción de km. Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador.

En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica.

Pago.-

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta sub sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
309-2 (2) Transporte de material (transporte libre 500 m).....	Metro cúbico/kilómetro

403-1 SUBBASE CLASE 3

Subbase de Grava

Descripción.-

Este trabajo consistirá en la provisión, mezclado y conformación, compactación y terminado del material de sub-base granular compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la Sección 816. Para los efectos de estas especificaciones, se

denomina subbase a la capa granular localizada entre la Subrasante y la base granular en los pavimentos flexibles, y la capa que normalmente debe colocarse inmediatamente debajo de un pavimento rígido.

La capa de sub-base se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señalada en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por Fiscalización.

Materiales.-

Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse y al tipo de pavimento del cual forman parte.

La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

- **Subbase Clase 3:** Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 402-3.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla 403-1.1 Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Subbase

TAMIZ	Subbase Clase 1	Subbase Clase 2	Subbase Clase 3
	Min. – Máx.	Min. – Máx.	Min. – Máx.
3" (76.2 mm)	--	--	100
2" (50.4 mm)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm)	100	70 - 100	--

Nº 4 (4.75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Equipo.-

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios para compactación.

Procedimientos de trabajo.

Preparación de la Subrasante.-

Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308, El material granular no deberá extenderse sobre superficies que presentes capas blandas, fangosas, heladas o con nieve; adicionalmente, la Subrasante deberá encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de sub drenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

Selección y Mezclado.-

Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

Tendido, Conformación y Compactación.-

Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal

especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación.-

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

El material se deberá compactar hasta que se haya asentado y estabilizado enteramente y alcanzado un nivel de compactación mínimo del 100% de la Densidad Seca Máxima (DSC) obtenida mediante el ensayo de compactación modificada de acuerdo a la norma INEN correspondiente.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la subbase.

Terminado.-

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la subbase, ajustándose los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto, ésta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, mayores que +0,0 cm y -2,0 cm para subbase, con respecto a las cotas establecidas en el Proyecto. No obstante que se aceptarán las tolerancias de terminación señaladas para subbase de $\text{CBR} \geq 50\%$ bajo pavimentos rígidos, el Contratista tomará todas las precauciones necesarias para cumplir con el mínimo espesor, IRI, lisura y demás requerimientos del pavimento de hormigón. Las deficiencias en cota con respecto a las establecidas en el Proyecto, serán superadas por cuenta del Contratista con material de la capa superior a construir sobre la subbase.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior a la tolerancia especificada, éstas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 0,10 m para enseguida agregar material, regar, recomprimir y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido en el Numeral anterior. Las áreas a un nivel superior a la tolerancia especificada, serán rebajadas, regadas y compactadas nuevamente hasta cumplir con lo establecido.

Ensayos y Tolerancias.-

La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la sub sección 816-1.02, los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía.

Control de producción

Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, se realizarán verificaciones periódicas de la calidad de los agregados, en la frecuencia establecida en la Tabla 403-1.2.

Tabla. 403-1.2 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	FRECUENCIA
Granulometría	NTE INEN 696 y 697	1 vez por jornada
Límite Líquido	ASTM D 4318	1 vez por jornada
Índice de Plasticidad	ASTM D 4318	1 vez por jornada
Equivalente de Arena	ASTM D 1998	1 vez por jornada
Densidad seca máxima	ASTM D 698 y 1557	1 vez por jornada

El Fiscalizador podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad en lo indicado en la Tabla 403-1.3, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos.

En caso de mezcla de dos o más materiales, los controles se realizarán sobre el material mezclado y con la fórmula de trabajo aprobada para el proyecto.

En la eventualidad que el resultado de alguna prueba sea insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Fiscalizador no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

Dentro del tipo de subbase elegida, el Constructor propondrá a Fiscalización una “Fórmula de Trabajo” a la cual se deberá ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 403-1.3, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Tabla. 403-1.3 Tolerancias granulométricas para material de subbase

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE PORCENTAJE SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
% pasa tamiz de 9.5 mm (3/8”) y mayores	± 7 %
% pasa tamices de 4.75 mm (N° 4) a 0.425mm (N° 40)	± 6 %
% pasa tamiz 0.075mm (No. 200)	± 3 %

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0.075mm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0.425 mm (No. 40), no deberá exceder de

2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capacompactada.

Control de Compactación

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en el numeral 816-2o en las Disposiciones Especiales.

Para efectos de la verificación de la compactación de la capa de subbase granular, se define como “lote”, que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total de la subbase
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) de subbase granular compactada
- El volumen construido en una jornada de trabajo

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, de tal manera que se realicen al menos una prueba por cada 100 m. Como mínimo, se deberán realizar cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de compactación de una capa de subbase granular, la densidad seca en el terreno promedio de la muestra que representa al lote (D_m), se deberá comparar con la máxima (D_e), obtenida sobre una muestra representativa del mismo material, en decir:

Si $D_m - (k \times s) \geq 0.95 D_e$ Se acepta el lote

Si $D_m - (k \times s) < 0.95 D_e$ Se rechaza el lote

Dónde:

D_m : Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra que representa al lote.

D_i : Resultado de un ensayo

n: Número de ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra

k: Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra la Densidad seca en el terreno del lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la Tabla 403-1.4.

Tabla. 403-1.4 Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10
k	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

La determinación de la densidad seca de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo ASTM D698 y 1557, que permita hacer la corrección por presencia de partículas gruesas.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando. Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación exigidas en este numeral, deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de densidad seca especificado.

En ningún punto de la capa de subbase terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos. La superficie de la subbase terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

Ensayo de deflectometría

Una vez terminada la construcción de cualquier tipo de subbase el contratista en presencia de la Fiscalización efectuará una evaluación de deflectometría aplicando las condiciones indicadas en la subsección 401-2.02

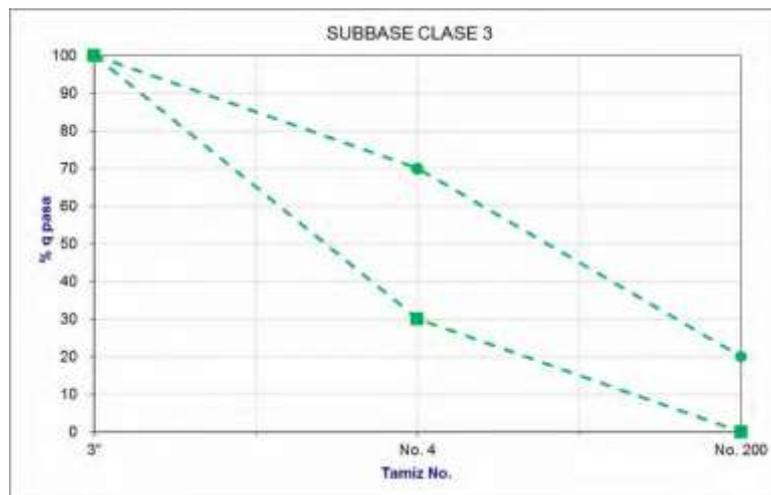
Medición y Pago.-

Esta partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la confección, colocación, compactación, terminación y mantenimiento de subbase granular de poder de soporte igual o mayor a 30% CBR, de graduación cerrada o abierta. La partida incluye además, la escarificación, regado, perfilado y compactación de superficies asfálticas existentes del tipo tratamiento superficial, cuando corresponda, según lo establecido en el procedimiento de trabajo.

Se medirá por metro cúbico (m³) de subbase de CBR \geq 30%, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y largo requeridas por el Proyecto y aprobadas por el Fiscalizador. Si el Proyecto establece la colocación de subbasenivelante, ésta se medirá geoméricamente para efectos de pago en esta misma partida.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de subbase terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos.

En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.



Curvas Granulométricas para Sub base 3

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

403-1Sub-base Clase 3.....Metro cúbico (m³)

404 BASE GRANULAR CLASE 4

Base de Agregados.

Descripción.-

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

Materiales.-

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales, en concordancia con el tipo de vía y su utilización. A continuación se incluye un cuadro con las recomendaciones para el uso de los diferentes tipos de material de base.

Tabla. 404-1.1 Recomendaciones para uso de material de base

MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	No. CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.000–50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000 – 8.000
BASE CLASE 4	Caminos vecinales	2	<1.000

En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Base Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en el numeral **3.814.3** y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.3.

Tabla 404-1.5 Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 4

TAMIZ		BASE CLASE 4	
		Mín.	Máx.
2"	50 mm		100
1"	25 mm	60	90
N° 4	4.75 mm	20	50
N° 200	0.075 mm	0	15

Equipo.-

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios para compactación.

Procedimiento de trabajo.

Preparación de la Sub-base.-

Antes de proceder a la colocación de la base, la capa de subbase deberá estar completamente terminada y aprobada por el Fiscalizador, conforme a los requerimientos estipulados en la sección correspondiente. Adicionalmente, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía, se constatará que la superficie se encuentra libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la base, con la finalidad de preservar la calidad de los trabajos a realizar.

Selección y Mezclado.-

Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

Tendido, Conformación y Compactación.-

Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se

realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

Compactación.-

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando

en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 402-1, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

El material se deberá compactar hasta que se haya asentado y estabilizado enteramente y alcanzado un nivel de compactación mínimo del 100% de la Densidad Seca Máxima (DSC) obtenida mediante el ensayo de compactación modificada de acuerdo a la norma INEN correspondiente. En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de labase.

Terminado.-

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la base, ajustándose los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto, ésta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, mayores que +0,0 y -2,0 cm para bases, con respecto a las cotas establecidas en el Proyecto. No obstante que se aceptarán las tolerancias de terminación señaladas para bases de $\text{CBR} \geq 80\%$ bajo pavimentos rígidos, el Contratista

tomará todas las precauciones necesarias para cumplir con el mínimo espesor, IRI, lisura y demás requerimientos del pavimento de hormigón. Las deficiencias en cota con respecto a las establecidas en el Proyecto, serán superadas por cuenta del Contratista con material de la capa superior a construir sobre labase.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior a la tolerancia especificada, éstas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 0,10 m para enseguida agregar material, regar, recompartar y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido en el Numeral anterior. Las áreas a un nivel superior a la tolerancia especificada, serán rebajadas, regadas y compactadas nuevamente hasta cumplir con lo establecido.

Ensayos y Tolerancias.-

La granulometría del material de base será comprobada mediante los ensayos determinados en el numeral 814-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Adicionalmente, se realizarán verificaciones periódicas de la calidad de los agregados, establecidas en la Tabla 404-1.6.

Tabla. 404 -1.6 Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	FRECUENCIA
Granulometría	NTE INEN 696 y 697	1 vez por jornada
Límite Líquido	ASTM D 4318	1 vez por jornada
Índice de Plasticidad	ASTM D 4318	1 vez por jornada
Equivalente de Arena	ASTM D 1998	1 vez por jornada
Densidad seca máxima	ASTM D 698 y 1557	1 vez por jornada

El Fiscalizador podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad en lo indicado en la Tabla 404-1.6, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos.

En caso de mezcla de dos o más materiales, los controles se realizarán sobre el material mezclado y con la fórmula de trabajo aprobada para el proyecto.

En la eventualidad que el resultado de alguna prueba sea insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Fiscalizador no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

Dentro del tipo de base elegida, el Constructor propondrá a Fiscalización una “Fórmula de Trabajo” a la cual se deberá ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 404-1.7, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Tabla. 404-1.7 Tolerancias granulométricas para material de base

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE PORCENTAJE SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
% pasa tamiz de 9.5 mm (3/8”) y mayores	± 7 %
% pasa tamices de 4.75 mm (N° 4) a 0.425mm (N° 40)	± 6 %
% pasatamiz 0.075mm (No. 200)	± 3 %

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0.075mm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0.425 mm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

Control de Compactación

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en el numeral 814-2o en las Disposiciones Especiales.

Para efectos de la verificación de la compactación de la capa de base granular, se define como “lote”, que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total de labase
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de base granular compactada
- El volumen construido en una jornada de trabajo

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, de tal manera que se realicen al menos una prueba por cada 100 m. Como mínimo, se deberán realizar cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de compactación de una capa de base granular, la densidad seca en el terreno promedio de la muestra que representa al lote (D_m), se deberá comparar con la máxima (D_e), obtenida sobre una muestra representativa del mismo material, en decir:

Si $D_m - (k \times s) \geq 0.95 D_e$ Se acepta el lote

Si $D_m - (k \times s) < 0.95 D_e$ Se rechaza el lote

Dónde:

D_m : Valor promedio de los resultados de los ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra que representa al lote.

D_i : Resultado de un ensayo

n : Número de ensayos de densidad seca en el terreno que integran la muestra

k : Factor que establece el límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra la Densidad seca en el terreno del lote. Este factor depende del número de ensayos (n) que integran la muestra y su valor se indica en la Tabla 404-1.8.

Tabla. 404 -1.8 Valores del factor k

n	5	6	7	8	9	10
k	0.685	0.602	0.544	0.500	0.465	0.437

La determinación de la densidad seca de la capa compactada podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo ASTM D698 y 1557, que permita hacer la corrección por presencia de partículas gruesas.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando. Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación exigidas en este numeral, deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de densidad seca especificado.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino.

Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

Se realizara ensayos de deflectometría sobre la base terminada aplicando lo indicado 401-2.02

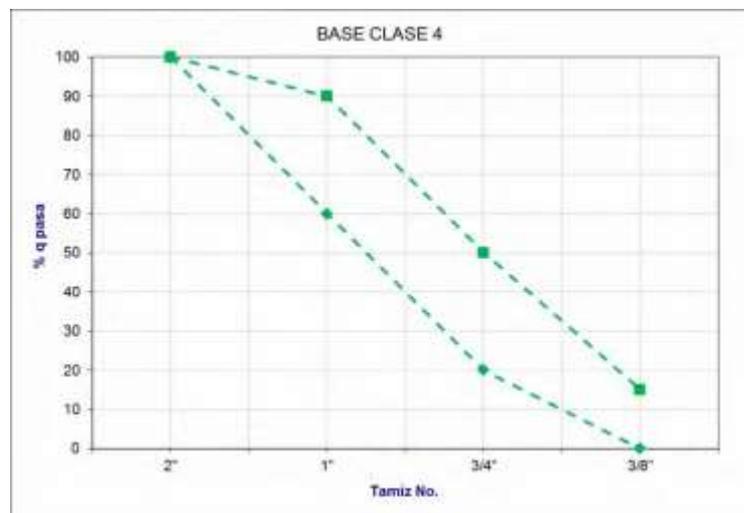
Medición y Pago.-

Esta partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la confección, colocación, compactación, terminación y mantención de bases granulares de poder de soporte igual o mayor a 50% CBR, de graduación cerrada o abierta. La partida incluye además, la escarificación, regado, perfilado y compactación de superficies asfálticas existentes del tipo tratamiento superficial, cuando corresponda, según lo establecido en el procedimiento de trabajo.

Se medirá por metro cúbico (m³) de base con un CBR $\geq 80\%$, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y largo requeridas por el Proyecto y aprobadas por el Fiscalizador. Si el Proyecto establece la colocación de base nivelante, ésta se medirá geométricamente para efectos de pago en esta misma partida.

Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos.

En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.



Curva granulométrica Base Clase 4

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

404-1 Base, Clase 4.....Metro cúbico (m³)

308ACABADO DE LA OBRA BÁSICA

Descripción.-

Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo será realizado en dos casos fundamentales, cuando el acabado se ejecute en plataforma nueva y cuando se trate de trabajos de mejoramiento o complementarios de la plataforma ya existente.

Procedimiento de trabajo.-

Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

Obra básica nueva.-

Después de que la plataforma del camino haya sido sustancialmente terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado debidamente, y será reemplazado con suelo seleccionado, de acuerdo a lo previsto en estas Especificaciones 306. De ser necesario, se harán trabajos de escarificación, emparejamiento, rastrillada, humedecimiento u aireación, además de la conformación y compactación para lograr una plataforma del camino perfectamente compactada y conformada, de acuerdo con las cotas y secciones transversales señaladas en los planos y lo indicado en la sección 303. También se efectuará la conformación y acabado de los taludes de acuerdo a lo exigido en los documentos contractuales y ordenados por el Fiscalizador.

La plataforma acabada será mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque por encima la capa de subbase o de rodadura, señalada en los planos o, en el caso de no ser requerida tal capa, hasta la recepción definitiva de la obra.

Obra básica existente.-

Cuando se señale en los planos y otros documentos contractuales o lo indique el Fiscalizador, las plataformas existentes serán escarificadas, conformadas, humedecidas u oreadas y compactadas de acuerdo con estas Especificaciones y en concordancia con los alineamientos, pendientes y secciones transversales del proyecto en ejecución.

Cualquier material excedente será utilizado para ampliar taludes o transportado a los sitios de depósito, según lo disponga el Fiscalizador y en concordancia con lo dispuesto en la sección 303. Todo el material que pueda ser requerido para ampliar o nivelar la plataforma existente, será conseguido de acuerdo a lo indicado en las Secciones 303 y 304.

Para los sectores de rectificación y mejoramiento de las carreteras existentes, las operaciones deberán programarse con avance limitado y su desalojo ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de permitir el tránsito público en el período de construcción y evitando el deterioro de la capa de rodadura existente. La eventual incidencia en los costos de construcción del sistema de trabajo a emplearse, deberá ser considerada en el análisis de precio unitario de excavación para la plataforma. El Ministerio no reconocerá pago adicional alguno por este concepto.

Medición.-

La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.

La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente, será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma, aceptablemente terminada, de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y del Fiscalizador.

Derrumbes.-

Los materiales acumulados en la plataforma del camino, provenientes de derrumbes ocurridos después de que el Contratista haya terminado la obra básica correspondiente, deberán ser removidos y desalojados hasta los sitios que ordene el Fiscalizador, empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados por él mismo y de tal manera que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada. Este trabajo incluirá limpieza de cunetas, traslado y disposición adecuado de los materiales desalojados.

Procedimiento de trabajo.-

El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante, afirmados o carpeta asfáltica.

El Fiscalizador, para casos especiales, podrá autorizar el desalojo del material con otros medios mecánicos y todos los daños posibles ocasionados en la subrasante, afirmados o capa asfáltica, deberán ser reparados por el Contratista con el reconocimiento de su respectivo pago.

Medición.-

Las cantidades a pagarse serán los m³ de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas del camino.

Pago.-

El acabado de la obra básica nueva, tal como se ha indicado en el apartado 308.3, no se pagará en forma directa.

El acabado de la obra básica existente se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato. Si dicho rubro no está incluido en el contrato, se considerará que el trabajo de acabado de la obra básica existente está compensado con los pagos efectuados por los varios rubros de excavación y relleno.

Este precio y pago constituirán la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarias para ejecutar los

trabajos descritos en este apartado, con las excepciones que se enumeran a continuación:

- Cuando la cantidad de excavación requerida para la explanación y conformación de la plataforma existente sea mayor de 1.500 m³ por km, se pagará toda la excavación de acuerdo al apartado 303-2.
- El material adicional requerido para completar y terminar la plataforma del camino, en concordancia con la sección transversal de la obra, se pagará de conformidad a lo establecido en el apartado 303-2, y secciones 304 y 307.
- La limpieza de derrumbes se pagará al precio contractual para el rubro designado a continuación y que consten en el contrato.

No se reconocerá pago alguno de derrumbes en caso de que el Fiscalizador establezca que los mismos se deben a negligencia o descuido del Contratista.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

308-2 (1) Acabado de la obra básica existente.....	Metro cuadrado (m²)
---	---------------------------------------

405. CAPAS DE RODADURAS

405-2 (1) ASFALTO MC PARA IMPRIMACIÓN

Riego de Imprimación

Definición.-

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso.

Materiales.-

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los

procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

Ligante hidrocarbonado

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- FM100 del artículo 212, "Betún fluidificado para riegos de imprimación", de este Pliego
- EAI, ECI, EAL-1 o ECL-1 del artículo 213, "Emulsiones bituminosas", de este Pliego, siempre que en el tramo de prueba se muestre su idoneidad y compatibilidad con el material granular a imprimir.

Árido de cobertura

Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm que no contenga más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm.

Limpieza

El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, margas u otras materias extrañas.

El equivalente de arena del árido, deberá ser superior a cuarenta (40).

Plasticidad

El material deberá ser "no plástico".

Dotación de los Materiales

La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24h). Dicha dotación no será inferior en ningún caso a quinientos gramos por metro cuadrado (500g/m^2) de ligante residual.

La dotación del árido de cobertura será la mínima necesaria para la absorción de un exceso de ligante, o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la eventual circulación durante la obra sobre dicha capa. Dicha dotación, en ningún caso, será superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m^2), ni inferior a cuatro litros por metro cuadrado (4 l/m^2).

En cualquier circunstancia, el Fiscalizador fijará las dotaciones, a la vista de las pruebas realizadas en obra.

Equipo.-

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado

El equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Fiscalizador, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

En puntos inaccesibles al equipo descrito en el párrafo anterior, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una flauta manual.

Si fuese necesario calentar el ligante, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El equipo también

deberá estar dotado de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

Equipo para la extensión del árido de cobertura

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. Únicamente se podrá extender el árido manualmente, previa aprobación del Fiscalizador, si se tratase de cubrir zonas aisladas en las que hubiera exceso de ligante. En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar una repartición homogénea del árido.

Ejecución de las Obras

Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación, cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo a estas especificaciones referentes a la unidad de obra de que se trate, las especificaciones especiales o las instrucciones del Fiscalizador.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del ligante hidrocarbonado, la superficie a imprimir se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a imprimir. Una vez limpia la superficie, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

Aplicación del ligante hidrocarbonado

Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará el ligante hidrocarbonado con la dotación y a la temperatura aprobada por el Fiscalizador. Éste podrá dividir la dotación total en dos (2) aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

La extensión del ligante hidrocarbonado se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán,

bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos SayboltFurol (20 a 100 sSF), en el caso de que se emplee un betún fluidificado para riegos de imprimación, o entre cinco y veinte segundos SayboltFurol (5 a 20 sSF), en el caso de que se emplee una emulsión bituminosa.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos tales como bordillos, vallas, señales, balizas, árboles, etc.- estén expuestos a ello.

Extensión del árido de cobertura

La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden del Fiscalizador, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o donde se observe que, parte de ella, está sin absorber veinticuatro horas (24 h) después de extendido el ligante.

La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por el Fiscalizador. En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2%) de agua libre, este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4%), si se emplea emulsión bituminosa.

Se evitará el contacto de las ruedas de la extendedora con ligante sin cubrir. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquélla de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

Limitaciones de la Ejecución

El riego de imprimación se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar por el Fiscalizador a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de imprimación se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquel superpuesta, de manera que el ligante hidrocarbonado no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Fiscalizador lo estime necesario, se efectuará otro riego de imprimación, el cual no será pagado si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de imprimación, mientras no se haya absorbido todo el ligante

O, si se hubiese extendido árido de cobertura, durante las cuatro horas (4 h) siguientes a la extensión de dicho árido. En todo caso, la velocidad de los vehículos no deberá sobrepasar los cuarenta kilómetros por hora (40 km/h).

Control de Calidad

Control de procedencia de los materiales

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en la sección 810, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

De cada procedencia del árido, y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán dos (2) muestras, y de cada una de ellas se determinará el equivalente de arena, según la Norma de Ensayo Aplicable.

Control de calidad de los materiales

1) Control de calidad del ligante hidrocarbonado

El ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones establecidas en la sección 810, según el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

2) Control de calidad del árido de cobertura

El control de calidad del árido de cobertura será fijado por el Fiscalizador.

3) Control de ejecución

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al de menor tamaño de entre los resultantes de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) decalzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) decalzada.
- La superficie imprimadadiariamente.

En cualquier caso, las especificaciones técnicas especiales del Fiscalizador podrán fijar otro tamaño de lote.

Las dotaciones de ligante hidrocarbonado y, eventualmente, de árido, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel, o de otro material similar, colocadas sobre la superficie durante la aplicación del ligante o la extensión del árido, en no menos de cinco (5) puntos. En cada una de estas bandejas, chapas u hoja, se determinará la dotación de ligante residual. El Fiscalizador podrá autorizar la comprobación de las dotaciones medias de ligante hidrocarbonado y áridos, por otros medios.

Se comprobarán la temperatura ambiente, la de la superficie a imprimir y la del ligante hidrocarbonado, mediante termómetros colocados lejos de cualquier elemento calefactor.

Criterios de Aceptación o Rechazo

La dotación media, tanto del ligante residual como, en su caso, de los áridos, no deberá diferir de la prevista en más de un quince por ciento (15%). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados. El Fiscalizador determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

Medición.-

Para efectuar el pago por riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

La unidad de medida para el asfalto será el litro y la medición se efectuará reduciendo el volumen empleado a la temperatura de la aplicación, al volumen a 15.6 C. Las tablas de reducción y conversión al peso se encuentran en la subsección 810-5. La cantidad de arena empleada será medida en metros cúbicos.

Pago.-

Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimarse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
405-2 (1) Asfalto MC para imprimación.....	Litro (lt)

**405-5 CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO
MEZCLADO EN PLANTA DE 5 CM DE ESPESOR**

Descripción.-

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente, y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación. Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material bituminoso.

Las mezclas asfálticas que se especifican en esta sección corresponden a dos tipos:

- a) Mezcla Asfáltica Normal(MAC)
- b) Mezcla Superpave Nivel1

Materiales.-

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

Agregados Gruesos.-

Los agregados gruesos deben cumplir con los siguientes requerimientos, de acuerdo a la tabla 403-4.1:

Tabla 405-5.1. Requerimientos para Agregados Gruesos

Ensayos	Requerimiento	
	Altitud (m.s.n.m)	
	<3000	>3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	12% máx	10% máx
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	18 máx	15% máx
Abrasión Los Ángeles	40% máx	35% máx
Índice de Durabilidad	35% mín	35% mín
Partículas chatas y alargadas	10% máx	10% máx
Caras fracturadas	Según Tabla 403-4.3	
Sales Solubles Totales	0,5% máx	0,5% máx
Absorción	1%	Según Diseño
Adherencia	+95	

Agregados Finos.-

Los agregados finos deben cumplir con los siguientes requerimientos, de acuerdo a la tabla 405-5.2:

Tabla 405-5.2 Requerimientos para Agregados Finos

Ensayos	Requerimiento	
	Altitud (m.s.n.m)	
	<3000	>3000
Equivalente de Arena	Según Tabla 403-4.4	
Angularidad del agregado fino	Según Tabla 403-4.5	
Adhesividad (Riedel Weber)	4% mín	6% mín
Índice de Plasticidad (malla N°40)	NP	NP
Índice de Durabilidad	35 mín	35 mín
Índice de Plasticidad (malla N°200)	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	0,5% máx	0,5% máx
Absorción	0,50%	Según Diseño

Tabla 405-5.3 Requerimientos para Caras Fracturadas

Tráfico en ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	<100 mm	>100 mm
≤3	65 / 40	50 / 30
> 3 – 30	85 / 50	60 / 40

> 30	100 / 80	90 / 70
------	----------	---------

La notación “85/80” indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

Tabla 405-5.4 Requerimientos del Equivalente de Arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
>30	55

Tabla 405-5.5 Angularidad del Agregado Fino

Tráfico en Ejes equivalentes (millones)	Espesor de capa	
	<100 mm	>100 mm
≤3	30 mín	30 mín
>3 – 30	40 mín	40 mín
> 30	40 mín	40 mín

Gradación.-

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente serán establecidos por el contratista y aprobado por el fiscalizador.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en los literales de esta subsección el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptarán como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznableles según ensayo. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

a) Mezcla Asfáltica Normal(MAC)

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos, de acuerdo a lo establecido en la tabla 405-5.6

Tabla 405-5.6

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25 mm (1")	100	-	-

19 mm (3/4")	80	100	-
12,5 mm (1/2")	67 -85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 -77	70 - 88	100
4,75 mm (N°4)	43 -54	51 - 68	65- 87
2 mm (N°10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N°40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 mm (N°80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 mm (N°200)	04 -8	05 -8	05 -10

b) Mezcla Superpave

En las tablas 405-5.7 y 405-5.8 se incluyen las características que deben cumplir las mezclas de agregados para tamaño nominal máximo de agregado de 19 y 25 mm respectivamente.

La curva granulométrica de agregado debe quedar dentro de los puntos de control y principalmente fuera de la zona restrictiva. Se recomienda que la curva pase por debajo de esta zona restrictiva.

El tipo de asfalto a utilizar en estas mezclas, debe ser según clasificación Superpave – SHRP, AASHTO, MP-1; así mismo la calidad de los agregados deberán regirse a lo establecido por la metodología SHRP.

Tabla 405-5.7. Graduación Superpave para Agregado de tamaño nominal máximo de 19 mm

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de restricción		Fórmula de Mezcla	Tolerancia
				Mínimo	Máximo		
25		100	100				
19	100	90	88,4				
12,5			73,2				
9,5			59,6				
4,75			49,5			*	(6)
2,36	49	23	34,6	34,6	34,6	*	6()
1,18			25,3	22,3	28,3		*
0,6			18,7	16,7	20,7	*	(4)
0,3			13,7	13,7	13,7	*	(3)
0,15			10				
0,075	8	2	7,3			*	(2)

* El contratista especificará los valores con aproximación al 0,1% ()
Desviaciones aceptables (\pm) de los valores de la Fórmula.

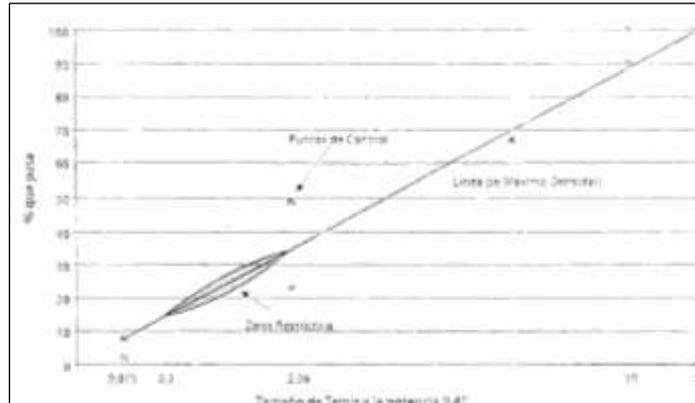


Tabla 405-6.8. Graduación Superpave para Agregado de tamaño nominal máximo de 19 mm

Tamaño del tamiz mm	Puntos de Control		Línea de Máxima Densidad	Zona de restricción		Fórmula de Mezcla	Tolerancia
				Mínimo	Máximo		
37,5		100	100				
25	100	90	83,3				
19			73,6				
12,5			61,0				
9,5			53,9			*	(6)
4,75			39,5	39,5	39,5	*	(6)
2,36	45	19	28,8	26,8	30,8		
1,18			21,1	18,1	24,1	*	(4)
0,6			15,6	13,6	17,6	*	(3)
0,3			11,4	11,4	11,4		
0,15	7	1	8,3			*	(2)
0,075			6,1				

* El contratista especificará los valores con aproximación al 0,1% () Desviaciones aceptables (\pm) de los valores de la Fórmula.

Filler o Polvo Mineral.-

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesamente del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregado – asfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, no plástica que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la sección 800.

De no ser cal, será polvo de roca. La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezclas según el Método Marshall.

Cemento Asfáltico.-

El cemento asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la sección 800.

Fuentes de Provisión o Canteras.-

Se aplica lo indicado en la sección pertinente. Adicionalmente el fiscalizador deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno de mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales.

Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

Equipo.-

Equipo para la elaboración de los agregados triturados.-

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

Planta Mezcladora.-

La mezcla de hormigón asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecidos en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad de aire.

Las tolvas de agregados en frío deberán tener paredes resistentes y estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear y deberá tener aprobación del fiscalizador.

En las plantas de tipo tambor secador – mezclador el sistema de dosificación de agregados en frío deberá ser ponderal y tener en cuenta su humedad para corregir

la dosificación en función de ella, en las demás plantas se aceptaran dosificaciones de tipo volumétrico.

La planta estará dotada de un secador que permita el secado correcto de los agregados y su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. El sistema de extracción de polvo deberá evitar su emisión a la atmosfera o el vertido de lados a causes de agua o instalaciones sanitarias.

Las plantas que no sean del tipo tambor secador – mezclador, estarán dotadas, así mismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar inter contaminaciones. Dichas tolvas en caliente estará dotadas de un rebosadero, para evitar que el exceso de contenido se vierta en las contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de clasificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione el caudal calibrado y de un dispositivo para toma de muestra de las fracciones almacenadas.

La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo.

En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera que estén a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc, deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de este al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar

provisto de una toma para el muestreo y comprobación de la calibración del dispositivo dedosificación.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos. La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación de llenante de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad.

Las instalaciones del tipo discontinuo deberá estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0,5%). Los dispositivos de dosificación de llenante y ligante tendrán como mínimo, una sensibilidad del medio kilogramo (0,5kg). El ligante deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas nigoteos.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y manteniendo en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales defuncionamiento.

El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el llenante mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee tolva de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte.

En la planta mezcladora y en los lugares de posibles incendios, es necesario que se cuente con un extintor de fácil acceso y uso del personal de obra.

Antes de la instalación de la planta mezcladora, el contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, funcionamiento de para emisiones atmosféricas vertimiento de guas y permiso por escrito al dueño o representante legal. Para la ubicación se debe considerar dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales y fácil acceso.

Los trabajadores y operarios más expuestos al ruido, gases tóxicos y partículas deberán estar dotados con elementos de seguridad industrial y adaptados a las condiciones climáticas tales como: gafas, tapa oídos, tapa bocas, casco, guantes, botas y otras que se crea pertinentes.

Equipo para el transporte.-

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetas debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete solo toque a esta a través de los rodillos previstos para ello.

Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, así como para proteger debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisionescontaminantes.

Equipo para la extensión de la mezcla.-

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre compactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfn, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable

para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el fiscalizador.

Asimismo, deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el fiscalizador exigirá su inmediata reparación o cambio.

Cuando la mezcla se realice en planta portátil, la misma planta realizará su extensión sobre la superficie.

Equipo de compactación.-

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el fiscalizador, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Para vías de primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipos tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no restringe exclusivamente a éste.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración o invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencias independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras y, en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos. Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores serán las necesarias para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

Equipo accesorio.-

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica. Así mismo, se requieren herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla. Al término de obra se desmontarán las plantas de asfalto, dejando el área limpia y sin que signifique cambio alguno al paisaje o comprometa el medio ambiente.

Mezcla de Agregados.-

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de hormigón bituminoso que se indican en la tabla 403-4.9 y 403-4.10, según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto y lo indicado por el fiscalizador.

Tabla 405-5.9 Requisitos para Mezcla de Hormigón Bituminoso

Parámetros de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)			
1. Estabilidad	8 kN (815Kg)	5,34 kN (544Kg)	4,45 kN
2. Flujo 0,25 mm	8 - 14	8 - 16	8 - 2
3. Porcentaje de vacíos con aire (1)(MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
4. Vacíos en el agregado mineral	Tabla 403-4.11		
5. Compactación, núm de golpes en cada capa de testigo	75	50	50
c. Inmersión - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpamín			
2. Resistencia retenida %(mín)	2,1 70	2,1 70	1,4 70
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (mín)	70	70	70
e. Relación Polvo - Asfalto	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3	0,6 - 1,3
f. Relación Est. / flujo ⁽²⁾	1700 – 2500		

El índice de Compactibilidad mínimo será de 5. El índice de Compactibilidad se define como:

Siendo GB 50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Tabla 405-5.10 Vacíos mínimos en el agregado mineral

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N°8)	21	
4,75 mm (N°4)	18	
9,5 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (1/2")	15	14
19 mm (3/4")	14	13
25 mm (1")	13	12
7,5 mm (1 1/2")	12	11
50 mm (2")	11,5	10,5

Los valores de estas tablas serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de mezclas que se dan en la sección 405-02.3

Para el caso de mezclas tipo Superpave nivel 1, deberán tenerse en cuenta los requerimientos de la tabla 405-6.8, así como los solicitados en las tablas 405-6.10 a 405-6.13.

Tabla 405-5.11 Mezcla Asfáltica Tipo Superpave Requerimientos Generales

Porcentaje de	Requerimientos
Porcentaje de vacíos con aire a los giros de diseño, N _{dis}	4
Porcentaje de la densidad máxima a los giros iniciales N _{ini} . 89% máx	89 % máx
Porcentaje de la densidad máxima a los giros máximos, N _{máx} 98%	98% máx
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	80

Tabla 405-5.12 Mezcla asfáltica tipo Superpave Vacíos llenos con asfalto (VFA)

Tráfico (millones de ejes equivalentes)	VFA
<0,3	70 - 80
>0,3 – 30	65 - 78
>3	65 - 75

Tabla 405-5.13 Mezcla Asfáltica Superpave Giros de Compactación

Tráfico (millones de ejes equivalentes)	Temperatura promedio alta de aire											
	39° C			39 - 40° C			41 - 42° C			43 - 44° C		
	N _{ini}	N _{di}	N _{máx}	N _{ini}	N _{dis}	N _{máx}	N _{in}	N _{dis}	N _{máx}	N _{ini}	N _{dis}	N _{máx}

<0,3	7	68	104	7	74	114	7	78	121	7	82	127
>0,3 – 1	7	76	117	7	83	129	7	88	138	8	93	146
>1 – 3	7	86	134	8	95	150	8	100	158	8	105	167
>3 – 10	8	96	152	8	106	169	8	113	181	9	119	192
>10 – 30	8	109	174	9	121	195	9	128	208	9	135	220
>30 – 100	9	126	204	9	139	228	9	146	240	10	153	253
>100	9	142	233	10	158	262	10	165	275	10	172	288

Fórmula para la mezcla en obra.-

Gradación.-

La gradación de la mezcla será la especificada la que se indica en el proyecto, de acuerdo a lo que se especifica en la subsecciones 405-5.02.3 (9y6) para la mezcla asfáltica normal (MAC) o Superpave del nivel 1, respectivamente.

Aplicación de la Fórmula de mezcla en obra y tolerancias.-

Todas las mezclas provistas, deberán concordar con la fórmula de mezcla en obra, fijada por el fiscalizador dentro de la tolerancia establecida.

Diariamente (en un mínimo de una) para los inertes y dos para la mezcla el fiscalizador extraerá muestras para verificar la uniformidad requerida de dicho producto. Cuando por resultados desfavorables o una variación de sus condiciones lo hagan necesario, el fiscalizador podrá fijar una nueva fórmula para ejecutar la mezcla para la obra. De todas maneras, la fórmula de trabajo será revisada completamente cada que se cumpla en tercera parte de la meta física del proyecto.

Comprobación de la Fórmula de mezcla en obra y tolerancias.-

Cuando se compruebe la existencia de un cambio en el material o se deba cambiar el lugar de su procedencia, se deberá preparar una nueva fórmula para la mezcla en obra, que será presentada y aprobada antes de que se entregue la mezcla que contenga el material nuevo. Los agregados para la obra serán rechazados cuando se compruebe que tienen porosidades y otras características que requieran, para obtener una mezcla equilibrada, un régimen mayor o menor del contenido del bitumen que el que sea fijado a través de la especificación.

Composición de la Mezcla de Agregados.-

La mezcla se compondrá básicamente de agregados gruesos, finos y relleno mineral (separados por tamaños), en proporciones tales que se produzcan una curva continua, aproximadamente paralela y centrada al huso granulométrico especificado y elegido. La fórmula de la mezcla de Obra será determinada para las condiciones de operación regular de la planta asfáltica.

La fórmula de la mezcla de obra con las tolerancias admisibles, producirán el uso granulométrico de control de obra, debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape de dicho huso; cualquier variación deberá ser investigada y las causas serán corregidas.

Las mezclas con valores de estabilidad muy altos y valores de flujos muy bajos, no son adecuadas cuando las temperaturas de servicio fluctúan sobre valores bajos.

Tolerancias.-

Las tolerancias admitidas en las mezclas son absolutamente para la fórmula de trabajo, estarán dentro del huso de especificación y serán las siguientes:

Tabla 405-5.14 Parámetros de control

Parámetros de Control	Variación permisible en % en peso total de áridos
Nº 4 o mayor	±5%
Nº 8	±4%
Nº 30	±3%
Nº 200	±2%
Asfalto	±0,30%

Recomendaciones para mezclas asfálticas en climas fríos con altitud mayor a 3000 m.s.n.m cambios muy marcados entre las máximas y mínimas temperaturas.-

Para casos de pavimentos bituminosos ubicados en zonas con altitud mayor de 3000 m.s.n.m en que generalmente existen climas severos con alta pluviosidad y gradientes térmicas diarias altas, es preciso tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se deberá proporcionar una mezcla rica en cemento asfáltico, de ser posible superior a 6%, sin embargo, ello dependerá de las condiciones propias de las obras.
- El diseño de la mezcla deberá ser claramente indicado en el proyecto.
- Se recomienda el uso de cal hidratada, como material aglomerante, espesante de mezcla y mejorador de adhesividad.
- En caso de requerirse aditivos mejoradores de adhesividad del par agregado – bitumen será indicado en el proyecto.

Estas recomendaciones prevalecerán sobre los usos, costumbre y criterios empleados rutinariamente para el proporcionamiento y diseño de mezclas asfálticas en caliente.

Limitaciones climáticas.-

Las mezclas asfálticas calientes se colocarán únicamente cuando a base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

Preparación de la superficie existente.-

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el fiscalizador. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Antes de aplicar la mezcla, se verificarán que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa en la cuantía que se fije el fiscalizador.

Tramo de prueba.-

Antes de iniciar los trabajos el contratista debe preparar un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar el método definitivo de preparación transporte, colocación compactación de manera que se cumplan los requisitos establecidos en la especificación.

Elaboración de la mezcla.-

Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar la contaminación. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5m) y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que estas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas en caliente a la altura de calibración.

Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al filler y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría de filler recuperado sean uniformes. La dosificación de filler de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la homogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas, continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad del asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo después de haber introducido en el mezclador los agregados y llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de cinco grados Celsius (5°) a la temperatura de asfalto.

El cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 SSF (según la carta Viscosidad – Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la fiscalización.

En mezcladores de ejes gemelos, el volumen de materiales no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no se superen los dos tercios (2/3) de su altura.

A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

Transporte de la mezcla.-

La mezcla se transportará a la obra en volqueta hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Solo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del fiscalizador, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Durante el transporte de la mezcla deberán tomarse las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase del tramo de prueba.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche en la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza el mismo por parte y responsabilidad del contratista.

Extensión de la mezcla.-

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el fiscalizador.

Al menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con secciones bombeada, o en lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje de la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada, caso contrario deberá ejecutarse una junta transversal tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en lo que a juicio del fiscalizador no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme

y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del fiscalizador, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius (10°)

Compactación de la mezcla.-

La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos, según haya sido dispuesto durante la ejecución del tramo de prueba y dentro del rango establecido en la carta viscosidad – temperatura.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el fiscalizador, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el fiscalizador, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se realizara de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que todos los elementos de compactación estén siempre limpios y si es preciso húmedos sin exceso de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

Si se diseña una mezcla tipo Superpave, deberá entenderse que dado el tipo de mezcla, los procesos de compactación deberán ser diferentes, en especial, en la temperatura, amplitud y frecuencia de la compactación inicial, el tiempo de espera o “zona tierra”, el tipo de equipos y temperatura en la compactación intermedia y final.

En la etapa de tramo de prueba se podrá probar, para mezclas tipo Superpave, con la siguiente rutina inicial, la cual deberá ajustarse de acuerdo con los resultados obtenidos:

Compactación Inicial.- Rodillo tándem vibratorio, entrando a una temperatura entre 145° C y 150°C. Inicialmente se dan dos (2) pasadas con amplitud alta a 3000 – 3200 VPM y luego los dos (2) pasadas con amplitud baja a 3000 – 3400 VPM.

Zona Tierna.- En esta etapa se deberá esperar que la temperatura baje hasta 115° C sin operar ningún equipo sobre la mezcla.

Compactación Intermedia.- Rodillo neumático de 20 a 22 toneladas de peso, ejerciendo una presión de contacto por llanta entre 520 Kpa y 550 Kpa en dos (2) a cuatro (4) pasadas, en un rango de temperatura entre 95° C y 115° C.

Compactación final.- Rodillo tándem vibratorio usado en modo estático, haciendo tres (3) pasadas en un rango de temperatura entre 70°C y 95°C.

Apertura al tránsito.-

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

Reparaciones.-

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de

alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del fiscalizador. El contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

Aceptaciones de los trabajos-

a) Controles

Los que sean aplicables para su correcta ejecución y las que se indican a continuación. Durante la ejecución de los trabajos, el fiscalizar efectuara los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la sección 100 de este documento.
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el fiscalizador considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- Fiscalizar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de la mezcla (los requisitos son aplicables solo a las mezclas elaboradas en caliente).

- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas durante el periodo de ejecución de las obras.
- Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

El contratista rellenará inmediatamente con mezcla asfáltica, a su costo todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno y compactará el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación.

b) Calidad del cemento asfáltico.- El fiscalizador efectuará las siguientes actividades de control:

- Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termo tanque, la curva viscosidad – temperatura y el grado de penetración de asfalto. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el contratista o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.
- Efectuar con la frecuencia que se indica la tabla N°403-5.15.
- Controles de las demás características descritas para asfaltos en las especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad.
- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción.

c) Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral.- De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán seis (6) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán utilizando las normas de ensayo correspondientes:

- El desgaste en la máquina de los Ángeles.

- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o demagnesio.
- El equivalente de arena.
- Laplasticidad
- Sales solubles totales.
- Adherencia entre el agregado y el bitumen.

Así mismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:

- Densidad aparente
- El coeficiente de emulsibilidad.

Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la subsección pertinente.

Durante la etapa de producción, el fiscalizador examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, efectuará las siguientes verificaciones de calidad y frecuencias que se indican en la tabla N° 405-5.15 para el agregado de cada tolva en frío.

Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:

- Densidad aparente y coeficiente de emulsibilidad, al menos una (1) vez a la semana y siempre que se cambie la procedencia del filler.
- Granulometría y peso específico, una (1) prueba por suministro.
- Los resultados de estos suelos deben satisfacer los requisitos de calidad establecidos en la sección 405-5.02

d) Composición de lamezcla

- Contenido de asfalto.- Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponden a un número entero de jornadas.

La tabla N° 405-5.11 se establecen los controles de calidad y frecuencias de los ensayos.

El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo (ART %) tendrá una tolerancia de dos por mil (0,2%), respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF%)

$$ARF\% - 0,2\% \leq ART \% \leq ARF \% + 0,2\%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio tramo (ART%) en más de tres por mil (0,3%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$ART \% - 0,5\% \leq ARI \% \leq ART \% + 0,5\%$$

Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo.

- Granulometría de los agregados.- Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la subsección correspondiente a la sección 405-5.05.5.

e) Calidad de lamezcla.-

- Resistencia.- Con un mínimo de dos (2) muestras se moldearán probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall, paralelamente se determina la densidad media de las cuatro probetas

moldeadas De

La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (E_m) deberá ser como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (E_t):

$$E_m \geq 0,85 E_t$$

Además, la estabilidad de cada probeta (E_i) deberá ser igual o superior al noventa por ciento (90%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose.

$$E_i \geq 0,8 E_m$$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.

- Flujo.- El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (F_m) deberá encontrarse entre el noventa (90%) y el ciento diez por ciento (110%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (F_t), pero no se permitirá que su valor se encuentre por fuera de los límites establecidos en la tabla N°405-5.9.

$$0,90 f_t \leq F_m \leq 1,1 F_t$$

Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el fiscalizador decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.

f) Calidad del producto terminado.-

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el fiscalizador. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de cinco milímetros (5mm) de laproyectada.

Además, el fiscalizador estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:

- Compactación.- Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán de acuerdo a un “Proceso Aleatorio para seleccionar la ubicación de puntos de muestreo a azar”

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por jornada de trabajo (De), que se indicaron en la subsección 405-5.18 correspondiente de esta especificación.

$$Dm \geq 0.98 De$$

Además, la densidad de cada testigo individual (Di) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media de los testigos del tramo (Dm).

$$Di \geq 0,97 Dm$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del fiscalizador.

- Espesor.- Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el fiscalizador determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$em \geq ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño.

$$ei \geq 0.95 ed$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

- Lisura.- La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de cinco milímetros (5mm) en capas de rodadura o diez milímetros (10mm) en capas de base y bacheos, cuando se

compruebe con una regla de tres metros (3m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el fiscalizador, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

- Textura.- En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de cuarenta y cinco centésimas (0.5) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de dos pruebas (2) por jornada de trabajo.

- Regularidad superficial.- La regularidad superficial de la superficie de rodadura será medida y aprobada por el fiscalizador para lo cual, por cuenta y cargo del contratista, deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI.

Para la determinación de la rugosidad podrán utilizarse métodos topográficos, rugosímetros, perfilómetros o cualquier otro método aprobado por el fiscalizador.

La medición de la rugosidad sobre la superficie de rodadura terminada, deberá efectuarse en toda su longitud y debe involucrar ambas huellas por tramos de 5 km, en los cuales las obras estén concluidas, registrando mediciones parciales para cada kilómetro. La rugosidad, en términos IRI, tendrá un valor de 2,0 m/km. En el evento de no satisfacer este requerimiento, deberá revisarse los equipos y procedimientos de esparcido y compactarlo, a fin de tomar las medidas correctivas que conduzcan a un mejoramiento del acabado de la superficie de rodadura.

- Medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada.- Se efectuarán mediciones de deflexión en los dos carriles en ambos sentidos cada 50m y en forma alternada. Se analizará la deformada o la curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres valores por punto y se obtendrán indirectamente los módulos de elasticidad de la capa asfáltica.

Además la deflexión características obtenida por sectores homogéneos se comparará con la deflexión admisible para el número de repeticiones de ejes equivalentes de diseño.

Para efecto de la medición de deflexiones se utilizará el FWD podrá emplearse la viga Benkelman; los puntos de medición estarán referenciados con el estacado del proyecto, de tal manera que exista una coincidencia con relación a las mediciones que se hayan efectuado a nivel de subrasante.

Se requiere un estricto control de calidad tanto de los materiales como de la fabricación de la mezcla asfáltica, de los equipos para su extensión y compactación, y en general de todos los elementos involucrados en la puesta en obra de la mezcla asfáltica. De dicho control forma parte la medición de las deflexiones y e subsecuente cálculo de los módulos elásticos de las capas que se mencionan en el primer párrafo. La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada tienen como finalidad la evaluación, diagnóstico y complementación de los diferentes controles que debe realizarse a la carpeta asfáltica, asimismo, determinar las deflexiones características por sectores homogéneos, cuyos resultados, según lo previsto en el diseño, deberán teóricamente ser menores a la deflexión admisible.

La medición de deflexiones sobre la carpeta asfáltica terminada, se efectuará al finalizar la obra como control final de calidad del pavimento terminado y para efectos de recepción de la obra. En cuanto a la responsabilidad de estos trabajos y la provisión de personal, equipos e insumos, se cumplirá lo establecido en la sección 401-2.02.

Tabla 405.5.15 Ensayos a realizarse y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o características	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	200	Tolva en frío
	Plasticidad	200	Tolva en frío
	Partículas fracturadas	500	Tolva en frío
	Equivalente arena	1000	Tolva en frío
	Índices de aplanamiento y alargamiento agregado Grueso	500	Tolva en frío
	Desgaste los Ángeles	1000	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	1000	Tolva en frío
	Perdida en sulfato de sodio	1000	Tolva en frío
Mezcla	Contenido de Asfalto	2 por día	Pista/planta
	Granulometría	2 por día	Pista/planta
	Ensayo Marshall	2 por día	Pista/planta

asfáltica	Temperatura	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	1 cada 250m	Pista compactada
	Espesor	Cada 250 m	Pista compactada
	Resistencia al deslizamiento	1 por día	Pista compactada
Cemento Asfáltico	Según 410.18(b)	√ ()	Tanques Térmicos al llegar a obra

n= número de toneladas de 30000 lb de cemento asfáltico requerido en la obra.

Sellados.-

Si los documentos contractuales estipulan la colocación de una capa de sello sobre la carpeta terminada, ésta se colocará de acuerdo con los requerimientos correspondientes determinados en la sub sección 405-6, de las Especificaciones MOP-001-F-2002 y cuando el Fiscalizador lo autorice, que en ningún caso será antes de una semana de que la carpeta haya sido abierta al tránsito público.

Medición.-

Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador.

En casos especiales la medición para el pago podrá también ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la carpeta, de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales. En este caso, se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes.

En todo caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

Pago.-

Las cantidades determinadas en cualquiera de las formas establecidas en el numeral anterior, serán pagadas a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminado y compactación de la mezcla, la limpieza de la superficie que recibirá el hormigón asfáltico; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
405-5.19 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5 cm. de espesor.....	Metro cuadrado (m ²)

518 EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS

Descripción.-

Este trabajo consistirá en la excavación de material para la construcción de estructuras. El Fiscalizador definirá, a criterio propio, cuando proceden las disposiciones de esta Sección. El trabajo incluye la preservación de canales y contornos, construcción de diques provisorios, el sellado de cimentaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de cimentaciones, los rellenos, y la remoción de dispositivos de seguridad

Materiales.-

De conformidad con los numerales 3.801, Hormigón de Cemento Hidráulico, 3.307, Excavación y Relleno para Estructuras.

Requerimientos para la Construcción.-

Preparación para excavación de superficie.-

Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con la Sección 302, Desbroce, Desbosque y Limpieza.

General.-

Se excavarán trincheras o cimentaciones, en el ancho y longitud requeridos para preparar el espacio necesario para el trabajo. Cuando se complete la excavación,

se requerirá la aprobación del material de relleno, por parte del Fiscalizador. La cimentación deberá ser firme y contar con una densidad uniforme, en toda el área definida.

Se seguirán las regulaciones de seguridad de las disposiciones contenidas en el numeral 307, Excavación y Relleno para Estructuras, para los taludes de las paredes de la excavación, utilizando apuntalamiento y arrostramiento, aplicando, adicionalmente, los procedimientos de seguridad establecidos por el Fiscalizador. Cuando las paredes de la excavación tengan pendientes de inclinación suaves, de acuerdo con las consideraciones de seguridad, se suministrará una copia del diseño con la indicación de los medios de seguridad, con el propósito de demostrar la conformidad con lo establecido en el numeral 307, Excavación y Relleno para Estructuras. Se presentarán los esquemas constructivos, indicando todas las medidas de seguridad, como sistemas de soporte, barreras protectores, etc. Los esquemas constructivos deberán evidenciar conformidad con las regulaciones.

Cuando los dispositivos de seguridad ya no sean requeridos, se deberán remover, de acuerdo con los criterios del Fiscalizador. Pavimentos o estructuras de hormigón adyacentes al área de excavación, que van a permanecer, deberán ser independizados por corte de sierra o por el medio autorizado por el Fiscalizador, en la colindancia con el área de trabajo, previo a la excavación.

Cuando el material excavado sea apropiado para relleno estructural deberá conservarse. No se depositará el material excavado en las cercanías de sistemas de drenaje o de conducción de aguas. No se deberá apilar el material excavado, ni permitir la operación de equipos a una distancia menor de 60 cm respecto al borde de la excavación.

La disposición de materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso, se procederá de acuerdo con la sección 309, Transporte. El Fiscalizador podrá definir los usos alternativos para los materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso.

El agua en el área de trabajo será removida, en caso de necesidad, para la ejecución de las obras.

Preservación de canales.-

Los trabajos a realizar en la proximidad de sistemas de drenaje o conducción de aguas serán desarrollados en la forma descrita a continuación:

- Se excavará dentro de diques provisorios, u otros medios de separación como bolsas de arena, definidos por el Fiscalizador.
- No deberá alterarse la estructura de soporte de los sistemas de drenaje o conducción de agua adyacentes al área de trabajo.
- Deberá rellenarse la excavación con relleno estructural hasta alcanzar el nivel de rasante original.

Replanteo de la cimentación.-

Cuando no sea posible bombear satisfactoriamente el agua de un área de cimentación, se proveerá un replanteo de cimentación con hormigón.

Mientras se está colocando un el replanteo, se mantendrá el nivel de agua dentro del dique provisorio, por debajo del nivel de cimentación, haciendo un sumidero del agua, por fuera de aquel. Cuando un replanteo es colocado en condiciones cambiantes del nivel de agua (mareas), se deberá preservar el nivel de agua por debajo en el dique provisorio.

No deberá bombearse el agua en un dique provisorio hasta que el replanteo de hormigón tenga una resistencia suficiente para soportar la presión hidrostática.

Preparación de la cimentación.-

Se prepararán los cimientos de la cimentación de la siguiente manera:

Cimientos colocados sobre un lecho rocoso.-

Se dará el nivel especificado al corte de la excavación, de acuerdo con la técnica autorizada por el Fiscalizador. Se deberá limpiar la superficie del fondo de la

excavación, removiendo los restos de suelo o material desintegrado, o cualquier otro material producto de las operaciones de excavación y conformación.

Cimientos colocados en una superficie excavada distinta a un lecho rocoso.-

No deberá alterarse el fondo de la excavación. Deberá removerse el material de cimentación y compactar, al nivel y la pendiente de fondo requeridas por el Fiscalizador, antes de colocar el hormigón.

Cimientos anclados en materiales inalterados.-

Se excavará y compactará la cimentación hasta un nivel uniforme para los cimientos. Cuando las paredes de la excavación no sean verticales, se rellenará todo el espacio entre los cimientos y el material inalterado con hormigón. Si la excavación alcanza un nivel inferior a la parte superior de los cimientos, se rellenará únicamente al nivel superior de la excavación. Cuando el hormigón sea vaciado contra pilotes recubiertos con láminas de acero, se considerará que está en un medio inalterado.

Material con poca capacidad de soporte debajo de la cimentación.-

Se deberá excavar el material con poca capacidad de soporte y se reemplazará con relleno apropiado para la cimentación. Se colocará el relleno en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deberán exceder una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con el Numeral 518-3.07.2.

Cimentación usando pilotes.-

Se excavará a la profundidad del bloque de cimentación y se hincarán los pilotes. Se removerán los restos de la excavación y se conformará la superficie del fondo al nivel requerido por los esquemas constructivos. Se nivelará y compactará el fondo de la cimentación.

Relleno.-

Relleno con material de relleno estructural.-

Se colocará el relleno en capas horizontales, que no deberán exceder una profundidad de 150 mm en espesor compactado. Se compactará cada capa de conformidad con el Numeral 518-3.08.2.

Se extenderá cada capa colocada hacia los límites naturales de la excavación, de una manera uniforme.

No se colocarán rellenos estructurales contra hormigón con menos de 7 días de vaciado, o hasta que se alcance el 90 % de la resistencia de diseño.

Compactación.-

Se determinará el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad de acuerdo con el método C de AASHTO T 99. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un contenido de humedad apropiado para la compactación. Se compactará el material colocado en todas las capas, al menos al 98 % CBR de la densidad máxima. Se determinará la densidad en sitio y el contenido de humedad de acuerdo con AASHTO T 238 y AASHTO T 239, u otro método aprobado por el Fiscalizador.

Aceptación.-

El material para relleno estructural será evaluado de conformidad con el numeral 307, Excavación Relleno para Estructuras. La Tabla 3.518-47 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La excavación para la estructura y las obras de relleno serán evaluadas de conformidad con el numeral 307, Excavación Relleno para Estructuras. La Tabla 518-3.1 contiene los requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

Los apuntalamientos, arrostros y diques provisionales serán evaluados de conformidad con el numeral 307, Excavación Relleno para Estructuras.

La limpieza será evaluada de acuerdo con el numeral 301, Obras Preliminares y 302, Desbroce, Desbosque y Limpieza.

El replantillo de hormigón será evaluado según el numeral 3.801, Hormigón de Cemento Hidráulico.

Tabla 518-3.1 Muestreo y Ensayo

Material o Producto	Propiedad o característica	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Relleno estructural	Granulometría	AASHTO T27 y AASHTO T11	1 para cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Limite Líquido	AASHTO T89	1 para cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad – Densidad	AASHTO T99 método C	1 para cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T238 y AASHTO T239, u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define que se considera un tramo)	Material compactado
Relleno de cimentación	Clasificación	AASHTO M145	1 para cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad/ Densidad	AASHTO T99 método C	1 para cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T238 y AASHTO T239, u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define que se considera un tramo)	Material compactado

Medición.-

Se medirá la excavación por metro cúbico en sitio, en su ubicación original. No se incluirán los siguientes volúmenes:

- a) El volumen de material excavado afuera de planos verticales paralelos, localizados a 450 mm hacia las líneas rectas de cimentación. Se usarán dichos planos verticales para determinar las cantidades de pago, independientemente de la cantidad de material excavado adentro o afuera de dichos planos verticales.

- b) Cualquier material incluido dentro de los límites de la excavación de un derecho de vía, tales como desvíos de canales contiguos y cunetas, para los cuales existen diferentes renglones de pago.
- c) Agua u otros materiales líquidos.
- d) Material excavado antes de las elevaciones y mediciones topográficas del nivel del terreno original.
- e) Material reconformado, excepto cuando el contrato especifica que se requiera la excavación antes de la construcción de muros.

Se medirá el relleno de cimentación por metro cúbico en sitio.

Se medirá el relleno estructural por metro cúbico en sitio. Se limitará el volumen de relleno estructural medido, a aquel colocado dentro de planos verticales localizados a 450 mm hacia afuera y en paralelo a las líneas de cimentación. Se utilizarán planos verticales para determinar los montos de pago, independientemente de la cantidad de material de relleno colocado fuera de dichos planos verticales.

Se medirán los arriostramientos, apuntalamientos, diques provisionales y obras conexas por el método indicado por el Fiscalizador en los términos del contrato.

Se medirá el replantillo de hormigón de acuerdo con el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico.

Pago.-

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con el Numeral anterior, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección.

El pago para la excavación, arriostramientos, apuntalamientos, diques provisionales y otras obras conexas será la compensación por la excavación a una profundidad de 2 m por debajo de la menor elevación indicada en los esquemas constructivos para cada estructura de cimentación. Cuando la excavación exceda la

profundidad de 2 m, el Fiscalizador podrá tramitar un ajuste de precio equitativo para la profundidad en exceso de 2 m.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
307-2 (1) Excavación y relleno para estructuras.....	Metro cúbico (m³)

503 HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Descripción.-

Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, sumideros, tomas y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados.

El hormigón para estructuras estará constituido por cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo con lo estipulado en esta Sección y en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico de estas especificaciones.

La clase de hormigón a utilizarse en una estructura determinada será indicada en los planos o en las disposiciones especiales y satisfará los requerimientos previstos en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico.

Clasificación y mezclas de diseño.-

El Contratista deberá suministrar el diseño de la mezcla, y la clasificación de aquellas para los diferentes elementos estructurales.

El contratista deberá determinar y medir la cantidad de cada grupo y de cada uno de los ingredientes que conforman la mezcla, incluida el agua.

Es conveniente realizar pruebas con muestras de todos los materiales que se utilizarán en la construcción, con el fin de evaluar el grado de confiabilidad del diseño.

Para definir y mejorar el diseño, el contratista tiene la opción de utilizar aditivos para el hormigón.

Materiales.-

El hormigón y los materiales utilizados para su elaboración satisfarán los requisitos señalados en las Secciones 801 a 805.

Dosificación, mezclado y transporte y pruebas del hormigón.-

Dosificación.-

La dosificación de hormigones significa determinar las proporciones en que deberán combinarse los diferentes componentes de los materiales como son: áridos, cemento, agua y eventualmente, aditivos, para obtener un hormigón que cumpla con la resistencia, docilidad, durabilidad y demás exigencias requeridas.

La mezcla de hormigón deberá ser correctamente dosificada y presentará condiciones adecuadas de trabajabilidad y terminado. Será durable, impermeable y resistente al clima.

Los materiales del hormigón serán dosificados de acuerdo a lo especificado en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico, en concordancia con los requerimientos de cada clase.

El diseño de la mezcla cumplirá con las especificaciones indicadas en los planos o documentos contractuales, será aprobado por el Fiscalizador y determinará las proporciones definitivas de los materiales y la consistencia requerida.

En el caso de elementos de hormigón prefabricados, los procesos de dosificación y producción del hormigón deberán estar absolutamente controlados; sin embargo, no serán visados. Las dosificaciones deberán ser realizadas en peso y mantener un sistema de registro de humedades de áridos y pesos, tal que permita realizar una completa trazabilidad de los productos y asegurar homogeneidad y

cumplimiento de los requisitos exigidos, la que podrá ser controlada por el Fiscalizador, cuando éste lo estime conveniente.

Calidad del hormigón.-

El hormigón deberá diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización. (En estas condiciones el hormigón es dócil).

Para obtener buena docilidad del hormigón se deberá evitar usar áridos de formas alargadas y con aristas. Es necesario indicar que el cemento influye en la docilidad del hormigón.

El contenido de cemento, relación máxima agua/cemento permitida, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a utilizarse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.

Cuando la resistencia a la compresión está especificada a los 28 días, la prueba realizada a los 7 días deberá tener mínimo el 70% de la resistencia especificada a los 28 días. La calidad del hormigón deberá permitir que la durabilidad del mismo tenga la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios agresivos.

Mezclado y Transporte.-

El mezclado y transporte del hormigón satisfará los requerimientos y exigencias indicadas en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico.

Pruebas.-

La calidad del hormigón se determinará de acuerdo con los ensayos señalados en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico.

Procedimiento de trabajo.-

Equipos.-

El Contratista dispondrá de los equipos y demás elementos necesarios para la obtención de los áridos como para la confección, colocación y terminación del

hormigón. Dichos equipos, incluso los de transporte, estarán en buenas condiciones de funcionamiento y tendrán una capacidad adecuada para llevar a cabo las obras sin interrupciones.

Obra falsa y encofrados.-

Encofrados.-

Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de manera de evitar torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Su diseño será tal que el hormigón terminado se ajuste a las dimensiones y contornos especificados. Para el diseño de los encofrados se tomará en cuenta el efecto de la vibración del hormigón durante en vaciado.

Los encofrados para superficies descubiertas se harán de madera trabajada de espesor uniforme u otro material aprobado por el Fiscalizador; cuando se utilice forro para el encofrado, éste deberá ser impermeable al mortero y del tipo aprobado por el Fiscalizador. Todas las esquinas expuestas deberán ser achaflanadas.

Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, materias extrañas y recubiertas con aceite para encofrados.

No se vaciará hormigón alguno en los encofrados hasta que todas las instalaciones que se requieran embeber en el hormigón se hayan colocado, y el Fiscalizador haya inspeccionado y aprobado dichas instalaciones. El ritmo de vaciado del hormigón será controlado para evitar que las deflexiones de los encofrados o paneles de encofrados no sean mayores que las tolerancias permitidas por estas especificaciones. De producirse deflexiones u ondulaciones en exceso a lo permitido, se suspenderá el vaciado hasta corregirlas y reforzar los encofrados para evitar una repetición del problema.

Las ataduras metálicas o anclajes, dentro de los encofrados, serán construidos de tal forma que su remoción sea posible hasta una profundidad de por lo menos 5 cm desde la cara, sin causar daño al hormigón. Todos los herrajes de las ataduras de alambre especiales serán de un diseño tal que, al sacarse, las cavidades que queden sean del menor tamaño posible.

Estas cavidades se llenarán con mortero de cemento y la superficie se dejará sana, lisa, igual y de color uniforme. Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté de acuerdo con las pendientes y alineaciones establecidas. Los encofrados permanecerán colocados por los períodos que se especifican más adelante.

La forma, resistencia, rigidez, impermeabilidad, textura y color de la superficie en los encofrados usados deberá mantenerse en todo tiempo. Cualquier madera torcida o deformada deberá corregirse antes de volver a ser usada. Los encofrados que sean rechazados por cualquier causa, no se volverán a usar.

Los enlaces o uniones de los distintos elementos de los encofrados serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

En el caso de las obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los cables sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y cerchas permitan las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resistan adecuadamente la redistribución de cargas que se originan durante el tensado de las armaduras a la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y cerchas deberán permitir los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del

hormigón. Estas aberturas se dispondrán con espaciamiento vertical y horizontal no mayor a un metro, y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Vaciado y Juntas de Construcción.-

Vaciado.-

Todo el hormigón será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Fiscalizador y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación.

No se colocará el hormigón mientras los encofrados y la obra falsa no hayan sido revisados por el Fiscalizador y, de ser necesario, corregidos, mientras el acero de refuerzo no esté completo, limpio y debidamente colocado en sus sitio.

Como paso previo para el vaciado del hormigón, todo el aserrín, viruta, cualquier otro desecho de la construcción o materiales extraños a ella se retirarán del interior de los encofrados. Puntales, riostras y refuerzos que sirvan provisionalmente para mantener los encofrados en su posición y alineación correcta durante la colocación del hormigón, se retirarán cuando el hormigonado este en un nivel tal que resulten estos innecesarios y ninguna parte auxiliar deberá quedar embebida en el hormigón.

Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El uso de conductos largos, canaletas y tubos para llevar el hormigón desde la mezcladora al encofrado, se realizará únicamente con autorización escrita del Fiscalizador. En el caso de que por el uso de estos conductos la calidad del hormigón resulte inferior, el Fiscalizador podrá ordenar que sean sustituidos por métodos eficientes devaciado.

Los conductos abiertos y las canaletas serán de metal o forradas de metal, y tendrán pendientes altas. Las canaletas serán equipadas con deflectores o serán de longitudes cortas para invertir la dirección del movimiento. No se usarán canaletas conductos o tubos de aluminio para la colocación del hormigón.

En las canaletas, conductos y tubos se limpiara y removerá cuidadosamente todo el hormigón endurecido antes de su uso. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Después del fraguado inicial del hormigón, los encofrados no deberán ser sometidos a vibraciones o movimientos y los extremos de las armaduras sobresalientes no se someterán a esfuerzo alguno.

La altura de caída libre del hormigón, medido desde el punto de vaciado hasta el lugar de depósito definitivo, deberá ser la menor posible. En el caso de estructuras verticales (muros, pilares, etc.), esta altura no deberá sobrepasar los valores indicados en la Tabla 503-7.1, según el asentamiento de cono.

Tabla 503-7.1 Altura de caída libre del Hormigón

ASENTAMIENTO DE CONO (cm)	ALTURA MAXIMA (m)
Inferior a 4	2,0
de 4 a 10	2,5
Superior a 10	2,0

No obstante lo anterior, se podrá aceptar una mayor altura de caída siempre que se mezcle manualmente el hormigón, si se trata de estructuras abiertas y cuando se empleen tuberías introducidas hasta el fondo de la estructura a hormigonear, las que deberán tener un diámetro mayor que cuatro veces el tamaño máximo nominal del árido y no menor que 15 cm, o bien, se abran ventanas o troneras a diversas alturas del encofrado para dar accesos intermedios y verificar el correcto llenado del molde.

En el caso de elementos estructuras con fondos inclinados, el llenado se deberá iniciar desde el punto más bajo formando capas horizontales.

Las capas no deberán exceder de 15 a 30 cm de espesor, para miembros reforzados, y de 45 cm de espesor, para trabajos en masa, según la separación de los encofrados y la cantidad de acero de refuerzo. Cada capa se compactará antes de que la anterior haya fraguado, para impedir daños al hormigón fresco y evitar superficies de separación entrecapas.

El ritmo de colocación del hormigón deberá regularse, de manera que las presiones contra los encofrados o encofrados causadas por el hormigón húmedo no excedan a las consideradas en el diseño de los encofrados.

Todo el hormigón será vibrado a criterio del Fiscalizador, y con equipo aprobado por él. La vibración deberá ser interna, y penetrará dentro de la capa colocada anteriormente para asegurar que toda la masa se haga homogénea, densa y sin segregación.

Los vibradores utilizados deberán transmitir al hormigón vibraciones con frecuencias mayores a 4.500 impulsos por minuto.

Se utilizará un número adecuado de vibradores para lograr la completa consolidación de la capa colocada antes de que el hormigón haya comenzado a fraguar.

Los vibradores no serán empleados para empujar o conducir la masa de hormigón dentro de los encofrados hasta el lugar de su colocación. Tampoco serán colocados contra los encofrados o encofrados o contra el acero de refuerzo. La vibración deberá tener la suficiente duración e intensidad para consolidar completamente el hormigón, pero no deberá continuarse hasta el punto que cause segregación.

Los vibradores se aplicarán en puntos uniformemente espaciados y no más lejos que dos veces el radio sobre el cual la vibración es visualmente efectiva.

El trabajo de los vibradores será tal que se obtenga un hormigón de textura uniforme en las capas expuestas, evitando la formación de paneles.

Colocación del hormigón.-

Temperatura de colocación del hormigón.-

La temperatura del hormigón colocado en sitio, en caso de losas de puentes y losas superiores en contacto con el tráfico no deberán exceder los 29°C; para otras estructuras la temperatura de fundición deberá especificarse en los planos.

Para la colocación de masas de hormigón que estén indicadas en planos y su fundición sea monolítica, en el momento de su colocación la temperatura no deberá ser superior a 24°C.

Para iniciar un plan de fundición en condiciones de alta temperatura, se deberá seguir el siguiente plan:

1. Selección de los ingredientes del hormigón para minimizar el calor de hidratación.
2. Colocación de hielo o ingredientes fríos para el hormigón.
3. Control de la relación A/C del hormigón a colocarse.
4. Uso de protección para controlar el aumento del calor.

El contratista dispondrá de instrumentos de medición de temperatura, y deberá hacerlo en las fundiciones tanto en la superficie como en la parte interior del hormigón.

Tiempos de transporte del hormigón.-

Los máximos intervalos de tiempos entre la colocación del cemento para la dosificación y colocación del hormigón en los encofrados se deberán regir en la Tabla 503-7.2.

Colocación del hormigón en tiempo caliente.-

Cuando la temperatura del aire es superior a los 29°C, se deberá utilizar un agente retardador y este proceso se requerirá para toda la superestructura y vigas superiores.

Alcantarillas.-

En general, la losa de fondo o las zapatas de las alcantarillas de cajón se hormigonarán y dejarán fraguar antes de que se construya el resto de la alcantarilla. En este caso se tomarán las medidas adecuadas para que las paredes laterales se unan a la base de la alcantarilla, de acuerdo con los detalles señalados en los planos.

Tabla 503-7.2 Temperatura: Tiempos requeridos

TEMPERATURA DEL HORMIGON (en el sitio)	TIEMPO MAXIMO (sin retardante) minutos	TIEMPOMAXIMO (1) (con retardante) minutos
HORMIGON NO AGITADO		
Sobre 27°C	15	30
Inferior 27°C	30	45
HORMIGON AGITADO		
Sobre 32°C	45	75
Entre 24° y 32°C	60	90

(1) Dosificación normal del retardante.

Antes de que el hormigón sea colocado en las paredes laterales, las zapatas de la alcantarilla deberán estar completamente limpias y la superficie suficientemente rugosa y húmeda, en concordancia con lo especificado en la Sección referente a juntas de construcción.

En la construcción de alcantarillas de cajón de 1.20 m o menos, las paredes laterales y la losa superior podrán construirse en forma continua. En la construcción de alcantarillas de más de 1.20 metros, el hormigón de las paredes se colocará y dejará fraguar antes de construirse la losa superior y se formarán juntas de construcción aprobadas, en las paredes.

Si es posible, en las alcantarillas, cada muro de ala deberá construirse en forma continua. Si las juntas de construcción en los muros de ala son inevitables, deberán ser éstas horizontales y ubicadas de tal forma que ninguna junta sea visible en la cara expuesta, sobre la línea del terreno.

Colocación del hormigón en la cimentación y sub-estructura.-

Como regla general, el hormigón no podrá ser colocado en la cimentación hasta que el fondo y las características de esta hayan sido inspeccionados.

El fondo de la cimentación por ningún motivo deberá contener agua.

La fundición de columnas, pilas o estribos de hormigón deberán ser fundidas monolíticamente entre juntas de construcción, las mismas que deberán estar definidas para toda la estructura antes del inicio de la fundición.

El hormigonado de columnas, pilas y muros se lo realizará en forma continua, a menos que se indique otra cosa en los planos. El hormigón se dejará fraguar por lo menos 12 horas antes de colocar el hormigón en el cabezal, y éste no se colocará hasta que se hayan removido los encofrados de las columnas e inspeccionado el hormigón colado en ellas, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento. La carga de la superestructura no se la dejará descansar sobre las columnas hasta que hayan transcurrido por lo menos 14 días después del hormigonado, a menos que el Fiscalizador permita otro procedimiento. La secuencia de hormigonado en vigas "T", losas, vigas cajón y columnas, estará indicada en los planos o en las disposiciones especiales. Los dientes para corte u otros medios utilizados para asegurar la unión adecuada de vigas y losas, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Los barandales y parapetos no serán hormigonados hasta que los encofrados o cerchas del tablero hayan sido retirados, a menos que el Fiscalizador lo autorice.

Los encofrados deberán ser lisos y perfectamente contruidos y alineados, de manera que el hormigón no se dañe al desencofrar. Las barandas y parapetos serán acabados y curados de acuerdo con lo estipulado en los Numerales 503-4.02 y 503-4.04.

Curado y protección del hormigón.-

La protección y curado del hormigón deberá efectuarse durante el período inicial de endurecimiento con los procedimientos y materiales adecuados para:

- Mantener el hormigón en un ambiente saturado, evitando la pérdida del agua del hormigón.
- Evitar cambios bruscos de la temperatura del hormigón.
- Preservar el hormigón de acciones externas como viento, lluvia, cargas y otros.

El curado del hormigón se hará de acuerdo con lo estipulado en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico, de estas especificaciones.

Remoción de encofrados y obra falsa.-

Para determinar el momento de la remoción de la obra falsa y encofrados, se tomará en cuenta la localización y características de la estructura, los materiales usados en la mezcla, el clima y otras condiciones que influyen en el fraguado del hormigón. En ningún caso deberán retirarse la obra falsa y encofrados, hasta que el hormigón de la estructura en construcción pueda soportar todas las cargas previstas. Esta determinación se hará en base de la resistencia a la compresión o a la flexión que, a su vez, será comprobada mediante el ensayo de cilindros o viguetas curadas bajo las mismas condiciones que las reinantes para la estructura.

La obra falsa que se utilice para soportar la superestructura de un puente de un solo tramo, no se retirará antes de 14 días después del último vaciado del hormigón en el tablero. A menos que lo permita el Fiscalizador, la obra falsa que se emplee en cualquier vano de un puente de tramos continuos o de marco rígido, no se retirará antes de 14 días después del último vaciado de hormigón en el tramo en cuestión, y en la mitad adyacente de los dos tramos contiguos.

La obra falsa que soporte losas voladizas y losas de tablero entre vigas, no se retirará antes de 10 días después del vaciado del hormigón en el tablero.

La obra falsa para cabezales que soporten vigas de acero o de hormigón prefabricado, no se retira antes de 10 días después del vaciado del hormigón en el cabezal. No se colocarán las vigas sobre dichos cabezales, hasta que el hormigón del cabezal haya alcanzado una resistencia a la compresión igual al doble del esfuerzo unitario del diseño indicado en los planos.

La obra falsa de estructuras postensadas colocadas en obra, no se retirará antes de que el acero de pre-esfuerzo se haya tensado.

Los soportes deberán removerse de modo que permitan que el hormigón soporte uniforme y gradualmente los esfuerzos debidos a su peso propio. La obra falsa en puentes en arco se removerá gradual y uniformemente, comenzando en el centro y procediendo hacia los arranques, para permitir que el arco reciba la carga lenta

y uniformemente. La obra falsa de tramos de arcos adyacentes serán retirados simultáneamente.

En arcos de junta se dejarán porciones de la junta a construirse posteriormente a la eliminación de los puntales centrales, si esto fuere necesario para evitar estrechamientos de las juntas de expansión. No se construirán los barandales hasta que el arco sea auto soportante.

La obra falsa para alcantarillas de cajón y otras estructuras con luces menores a 5 m, no se retirará sino hasta que el hormigón de vaciado tenga una resistencia a la compresión de al menos 110 kg/cm^2 y siempre que no se interrumpa el curado del hormigón. La remoción de la obra falsa para alcantarillas de cajón mayores, se lo hará de acuerdo con los requerimientos para el retiro de obra falsa parapuentes.

La obra falsa para alcantarillas en arco no se retirará antes de 48 horas después del vaciado del hormigón soportado por aquella.

Todos los materiales de la obra falsa serán retirados completamente, y el sitio quedará en condiciones aprobadas por el Fiscalizador. Cualquier pilotaje para obras falsas se retirará hasta un mínimo de 0.60 m bajo la superficie del terreno natural o del lecho del río o quebrada.

Tolerancias.-

Las estructuras, una vez removida la obra falsa, deberán representar las líneas y cotas señaladas. Los elementos estructurales tendrán las dimensiones, forma y alineamiento indicados en los planos.

Cualquier deflexión u ondulación en una superficie, que exceda los 5 mm entre montantes, viguetas o largueros adyacentes, será considerada como causa para el rechazo de aquella parte de la estructura.

Las losas de puentes serán comprobadas con una regla de 3 m de largo, y la distancia entre la superficie de la losa y la regla no deberá exceder los 5 mm en ningún punto.

Cualquier zona elevada que exceda esta tolerancia será corregida mediante el uso de una esmerilada aprobada.

Acabados.-

Como evitar las fisuras en las superficies de hormigón.-

Las losas delgadas de gran longitud, como las utilizadas en la pavimentación y canalización, son especialmente susceptibles a la fisuración al verse sometidas a condiciones ambientales desfavorables.

El terreno de sustentación de estos elementos estructurales deberá ser firme, estar perfectamente nivelado, ser capaz de soportar las cargas previsibles y tener el grado de humedad adecuado en el momento de la colocación del hormigón.

El hormigón a utilizar debe estar dosificado con los contenidos mínimos de cemento y agua necesarios en función de las características de la obra.

Las operaciones de acabado de la superficie del elemento del hormigón deberán reducirse al mínimo y es aconsejable que una vez finalizadas estas operaciones de acabado, la superficie sea protegida hasta que comience el proceso de curado.

Fisura durante la fase constructiva.-

Los tipos de fisuras que aparecen en los pavimentos durante la fase de construcción pueden dividirse en:

- Fisuras de retracción.
- Fisuras de retracción superficial.
- Fisuras por deformación.

a) *Fisuras por retracción.* Vienen originadas por la desecación de la zona superior de la losa y pueden alcanzar profundidades superiores a los 25 mm. Estas fisuras son por lo general de trazado corto y se desarrolla más o menos paralelamente al eje central, aunque no necesariamente.

La causa principal, origen de esta fisuración, es la excesiva y rápida pérdida de humedad que se puede deber a alguna o algunas de las siguientes razones:

- Terreno de sustentación seco.
- Utilización de áridos secos.
- La evaporación producida por el calor o los vientos secos.

Otras causas pueden ser la presencia de un exceso de finos en el hormigón, un exceso de agua en la mezcla o un retraso en el comienzo del proceso de curado.

Este tipo de fisuración se puede prevenir eliminando las causas que son su origen, esto es:

- Estudiando la dosificación del hormigón, reduciendo el contenido de finos y de agua.
- Humedeciendo el terreno de sustentación y los áridos utilizados en la fabricación del hormigón.
- Comenzando tan pronto como sea posible el proceso de curado.

b) Fisuras por retracción superficial. Muy finas y superficiales se conectan entre sí, describiendo fisuras semejantes a la piel del cocodrilo. Su origen es la retracción de la pasta de cemento que ha sido transportada a la superficie por un exceso de vibrado.

También aparecen estas fisuras cuando se rocía agua sobre la superficie para facilitar las operaciones de acabado, o cuando el árido utilizado en la fabricación del hormigón porta un exceso de polvo que provoca la exudación.

El calor y la sequedad del viento son también factores causantes de este tipo de fisuras.

c) Fisuras por deformación. Que se desarrollan a través de la losa son debidas a las perturbaciones que sufre el hormigón antes de su endurecimiento. Dichas perturbaciones pueden tener su origen en alguna o algunas de las razones siguientes:

- Deformación del terreno de sustentación
- Movimiento de los encofrados

- Desplazamiento de las barras de las armaduras
- Los áridos muy absorbentes pueden dar lugar a veces a una fisuración de este tipo.

Generalmente los hormigones serán tanto más fisurables cuanto más fluidos sean.

A veces ciertos suelos sufren deformaciones al absorber humedad y en consecuencia las losas que reposan sobre estos suelos están expuestas a la fisuración por deformación del terreno, al absorber éste el agua del hormigón.

Como reparar los defectos superficiales en el hormigón.-

Las fisuras que aparecen en el hormigón son los síntomas que permiten intuir la existencia de condiciones que le afecten adversamente. Por ello la reparación de las fisuras puede o no ser eficaz si dichas condiciones adversas no son primeramente eliminadas.

Antes de comenzar a reparar cualquier fisura, ésta deberá quedar perfectamente limpia.

Si la fisura es fina puede ser suficiente un chorro de aire a presión. Fisuras más desarrolladas necesitan de una limpieza más cuidadosa, quitando todo el hormigón afectado por la fisuración y todo el material extraño que se puede haber introducido.

Tanto cuando se utiliza mortero como cuando se utiliza resinas epóxicas para la reparación de fisuras, el hormigón deberá estar perfectamente seco, extremándose las precauciones al utilizar resinas epóxicas.

En aquellos casos en que la reparación tenga una finalidad fundamental estética, la elección de los materiales y métodos a utilizar deberá ser muy cuidadosa, pues en caso contrario la reparación resaltará en el conjunto.

a) Reparación con materiales asfálticos. Cuando se prevé que el elemento vaya a estar sometido a deformaciones con cierta continuidad, las fisuras deberán rellenarse con productos plásticos. Estos materiales mantienen su plasticidad y permiten pequeños movimientos del hormigón sin romperse. Son especialmente

aconsejables esos productos cuando se trata de evitar la filtración de agua a través de la fisura.

aplicación de estos productos puede realizarse en caliente o en frío. Los que aplican en caliente son una mezcla de asfalto, caucho o un filler o materiales semejantes, generalmente de color negro. Hay también filler asfáltico para su aplicación en frío aunque son preferibles los de aplicación en caliente.

Recientemente se han utilizado con ventajas las resinas de epóxicas, que presentan unas ventajas de ligazón superiores siempre que las superficies de la fisura se hayan preparado adecuadamente.

b) Reparaciones con mortero. Las fisuras de gran desarrollo pueden rellenarse con mortero.

El mortero utilizado estará formado por una parte de cemento hidráulico y dos partes y media de arena que pasa por el tamiz de 1.18 mm. El mortero tendrá una consistencia tal que una bola moldeada con la mano sea capaz de mantener su forma.

Es recomendable utilizar cemento blanco, con el objeto de que la reparación resalte lo menos posible.

El mortero se vierte en la fisura y se compacta por picado, alisando la superficie con una paleta demadera.

La reparación se finaliza curando el mortero bien con agua, bien con un compuesto de curado.

La ligazón entre el mortero y el hormigón se mejora utilizando productos tales como resinas epóxicas y látex. Las resinas epóxicas se aplican a las superficies del hormigón y el látex se puede añadir al mortero.

c) Reparaciones con resinas epóxicas. Las pequeñas fisuras se pueden rellenar con resinas epóxicas mediante inyección.

Para ello se hacen perforaciones de unos 25 mm. de profundidad a lo largo de la fisura y a unos

60 cm. de distancia de su trazado. En estas perforaciones se colocan los dispositivos de inyección.

Una vez realizadas estas operaciones, se sella la superficie del hormigón fisurada con resina epóxicas procurando dejar pequeñas perforaciones cada 15 cm. a lo largo de la fisura.

Cuando la resina superficial haya pasado el período de curado, se rellena la fisura con resina epóxica, utilizando para ello dispositivos de inyección.

Las fisuras de mayor desarrollo se pueden rellenar con un mortero epóxicas que consisten en una mezcla de resina y arena normalizada en proporción de uno a tres. Una vez limpia la fisura, se vierte el mortero, asegurando el relleno completo de la fisura mediante la colocación del mortero con elementos adecuados como espátulas.

Como evitar los huecos en la superficie del hormigón.-

Con frecuencia suelen aparecer en las superficies de hormigón que han estado en contacto los encofrados, pequeños huecos de diámetros aproximados de 15 mm. En algunas ocasiones estos huecos están cubiertos por una delgada capa de pasta seca que se desprende con la presión de los dedos, dejando a la vista el hueco previamente invisible.

Estos huecos pueden ser el resultado de bolsas de aire o de pequeñas concentraciones de agua. Son casi imposibles de evitar en superficies verticales y aparecen con seguridad en superficies inclinadas.

Se ha discutido la influencia del aire ocluido en la aparición de estos defectos superficiales; basta decir sin embargo que estos defectos se han presentado tanto antes de utilizar aire ocluido como ahora.

Estos huecos por lo general no son perjudiciales para el hormigón a no ser que el hormigón este expuesto a condiciones ambientales adversas. En estas condiciones los huecos actuando como pequeños receptáculos, pueden almacenar agua que al helarse, disgreguen el hormigón.

Recomendaciones.-

Deberán evitarse las mezclas viscosas con un exceso de arena.

La composición del árido deberá presentar una buena granulometría, evitando un exceso de finos en la arena.

El hormigón deberá tener una consistencia ni demasiado fluida ni demasiado seca, con un asiento de 50 a 75 mm en aquellos casos en que las características de la obra y los medios de la puesta en obra lo permitan.

La observancia de las siguientes reglas ayudará a minimizar la formación de huecos:

La colocación del hormigón no se deberá realizarse con excesiva rapidez, se debe colocar el hormigón en capas de un espesor máximo de 30 cm. y vibrar cada capa.

- En el caso de superficies inclinadas, la vibración deberá ser la necesaria para conseguir la debida compactación.
- En el caso de superficies verticales, efectuando un vibrado un poco más energético que el que normalmente se realiza.
- Utilizando vibradores de superficies, acoplados a los encofrados.
- Vibración con barra la zona del hormigón próximo a la superficie del encofrado simultáneamente a la compactación por vibración de la masa de hormigón.
- Utilizando encofrados provistos de finísimas ranuras que permitan la salida de agua y aire pero no demortero.
- Utilizando en aquellos casos en que la ausencia de huecos sea una exigencia primordial y los costos lo permitan, encofrados provistos de forros absorbentes.

Reparación.-

En ocasiones se hace necesario reparar las superficies de hormigón, rellenando los huecos.

Un primer método consiste en extender sobre la superficie de hormigón, previamente humedecido, un mortero de consistencia seca, constituido por una parte de cemento y dos de arena que pase por el tamiz de 1.18 mm. Acabado el

extendido se limpia la superficie del hormigón con una llana, comprobando que los huecos hayan quedado rellenos y a nivel de la superficie. Posteriormente se realiza el proceso de curado, bien con agua, bien con productos de curado. Es recomendable utilizar cemento blanco.

Un segundo método consiste en el extendido de un mortero de menor consistencia, sometiendo posteriormente la superficie del hormigón a un cepillado con carborundo.

Un espesor recomendado para la capa de mortero es de 0.75 mm.

Acabados de superficies que no sean losas.-

A las superficies del hormigón colocado en columnas, muros y otras estructuras que no sean losas de puentes, se aplicará un acabado de acuerdo con los siguientes detalles:

Clase 1 (Acabado corriente).-

Este acabado consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. Esta clase de acabado se aplicará a superficies que no sean visibles desde la vía.

Clase 2 (Acabado a ladrillo frotador).-

Al remover los encofrados o cerchas, las superficies serán humedecidas completamente con agua y se aplicará el acabado Clase 1. Cuando el mortero haya fraguado, la superficie será frotada con una piedra de carborundo grueso y se usará una pequeña cantidad de mortero hasta que desaparezcan las irregularidades. Se aplicará otra frotada con piedra de carborundo fino y agua. Cuando esté seca la superficie, se la limpiará con arpillera, dejándola libre de polvo. Esta clase de acabado se aplicará a todas las superficies que sean visibles desde la vía, con excepción de losas de puentes y pavimentos, los cuales serán acabados de acuerdo con el numeral 308, Acabado de la obra básica, respectivamente.

El mortero deberá estar compuesto por cemento y arena fina mezclados en las proporciones especificadas para hormigones usados en acabados.

Hormigón Ciclópeo.-

Descripción.-

Este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento hidráulico y piedra colocada en forma adecuada, de acuerdo con las presentes especificaciones, en concordancia con lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

Materiales.-

El hormigón ciclópeo estará constituido por hormigón de cemento hidráulico, clase B y por un 40% de piedra, salvo que en los planos o disposiciones especiales se señalen otras características.

El hormigón de cemento hidráulico deberá satisfacer las exigencias previstas en el numeral 801, Hormigón de Cemento Hidráulico. La piedra para el hormigón ciclópeo deberá satisfacer las exigencias previstas en el numeral 818, Piedra para Mampostería y Hormigón Ciclópeo.

Procedimiento de trabajo.-

El hormigón ciclópeo se formará por la colocación alternada de capas de hormigón de cemento hidráulico y piedras, que quedarán rodeadas y embebidas completamente en el hormigón. Las piedras serán saturadas con agua antes de su colocación. El colocado de la piedra deberá realizarse de tal forma de no dañar los encofrados o la capa de hormigón adyacente: en paredes o pilas de espesores mayores a 60 cm, se usarán piedras transportables manualmente y quedarán rodeadas por lo menos con 15 cm de hormigón, y ninguna piedra estará a menos de 15 cm de la superficie interior de los encofrados y a 30 cm de la superficie superior.

En paredes o pilas de espesores mayores a 1.20 metros se utilizarán piedras transportables mecánicamente. Cada piedra quedará rodeada por lo menos con 30 cm de hormigón y ninguna estará a menos de 60 cm de la superficie superior y a 15 cm de la superficie de encofrados.

El hormigón de cemento hidráulico se dosificará, mezclará y transportará conforme a las exigencias previstas en el Numeral 503-4. El hormigón ciclópeo será apisonado con el equipo adecuado o mediante vibrador, según ordene el Fiscalizador.

El acabado, en las superficies de las obras construidas con hormigón ciclópeo deberán ser lisas y estar en concordancia con lo señalado en los planos o fijado por el Fiscalizador. Los agujeros para drenaje y descarga se ejecutarán de acuerdo con los detalles señalados en los planos o por el Fiscalizador.

Ensayos y Tolerancias.-

La calidad del hormigón de cemento hidráulico se controlará de acuerdo con lo estipulado en el Numeral 503-4.02 y Sección 801, Hormigón de Cemento Hidráulico, de las presentes especificaciones.

Se determinará la aceptabilidad de las piedras de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.818, Piedra para Mampostería y Hormigón Ciclópeo.

Medición y Pago.-

Medición.-

Las cantidades a pagarse por estos trabajos serán los metros cúbicos de hormigón simple o ciclópeo satisfactoriamente incorporados a la obra.

Cualquier deducción por objetos embebidos en el hormigón o volúmenes de agujeros de drenaje, será efectuado de acuerdo con lo indicado por el Fiscalizador.

Las cantidades de acero de refuerzo serán medidas para el pago, de acuerdo con el Numeral 504-3.

Los ensamblajes, placas y otros dispositivos metálicos para apoyos y juntas serán medidos de acuerdo con lo estipulado en el Numeral 505-6.01 de estas especificaciones.

No se harán mediciones ni pagos por concepto de encofrados, obra falsa o andamio, arrastre de aire en el hormigón, formación de agujeros de drenaje, ni acabado de superficies.

Pago.-

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el Numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del hormigón simple o ciclópeo para estructuras, alcantarillas, construcción de juntas, u otros dispositivos en el hormigón para instalaciones de servicio público, construcción y retiro de encofrados y obra falsa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en este Numeral.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

503 (3) Hormigón Estructural de cemento Portland, clase C ($f'c = 210\text{kg/cm}^2$).....Metro cúbico (m3)

503 (5) Hormigón Ciclópeo.....Metro cúbico (m3)

307-3 EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS

Descripción.- Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

El sistema de cunetas y encauzamientos comprenderá todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea menor de 3 m., zanjas de coronación, tomas y salidas de agua, así como toda otra cuneta o encauzamiento que pueda ser necesaria para la debida construcción de la obra y cuyo pago no sea previsto bajo otros rubros del contrato.

Procedimiento de trabajo.- Las cunetas y encauzamientos serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. De ser requerido, las cunetas se las revestirán de acuerdo a lo especificado en la Sección 208, de las Especificaciones MOP-001-F-2002.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya, y será obligación del Contratista mantenerlas limpias permanentemente para su eficiente funcionamiento, hasta la recepción provisional, sin costo adicional.

Los materiales adecuados provenientes de estas excavaciones se emplearán en la obra, hasta donde sea permisible su utilización. El material en exceso y el inadecuado serán desalojados a los sitios de depósito señalados en los planos o por el Fiscalizador.

Medición.- Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas y encauzamientos serán aquellas medidas en la obra por trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados. La unidad de medida será el m³ o el metro lineal, según se establezca en el contrato.

Pago.- Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados, que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, transporte, incorporación en la obra o desalojo del material proveniente de las cunetas y encauzamientos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
307-3 (1) Excavación para cunetas y encauzamientos.....	Metro cúbico (m³)

602-2A TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA D=1000m e=2.5 mm

Descripción.-

Este trabajo consistirá en el suministro, ensamblaje e instalación de alcantarillas de tubo circular y ovalado, y alcantarillas en arco, formadas por láminas estructurales y de los tamaños, espesores y dimensiones indicados en los planos y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán instaladas de conformidad con la ubicación, alineamiento y pendientes señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este trabajo incluye el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en las carreteras serán de acero o de aluminio, según se estipule en los documentos contractuales y deberán cumplir con los requerimientos previstos en la sección 821 de las presentes especificaciones.

Procedimiento de trabajo.-

Colocación de tubos.-

Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para El Fiscalizador.

La excavación y relleno estructural se realizará de acuerdo con lo previsto en la sección 304 y de las presentes especificaciones.

Los tubos deberán ser colocados en una zanja excavada de acuerdo con la alineación y pendiente indicadas en los planos o fijada por El Fiscalizador. El fondo de la zanja deberá ser preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la tubería, Todo tubo mal alineado, indebidamente

asentado o dañado será extraído, recolocado o reemplazado por el Constructor a su cuenta.

Las secciones de tubo deberán colocarse en la zanja con el traslapeo circunferencial exterior hacia aguas arriba y con la costura longitudinal en los costados. Las secciones se unirán firmemente con el acoplamiento adecuado. Las corrugaciones de la banda de acoplamiento deberán encajar en las del tubo antes de ajustar los pernos.

Muros de cabezal.-

De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones de El Fiscalizador.

Los extremos de la tubería deberán ser colocados o cortados al ras con el muro, salvo si de otra manera lo ordene por escrito El Fiscalizador.

Bandas de acoplamiento.-

Las bandas para unión de tubos corrugados de acero deberán cumplir las especificaciones de AASHTO M.36 y para tubos corrugados de aluminio las de AASHTO M.196.

El metal de las bandas deberá ser corrugado de tal manera que pueda encajar adecuadamente con las corrugaciones de los extremos de las secciones de tubo.

Las bandas de acoplamiento podrán ser de menor espesor que los tubos que se unen hasta un máximo de 1.5 milímetros más delgadas. Las bandas para tubos de un diámetro mayor de 107 centímetros estarán divididas en dos segmentos; para diámetros menores podrán ser de uno o dos segmentos.

En ninguna instalación se mezclarán materiales de aluminio y acero.

Recubrimiento protector.-

Cuando sea necesario y de acuerdo con disposiciones especiales, se protegerán los tubos y las bandas de acoplamiento con una capa de recubrimiento

bituminoso. El revestimiento bituminoso o el pavimentado del fondo con material bituminoso, deberán cumplir con lo especificado en AASHTO M.190.

Para el pavimentado del fondo de los tubos metálicos corrugados, se revestirá con una capa asfáltica uniforme a toda la superficie interior y exterior del tubo y el pavimentado se hará con hormigón asfáltico, de modo que cubra las crestas de las corrugaciones con un espesor mínimo de 3 milímetros. El ancho de la faja pavimentada deberá ser por lo menos el 40% de la periferia de los arcos de tubo y del 25% de la periferia de los tuboscirculares.

Las capas de protección que se hubieran dañado en el manipuleo de los tubos serán reparadas por El Constructor a su cuenta y con los materiales bituminosos aprobados.

Tubos de acero corrugado.-

Descripción.-

Los tubos de acero corrugado se utilizarán para alcantarillas, sifones, drenes y otros conductos y deberán cumplir lo previsto en la subsección inmediatamente anterior. Las dimensiones, tipos y calibres o espesores de los tubos se conformarán con lo especificado en AASHTO M.36 y con lo indicado en los documentos contractuales.

Podrán ser remachados con suelda de puntos o con costura helicoidal, a opción de El Constructor.

Procedimiento de trabajo.-

Refuerzo de extremidades.-

Los extremos de los tubos de espesores de 1,6 y 2,0 milímetros deberán ser reforzados conforme se indique en los planos o en las disposiciones especiales.

El refuerzo consistirá en una varilla de acero galvanizado de no menos 10 milímetros de diámetro enrollada en la lámina, o una faja de metal galvanizado de por lo menos 3 milímetros de espesor y 15 centímetros de ancho. La faja deberá ser colocada alrededor del tubo a cada extremo y las extremidades de las

mismas deberán juntarse; la unión con el tubo deberá hacerse a intervalos máximos de 25 centímetros mediante remaches o puntos de suelda en cada borde de labanda.

Reparación de galvanización.-

Las superficies galvanizadas que se hayan dañado en el transporte, por abrasión o quemadas al hacer la soldadura, deberán repararse limpiándolas completamente con cepillo de alambre, removiendo todo el galvanizado resquebrajado o suelto, y pintadas las superficies limpias con dos manos de pintura de apresto, que cumpla con los requerimientos de la subsección 3.830 de las presentes especificaciones a costo de ElConstructor.

Tubos anidables.-

Los tubos anidables son tubos corrugados de acero galvanizado divididos en dos secciones semicirculares para facilitar el transporte, que al ser instalados se unen firmemente entre sí. La junta longitudinal podrá ser de pestaña o endentada.

Los detalles de tamaño, calibre o espesor, recubrimiento y cualquier otro no anotado en estas especificaciones se encontrarán en las disposiciones especiales o en los planos del contrato.

Tubos ranurados.-

Los tubos de acero corrugado se instalarán para drenaje donde indiquen los planos siguiendo los procedimientos esbozados en el numeral 602-2.01 y las instrucciones de El Fiscalizador. Los diámetros y los calibres o espesores serán señalados en los planos.

La instalación de los tubos ranurados se hará después que se hayan terminado los trabajos de pavimentación adyacentes.

Las ranuras deberán cubrirse con cartón u otro medio apropiado mientras se hace el relleno de la zanja con el fin de impedir el ingreso de materiales dentro del tubo. Antes de colocar la capa de rodadura sobre la zanja rellena, se colocarán tableros de madera en las ranuras tomando las medidas adecuadas para asegurar

que el material del pavimento no se pegue a los tableros. Se removerán los tableros después de terminado todo el trabajo de la calzada.

Apuntalado.-

Cuando así se indique en los planos, el diámetro vertical de la tubería redonda deberá aumentarse en un 5% por medio de estiramiento en la fábrica o empleando gatos después de que toda la longitud de tubería en un sitio determinado haya sido colocada y asentada, pero antes de comenzar el relleno. El estiramiento vertical deberá conservarse por medio de soleras y puntales, hasta que el terraplén esté terminado, salvo si El Fiscalizador autoriza otro procedimiento.

Instalación por medio de gatos

Los tubos corrugados de acero serán instalados mediante gatos hidráulicos cuando en los planos así se indique. Podrán ser unidos en el sitio con remachado.

El espesor o calibre de la tubería indicado en el contrato será suficiente para resistir las cargas verticales previstas, además de la presión que se ejerce con los gatos en condiciones de instalación normales; en caso de que El Constructor lo considere conveniente, podrá suministrar los tubos de mayor resistencia sin ningún pago adicional. Cualquier tubo dañado durante la ejecución de estos trabajos será reparado o reemplazado por El Constructor a su propio costo.

Las variaciones de alineación y gradiente con respecto a lo fijado no deberán exceder del uno por ciento de la distancia desde el sitio de accionamiento de los gatos.

El diámetro del orificio excavado no deberá ser más de 3 cm. mayor que el diámetro exterior del tubo. No se permitirá el uso del agua para facilitar el deslizamiento y penetración de la tubería. Cuando el terreno tienda a derrumbarse hacia el interior se colocará una pantalla metálica delante del primer tubo o hacer que la excavación no se aleje más allá de 40 cm. del extremo del tubo.

Los huecos que resulten de derrumbe o excavaciones fuera de los límites indicados serán rellenados con arena o mortero, a satisfacción de El Fiscalizador.

No se medirán para su pago las excavaciones ni los rellenos de los sitios de emplazamiento de los gatos, ni los que sean necesarios para introducir la tubería mediante la presión de gatos. La compensación por estos trabajos se considerará incluida en el precio pagado por la instalación de tubería corrugada de acero mediante gatos.

Medición y Pago.-

Medición.-

Las cantidades a pagarse por tubería de aluminio corrugado serán los metros lineales medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

La medición se efectuará a lo largo de la tubería instalada de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-5 de las actuales especificaciones y a las instrucciones de El Fiscalizador; cualquier exceso no autorizado no será pagado.

Los muros de cabezal, muros terminales u otras estructuras realizadas para la completa terminación de la obra, serán medidos para el pago de acuerdo a lo estipulado en las secciones correspondientes de las presentes especificaciones.

La excavación y relleno para estructuras se medirán para el pago de acuerdo con lo previsto en la sección 304, excepto en el caso de la instalación de tubos mediante gatos, para el cual se considerará incluida en el precio contractual de la tubería, la compensación por la excavación y rellenos estructurales.

Pago.-

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato, además de lo indicado en el capítulo 300 de las presentes especificaciones.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, colocación, instalación, junta, apuntalado, sellado y comprobación

de la tubería de aluminio corrugado, incluyendo cualquier refuerzo de extremidades y las capas de protección, el revestimiento y pavimentado requeridos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

602-(2A) Suministro e instalación tubería metálica D=1200 mm e=2.5 mm.....Metro lineal (ml)

207 APLICACIÓN DE AGUA PARA CONTROL DEL POLVO

Descripción.-

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de agua para el control del polvo causado por el trabajo y el tránsito de los usuarios de la vía.

Procedimiento de trabajo.-

General.-

Debe proveerse un suministro adecuado de agua y el riego cuando sea necesario a cualquier hora (incluyendo noches, fines de semana y períodos de no trabajo) para el control del polvo.

Se establece dos formas de aplicación de agua: En sitios inaccesibles para la distribución mediante el tubo flauta del tanquero, el agua debe aplicarse uniformemente usando un distribuidores de tipo a presión, con tubería equipada con lanzamiento a distancia de un chorro de agua y/o con sistemas de rocío o mangueras con boquillas. Cuando se trata de riego en vías con rodadura en tierra o sobre anchos accesibles al carro tanquero se lo realiza mediante la distribución a gravedad con el tuboflauta.

- a) Control de polvo del proyecto para beneficio del público. Debe controlarse el polvo dentro de los límites de la construcción a todas horas mientras el proyecto esté abierto al tránsito del público. Cuando el proyecto no está abierto al tránsito del público, debe controlarse el polvo en las áreas del proyecto en

donde existan viviendas habitadas en la vecindad o lugares de negocios. El control del polvo también debe ejecutarse en desvíos aprobados en uso, habilitados para el proyecto. El agua debe aplicarse en los lugares, cantidad y frecuencia ordenados por el Fiscalizador.

b) Otros sitios de control del polvo. El polvo debe controlarse también en los frentes de obra para proteger a los obreros, en áreas de estacionamiento del equipo cercano a los campamentos; y en el proyecto, durante todos los períodos no cubiertos en el apartado anterior(a).

Materiales.-

Agua.

Aceptación.-

El suministro y riego del agua será evaluado bajo la fiscalización y fiscalización, verificando la efectividad de la actividad.

Medición.-

Cuando el riego de agua para el control del polvo sea hecho de acuerdo con la Subsección 207-2.01 (a), la medición se hará por metro cúbico en el vehículo de acarreo o mediante aforo durante el suministro. No se medirá el agua aplicada según la Subsección 207-2.01 (b).

Pago.-

Las cantidades medidas se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación y que consten en el contrato.

Estos pagos constituirán la compensación total por la planificación, transporte y realización de las actividades descritas; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos indicados anteriormente

No. del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

207- (1) Agua para control de polvo.....Metro Cúbico

214- SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL Y TURISTICA

Descripción.-

Se trata de la implementación de una adecuada señalización informativa de ecosistemas relevantes con temas alusivos a la preservación del ambiente y/o con fines de orientación turística. Las señales a implementarse se basaran en el Reglamento Técnico Ecuatoriano 004. Señalización Vial 2142, Señales Turísticas y de Servicios.

El propósito es dirigir al conductor o transeúnte a lo largo de su itinerario, proporcionándole información sobre direcciones, sitios de interés y destino turístico, servicios y distancias.

La Norma INEN 004 la clasifica en Orientativas, Informativas de Destinos, Informativas de Servicios, Señales de Aproximación a Destinos Turísticos, Ejecutivas de Destinos Turísticos, Señales Identificativas y Pictogramas.

Orientativas (O).-

Sitúan a los individuos en su entorno, por ejemplo: tótems, mapas de ubicación.

Informativas (I).-

Están en cualquier lugar del entorno y su función es de transmitir información sobre destinos y servicios turísticos; además agrupa toda aquella información que orienta el acceso a los servicios públicos de salud: hospitales, Cruz Roja, etc. de comunicación: teléfono, oficinas de correo, fax, internet, etc. Varios: hoteles, restaurantes, iglesias, vulcanizadoras, auxilio mecánico, estaciones de servicios, ayuda a discapacitados, etc.

Pictogramas (P)

Son signos que representan esquemáticamente un símbolo, objeto real, figura o servicio.

Pictogramas de atractivos naturales. Representan la riqueza biodiversa de un lugar, una región y un país.

Pictogramas de atractivos turísticos culturales. Son símbolos representativos de nuestra cultura que identifican a este tipo de bienes.

Pictogramas de actividades turísticas. Representan acciones de interés turístico y/o recreativo. Pictogramas de apoyo a los servicios turísticos. Son símbolos de apoyo a los atractivos turísticos que permiten orientar al visitante al momento de acceder al uso de los servicios turísticos.

Forma.-

Las señales turísticas serán rectangulares o cuadradas dependiendo del tipo de señal establecida en su clasificación.

Los pictogramas pueden convertirse en señales preventivas o de aproximación. Para este caso existirá una variación de tamaño de 200 mm en la parte inferior, espacio en el cual se colocará la distancia hasta el sitio de interés turístico. Esta distancia puede estar indicada en kilómetros o metros.

De igual manera la mayoría de señales turísticas y de servicios pueden convertirse en señales restrictivas temporal o definitivamente de acuerdo a la necesidad o circunstancia.

Color.-

Dependiendo del tipo de señal, los colores que se utilizarán son verde (Informativas de destinos), azul (Informativas de servicios, actividades turísticas, apoyo a servicios turísticos), café (Pictogramas Naturales, Culturales); con orla y letras blancas destinos, azul (Informativas de servicios, actividades turísticas, apoyo a servicios turísticos), café (Pictogramas Naturales, Culturales); con orla y letras blancas.

Para el caso de señales turísticas o de servicios que restringen una actividad, se utilizará un círculo con una diagonal roja en el pictograma.

Ubicación.-

Estos elementos se colocarán a lo largo de la vía, en lugares que garanticen buena visibilidad y no confundan al usuario, visitante o turista.

Un avance de indicación de un atractivo, servicio o destino turístico debe normalmente darse, colocando una señal de aproximación o ejecutiva de destino sobre el lado derecho de la vía, no menos de 300 m antes del mismo, indicando la proximidad al sitio de interés turístico.

Se deberá proveer de una segunda señal confirmativa al ingreso o junto al atractivo o servicio turístico.

Contenidos de los mensajes.-

Son variables y éstos dependerán de las condiciones particulares de cada vía, del atractivo o destino y del lugar a ubicarse. En caso de que alguna región del país necesitara algún pictograma específico de la zona, ya sea de señales turísticas o de servicios, deberá coordinar con el Ministerio de Turismo la conceptualización y desarrollo del mismo.

Instalación de postes.-

Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Hidráulico, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.

Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la ASTM A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM A 123.

Si los postes son de aluminio, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM 322.

Instalación de placas para señales.-

Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio.

Medición.-

Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

Pago.-

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
214 (1) Señal ambiental.....codigo.....	Cada Una

710 SEÑALIZACIÓN DE OBRAS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL TEMPORAL DEL TRÁNSITO

Descripción.-

Esta actividad se refiere al control y protección del tránsito del público en lugares adyacentes a y dentro del proyecto.

Este trabajo consiste en el suministro, colocación, mantenimiento y movilización de señales viales de uso temporal durante reparaciones u obras en la carretera, para protección de los usuarios, de los obreros y maquinarias de trabajo; incluyendo las rutas alternas necesarias.

El trabajo debe realizarse conforme al Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004. Señalización Vial; 2042, en el que se detallan aspectos geométricos, tipos de señales y normas de colocación que deben ser cumplidos en la señalización de obras en la vía. Las letras, números, flechas, símbolos y bordes, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores establecidos en este Reglamento de Señalización.

Las señales y/o dispositivos para obras viales y propósitos especiales advierten a los usuarios de la vía de condiciones peligrosas temporales, las que pueden afectar a usuarios, trabajadores y equipos utilizados en los trabajos.

Las señales y/o dispositivos deben emplearse cuando se realizan obras en vías, puentes u otros trabajos de infraestructura o mantenimiento vial, durante el cierre temporal de vías; en inundaciones, deslizamientos o en cualquier otra condición que requiera advertir a los usuarios viales sobre los peligros o desvíos temporales del tránsito.

Las señales y/o dispositivos se deben seleccionar e instalar de acuerdo con normas y prácticas establecidas. De este modo, la señal debe llevar la leyenda requerida para el lugar y propósito para el que se ha diseñado.

Las señales y/o dispositivos se deben mantener en una condición limpia y efectiva, aquellos que están dañados, deteriorados o no cumplen las normas establecidos, deben ser reemplazados y/o retirados de inmediato.

Las señales y/o dispositivos para obras viales y propósitos especiales se clasifican en los siguientes grupos:

T1 Serie de aproximación a zona de trabajo (T1)

T2 Serie de cierre de carriles y de vías (T2)

T3 Serie de desvío (T3)

T4 Serie condiciones en la vía (T4)

T5 Fin de zona de trabajo (T5)

El diseño y uso de cada una de estas clases se describe en los numerales indicados a continuación.

Forma.-

Las señales temporales deben ser en forma de rombo, en vías con velocidades superiores al 85 percentil de 90 km/h se utilizara señales temporales forma rectangular, con el eje horizontal más largo, cuando requiera utilizar texto; a la siguiente tabla 204-1.1:

Tabla 204-1.1. Señalética

Velocidad Máxima (km/h)	Altura Mínima de Letra (cm)	
	Leyendas simples	Leyendas complejas
Menor o igual a 40	7.5	12.5
50	12.5	17.5
60 ó 70	15.0	22.5
80 ó 90	20.0	30.0
Mayor a 90	25.0	35.0

No obstante lo anterior, los tamaños mínimos de letra pueden aumentarse, si un estudio técnico de las condiciones del tránsito y su composición, de la geometría de la vía u otros factores lo justifica.

Tamaño.-

No deben usarse señales más pequeñas que aquellas especificadas en el Reglamento Técnico Ecuatoriano 004. Para trabajos o situaciones importantes y especialmente aquellos de naturaleza prolongada o, en carreteras y/o autopistas, la señal alternativa más grande debe considerarse comonormal.

Color.-

Las señales deben tener una de las siguientes alternativas de combinaciones de color, excepto donde se especifican otros colores para situaciones especiales.

- a) Leyenda o símbolo color negro mate, sobre fondo fluorescente color naranja retroreflectivo, según norma ASTM D 4956.

En Condiciones nocturnas o de baja luminosidad. Las señales deben ir acompañadas de dispositivos luminosos o reflectivos. Las lámparas de luces intermitentes, deben ser utilizadas de forma apropiada para que llamen la atención las señales instaladas; también se deben utilizar y, lámparas de luces permanentes para incrementar la visibilidad de las líneas delineadas en calzada.

Función.-

Estas señales y/o dispositivos tienen las siguientes funciones:

- a) Prevenir, guiar e instruir a los conductores y/o peatones sobre trabajos, maquinarias y obreros en lavía.
- b) Llamar la atención a conductores e informar sobre el área de trabajo, trabajadores y equipos viales.
- c) Controlar la velocidad del tránsito que circula dentro y adyacente al área detrabajo
- d) Indicar la dirección y ancho de la calzada existente que puede serutilizado
- e) Impedir el acceso a todo o parte del sitio detrabajo
- f) Llamar la atención hacia las señales y al sitio de trabajo y delinear el sendero de circulación vehicular ypeatonal

Fabricación.-

Las señales deben fabricarse con materiales de óptima que cumplan las normas de Acero ASTM A-36; Aluminio estructural aleación 6082 y la lámina retroreflectiva cumplirá la norma ASTM D 4956:

- a) Se minimice el deterioro causado por el manejojfrecuente;
- b) No sean fácilmente destruidas por la intemperie, sean resistentes a los actos

vándalos, material suelto y otros riesgos.

Ubicación y altura.-

Estas señales y/o dispositivos deben ser posicionados e instalados de tal forma que:

- a) Transmitan correctamente la información y estén montados con seguridad.
- b) Estén en la línea de visibilidad de aproximación del conductor.
- c) Su visibilidad no sea obstruida por vegetación o vehículos estacionados.
- d) No obstruyan la línea de visibilidad a otros dispositivos de aproximación del conductor.
- e) No lleguen a ser un posible peligro para los trabajadores, peatones o vehículos; y,
- f) No desvíen al tránsito a senderos indeseados.

Las señales y/o dispositivos deben ser instalados a una distancia lateral mínima de 1 m del sendero de viaje.

En áreas rurales (carreteras), donde la señal sea montada en poste, la altura desde la superficie de la calzada de circulación al filo más bajo de la señal debe ser de 1 a 1,5 m máximo.

En áreas urbanas, donde la señal sea montada en postes adyacente a una acera o donde puedan estacionarse vehículos, para reducir la interferencia que pueden causar vehículos estacionados, debe ser instalada a una altura de 2,2 m sobre la acera. Donde no haya que considerar a peatones o vehículos estacionados, como por ejemplo en islas de tráfico o parterres, la altura indicada para áreas rurales puede ser la más apropiada.

Los requerimientos indicados no se aplican para las señales montadas en soportes portátiles utilizadas en operaciones de corto tiempo.

En algunas circunstancias como en vías de varios carriles, alineamientos curvos, tráfico denso, circulación rápida, puede ser necesario instalar señales a los dos lados de la vía.

Para señales y/o dispositivos usados para transmitir una prevención con anticipación al peligro, la distancia entre la señal y el sitio de riesgo debe estar entre 25 y 100 m en áreas urbanas; y, entre 100 y 200 m en áreas rurales.

Estas distancias pueden aumentarse a 150 m (áreas urbanas) y 500 m (áreas rurales).

Cuando la ubicación del área de trabajo está cambiando continuamente, para asegurar que las distancias de las señales preventivas cumplan con los límites establecidos, deben también ser reubicadas de acuerdo al avance de la obra.

Montajes portátiles.-

El montaje de señales en trabajos requiere cumplir con una variedad de situaciones de mantenimiento y construcciones viales.

Tanto las señales como los montajes utilizados en trabajos de corta duración, necesitan ser portátiles, de fácil instalación, retiro y almacenaje.

El montaje debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- a) Ser de instalación fácil y rápida.
- b) Proveer de un seguro anclaje de las señales.
- c) Ser estables en condiciones de viento y cuando se coloquen adyacente al tránsito.
- d) Pueden instalarse en superficies de granillo o tierra.
- e) Tener la flexibilidad de poder ser manipuladas con facilidad sin importar la dimensión de la misma.

Las señales para trabajos de larga duración, deben ser montadas en soporte normales, de tal forma que no puedan ser afectadas por el clima, vándalos o el tráfico.

Zonas de trabajos en la vía.-

Una zona de trabajos en la vía está compuesta por las áreas o sectores detallados a continuación:

- *Área de advertencia.* En esta área se debe advertir a los usuarios la situación que la vía presenta más adelante, proporcionando suficiente tiempo a los conductores para modificar su patrón de conducción (velocidad, atención, maniobras, etc.) antes de entrar a la zona de transición.
- *Área de transición.* Es el área donde los vehículos deben abandonar el o los carriles ocupados por los trabajos. Esto se consigue generalmente con canalizaciones o angostamientos suaves, delimitados por conos, tambores u otro de los dispositivos de seguridad.
- *Área de trabajos.* Es aquella zona cerrada al tránsito donde se realizan las actividades requeridas por los trabajos, en su interior operan los trabajadores, equipos y se almacenan los materiales.
- *Área de tránsito.* Es la parte de la vía a través de la cual es conducido el tránsito.
- *Área de seguridad.* Es el espacio que separa el área de trabajos de los flujos vehiculares o peatonales. Su objetivo principal es proporcionar al conductor, que por error traspasa las canalizaciones del área de transición o del tránsito, un sector despejado en el que recupere el control total o parcial del vehículo antes que éste ingrese al área de trabajo. Por lo tanto no deben ubicarse en ella materiales, vehículos, excavaciones, señales u otros elementos.
- *Fin zona de trabajos.* Es el área utilizada para que el tránsito retorne a las condiciones de circulación que presentaba antes de la zona de trabajo.

Procedimiento de Trabajo.-

Acomodo del tránsito durante el trabajo.-

El tránsito debe acomodarse de acuerdo con el plan de señalización de obras y control del tráfico que debe estar contenido en el Plan de Manejo Ambiental y/o

en el contrato de construcción. A falta de estos, el tránsito debe organizarse de acuerdo al Manual de Señalización de Obras y Control de Tráfico del Contratista, elaborado acorde a su experticia como constructor y esta Sección. El Contratista puede someter a aprobación del fiscalizador una propuesta de señalización de obras y control del tránsito, la que debe ser entregada al menos 30 días antes del usopretendido.

El tránsito debe organizarse de manera que afirme la seguridad y conveniencia del público y la protección de los usuarios, residentes y la propiedad adyacentes al proyecto. Si es necesario, el tráfico del público debe acomodarse en caminos adyacentes o dentro del proyecto hasta que éste sea aceptado y recibido.

Mantenimiento de los caminos durante el trabajo.-

El mantenimiento de los caminos involucrados en la construcción debe realizarse como sigue:

- Construir y remover, además de mantener caminos y puentes de desvío según sea requerido por el plan de control del tránsito.
- Mantener en adecuadas condiciones de tránsito las intersecciones con ferrocarriles, caminos, calles, negocios, estacionamientos, residencias, garajes, fincas y otros lugares semejantes.
- Mantenerse la vía de paso del tránsito razonablemente libre de polvo y baches.
- Remover las acumulaciones de tierra, charcos de agua y otros materiales de la vía de paso del tránsito y peatones.

Los caminos, aceras y los desvíos relacionados con la obra deben mantenerse permanentemente en condición para uso peatonal, vehicular en forma segura y aceptable. Si en alguna de ellos se requiere una acción correctiva perentoria y ésta no es ejecutada inmediatamente por el Contratista, el fiscalizador conjuntamente con el fiscalizador ordenará que el problema sea enmendado por otro contratista calificado y el costo de la operación deducido de los montos adeudados por pagar al Contratista, sin que ello signifique deslindar la responsabilidad del Contratista.

Debe mantenerse y reponerse la señalización de obras.

Operaciones nocturnas.-

Con Luz natural, las operaciones de construcción deben llevarse a cabo básicamente durante las horas de luz (½ hora después del amanecer a ½ hora antes de la puesta del sol).

Para las operaciones nocturnas, el Contratista debe someter a aprobación del Fiscalizador un sistema de iluminación. Debe incluir un Plan con los tipos de luminarias, la localización, el personal y la manera como serán manejadas las señales con luminarias.

El sistema propuesto debe someterse a aprobación al menos con 14 días de antelación al uso planificado. Debe utilizarse una fuente independiente de iluminación que no sea las luces de los vehículos. No deben usarse luces incandescentes. El sistema de iluminación aprobado debe proveerse e instalarse de manera que cubra el área completa de trabajo. Las luces deben colocarse de manera que no encandilen a los usuarios que transitan en cualquier dirección. Si la operación cambia de lugar, las luces deben moverse al nuevo lugar. Debe proveerse iluminación en cada sitio donde haya banderilleros. Todos los equipos deben contar con un domo de luz exterior amarilla destellante. El personal en obra debe portar chaleco reflectivo en todo momento.

Suministro y colocación de las señales.-

Se deben suministrar y colocar las señales y dispositivos conforme al plan señalización de obras y control de tránsito que fue aprobado en el Plan de Manejo Ambiental para el proyecto y/o el proporcionado por el constructor.

Uniformes para el Control del Tránsito.

Las señales y dispositivos se deben suministrar y colocar antes de iniciar los trabajos en la carretera.

Solamente se instalarán las señales aprobadas en el plan de señalización y control del tránsito para la obra y solamente las que se requieren en cada fase del proyecto y las que ordene por escrito el fiscalizador.

El Contratista debe movilizar y recolocar las señales y dispositivos conforme se avanzan en la obra.

Se deben eliminar las señales que dejen de ser precisas o que ya no se necesitan para no confundir a los conductores.

Se debe remplazar cualquier señal o dispositivo que sea dañado o robado o que ya no funcione correctamente.

Toda señal o dispositivo se debe mantener limpio.

Las señales y dispositivos de seguridad no se pueden retirar hasta que las obras y maquinarias terminen su labor completamente.

Toda señal fija en la carretera, instalada para una situación temporal, debe ser eliminada en un período de 48 horas después de concluir las obras. Durante este período el rótulo deberá cubrirse con un plástico adecuado.

Los conos, canecas, señales opacas y luminosas, tipo de letra, colores, barricadas, chalecos reflectivos, distancias de colocación, tipos de pintura y demás dispositivos deben ser aprobados por la Fiscalización antes de su uso y deben cumplir las normas del reglamento vigente. El Contratante realizará revisiones del sistema de seguridad vial para determinar el cumplimiento del plan de control de tránsito.

Los banderilleros serán personas adultas entrenadas en el manejo del tránsito, que deben cumplir su labor durante toda la jornada de trabajo. Los banderilleros deben vestir chaleco de seguridad y utilizar banderas rojas o señales manuales apropiadas.

Materiales.-

Los materiales por utilizar deben cumplir con las Secciones siguientes de estas especificaciones referentes a: Paneles de señales viales, Malla para cerca, Láminas retroreflectivas, Barreras temporales de hormigón, Señales temporales de plástico, Barreras temporales, Demarcación temporal, Señales de advertencia y control del tránsito temporales, Señales en relieve sobre el pavimento.

Medición.-

En caso de que los estudios no contemplen en forma específica, la señalización de obras y dispositivos de seguridad vial y el manejo del tránsito no serán objeto de pago adicional para el Contratista. En este caso, el Contratista debe incluir en la oferta de construcción el costo de dispositivos y gestión de la seguridad vial en los rubros como costos indirectos. El constructor propondrá el Plan de Señalización de Obras de acuerdo a la normativa y reglamentación vigente y el fiscalizador debe revisar el cumplimiento de este Plan definido previamente y podrá paralizar la obra cuando no cumpla fielmente lo pactado.

Cuando conste en el contrato el suministro de señalización de obras, dispositivo de seguridad vial y manejo de tránsito se pagará por el suministro diario por unidad del conjunto de señales ubicada de acuerdo con lo descrito en esta sección y/o con los diseños expuestos en el Plan de Manejo Ambiental y/o por lo dispuesto por escrito por el fiscalizador. Todas las señales y dispositivos de seguridad vial serán de propiedad del constructor por lo que se debe pagar solamente por la provisión y colocación por cada una, excepto los rubros que se pagan por metro lineal que se pagaran por obra.

Aceptación.-

El trabajo concerniente a esta sección será evaluado mediante fiscalización diaria en los frentes de obra, verificando que todos los implementos de control y servicios cumplan su objetivo a satisfacción del Fiscalizador. Se pagará únicamente si toda la señalización y control de tránsito temporal cumple el objetivo a satisfacción, se prohíbe el pago por el suministro de señales parciales y que no estén en los frentes de obra como parte del control de tránsito.

Pago.-

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro diario de señales y dispositivos para control de tránsito, así como por toda la mano de

obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
204 (1) Señal hombres trabajando código T1-1.....	Cada Una
204 (8) Señal Vía cerrada T2-1.....	Cada Una

709 SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA

Descripción.-

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, las instrucciones del Fiscalizador y el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004 Señalización vial. Parte1. Señalización Vertical. Las señales en esta sección comprenden a las de Tránsito, Regulatorias, Preventivas, de Información Vial, para Zonas Escolares, de Riesgo, señales Turísticas y de Servicios.

Materiales.-

Las láminas de las señales serán de aluminio anodizado de 2 mm irán montadas en postes de tubo cuadrado de hierro galvanizado de 50,8 mm de lado y 2 mm de espesor. Para el caso de delineadores de curva (Chevrone) los postes serán del mismo tipo pero las láminas de 3 mm de espesor y el poste tendrá la altura necesaria para que la parte baja de la señal este a 1.5m por encima del nivel de la calzada. Las señales de mediano y gran tamaño podrán ser instaladas con 1 o 2 postes de tubo redondo galvanizado 823 o 2 vigas I de acero galvanizado 823 conforme con las especificaciones en los planos o de acuerdo a los requerimientos contractuales.

Instalación de Postes.-

Cada una de las diferentes señales deberá cumplir con los diseños, dimensiones, alturas y ubicación respecto a la vía como se indica en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 004 Señalización vial. Parte1. Señalización Vertical.

Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o con hormigón de cemento Hidráulico, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.

Instalación de Placas para Señales.-

Las placas o láminas para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista y a satisfacción del Fiscalizador. El tablero dañado por el Contratista será reparado o reemplazado a costo del Contratista.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario, incluyendo pernos galvanizados y remaches de aluminio, para su montaje en los postes serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio.

Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la ASTM D4956 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m. El material retroreflectivo para señales a lado de la carretera será mínimo del tipo IV y para señales en pórticos tipo XI según la norma ASTM D4956.

Medición.-

Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera, serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

Pago.-

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en estasección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
709 (1) Señales al lado de la carretera regulatorias.....	Cada Una
709 (2) Señales al lado de la carretera preventivas.....	Cada Una
709 (3) Señales al lado de la carretera informativas.....	Cada Una

706 MARCAS PERMANENTES DEL PAVIMENTO

Descripción.-

Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con la Norma técnica Ecuatoriana INEN 004-2 Señalización Horizontal, estas especificaciones, disposiciones especiales o lo indicado en los planos. Los detalles no definidos o no contemplado en los planos se realizarán conforme a lo indicado por el Fiscalizador.

Materiales.-

Los materiales cumplirán con la Norma técnica Ecuatoriana INEN 004-2 Señalización Horizontal que contienen:

Líneas longitudinales Líneas Transversales Símbolos y Leyendas

Complementos de señalización horizontal (MPS)

Las marcas de pavimento sobresalidas MPS son complementos que sobresalen del pavimento con alturas mayores a 6mm y menores a 200mm, como los demarcadores, bordillos montables, encauzadores, reductores de velocidad, entretiros.

Las pinturas para tráfico serán las indicadas en el numeral 826-4.

Procedimiento de trabajo.-

Generales.-

Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Hidráulico, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Para la red vial estatal el ancho de las franjas de demarcación longitudinal será de 15 cm sean continuas o segmentadas y que las líneas dobles tendrán una separación igual al ancho de las mismas. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Demarcación con pintura de tráfico.-

Las demarcaciones serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa

sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 706-3.01.

Para franjas sólidas de 15 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m² de marcas.

Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg por cada lt de pintura. Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca.

Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado o mejorar la reflectancia.

Marcas de Pavimento Sobresalidas (MPS).-

Las marcas serán colocadas en sitios e intervalos que estén especificados, tanto en los planos, como en el contrato. No se procederá a la colocación de las marcas de pavimento en tanto no haya sido aprobada la superficie del pavimento.

Las marcas MPS serán aplicadas a una temperatura mínima de 21 grados centígrados. El pavimento tendrá superficie seca y, si la temperatura del pavimento es menor a 21 grados centígrados, se lo calentará con una fuerte irradiación de calor (no directamente con la llama). Los MPS serán calentados

previamente a la colocación, mediante calor a una temperatura máxima de 49 grados centígrados por un tiempo máximo de 10 minutos.

El adhesivo se mantendrá a una temperatura de 16 a 29 grados centígrados antes y durante la aplicación. Los componentes del adhesivo epóxico serán mezclados uniformemente, hasta conseguir una consistencia adecuada previa a su uso. El adhesivo mezclado será desechado cuando, debido a la polimerización, se ha endurecido y reducido su trabajabilidad.

La mezcla adhesiva se aplicará en el área que ha sido preparada previamente. Luego el MPS será presionado en el sitio correspondiente, hasta que la mezcla adhesiva aparezca en toda la periferia del MPS. La cantidad requerida de adhesivo por cada dispositivo estará entre 20 y 40 gramos.

La secuencia de las operaciones serán ejecutadas tan rápido como sea posible. La mezcla adhesiva y el MPS serán colocados sobre el pavimento dentro de un tiempo máximo de 30 segundos, luego del precalentamiento y limpieza del pavimento. El MPS no deberá haberse enfriado más de un minuto antes de la colocación.

El tiempo de precalentamiento del pavimento será ajustado de tal forma que se asegure que la adherencia del MPS se de en no más de 15 minutos. El pegado se considerará satisfactorio cuando el adhesivo desarrolle un mínimo esfuerzo de tensión de 124 gr/cm² o una tensión total de 11 kg.

El Fiscalizador deberá verificar, por muestreo de al menos un 5% de los MPS colocados, que se cumpla con este requerimiento. El Fiscalizador deberá usar para el efecto un dinamómetro manual.

Los MPS estarán espaciados y alineados como se indique en los planos o como lo establezca el Fiscalizador. Se tolerará un desplazamiento no mayor de 1.5 cm. a la izquierda o a la derecha de la línea de referencia.

El Contratista removerá y reemplazará todas las marcas inadecuadamente localizadas, sin costo adicional para el Ministerio.

Las marcas de pavimento no serán colocadas sobre las juntas transversales o longitudinales del pavimento.

El color de los reflectores, cuando son iluminados por las luces de un automóvil, será de color claro, amarillo o rojo. Un mal color de reflexión será motivo para su rechazo.

Método de Medida.-

Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

- a) Método lineal. Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del camino o sobre las franjas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 15 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 15 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 15 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 15cm.

- b) Método unitario. La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MPS, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

Pago.-

Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

706-(1) Marcas de pavimento (Pintura).....Metro Lineal (ml)

706-(3) Marcas Sobresalidas de pavimento.....Cada Una