



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto Técnico previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil

TEMA:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max

AUTOR: Israel Salvador Orozco Quinga

TUTOR: Ing. Mg. Lorena Pérez

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Lorena Pérez, certifico que el presente Proyecto Técnico realizado por el Sr. Israel Salvador Orozco Quinga, egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil; se ha desarrollado bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito realizado bajo el tema “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max”

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

Ambato, Julio del 2017

Ing. Mg. Lorena Pérez
TUTOR

AUTORÍA

Yo, Israel Salvador Orozco Quinga, con CI. 180519680-3, egresado de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, declaro que el contenido del presente Proyecto Técnico bajo el tema: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max”, es de mi completa autoría a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico además aclaro que la parte técnica de animación del proyecto ha sido realizado con licencias estudiantiles bajo los acuerdos de Autodesk.

Ambato, Julio del 2017

Egdo. Israel Salvador Orozco
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimonial de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica de ningún tipo y se realice respetando mis derechos de Autor.

Ambato, Julio de 2017

Egdo. Israel Salvador Orozco
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Aprobación de Grado, aprueban el presente Proyecto Técnico bajo el tema: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max” ; realizado por el Señor Israel Salvador Orozco Quinga egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Mg. Byron Cañizares

Ing. Mg. Fricson Moreira

Ing. Mg. Rodrigo Acosta

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios, por dar la sabiduría, paciencia y fortaleza a la hora de afrontar cualquier inconveniente en este proceso formativo y permitirme culminar el presente trabajo.

A mi padre Salvador quien ha sido el motor humano y económico, que ha sabido siempre inculcarme principios éticos.

A mi madre que con su rectitud y sus sabios consejos han hecho de mi un hombre con valores.

A mi hermano Adolfo que ha estado siempre apoyándome en esta carrera y todos quienes con su apoyo han hecho posible la culminación de mis estudios.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme sus puertas y permitirme crecer profesionalmente.

Israel

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios quien me ha dado sabiduría y fortaleza en tan arduo objetivo planteado hace varios años cuando tome la decisión de tomar estos estudios, a mi padre quien con esfuerzo ha permitido educarme, a mi madre quien siempre ha estado pendiente de mí, a mi hermano quien fue un gran soporte en momentos difíciles y la Universidad Técnica de Ambato especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que me ha abierto sus aulas para formarme profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CARATULA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
SUMMARY.....	XX
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 Tema	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN	4
2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS	4
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	5
2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	6
2.3.1. CARRETERAS	6
2.3.2 TOPOGRAFÍA.....	6
2.3.3 DISEÑO GEOMÉTRICO.	16
2.3.4 DISEÑO EN PERFIL.....	39
2.3.5 SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA.....	44
2.3.6 EL SUELO	46
2.3.7 CONSTITUCIÓN DEL FIRME.....	53
2.3.8 ESTRUCTURAS DE DRENAJE.....	54
2.3.9 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO HIDRÁULICO.....	58
2.3.8 INTERSECCIONES.....	64
CAPÍTULO III:	77
DISEÑO DEL PROYECTO.....	77
3.1. ESTUDIOS.....	77

3.1.1	ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	77
3.1.2	ESTUDIOS DE SUELOS.....	79
3.1.3	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	81
3.2	DISEÑO.....	88
3.2.1	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	88
3.2.2	DISEÑO DEL PAVIMENTO.....	99
3.2.3	DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS.....	117
3.2.4	SEÑALIZACIÓN VIAL.....	129
3.2.5	GUIA DE DISEÑO EN CIVIL 3D Y 3ds Max.....	134
3.2.6	MEDIDAS AMBIENTALES.....	239
3.2.7	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO.....	242
3.3	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	247
3.4	CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.....	248
3.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	249
	CAPÍTULO IV.....	256
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	256
3.1	CONCLUSIONES.....	256
3.2	RECOMENDACIONES.....	257
	BIBLIOGRAFÍA.....	258
	ANEXOS.....	261
	ANEXO A : Conteo de Tráfico.....	262
	ANEXO B: Estudio de Suelos.....	269
	ANEXO C: Análisis de Precios Unitarios.....	295
	ANEXO D: Ponderación del Valor Agregado Ecuatoriano.....	324
	ANEXO E: Justificativo Coeficientes de la Fórmula Matemática.....	325
	ANEXO F: Justificativo Coeficiente de Cuadrilla Tipo.....	326
	ANEXO J: Resumen Fórmula Polinómica de Reajuste.....	327
	ANEXO H: Fotografías.....	328
	ANEXO I: Inventario vial.....	331
	ANEXO J: Mapa de zonificación de intensidades de precipitación del ecuador.....	334
	ANEXO M: Volúmenes de Corte y Relleno.....	335
	ANEXO L: PLANOS.....	343

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.....	9
Tabla N° 2: Velocidades de Diseño en Km/h recomendadas para el Ecuador.....	14
Tabla N° 3: Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño	15
Tabla N° 4 : Radios mínimos de curvas en función del peralte y el coeficiente de fricción lateral.....	25
Tabla N°5: Límites permisibles del coeficiente de fricción(f)	25
Tabla N° 6: Gradiente longitudinal(i) necesaria para el desarrollo del peralte	27
Tabla N° 7: Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo Criterio de diseño: Pavimentos mojados y gradiente horizontal	33
Tabla N° 8: Distancias de visibilidad mínima para parada de un vehículo (en metros) 35	
Tabla N° 9: Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.....	36
Tabla N° 10 : Visibilidad Mínimas para el Rebasamiento de un vehículo	38
Tabla N° 11: Valores de Diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas	39
Tabla N° 12: La Gradiente y Longitud máximas	40
Tabla N° 13: Coeficiente “K” de curvas verticales convexas y cóncavas mininas.....	42
Tabla N°: 14: Ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico.....	45
Tabla N° 15: Valores típicos de consistencia del suelo.....	50
Tabla N° 16: Resumen Flujo en Alcantarillas	60
Tabla N° 17: Protección contra la socavación local para un tirante de 1m de flujo.....	61
Tabla N° 18: Longitud de ramal de triángulo visual-Caso A, sin control de tránsito .	70
Tabla N° 19: Factores de ajuste de distancia visual basada en la pendiente de aproximación	70
Tabla N° 20: Brecha Tiempo para el caso B1, giro-izquierda de la parada	71
Tabla N° 21: Diseño de distancia visual de detención-Caso B1, Giro-izquierdo desde la detención.....	72
Tabla N° 22: Intervalo de tiempo para el caso B2-Giro-derecho desde la detención y Caso B3 Maniobra de cruce.....	72
Tabla N° 23: Diseño de distancia visual de intersección-Case B2, giro-derecha desde detención y Caso B3, Maniobra de cruce	73
Tabla N° 24: Contenido de Humedad Natural Promedio	79
Tabla N° 25: Resumen Análisis Granulométrico	79
Tabla N° 26: Resumen de compactación Próctor Modificado	80
Tabla No 27: Resumen C.B.R Puntual.....	80

Tabla N° 28: Tránsito de Hora Pico	81
Tabla N° 29: TPDA Actual	83
Tabla N° 30: Tasas de Crecimiento Esperado del Tráfico	84
Tabla N° 31: Resumen del Tráfico para el primer año.....	84
Tabla N° 32: Resumen del Tráfico Generado	84
Tabla N° 33: Resumen del Tráfico atraído (Ta).....	85
Tabla N° 34: Resumen del Tráfico desarrollado (Td).....	85
Tabla N° 35: Resumen del Tráfico Actual Total.....	86
Tabla N° 36: Tráfico Proyectado.....	87
Tabla N° 37: Coeficiente de fricción lateral en función de la velocidad de diseño	89
Tabla N° 38: Datos de la Curva C1 Tramo 1	91
Tabla N° 39: Características por Tipo de Vehículo	92
Tabla N° 40: Datos de la curva C5 del Tramo 1	92
Tabla N° 41: Información de la Curva Vertical: (CV 1) Tramo 2	96
Tabla N° 42: Curvas verticales convexas mínimas	98
Tabla N° 43: Factores de daño de acuerdo al tipo de vehículo	100
Tabla N° 44: Resumen del Numero de Ejes Equivalentes a 8.2 Ton.	101
Tabla N° 45: Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	101
Tabla N° 46: Factor de distribución por carril.	102
Tabla N° 47: Valores del nivel de confianza R de acuerdo al tipo de camino.	102
Tabla N° 48: Desviación Estándar Normal	103
Tabla N° 49: Espesores Mínimos (pulgadas.).....	107
Tabla N° 50: Calidad de Drenaje.....	111
Tabla N° 51: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles.....	111
Tabla N° 52: Resumen de datos del método AASHTO 93	112
Tabla N° 53: Parámetros que deben cumplir las sub-bases y bases	114
Tabla N° 54: Granulometría para las sub-bases	115
Tabla N° 55: Granulometría para las bases	115
Tabla N° 56: Criterios de diseño para mezclas Marshall	116
Tabla N° 57: Granulometría para los agregados de las mezclas asfálticas	116
Tabla N° 52: Requisitos granulométricos de los materiales pétreos	116
Tabla N° 53: Coeficiente de Manning.....	118
Tabla N° 54: Velocidad de Flujo y Caudal	119
Tabla N° 55: Valores de escorrentía para distintos Factores.....	120

Tabla N° 56: Resumen Anuarios Meteorológicos 2013-2016	121
Tabla N° 57: Periodo de retorno para distintas vidas útiles y riesgos de falla	122
Tabla N° 58: Coeficientes de Talbot	126
Tabla N° 59: Resumen de alcantarillas.....	127
Tabla N° 60 : Volúmenes del Cabezal	128
Tabla N° 61: Dimensiones de la señal vertical en función de su velocidad.....	132

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Esquema del radio de giro	18
Gráfico N° 2: Elementos de una curva circular simple	19
Gráfico N° 3: Elementos de una curva con espirales	21
Gráfico N° 4: Fuerzas principales que actúan sobre el vehículo.....	24
Gráfico N° 5: Transición del Peralte	28
Gráfico N° 6: Sobre ancho necesario en las curvas.....	29
Gráfico N° 7: Trayectorias y radios de giro de vehículos largos (AASHTO).....	30
Gráfico N° 8: Transición de peralte y Sobreancho.....	32
Gráfico N° 9: Curva vertical cóncava con visibilidad de parada	32
Gráfico N° 10: Distancias mínimas de visibilidad de paso para carreteras de 2 carriles	37
Gráfico N° 11: Parábola de eje vertical, perfectamente simétrica.....	40
Gráfico N° 12: Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta	44
Gráfico N° 13: Elementos de la Sección Transversal Típica	45
Gráfico N° 14: Clasificación composicional de un suelo.....	47
Gráfico N° 15: Curva granulométrica de un suelo.	49
Gráfico N° 16: Cuchara de casagrande.	49
Gráfico N° 17: Curva Humedad vs densidad seca	51
Gráfico N° 18: Utensilios empleados para la realización del Próctor normal.....	52
Gráfico N° 19: Determinación del Índice del C.B.R.....	52
Gráfico N° 20: Capas genéricas de un firme	53
Gráfico N° 21: Ubicación de los distintos sistemas de recogida de aguas pluviales. ...	55
Gráfico N° 22: Dimensiones típicas de cunetas triangulares.	56
Gráfico N° 23: Plantas de pequeñas obras de drenaje transversal.....	57
Gráfico N° 24: Elementos de una alcantarilla	57
Gráfico N° 25: Detalles de protección de una alcantarilla	62
Gráfico N° 26: Casos del desbanecimiento del bombeo.	63
Gráfico N° 27: Elección del esquema o tipo de intersección	65
Gráfico N° 28: Tipos de Intersecciones a Nivel.....	66
Gráfico N° 29: Intersecciones de Tres Ramales.....	66
Gráfico N° 30: Triángulos visuales de intersección	69
Gráfico N° 31: Triángulos visuales en las intersecciones sesgadas	73
Gráfico N° 32: Diseños de radios mínimos de calzada (SU-9 Camión Simple).....	74

Gráfico N° 33: Intersecciones sin canalizar y canalizada	76
Gráfico N° 34: Tipos de isletas	76
Gráfico N° 35: Ubicación del proyecto	78
Gráfico N° 36: C.B.R de Diseño	81
Gráfico N° 37: Distribución del tráfico vehicular	82
Gráfico N° 37: Cálculo del Número Estructural SN	106
Gráfico N° 38: Capas de la Estructura del Pavimento	107
Gráfico N° 39: Espesores propuestos para el pavimento flexible	114
Gráfico N° 40: Sección Típica	114
Gráfico N° 41: Sección de cuneta Propuesta.....	117
Gráfico N° 42: Precipitación en mm/h registrados 2014-2016	123
Gráfico N° 43: Líneas segmentadas y continuas	130
Gráfico N° 44: Líneas de borde de calzada	131
Gráfico N° 45: Señales Regulatorias Tipo R1	132
Gráfico N° 46: Curva cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D).....	133
Gráfico N° 47: Señal con lugar de destino	133
Gráfico N° 48: Niveles de desarrollo	135
Gráfico N° 49: Entorno de Civil 3D.....	136
Gráfico N° 50: Espacio de Herramientas	137
Gráfico N° 51: Ficha Prospector	138
Gráfico N° 52: Ficha Configuración	138
Gráfico N° 53: Ficha Topografía.....	139
Gráfico N° 54: Ficha de reportes.....	139
Gráfico N° 55: Creación de carpeta compartida.....	140
Gráfico N° 56: Estilos de Referencia	140
Gráfico N° 57: Creación de un archivo compartido.....	141
Gráfico N° 58: Extracción de información de un archivo compartido.....	142
Gráfico N° 59: Importación de Puntos	143
Gráfico N° 60: Configuración para Importar Puntos	144
Gráfico N° 61: Puntos Exportados desde un Archivo .csv.....	145
Gráfico N° 62: Crear Nuevo Grupo de Puntos	145
Gráfico N° 63: Incluir Puntos a partir de una descripción	146
Gráfico N° 64: Esquema Final para Clasificación de Puntos.....	147
Gráfico N° 65: Edición de Etiquetado de puntos	148

Gráfico N° 66: Esquema Triangulación	149
Gráfico N° 67: Ficha de Creación de Superficie	150
Gráfico N° 68: Definición de la Superficie a partir de grupo de puntos	151
Gráfico N° 69: Superficie limitada.....	152
Gráfico N° 70: Proyección de la superficie limitada.....	152
Gráfico N° 71: Cuadro de Propiedades de Superficie	153
Gráfico N° 72: Estilo de Superficie.....	154
Gráfico N° 73: Líneas de Rotura.....	155
Gráfico N° 74: Parámetros de edición de superficie	156
Gráfico N° 75: Barra de Modificación Manual de superficies.....	156
Gráfico N° 76: Edición Manual de Superficies.....	157
Gráfico N° 77: Pre visualización de Superficie en 3D	158
Gráfico N° 78: Etiquetado de Superficies	158
Gráfico N° 79: Vista del etiquetado de superficies	159
Gráfico N° 80: Tipos de alineamientos	160
Gráfico N° 81: Menú alineamiento	161
Gráfico N° 82: Creación de Alineamiento por objeto	162
Gráfico N° 83: Barra de modificación del alineamiento	162
Gráfico N° 84: Propiedades del alineamiento	163
Gráfico N° 85: Paleta de Geometría.....	164
Gráfico N° 86: Adición de Velocidad de Diseño	164
Gráfico N° 87: Etiquetas del Alineamiento.....	165
Gráfico N° 88: Anotación de Eiquetas	165
Gráfico N° 89: Etiquetado de Segmentos.....	166
Gráfico N° 90: Creación de perfil	167
Gráfico N° 91: Parámetros del perfil vertical.....	168
Gráfico N° 92: Paleta de Edición Perfil Vertical.....	168
Gráfico N° 93: Configuración de Curvas verticales.....	169
Gráfico N° 94: Esquema final del alineamiento vertical.....	169
Gráfico N° 95: Tabla de edición de componentes del perfil	170
Gráfico N° 96: Cuadro de Etiquetas perfil vertical	171
Gráfico N° 97: Etiquetado de Perfil	171
Gráfico N° 98: Menú para agregar Guitarras	172
Gráfico N° 99: Grado de curvatura	173

Gráfico N° 100: Creación de Perfiles escalonados.....	174
Gráfico N° 101: Editor de Criterio de Diseño	175
Gráfico N° 102: Paletas de ensamblaje	176
Gráfico N° 103: Creación de ensamblaje	176
Gráfico N° 104: Ensamblaje Típico	178
Gráfico N° 105: Modificación de un sub ensamblaje	178
Gráfico N° 106: Cálculo de peralte	179
Gráfico N° 107: Tipo de método de cálculo de peralte	180
Gráfico N° 108: Definición de ancho de carril para el peralte	180
Gráfico N° 109: Definición del peralte en el espaldón.....	181
Gráfico N° 110: Especificación normas de peralte	181
Gráfico N° 111: Menú Launch Pad	182
Gráfico N° 112: Menú Offset	182
Gráfico N° 113: Menú Offset Criterio de Diseño	183
Gráfico N° 114: Perfil del sobreancho	183
Gráfico N° 115: Uso de corredor	184
Gráfico N° 116: Punto de Intersección.....	185
Gráfico N° 117: Creación de Intersección.....	186
Gráfico N° 118: Cuadro de prioridad de intersecciones.....	186
Gráfico N° 119: Menú de Intersección.....	187
Gráfico N° 120: Agregar alineamientos offset.....	187
Gráfico N° 121: Adición de giros de Retorno	188
Gráfico N° 122: Perfil del camino lateral.....	188
Gráfico N° 123: Asignación de perfil.....	189
Gráfico N° 124: Perfil de la curva de retorno.....	189
Gráfico N° 125: Ensamblajes para efectuar intersección.....	190
Gráfico N° 126: Corredor en intersecciones	191
Gráfico N° 127: Menú corredor	191
Gráfico N° 128: Creación de línea base	192
Gráfico N° 129: Creación de región de corredor.....	192
Gráfico N° 130: Parámetros del corredor.....	193
Gráfico N° 131: Corredor final del proyecto.....	193
Gráfico N° 132: Menú superficie del corredor.....	194
Gráfico N° 133: Creación de superficie	195

Gráfico N° 134: Creación de contorno	196
Gráfico N° 135: Creación de superficie del corredor	196
Gráfico N° 136: Definición de líneas de Muestreo	198
Gráfico N° 137: Creación de líneas de muestreo por rango	198
Gráfico N° 138: Líneas de muestreo	199
Gráfico N° 139: Creación secciones de muestreo	200
Gráfico N° 140: Sección de la línea de muestreo	200
Gráfico N° 141: Asignación de recursos	201
Gráfico N° 142: Asignación de entidades para el cómputo de materiales	201
Gráfico N° 143: Cómputo de volumen	202
Gráfico N° 144: Generación de Reporte de volumen	202
Gráfico N° 145: Tablas de volumen	203
Gráfico N° 146: Creación de superficie terminada	203
Gráfico N° 147: Superficie final terminada	204
Gráfico N° 148: Catálogo de redes de tubería	205
Gráfico N° 149: Creación de una lista de piezas de la Red	206
Gráfico N° 150: Menú de Creación de Lista de piezas de la Red	206
Gráfico N° 151: Familia de Pieza de tuberías	207
Gráfico N° 152: Tamaños nominales de la tubería	207
Gráfico N° 153: Catálogo de partes de estructuras	208
Gráfico N° 154: Apartado de Reglas de Tuberías y Estructuras	209
Gráfico N° 155: Configuración de reglas de Tubería	209
Gráfico N° 156: Dibujo de la Alcantarilla	210
Gráfico N° 157: Creación de una red de Tuberías	211
Gráfico N° 158: Dibujo de la Red en el Perfil	212
Gráfico N° 159: Acceso a Launch Express	213
Gráfico N° 160: Entorno de Launch Express_ Menú Alcantarillas	214
Gráfico N° 161: Datos a ser analizados Alcantarilla	216
Gráfico N° 162: Análisis de alcantarilla	217
Gráfico N° 163: Curva de descarga alcantarilla 1	217
Gráfico N° 164: Creación de un marco de vista	218
Gráfico N° 165: Creación de marco de vista	218
Gráfico N° 166: Creación de hojas	218

Gráfico N° 167: Flujo de datos de diseño civiles con la Extensión de Visualización	
Civil	221
Gráfico N° 168: Ícono de exportación a 3ds Max	223
Gráfico N° 169: Menú de exportación de Geometría.....	223
Gráfico N° 170: Configuración de Unidades en Civil View	224
Gráfico N° 171: Importación en Civil View	225
Gráfico N° 172: Panel de importación de geometría.....	225
Gráfico N° 173: Ajuste de coordenadas	226
Gráfico N° 174: Geometría Importada a 3ds Max	226
Gráfico N° 175: Asignación de material	227
Gráfico N° 176: Agregación de Objetos	228
Gráfico N° 177: Paleta de Ubicación de objetos	228
Gráfico N° 178: Estilos de marcas de carretera.....	229
Gráfico N° 179: Paleta de agregar estilos de marcas de carretera.....	229
Gráfico N° 180: Marcas de carretera.....	230
Gráfico N° 181: Configurar el fondo de la vista	230
Gráfico N° 182: Fondo de vista.....	231
Gráfico N° 183: Menú para incorporar guardavías	232
Gráfico N° 184: Configuración del renderizado por defecto Mental ray	233
Gráfico N° 185: Adición de una luz Natural en el renderizador Mental ray.....	234
Gráfico N° 186: Ajuste de la hora del día y la ubicación geográfica	235
Gráfico N° 187: Control de exposición	236
Gráfico N° 188: Integración de elementos externos a la escena	236
Gráfico N° 189: Configuración de renderizacion.....	238
Gráfico N° 190: La incorporación de Futuro cambios de diseño.....	238

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max”.

AUTOR: Egdo. Israel Salvador Orozco Quinga

FECHA: Julio, 2017.

El presente proyecto busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de los sectores Quitocucho y Segovia Alto, pertenecientes a las Parroquias Bolívar y Huambaló respectivamente, del cantón Pelileo, vías que no cuentan al momento con un trazado técnico, esto ha incidido junto al clima, la destrucción notable, formando grietas y una visible disminución de la producción agrícola principalmente en las épocas de invierno.

Como medida se buscó una solución social, procurando establecer el requerimiento de la población beneficiaria, para luego proceder con el estudio técnico, el cual permite de manera precisa obtener la información del terreno y las posibles variantes que se tendrá que efectuar para cumplir con los requisitos de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, por otro lado, de manera conjunta al procedimiento anterior se realizó un estudio de Tráfico del sector involucrado siguiendo los requisitos de la norma mencionada.

El estudio de suelos involucró obtener muestras alteraras del terreno realizando calicatas en puntos dominantes del proyecto, para luego ser analizadas y obtener sus propiedades, de las cuales se desprende el ensayo C.B.R (California Bearing Rates), el cual fue fundamental para el diseño de Pavimento bajo la guía AASHTO _93.

El diseño de las obras de arte menor tuvo su base fundamental el método Racional Semi-Empírico junto a las guías del Estudio de Lluvias Intensas de 1999. Por otro lado, se buscó una automatización en el Diseño Geométrico bajo la tendencia BIM.

Finalmente, se obtuvo un presupuesto referencial, el cual consta de análisis de precios Unitarios, y el reajuste respectivo, así como consideraciones ambientales y la señalización acorde al Reglamento Técnico de Señalización del 2011.

SUMMARY

The present project wants to improve the life quality of the habitants of the sectors in Quitocucho and Segovia Alto, belonged to Bolivar and Huambaló parishes respectively, the road doesn't count with technical layout, this affected with the climate, to produce notable destruction in the road, showing cracks and a visible diminution in the agricultural production, mostly in the winter stationary time.

As a way we try to find a social solution, looking to establish the benefit population requirement, and then start with the technical study, which allows obtaining the accurate information of the terrain and the possible variants we will have to make to satisfy with the Geometric Design Policy for Roads by the Relief Works Ministry, either way, at the same time as the previous process a traffic study in the involve sector was realized, following the requirements in the Policy mentioned.

The soil studies evolve to obtain altered samples in the terrain making pigeons in the dominant points of the project, which then will be analyzed and obtain their properties, we use the CBR essay (California Bearing Rates). It was fundamental for the Pavement design with the guide AASHTO_93.

The design of the additional works has their fundamental statement in the Semi-Empiric Rational Method, and the 1999 Intense Rain Studies. By the way, try to find automation in the Geometric Design by the BIM trend.

Finally, acquired a referential cost, feature it in the Unitary Cost Analysis, and the respective readjustment, as well as the environmental consideration and the road signs in agreement with the 2011 Road Signs Technical Policy.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Tema

“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max”

1.2 Justificación

La importancia de tener carreteras en óptimo estado es una necesidad a nivel mundial una de las ramas de la ingeniería civil más demandadas dado que desde 2002, los proyectos financiados por el Banco Mundial han ayudado a construir o rehabilitar más de 260 000 kilómetros de caminos acorde a [1] una cifra importante en este medio, pero aún así los servicios de transporte necesitan ser más seguros, limpios y accesibles, particularmente en los países en desarrollo pues se estima que 1000 millones de personas, o alrededor del 40 % de la población rural en los países carecen de acceso directo a una ruta vial que pueda utilizarse todo el año. [1]

Por otro lado, la importancia de conocer de manera visible el proyecto terminado, se hace sumamente necesario hoy en día puesto que se tienen las herramientas necesarias para hacerlo. El poder entender todo lo relacionado a la infraestructura vial, así como la interacción entre los organismos contratantes y contratistas, como el desarrollo tecnológico ha llevado al ingeniero a buscar nuevas tecnologías que aporten de manera eficiente, y que cumplan con las fechas de entregas de los proyectos. Los productos de Autodesk tienen las soluciones 3D destacándose como líderes mundiales en software de diseño, ingeniería y entretenimiento 3D. [2] El programa AutoCAD Civil 3D es una herramienta novedosa, parte de este grupo, que ayuda al diseñador a obtener en tiempo real una interacción entre un diseño 2D y una vista 3D, lo que permitirá al usuario hacer un recorrido en la carretera, haciendo la simulación de tránsito, incluso antes de hacer cualquier movimiento de tierra en campo. [3] Es por ello que AutoCAD desde su lanzamiento en Diciembre de 1982 [4], el software ha sido actualizado regularmente con nuevas funcionalidades y funciones, se ha posicionado como una de las aplicaciones más

difundidas, además de tener una comunidad de estudiantes que permite actualmente difundir y mejorar el conocimiento del programa.

La necesidad de crear visualizaciones de calidad profesional, transformar modelos en 2D, su geometría, en visualizaciones fotorrealistas de manera rápida y eficaz es necesaria en la actualidad es por ello que se hace importante el uso de 3ds Max para la creación de animaciones, pues las herramientas que contiene, la funcionalidad basada en estilos y una amplia biblioteca de materiales y objetos paramétricos para el diseño civil ayuda a conseguir estos resultados, al vincular de manera dinámica a AutoCAD Civil 3d. [5] El apartado de animación de 3ds Max facilita la selección, además de nuevos controles de animación que ahorran un valioso tiempo de producción. [6]

ADEMÁS esto contribuiría al **PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR** basándose en los ejes fundamentales como son el territorio y la revolución urbana además de la excelencia y la revolución del conocimiento que propone la innovación, la ciencia y la tecnología como fundamentos para el cambio de la matriz productiva, concebida como una forma distinta de producir y consumir. [7] Debido a lo anterior la propuesta de realizar una animación se enmarca de manera fundamental en los diseños en el ámbito vial actual que vive el país al buscar un desarrollo tecnológico y de conocimiento que caracterice manera sustancial las condiciones reales de cualquier proyecto de este orden.

Por otro lado de acuerdo a la Misión y Visión de las Parroquias Bolívar y Huambaló enmarcan el crecimiento económico, programas y proyectos, que promuevan mejores condiciones de bienestar y de vida para sus pobladores respectivamente al ser parroquias agropecuarias, agrícolas y artesanas, el desarrollo del proyecto beneficiaría de manera directa el progreso económico entre estas dos parroquias al ser los tramos viales puntos claves de comunicación para la explotación agrícola y de comunicación entre los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

De acuerdo al inventario vial realizado suman un total de 3,540 km, los mismos que van hacer diseñados geométricamente y analizados con los programas AutoCAD Civil 3D y 3ds Max.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Diseñar geoméricamente los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia alto entre las Parroquias Bolívar y Huambaló del Cantón Pelileo, Provincia del Tungurahua.

1.3.2 Específicos

- Diseñar la estructura del pavimento que se adapte a las características topográficas de suelo y de tránsito existente.
- Realizar una guía básica de los softwares AutoCAD Civil 3D y 3ds Max aplicables al diseño vial dentro de la carrera de Ingeniería Civil.
- Realizar una animación del proyecto

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN

2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS

Para contribuir esta investigación se han tomado como referencias investigaciones anteriores que van ayudado de manera directa al desarrollo de la misma las cuales están disponibles en el repositorio de la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ingeniería Civil.

Se ha tomado la investigación previa hecha por el autor: Alex Fabián Palacios Carranza bajo el tema “LAS CONDICIONES DE LAS VÍAS EL MIRADOR - YAYULIHUÍ ALTO Y EL MIRADOR - RUMIPAMBA CENTRO, DE LA PARROQUIA RUMIPAMBA, CANTÓN QUERO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIO ECONÓMICO DE LA POBLACIÓN” En el que concluye **“Los moradores situados a lo largo y en los alrededores de las vías podrán transportar sus productos de una forma rápida y segura hacia los lugares de comercialización.”**

El tema propuesto por la autora: Salazar Córdova Geovana Nataly bajo el Tema: “ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA VÍA PASA – LA DOLOROSA – LIRIO – LANGOJÍN - MOCALÓ DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL LUGAR.” En la que concluye **“La falta de cunetas ha ocasionado graves daños en la superficie provocando la socavación de la misma por la falta de escurrimiento de las aguas lluvias”.**

La investigación hecha por el Autor: Richard Wladimir Navas Coque bajo el Tema: “EL TRÁNSITO EN LA VÍA SAN PEDRO DE MULALILLO A PANZALEO Y SU REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y VIAL” en cual enfatiza **“Del trazado horizontal actual, las curvas han sido formadas sin ningún criterio técnico, carecen de sobre anchos y peraltes, tornándose en un constante peligro para una circulación vehicular cómoda y segura”.**

La investigación hecha por la Autora: Silvia Mariela Merchán Cuno bajo el Tema: “CONDICIONES DE LA VÍA SAN VICENTE - LA DOLOROSA - JESÚS DEL GRAN PODER - BELLAVISTA DE LA PARROQUIA LA MATRIZ, CANTÓN TISALEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA, Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES” en que concluye “**La señalización y seguridad vial será impuesta por el MOP**”.

La investigación hecha por el Sr. Byron Patricio Rosero Ojeda bajo el tema: “EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE ENTRE LAS COMUNIDADES DE PALAMA Y SIGUALO DE LA PARROQUIA GARCÍA MORENO, CANTÓN PELILEO, PROVINCIA TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO AGRÍCOLA Y GANADERO DEL SECTOR” en cual concluye “**De acuerdo a la topografía del terreno esta vía se clasifica como montañosa, por lo tanto tenemos pendientes longitudinales y transversales mayores al 10% en algunos tramos, teniendo como máximo del 14%**”.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

- ✓ Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP 2003.
- ✓ Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, del Ministerio de Obras Públicas (MOP – 2002).
- ✓ Ley de Caminos de la República del Ecuador.
- ✓ Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
- ✓ Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- ✓ Norma “*American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO-93)*” para diseño de pavimentos.
- ✓ Manual de diseño de Carreteras en AutoCAD Civil 3D 2017 ASCENT - Center for Technical Knowledge® AutoCAD® Civil 3D® 2017 (R1) Fundamentals Metric - 1st Edition y Mastering AutoCAD Civil 3d 2012.
- ✓ Manual de diseño en 3ds Max Autodesk® 3ds Max® 2017 (R1) Fundamentals

2.3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.3.1. CARRETERAS

“Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad”. [8] esto ha permitido el desarrollo de las civilizaciones a través de la historia y aún más en el presente pues se ha convertido en el motor tecnológico que se pone a nuestro servicio, para una demanda social equiparable a la vivienda, la enseñanza o la sanidad, es decir el uso del mismo es una satisfacción o una necesidad.

Frente a esto, una carretera se ha convertido en una infraestructura que está al servicio de la sociedad pues es inconcebible imaginar una sociedad moderna y tecnológica sin buenas carreteras, autovías y autopistas como tampoco podemos imaginar un mundo sin agua, electricidad, teléfono o internet. [9].

a. Función de las carreteras

Los caminos componen sistemas funcionales diferentes para zonas urbanas y rurales. La jerarquía de los sistemas funcionales consta de caminos arteriales principales (movimiento principal), arteriales secundarios (distribuidores), colectores, y caminos y calles locales. En las zonas urbanas hay relativamente más subdivisiones funcionales de la categoría arterial, mientras que en zonas rurales hay relativamente más subdivisiones funcionales de la categoría colector. [10]

2.3.2 TOPOGRAFÍA.

Tiene como fin la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles tanto naturales como artificiales, la cual es la base fundamental de cualquier proyecto vial, o de construcción específico pues permite hacer consideraciones del terreno, tanto en planta como perfil.

En cambio, la topografía modificada en vialidad está referida a la topografía como **curvas de pavimento** y tiene aplicaciones directas en el diseño y la ubicación de estructuras de drenaje, en urbanismo se les conoce como **terraceo** con aplicación directa en la forma del

terreno, determinación del área de influencia del movimiento de tierras, ubicación de estructuras de contención y drenaje. [11]

✓ **Curvas de nivel**

Se considera el método más empleado para la representación gráfica de la forma relieve de la superficie del terreno, pues permite de manera sencilla y rápida, determinar la cota y elevación de cualquier punto que se desee del proyecto, además de facilitar el trazado de perfiles, cálculo de pendientes, y por otro lado determinará el movimiento de tierras etc.

Al ser una línea continua que une puntos de la misma altura facilita el proceso de interpretación. [11]. Su clasificación de acuerdo a la referencia [12] , en Índice e Intermedias permite dar una mejor visual al proyecto.

2.3.4 Clasificación de carreteras.

a. Clasificación por Orografía.

- ✓ **Terreno plano.** De ordinario tiene pendientes transversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del 3%.
- ✓ **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 mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%.
- ✓ **Terreno montañoso.** Las pendientes transversales a la vía suelen ser del 13% al 40%. La construcción de carreteras en este terreno supone grandes movimientos de tierras, y/o construcción de puentes y estructuras para salvar lo montañoso del terreno por lo que presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Pendientes longitudinales de las vías del 6% al 8% son comunes.
- ✓ **Terreno escarpado.** Aquí las pendientes del terreno transversales a la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%, que, para evitarlos, el diseñador deberá considerar la construcción de puentes, túneles y/o estructuras para salvar lo escarpado del terreno. [13]

b. Según su funcionalidad

✓ **Corredores Arteriales**

Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Provincia que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país, es decir entre Costa, Sierra, Oriente, así como laso entre países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según la exigencia particular del proyecto. Además de tener un derecho de Vía de 14 m y radio mínimo de las curvas de 60m. [14]

✓ **Vías colectoras.**

Estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. [15] Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional. Además de tener un derecho de vía de 8 metros, ancho del camino, 4 no incluye desagües, gradiente tolerable hasta del 10%, y radio mínimo de las curvas de 40 metros [14]

✓ **Caminos vecinales**

Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores [15]. Cuyo derecho de vía es de 10 metros, ancho de camino 4m y no incluye desagües, radio mínimo de las curvas 30m y sus obras de arte se realizarán con material de la región. [14]

c. En función del Tráfico

Para el diseño de carreteras en el país, se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un período de 15 o 20 años [15] y de acuerdo [16] , no se justifica extender más, pues para entonces se habrán operado cambios en la economía de la región, en su población y en los índices de desarrollo que no pueden predecirse con grado alguno de seguridad.

Tabla N° 1: Clasificación de Carreteras en Función del Tráfico Proyectado.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8000
I	de 3000 a 8000
II	de 1000 a 3000
III	de 300 a 1000
IV	de 100 a 300
V	menos de 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico de vehículos equivalentes.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP, 2003

d. Según sus características

✓ **Autopistas**

Son vías de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles y con control total de accesos. Las entradas y salidas de las autopistas se realizan únicamente a través de intersecciones a desnivel comúnmente llamadas distribuidores o intercambiadores.

✓ **Carreteras Multicarriles.**

Son carreteras divididas o no, con dos o más carriles por sentido y con control parcial de accesos. Las entradas y salidas se realizan a través de intersecciones a desnivel y a nivel.

✓ **Carreteras De Dos Carriles**

Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y acceso directo desde sus márgenes. [17]

2.3.5 El Tráfico

Para conocer las características del tráfico es necesario realizar medidas y estudios en las carreteras ya existentes, los datos obtenidos se podrá aplicar en la regulación del mismo, y la investigación de los efectos de los diferentes elementos de la carretera, en la circulación de vehículos. [18] Los datos sobre el tráfico y las características de los vehículos, que utilizarán en la vía es uno de los controles primordiales para el estudio y

diseño de carreteras los mismos que influirán de manera directa al diseño geométrico. La demanda de tráfico forma los siguientes componentes de acuerdo a la referencia [19]:

- Volumen del tráfico que en la actualidad se desplaza sobre la vía existente con orígenes y destino, dentro y fuera de ella.
- Tráfico que genera la actividad productiva en las zonas de influencia directa e indirecta que con el tiempo sufrirá incrementos por las actividades naturales de la población provocados por el financiamiento a proyectos que se ejecutan a través de la vida útil de la obra vial.

a. Distribución direccional del tráfico

En carreteras de dos carriles el volumen horario es el tráfico total en ambas direcciones, para el diseño es importante el conocimiento del tráfico en cada una de ellas, lo cual puede lograrse especificando el sentido de los conteos.

En estudios del tráfico de las carreteras se ha verificado que la hora-pico la distribución, media en una dirección es de 2/3 del total, con límites entre el 50 % y el 80%. [16]

b. Composición del tráfico

La diferencia de tamaño y peso de los vehículos hace que éstos tengan distintas características de operación. Así se puede clasificarlos en dos grupos:

- ✓ Vehículos livianos o de pasajeros, que son los automóviles, jeeps y demás vehículos para carga pequeña como pick-up, etc. que tengan características similares.
- ✓ Vehículos pesados o comerciales como buses, camiones y remolques, provistos de doble llanta en el par trasero y cuyas condiciones de operaciones son diferentes. Además de ser más pesados son siempre más lentos y ocupan más espacio en la vía.

c. Proyección del tráfico

El proyecto de nuevas carreteras o el mejoramiento de las existentes no deben basarse en los volúmenes actuales de tráfico sino en la provisión del tráfico futuro. Para el pronóstico del tráfico en el año meta suelen utilizarse diversos métodos, todos teóricos, pues en una cuestión tan compleja no es posible señalar el índice de crecimiento con fórmulas matemáticas, si se trata de ampliación y mejora de carreteras existentes, se parte del tráfico actual y se estudian los factores de aumentos posteriores, y si se trata de nuevas

vías tomar una referencia las vías de influencia [16]. De acuerdo AASHTO se establece como componentes del tráfico futuro las siguientes:

- ✓ Tráfico Actual:
 - *Tráfico existente.*
 - *Tráfico atraído.*
- ✓ Aumentos del tráfico:
 - Crecimiento normal del tráfico.
 - *Tráfico inducido.*
 - *Tráfico desarrollado.*

d. Tráfico promedio diario Anual.

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA. Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- ✓ En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- ✓ En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación. [15]
- ✓ Para el caso de Autopistas, generalmente se calcula el *TPDA* para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como *FLUJO DIRECCIONAL* que es el % de vehículos en cada sentido de la vía.

Esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un mismo período [15]. Adicionalmente el TPDA se usa en varios análisis de tránsito y transportes como es:

- ✓ La estimación del ingreso, debida al usuario de las carreteras de peaje.
- ✓ Establecimiento de las tendencias de volumen de tránsito
- ✓ Evaluación de la factibilidad económica de los proyectos de las carreteras
- ✓ Desarrollo de autopistas y de sistemas de calles arteriales principales.
- ✓ Desarrollo de los programas de mejora y mantenimiento.

e. Factores de variación del tráfico.

Para llegar a obtener el TPDA a partir de una muestra, existen cuatro factores de variación que son:

- ✓ **Factor horario (FH).** - Permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a **VOLUMEN DIARIO PROMEDIO**. [15]. El factor de hora pico es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (**VHMD**) y el flujo máximo ($qmáx$), que se presenta en un periodo dado dentro de dicha hora como se aprecia en la Ecuación.

$$FHP = \frac{VHMD}{qmáx * N}$$

FHP= Factor de hora Pico.

VHMD=Volumen horario de máxima demanda.

qmáx= Flujo máximo.

- ✓ **Factor Diario (FD).**- Transforma el volumen de tráfico diario promedio en Volumen Semanal Promedio. [15]
- ✓ **Factor Semanal (FS).** - Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en Volumen Mensual Promedio. [15]
- ✓ **Factor Mensual (FM).** - Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en Trafico Promedio Diario Anual (TPDA). [15]

$$TPDA = T_0 x FH x FD x FS x FM$$

Donde:

T₀= Tráfico observado.

2.3.6 Características Cinemáticas.

a. Velocidad.

Una de las características consustanciales al vehículo es su **velocidad**, no se concibe el uso de un vehículo que no posea la capacidad de recorrer cierta distancia en un tiempo lo suficientemente corto. En función a lo anterior es importante tener presente características cinemáticas [20]:

- ✓ **Radio de giro** que es consecuencia de la geometría del mismo, aunque también de su maniobrabilidad.
- ✓ Capacidad que posee de *variar su velocidad* con mayor o menor rapidez, su aceleración.

Se ha llegado a comprobar que la tendencia de los conductores es la de llevar una velocidad más o menos uniforme [16] y se distinguen tres tipos de velocidades:

- a. **Velocidad local o instantánea:** La que posee al atravesar determinada sección de la vía, en un instante determinado.
- b. **Velocidad de circulación:** Relación entre la distancia recorrida en un tramo y el tiempo invertido en recorrerla.
- c. **Velocidad de recorrido :** Definida como el cociente entre la distancia total recorrida en un trayecto determinado y el tiempo transcurrido desde el instante en que el vehículo lo inicia hasta que llega a su destino, incluyendo posibles detenciones y retrasos debidos al tráfico. [20]

b. Velocidad de Diseño.

De los tres conceptos que definen la circulación, la velocidad es sin duda el más problemático, dado su carácter variable tanto de forma individual, velocidad de cada vehículo como conjunta. *Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables*, y esta función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. [15]

En conclusión, se pueden señalar tres aspectos básicos y decisivos en la elección de la velocidad de diseño, que son los siguientes:

- ✓ **Naturaleza del terreno:** Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañosa, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana. [15]
- ✓ **La modalidad de los Conductores:** Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. [15]
- ✓ **El factor económico:** Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad. [15]

A continuación, se muestra las velocidades de diseño en el país.

Tabla N° 2: Velocidades de Diseño en Km/h recomendadas para el Ecuador.

CATEGORÍA DE LA VÍA	T.P.D.A ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h											
		BÁSICA				PERMISIBLES EN TRAMOS DÍFICILES							
		(RELIEVE LLANO)				(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizado para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizado para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizado para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.	
Recom.	Absoluta.	Recom.	Absoluta.	Recom.	Absoluta.	Recom.	Absoluta.	Recom.	Absoluta.	Recom.	Absoluta.	Recom.	Absoluta.
R-I O R - II	>8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	80
II	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300-1000	90	80	85	80	80	80	60	60	60	40	60	40
IV	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2000

c. Velocidad de Circulación

Es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, dividida para la suma de los tiempos de recorrido correspondientes.

La AASHTO recomienda de acuerdo al tráfico utilizar las siguientes fórmulas:

- ✓ Para una velocidad de circulación con un TPDA menor 1000 vehículos y de tráfico bajo.

$$V_c = 0.80 V_d + 6.50$$

- ✓ Para una velocidad de circulación que tenga un TPDA entre 1000 a 3000.

$$V_c = 1.32 V_d^{0.89}$$

En donde:

V_c= Velocidad de Circulación en Km/h

V_d=Velocidad de Diseño.

Tabla N° 3: Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

Velocidad de Diseño en Km/h	Velocidad de circulación(Km/h)		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito	Volumen de Tránsito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP, 2003

2.3.3 DISEÑO GEOMÉTRICO.

El diseño geométrico de una carretera es la ordenación de sus elementos físicos: alineamiento horizontal y vertical, distancias de visibilidad, peralte, ancho de carril etc. Geométricamente una carretera queda definida por el trazado de su eje en planta y por la subrasante en perfil. [16]

a. Diseño en Planta (Alineamiento Horizontal)

El diseño en planta de una vía lo constituye la ubicación del eje dentro de la zona de terreno estudiada, dicho eje lo configuran tangentes y curvas: circulares simples, compuestas y espirales. En la actualidad un trazado curvilíneo o semicurvilíneo es preferido porque ofrece mayor libertad para soportar los obstáculos naturales, reducir el daño a la propiedad privada, reduce rectas de gran magnitud que provocan el sueño, el encandilamiento con luces nocturnas y permite acomodar la vía al paisaje, vista desde un punto estético. [16]

✓ Tangente

Es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina “ α ” (alfa)

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad. Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o por que favorecen al encandilamiento durante la noche; por tal razón, conviene limitar la longitud de las tangentes intermedias, diseñando en su lugar alineaciones onduladas con curvas de mayor radio. [15]

✓ **Curvas circulares**

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples, compuestas y espirales. Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

✓ **Grado de curvatura**

Es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra G_C y su fórmula es la siguiente:

$$\frac{G_C}{20} = \frac{360}{2\pi R} \rightarrow G_C = \frac{1145.92}{R}$$

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

$$R = \frac{1145.92}{G_C}$$

✓ **Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.**

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado, y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

Se define al radio de giro como el correspondiente a la circunferencia descrita por la rueda delantera del lado contrario a aquél hacia donde se gira. [20] y se calcula para una determinada velocidad de diseño, según el máximo coeficiente de fricción y el mayor peralte adoptado para cada velocidad. Al estar ligado a los parámetros anteriores su ecuación se expresa de la siguiente manera:

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

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal, m.

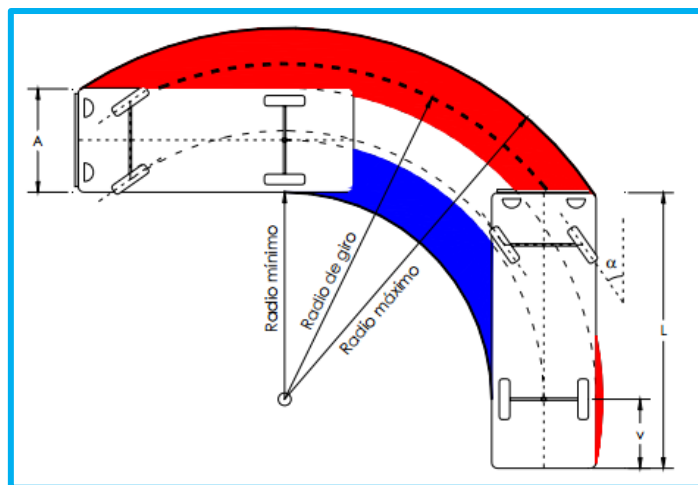
V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

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

Esta fórmula, que garantiza la seguridad contra el deslizamiento cuando el vehículo transita por una curva a velocidad superior a la de equilibrio y en la cual existe valores altos de peralte de coeficiente de fricción transversal para cada una de las velocidades de diseño.

Gráfico N° 1: Esquema del radio de giro



Fuente: Manual de carreteras L. Blázquez, 2000

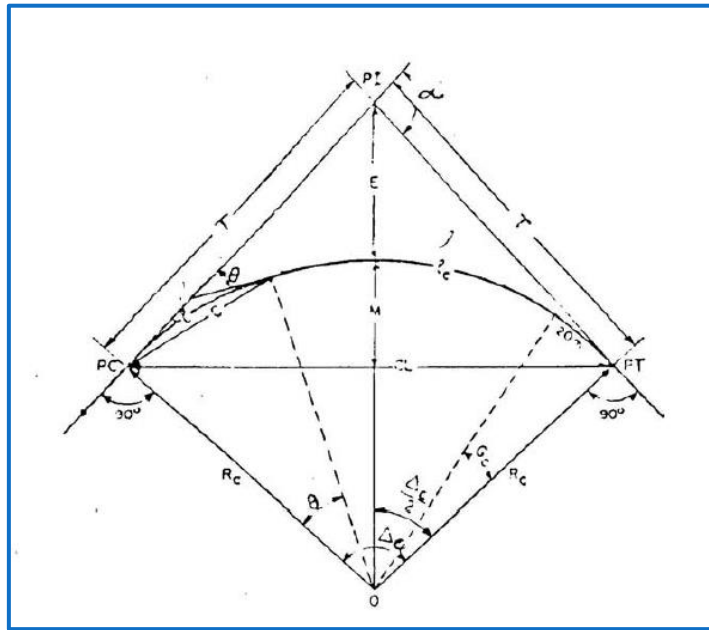
El radio de giro de un vehículo es una de las condiciones de movimiento importantes a la hora de diseñar las curvas, sobre todo en vías urbanas, éste viene determinado por:

- ✓ La anchura.
- ✓ La separación entre ejes.
- ✓ El máximo ángulo de giro de las ruedas delanteras
- ✓ La longitud total del vehículo.

✓ **Curvas circulares simples**

Se denomina simple la curva circular de un solo radio, pues éstas se designan por su radio o por su grado y se llama grado de curvatura circular el ángulo al centro subtendido por una cuerda escogida como unidad.

Gráfico N° 2: Elementos de una curva circular simple



Fuente: Normas de diseño geométrico de Carreteras MOP,2003

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.

Δ : Ángulo central de la curva circular.

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular.

G_c : Grado de curvatura de la curva circular.

R_c : Radio de la curva circular.

T: Tangente de la curva circular o subtangente.

E: External.

M: Ordenada media.

C: Cuerda.

CL: Cuerda larga.

L: Longitud de un arco.

l_c : Longitud de la curva circular.

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

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \leftrightarrow L_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado

- ✓ **Tangente de curva o subtangente:** Es la distancia entre el PI y el PC ó entre el PI y el PT de la curva, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa con la letra “T” y su fórmula de cálculo es:

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

- ✓ **External:** Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se representa con la letra “E” y su fórmula es:

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

- ✓ **Ordenada media:** Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M” y su fórmula de cálculo es:

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

- ✓ **Cuerda:** Es la recta comprendida entre 2 puntos de la curva. Se la representa con la letra “C” y su fórmula es:

$$C = 2 * R * \sin \frac{\theta}{2}$$

- ✓ **Ángulo de la cuerda:** Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva. Su representación es “Ø” y su fórmula para el cálculo es:

$$\emptyset = \frac{\theta}{2}$$

En función del grado de curvatura:

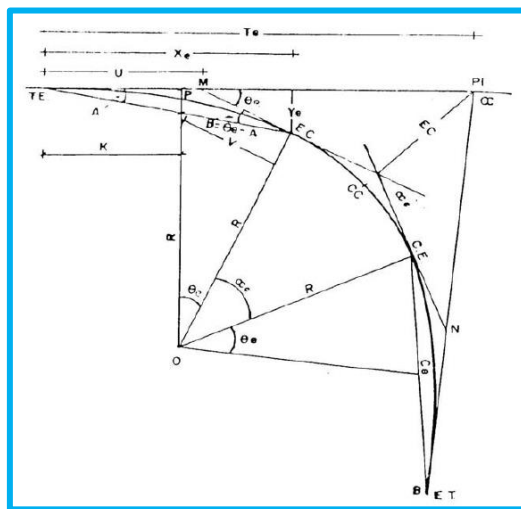
$$\emptyset = \frac{G_c * L}{40}$$

- ✓ **Curvas de Transición**

Son las curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el del sobre ancho. La característica principal es que, a lo largo de la curva de transición, se efectúa de manera continua, el cambio en el

valor del radio de curvatura, desde infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. Tanto la variación de la curvatura como la variación de la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de la misma. Este cambio será función de la longitud de la espiral, siendo más repentino cuando su longitud sea más corta. Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, al favorecer la maniobra de entrada en la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. La clotoide o espiral de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren en sí por su longitud. [15]

Gráfico N° 3: Elementos de una curva con espirales



Fuente: Normas de Diseño geométrico de carreteras MOP 2003

Del gráfico se obtiene que:

Pi: Punto de intersección de las alineaciones.

TE: Punto de cambio de tangente a espiral.

EC: Punto de cambio del arco de la espiral a círculo.

CE: Punto de cambio del arco circular a espiral.

Le: Longitud del arco espiral.

L: Longitud desde el TE a cualquier punto de la curva espiral

θ_e : Ángulo al centro de la espiral de longitud L_e .

θ : Ángulo al centro del arco de espiral de longitud L .

a: Ángulo de desviación de la espiral en el TE, desde la tangente principal a un punto de la curva.

b: Ángulo de desviación de la espiral en el EC, desde la tangente principal a un punto de la curva.

Re: Radio en cualquier punto de la espiral.

R: Radio de curvatura del arco circular.

α : Ángulo de deflexión de las tangentes principales.

α_c : Ángulo al centro del arco circular EC y CE.

X, Y: Coordenadas rectangulares de cualquier punto de la espiral, con origen en TE y ejes de abscisas la tangente principal.

Xe, Ye: Coordenadas del EC.

Te: Long de la tangente principal = distancia entre el Pi y ET y entre Pi y TE.

Ee: External del arco compuesto.

U: Tangente larga de la espiral.

V: Tangente corta de la espiral.

Ce: Cuerda larga de la espiral.

K: Abscisa del PC desplazado medida desde él TE.

✓ **Longitud de la espiral.**

Es la longitud medida sobre la curva entre él TE y el EC o del CE al ET. Su longitud mínima está expresada por la siguiente fórmula: [15]

$$L_c = 0.072 \frac{V^2}{RC}$$

Donde:

Le = Longitud mínima de la espiral, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva circular, m.

C = Coeficiente de comodidad y seguridad. Varía entre 1 y 3. (1 para mayor seguridad y confort)

El criterio más práctico para determinar la longitud de la espiral es el de asumir la distancia necesaria para el desarrollo del peralte, la cual podría lograrse en función de la siguiente fórmula [15]:

$$L_c = \frac{a * e}{P} = a * e * m$$

Donde:

a = Semiancho de la calzada en tangente para caminos de dos carriles.

e= Peralte de la curva circular, en valor absoluto.

P = Pendiente longitudinal de la orilla de la calzada con respecto al eje del camino, en valor absoluto.

m = Talud de la orilla de la calzada respecto al eje del camino.

Por razones prácticas, la longitud mínima aceptable de transición debe ser tal, que un vehículo que circule a la velocidad de diseño tarde cuando menos 2 segundos en recorrerla, para un camino de dos vías con ancho de carril de 3,65 m y peralte del 7%.

La longitud mínima absoluta de transición será de acuerdo a la referencia [15]:

$$L_e = 0.56 V$$

Donde:

V = Velocidad de diseño Km/h.

✓ Deflexión de la espiral

Es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos extremos. Su fórmula es [15]:

$$\theta = \frac{L_c}{2R}$$

Expresado en Radianes

✓ Curvatura y Peralte

Cuando un vehículo transita por una curva circular, es desviado radialmente hacia afuera por la fuerza centrífuga, cuyo valor es:

$$F = \frac{mv^2}{R} = \frac{Pv^2}{gR}$$

F=Fuerza Centrífuga desarrollada

P= Peso del vehículo

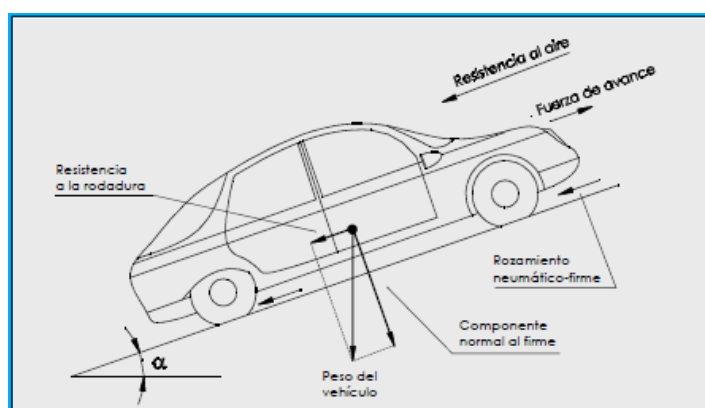
v=velocidad del vehículo en metros por segundo.

R= radio de curvatura, en metros.

g=aceleración de la gravedad 9.81m/s²

m= masa del vehículo.

Gráfico N° 4: Fuerzas principales que actúan sobre el vehículo.



Fuente: Manual de carreteras L. Blázquez, 2000

Por razones prácticas el máximo valor de peralte debe limitarse, pues un peralte de grandes magnitudes o exagerado provocaría deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando circula a baja velocidad por otro lado un peralte reducido resulta inadecuado porque limita la velocidad en las curvas. En base a investigaciones, se adoptado el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga, el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h, y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h. [15]

La ecuación que gobierna el efecto del peralte en las carreteras es:

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

Donde:

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

V: Velocidad de diseño, Km/h

R: Radio de la curva en (m) metros.

f: Máximo coeficiente de fricción lateral.

La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras: por *deslizamientos* o por *volcamiento*. La condición necesaria y suficiente para que no se

produzca el vuelco es que el momento del peso respecto al eje en el punto “O” sea menor que el momento de la fuerza centrífuga respecto al mismo eje. [15]

Tabla N° 4 : Radios mínimos de curvas en función del peralte y el coeficiente de fricción lateral

Velocidad de diseño Km/h	“f” máxima	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		0.1	0.08	0.06	0.04	0.1	0.08	0.06	0.04
20	0.35		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.6	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.19		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	107	115.7	126	138.3	110	120	130	140
70	0.15	154.3	167.8	183.7	203.1	160	170	185	205
80	0.14	210	229.1	252	280	210	230	255	280
90	0.134	272.6	298	328.8	366.6	275	300	330	370
100	0.13	342.4	375	414.4	463.2	350	375	415	465
110	0.124	425.3	467	517.8	581	430	470	520	585
120	0.12	515.4	566.4	629.9	708.7	520	570	630	710

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP, 2003.

✓ **Coefficiente de fricción transversal**

Cuando se diseñan curvas verticales el valor máximo del coeficiente de fricción (f), debe basarse en la comodidad del conductor y en la velocidad del vehículo contra el deslizamiento. A continuación, se muestran los límites permisibles del coeficiente de fricción (f) para distintos requerimientos.

Tabla N°5: Límites permisibles del coeficiente de fricción(f)

REQUERIMIENTOS	VALORES LÍMITES PERMISIBLES DE "F"; SEGÚN EL PAVIMENTO ESTE		
	Seco	Húmedo	Con Hielo
Estabilidad contra el volcamiento	0.6	0.6	0.6
Estabilidad contra el deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad de viaje para el pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotación Económica del vehículo	0.16	0.1	0.1

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP, 2003

Cuando un vehículo circula por una curva peraltada a la velocidad de equilibrio el valor de (f) es cero, porque la fuerza centrífuga está totalmente balanceada por la componente del peso del vehículo paralela a la calzada, pero cuando circula a una velocidad mayor o menor de aquella necesita una de la fricción en las llantas para no deslizarse. [16]

✓ **Desarrollo del peralte**

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

El desarrollo o transición del peralte puede efectuarse con una curva de enlace, que regule la trayectoria del vehículo durante su recorrido en la transición, o sin curva de enlace, dependiendo de dos factores que son:

- El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y
- La transición del peralte

El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud, repartiendo el sobre ancho mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica $2/3$ en la alineación recta y el $1/3$ dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad ($0.5 L$) en la recta y la mitad en curva circular. Los valores recomendados de las gradientes longitudinales “ i ” para el desarrollo del peralte se ubican en el siguiente cuadro. [15]

Tabla N° 6: Gradiente longitudinal(i) necesaria para el desarrollo del peralte

GRADIENTE LONGITUDINAL(i) NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE		
VD Km/h	VALOR DE(i),%	MAXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE
20	0.800	1:125
25	0.775	1:129
30	0.750	1:133
35	0.725	1:138
40	0.700	1:143
50	0.650	1:154
60	0.600	1:167
70	0.550	1:182
80	0.500	1:200
90	0.470	1:213
100	0.430	1:233
110	0.400	1:250
120	0.370	1:270

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

✓ **Longitud de Transición.**

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. La longitud mínima se determina según los siguientes criterios:

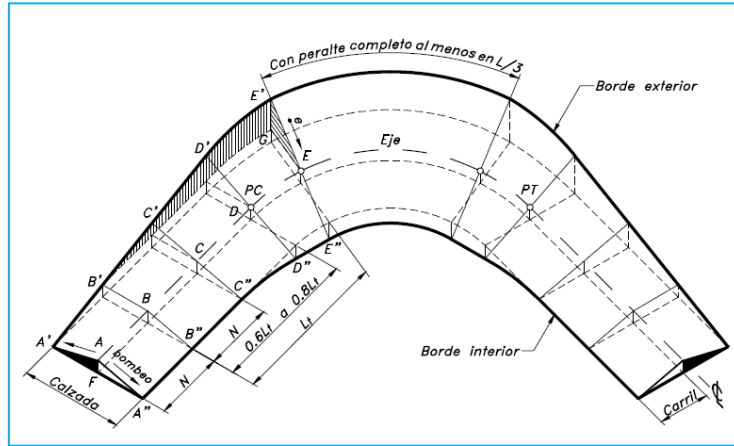
- ✓ La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en el cuadro anterior.
- ✓ La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos, es decir:

$$L_{min} = 0.56 V \text{ en Km/h}$$

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.

La longitud de transición para caminos de 4 y 6 carriles se incrementa en 1,5 y 2,5 veces con respecto a la longitud para caminos de 2 carriles. [15]

Gráfico N° 5: Transición del Peralte



Fuente: Diseño Geométrico de carreteras J. Cárdenas, 2013

✓ **Longitud Tangencial.**

Es la longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al “TE” de la curva espiralizada que se va a peraltar o, en el caso de la curva circular de un punto anterior al inicio de la transición de tal manera que la faja exterior de la calzada pase de su posición inclinada por el bombeo a la posición horizontal en el punto de inicio de la transición. [15]

La longitud tangencial, también llamada de aplanamiento se obtiene según la siguiente fórmula (en función de la longitud de transición).

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

Donde:

e' = Pendiente lateral de bombeo, %.

e = Peralte en la curva circular, %.

L = Longitud de transición del peralte, m.

✓ **Tangente Intermedia Mínima**

Es la distancia entre el fin de la curva anterior y el inicio de la siguiente, en el caso de dos curvas circulares consecutivas es la distancia entre el **PT** de la curva inicial y el **PC** de la curva siguiente, las longitudes de transición se dividen en $\frac{2}{3} L$ en tangente (antes del PC y después del PT), y $\frac{1}{3} L$ en la curva, (después del PC y antes del PT), se aplica la siguiente fórmula:

$$T_{IM} = \frac{2L_1}{3} + \frac{2L_2}{3} + X_1 + X_2$$

Donde:

TIM: Tangente intermedia mínima, m

L 1,2: Longitud de transición, m

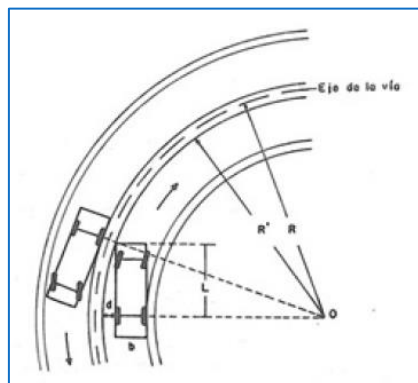
X 1,2: Longitud tangencial, m

La longitud mínima del arco circular (o transición de bombeo) = $\frac{1}{3}(L_1+L_2)$

b. El sobre ancho

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal el espacio que ocupa a lo ancho del carril es mayor que el ocupado en la tangente debido a que las ruedas traseras del vehículo siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras y a que los conductores tienen generalmente dificultad de mantener sus vehículos en el eje del carril correspondiente. Debe tenerse en cuenta, además la saliente de los vehículos sobre su eje delantero, la separación lateral entre ellos en calzadas de dos carriles y un factor de seguridad. [16]

Gráfico N° 6: Sobre ancho necesario en las curvas

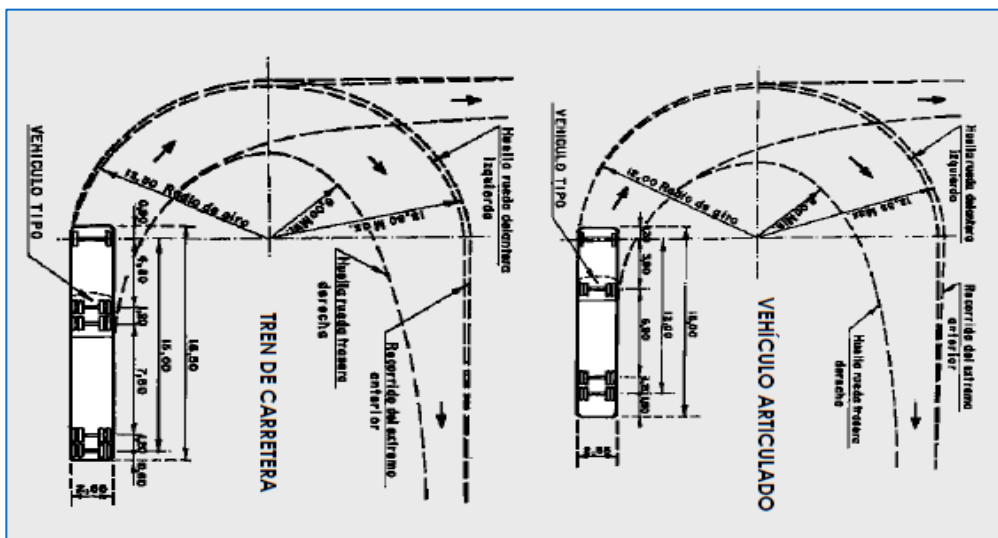


Fuente: Diseño de Carreteras de Paulo Emilio Bravo

El sobre ancho o anchura adicional con que se dota a una curva también se ve afectado por el radio de giro, entra entonces en acción valor del radio de giro estándar, muy útil para determinar la zona más externa del vehículo que se halla en contacto con el firme.

Los valores mínimos del radio de giro suelen oscilar alrededor de 5 metros para vehículos ligeros y de 9 metros para pesados. Pero este sobre ancho cobra una gran importancia en zonas en las que el vehículo se halla limitado lateralmente por paredes o cuando se circula paralelamente a otros vehículos. En estos casos, no sólo debemos procurar que el vehículo esté en contacto con el firme en todo momento, sino que ninguna parte del mismo entre en contacto con cualquier tipo de obstáculo, bien sea un muro u otro vehículo. [20]

Gráfico N° 7: Trayectorias y radios de giro de vehículos largos (AASHTO)



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

A fin de facilitar la operación de los vehículos en las curvas, el ancho del carril debe aumentarse en éstas en una faja que se denomina sobre ancho, cuya dimensión transversal pasa a determinarse con la siguiente fórmula.

$$S = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

R: Radio de la curva, m

A: Ancho del vehículo, m

S: sobreancho, m

V: Velocidad de diseño, Km/h

n: Número de carriles

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

✓ **Valores de Diseño.**

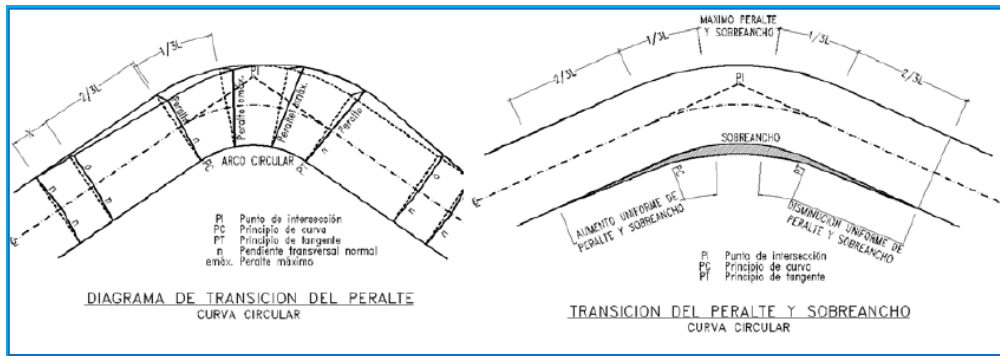
Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. El radio máximo para cada velocidad de diseño anotada, representa la curvatura a partir de la cual la tendencia de un vehículo a salir de su propio carril es mínima y al mismo tiempo la visibilidad es suficientemente amplia que, para los volúmenes de tránsito considerados, no es necesario ensanchar el pavimento en las curvas.

✓ **Distribución del sobreancho, en la longitud de transición y en curva espiral**

El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente desde los accesos a la curva, a fin de asegurar un alineamiento razonablemente gradual del borde del pavimento y coincidir con la trayectoria de los vehículos que entran o salen de una curva.

- En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento solamente. En las curvas diseñadas con espirales, el ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento.
- El ensanchamiento debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.
- En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es,
- 2/3 en la tangente y 1/3 dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva.
- Para el caso del alineamiento con curvas espirales, el ensanchamiento se lo distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, obteniéndose la magnitud total de dicho ensanchamiento en el punto espiral-circular (EC)

Gráfico N° 8: Transición de peralte y Sobreancho



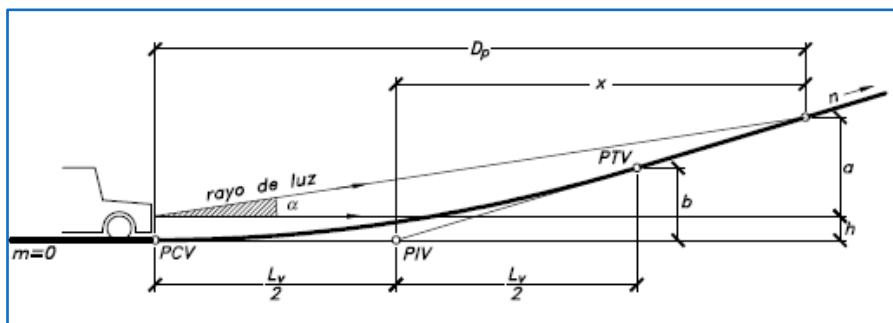
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

c. Distancia de visibilidad

La seguridad para el tránsito debe proveer todo riesgo de choque contra un obstáculo fijo o contra otro móvil que avance en sentido contrario tanto en diseño en planta como en perfil. En efecto hay que discutir dos tipos de distancias de visibilidad:

- La distancia de frenado o de parada
 - La distancia de paso o rebasamiento [16]
- ✓ **Distancia de visibilidad de parada o frenado de un vehículo (d_p)**

Gráfico N° 9: Curva vertical cóncava con visibilidad de parada



Fuente: Diseño Geométrico de carreteras C. James, 2013

Cuando el vehículo circula en curva, sea ésta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de parada es la mínima para que el conductor regular de un vehículo, marchando a la velocidad de diseño, pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo que aparece de improviso en su línea de circulación, en ningún punto de la carretera la distancia de visibilidad debe ser menor que la distancia de frenado. Por lo tanto, es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la

carretera, en ningún punto de la carretera la distancia de visibilidad debe ser menor que la distancia de frenado, esto ocurre en distancias horizontales y verticales. [16]

La longitud requerida para detener un vehículo en estas condiciones es la suma de las dos distancias:

- ✓ La requerida por el vehículo desde que hace visible el obstáculo hasta el instante que aplica los frenos.
- ✓ La recorrida por el vehículo luego de aplicar los frenos hasta que se detiene por completo.

$$d_p = d_{pr} + d_f$$

Para la determinación de la distancia de visibilidad de parada, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales.

Tabla N° 7: Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo Criterio de diseño: Pavimentos mojados y gradiente horizontal

Vd (Kph)	Vc asumida (Kph)	Percepción+Reacción para frenaje		Coeficiente de fricción longitudinal "f"	Distancia de frenaje "d2" gradiente cero (m)	Distancia de visibilidad para parada (d=d1+d2)	
		Tiempo (seg)	Distancia recorrida "d1" (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.4	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62	111.3	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.3	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.3	112.51	176.4	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP, 2003.

Experimentalmente se ha establecido que, bajo condiciones medias, el lapso de percepción puede señalarse en 1.5 segundos y de reacción en 1 segundo, para los cálculos, el periodo de conjunto de **percepción –reacción** se computa en 2.5 segundos como valor de aplicación práctica y depende primordialmente de la velocidad de marcha y de las condiciones físicas del conductor.

- **El lapso de percepción-reacción(d_{pr})**. - Distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor visualiza hasta la distancia de frenado del vehículo, es decir corresponde el lapso de decisión de obrar, con base a investigaciones el tiempo de este proceso varía entre ½ segundo y 4 segundos, para cuestiones de diseño se adopta 2.5 segundos y se obtiene la siguiente fórmula:

$$d_1 = \frac{Vc * t}{3.6} \rightarrow d_1 = \frac{Vc * 2.5}{3.6} \rightarrow d_1 = 0.6944 * Vc$$

$$\therefore d_1 = 0.70 * Vc$$

En donde:

d1: distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

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

t: tiempo de percepción más reacción en seg.

- **El esfuerzo de frenado (d_f)**. es el trabajo de frenado (T_f) que, por un principio de mecánica, es igual a la variación de la energía cinética del vehículo desde el momento en que se aplican los frenos, cuando marcha a la velocidad de diseño (**v**), hasta su estacionamiento, es decir.

$$d_2 = \frac{Vc^2}{2fg}$$

Para velocidades de diseño V en Km/h, se expresa:

$$d_2 = \frac{Vc^2}{3.6^2 * 9.81 * 2f} = \frac{Vc^2}{254 * f}$$

En donde:

d2 = distancia de frenaje sobre la calzada a nivel, expresada en metros.

f = coeficiente de fricción longitudinal.

V_c = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos, expresada en metros por segundo.

g = aceleración de la gravedad, en el Ecuador igual a 9,78 metros sobre segundo cuadrado.

La AASHTO recomienda, con criterio de seguridad, usar estos valores mínimos para calcular la distancia de frenado, y no asumir en pavimento húmedo la velocidad de diseño sino la velocidad de operación, que se estima entre el 85% y el 95% de aquella y que es la considerada para el cálculo. [16] La variación del coeficiente de fricción longitudinal (f) para pavimentos mojados se indica en la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Donde:

f : Coeficiente de fricción longitudinal.

V_c : Velocidad de circulación (km/h).

Tabla N° 8: Distancias de visibilidad mínima para parada de un vehículo (en metros)

Clase de Carretera	TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	>8.000	220	180	135	180	135	110
I	3.000 a 8.000	180	160	110	160	110	70
II	1.000 a 3.000	160	135	90	135	110	55
III	300 a 1.000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	Menos de 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

✓ **Distancia de visibilidad de paso**

La distancia de visibilidad de paso es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que marcha por su misma vía de circulación a menor velocidad, sin peligro de colisión con un tercero que pueda venir en dirección contraria por el carril que eventualmente utiliza para la maniobra de adelantar.

Tabla N° 9: Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Vd Km/h	Velocidad de los vehículos Km/h		Distancia mínima de rebasamiento metros	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	-	(80)
30	28	44	-	(110)
35	33	49	-	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	345 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

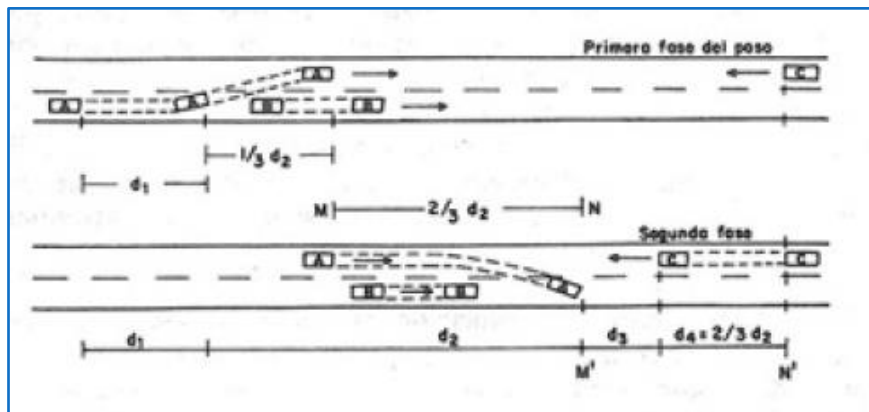
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

El problema de este tipo de visibilidad tiene su importancia en las vías de dos carriles con el tráfico en ambos sentidos, que constituyen la mayor extensión en los sistemas de carreteras.

El cálculo de la mínima distancia de visibilidad de paso para el diseño se basa en algunos factores:

- El vehículo lento que se va a pasar durante la maniobra viaja con velocidad uniforme.
- El vehículo que está tratando de pasar es obligado a viajar a la misma velocidad que el vehículo alcanzado, en todo trecho en que la distancia de visibilidad no ofrece seguridad para pasar.
- Una vez que se obtiene amplia visibilidad, el motorista del vehículo que va adelantarse necesita del breve tiempo de percepción- reacción para observar la situación y decidir sobre la maniobra de paso.
- El vehículo que pasa es acelerado entonces se considera que su velocidad media mientras realiza su operación, es de 16 Km/h superior a la del vehículo alcanzado.
- Un tercer vehículo aparece en el carril de tráfico opuesto cuando el vehículo que pasa ocupa inicialmente dicho carril completo.
- Es necesaria una distancia de seguridad entre el vehículo de tránsito opuesto y el vehículo que pasa, en el instante en que completa su ingreso al carril primitivo.

Gráfico N° 10: Distancias mínimas de visibilidad de paso para carreteras de 2 carriles



Fuente: Diseño de Carreteras P. Bravo, 1976

Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

d1= distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d3= distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

Asumir de 30 m a 90 m.

d4= distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, 2/3 de d2. Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante. Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

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

Las cuales se calculan con las fórmulas siguientes:

$$d1 = 0.14 t1(2V - 2m + at1)$$

$$d2 = 0.28Vt2$$

$$d3 = 30 \text{ m a } 90 \text{ m}$$

$$d4 = 0.8Vt2$$

En donde:

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

t1: tiempo de la maniobra inicial, expresado en segundos.

t2: tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

V: velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en Kilómetros por hora.

m: diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en kilómetros por hora. Esta diferencia se la considera igual a 16 kp/h promedio

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

Tabla N° 10 : Visibilidad Mínimas para el Rebasamiento de un vehículo

		Valor recomendable			Valor Absoluto		
Clase de Carretera	TPDA	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	>8.000	830	830	640	830	640	565
I	3.000 a 8.000	830	690	565	690	565	415
II	1.000 a 3.000	690	640	490	640	565	345
III	300 a 1.000	640	565	415	565	415	270
IV	100 a 300	480	290	210	290	150	110
V	Menos de 100	290	210	150	210	150	110
L-Terreno Llano							
O-Terreno Ondulado							
M-Terreno Montañoso							

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

La variación de distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, se la representa mediante la siguiente ecuación equivalente:

$$dr = 9.54V - 2.18 \quad \text{Para un rango } (30 < V < 100)$$

Donde:

dr: distancia de visibilidad para rebasamiento (m).

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

La variación de distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, se la representa mediante la siguiente ecuación equivalente:

2.3.4 DISEÑO EN PERFIL

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

a. Gradientes

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

Tabla N° 11: Valores de Diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas

Clase de Carretera	TPDA	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	>8.000	2	3	4	3	4	6
I	3.000 a 8.000	3	4	6	3	5	7
II	1.000 a 3.000	3	4	7	4	6	8
III	300 a 1.000	4	6	7	6	7	9
IV	100 a 300	5	6	8	6	8	12
V	Menos de 100	5	6	8	6	8	14
L-Terreno Llano							
O-Terreno Ondulado							
M-Terreno Montañoso							

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003

✓ Gradientes Mínimas.

La pendiente mínima carece de relación con la velocidad y con la tracción, pero tiene influencia directa en el escurrimiento de las aguas lluvias en el pavimento a lo largo de la cuneta. La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

✓ **Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño**

Como complemento de las normas de diseño además de la máxima pendiente debe tenerse en cuenta la longitud de esta. Así, el término longitud crítica de la pendiente es usado para indicar una máxima longitud de subida sobre la cual un camión cargado puede operar sin ver reducida su velocidad por debajo de un límite prefijado.

Para establecer los valores de longitud crítica deben asumirse los siguientes datos básicos: capacidad y potencia de un camión tipo como vehículo de diseño, velocidad de entrada a la longitud crítica y velocidad mínima aceptable en la pendiente

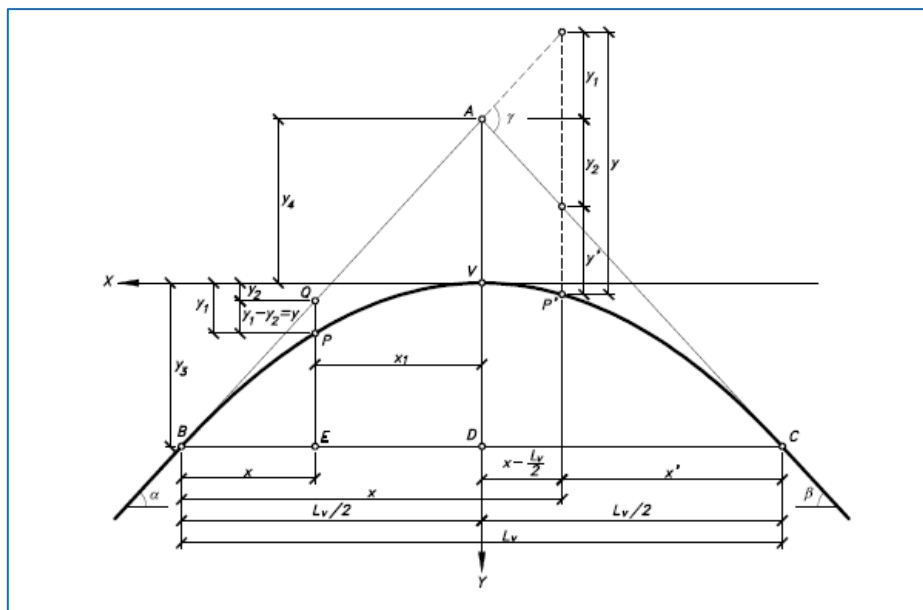
Tabla N° 12: La Gradiente y Longitud máximas

Gradiente	Longitud Máxima
8-10%	1000 m
10-12%	500m
12-14%	250m

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2000

b. Curvas Verticales

Gráfico N° 11: Parábola de eje vertical, perfectamente simétrica



Fuente: Diseño Geométrico de carreteras C. James, 2013

En el perfil o alineamiento vertical de una carretera los elementos rectos se unen por medio de curvas para proporcionar comodidad a los vehículos en su marcha, por eso se usa la parábola, como curva de transición pues con ella se obtienen efectos graduales de la fuerza centrífuga en el plano vertical. [16] Las ordenadas de la parábola a sus tangentes varían con el cuadrado de la distancia horizontal a partir del punto de tangencia y está expresada por la siguiente fórmula [15]:

$$Y = \left[\frac{X}{L} \right]^2 * h = \left[\frac{2X}{L} \right]^2 * h$$

siendo **h** la ordenada máxima en el punto **PIV** y que se expresa por:

$$h = \frac{AL}{800}$$

En donde:

A = Diferencia algebraica de gradientes, expresada en porcentaje

X = Distancia horizontal medida desde el punto de tangencia hasta la ordenada, expresada en metros.

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

La relación L/A expresa la longitud de la curva en metros, por cada tanto por ciento de la diferencia algébrica de gradientes; esta relación, denominada **K**, sirve para determinar la longitud de las curvas verticales para las diferentes velocidades de diseño. [15]

✓ **Curvas Verticales Convexas**

La longitud mínima de las curvas verticales convexas, con visibilidad de frenado, se determina para dos casos, según la distancia de visibilidad sea mayor o menor que la longitud de la curva. Considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros. Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

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

en donde:

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

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

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

✓ **Curvas Verticales Cóncavas.**

Entre los criterios existentes para determinar la longitud mínima de las curvas verticales cóncavas se puede presentar como el de la distancia de visibilidad nocturna por luces delanteras de los vehículos, la comodidad en la marcha, el control de drenaje y la apariencia del alineamiento vertical del cual el primer criterio es el más importante. La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{AS^2}{1.22 + 3.50S}$$

La fórmula anterior se basa en la altura del de los faros delanteros sobre el pavimento el cual se considera 0.75m, si bien la AASHTO la reducen a 0.60 m debido a la tendencia de las fábricas de automóviles a variar esta altura.

La longitud de una curva vertical cóncava y convexa en su expresión más simple es:

$$L = K A$$

Tabla N° 13: Coeficiente “K” de curvas verticales convexas y cóncavas mininas

		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
Clase de Carretera	TPDA	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	>8.000	115	80	43	80	43	28
I	3.000 a 8.000	80	60	28	60	28	12
II	1.000 a 3.000	60	43	19	43	28	7
III	300 a 1.000	43	28	12	28	12	4
IV	100 a 300	28	12	7	12	3	2
V	Menos de 100	12	7	4	7	3	2
L-Terreno Llano							
O-Terreno Ondulado							
M-Terreno Montañoso							

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003.

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas y cóncavas, expresada en metros, se indica por la siguiente fórmula:

$L_{\min}=0.60 V$ (V: velocidad de diseño)

✓ **Curvas verticales asimétrica**

Son aquellas para la cuales son desiguales las proyecciones horizontales de las tangentes, esto se presenta cuando en una de las tangentes o elementos rectos por empalmar en el perfil, existe un punto obligado que limita la longitud de la respectiva rama de la parábola, generalmente esto se produce en accesos a puentes, en intersecciones con carreteras o vías férrea, etc.

d. Controles del Alineamiento Vertical

- Debe diseñarse una rasante suave con cambios graduales, en consonancia con el tipo de camino o calle y el carácter del terreno, en lugar de una línea con numerosas interrupciones y longitudes cortas de pendientes.
- En pendientes largas, puede ser preferible colocar las pendientes más empinadas en la parte inferior y aplanar las pendientes cerca de la parte superior de la subida o romper la pendiente sostenida con cortos intervalos de pendiente más suave, en lugar de dar una pendiente uniformemente sostenida.
- Generalmente se debe evitar la rasante espalda-quebrada (dos curvas verticales del mismo sentido separadas por una sección corta de pendiente recta); en particular donde la vista se hunde.
- Cuando las intersecciones a nivel ocurren en secciones de camino con cuestas moderadas a empinadas, es deseable reducir la pendiente a través de la intersección. Tales cambios de perfil son beneficiosos para los vehículos que giran, y sirven para reducir las posibilidades de choques.
- Curvas verticales cóncavas debe evitarse en los cortes, a menos que pueda proveerse un drenaje adecuado. [10]

e. Consideraciones de la combinación de un alineamiento Horizontal y Vertical

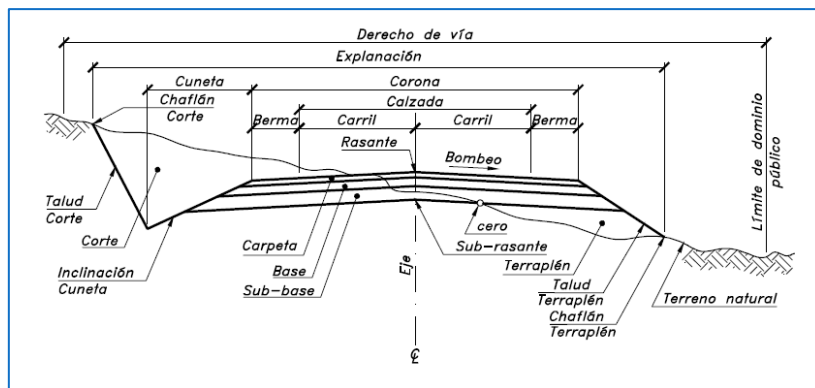
Los alineamientos vertical y horizontal están íntimamente relacionados y a los cuales se debe prestar mucha atención en su estudio, pues se vuelve muy costoso corregir diferencias de alineamiento después de construir el camino, las cuales se obtienen mediante estudios de ingeniería, y se las puede citar:

- La curvatura y pendientes deben estar en equilibrio adecuado.

- La curvatura vertical debe estar superpuesta adecuadamente a la curvatura horizontal, o viceversa, generalmente resulta en un camino agradable, pero estas combinaciones deben analizarse para determinar su efecto sobre el tránsito.
- Una curvatura horizontal cerrada no debería introducirse en o cerca de la cima de una pronunciada curva vertical convexa, el efecto causado se evita si la curva horizontal más larga que la curva vertical [10].
- La curvatura horizontal fuerte no debe introducirse en la parte inferior de una fuerte bajada que se acerca al punto más bajo de una curva vertical cóncava pronunciada.

2.3.5 SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

Gráfico N° 12: Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta

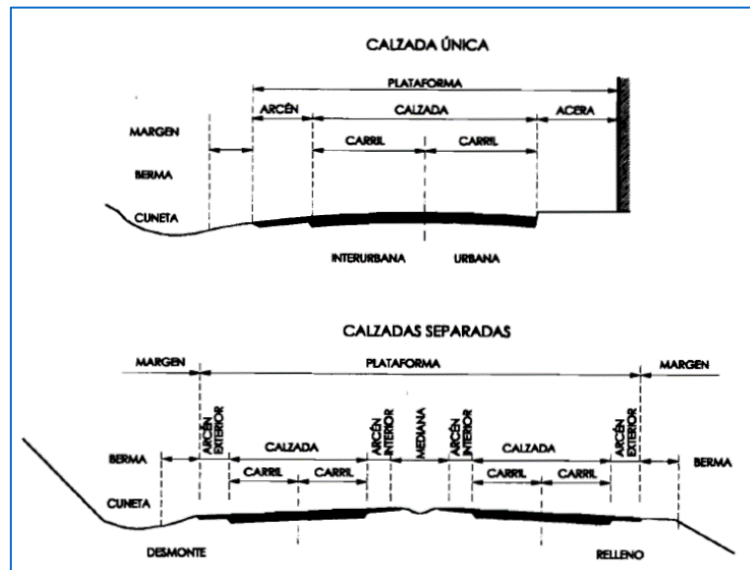


Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras J. Cárdenas, 2013

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. [18]

a. Elementos de la sección transversal

Gráfico N° 13: Elementos de la Sección Transversal Típica



Fuente: Ingeniería de carreteras C. Kraemer, 2004

- ✓ **La calzada.-** Es la zona de la plataforma de una carretera destinada a la circulación segura y cómoda de los vehículos, para ello es necesario que su superficie esté pavimentada de forma que sea posible utilizarla todo el tiempo y ésta suele dividirse en varias franjas denominadas carriles cada una de ellas con una anchura suficiente para que circule una fila de vehículos. [18]

Tabla N°: 14: Ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico

ANCHOS DE CALZADA			
Clase de Carretera		Ancho de la Calzada (m)	
TIPO	TPDA	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II	>8.000	7.3	7.3
I	3.000 a 8.000	7.3	7.3
II	1.000 a 3.000	7.3	6.5
III	300 a 1.000	6.7	6
IV	100 a 300	6	6
V	Menos de 100	4	4

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP, 2003.

- ✓ **Sobre ancho. -** Aumento en la sección transversal de una calzada en las curvas. Cuya función principal es asegurar espacios libres adecuados entre los vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o unidireccionales, y entre el vehículo y el borde de la carretera. [21]

- ✓ **Corona.** - Conjunto formado por la calzada (zona de la vía pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado) y las bermas (fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas).

Función: la calzada está destinada a la circulación de vehículos, y está constituida por dos o más carriles. Si está pavimentada, queda comprendida entre los bordes internos de las bermas. [21]

- ✓ **Cuneta.** - Es una zanja, revestida en concreto o no, construida paralelamente a las bermas. Su dimensión se deduce de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta la intensidad de la lluvia prevista, la naturaleza del terreno, la pendiente y el área que drenan. Destinada a recoger y canalizar longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. Las cunetas revestidas en concreto se diseñan para que al final de su longitud su sección llegue al nivel de rebosamiento. El control de rebosamiento aplica para el caso más crítico, cuando la cuneta tiene la pendiente longitudinal igual a la pendiente mínima de la vía (0,5 %). [21]

En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante para esto habrá que necesariamente revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino. [15]

- ✓ **Talud.** - Paramento o superficie inclinada que limita lateralmente un corte o un terraplén. Su inclinación se mide por la tangente del ángulo que forman tales planos con la vertical en cada sección de la vía. La inclinación de los taludes de corte es variable a lo largo de la vía según sea la calidad y estratificación de los suelos encontrados. Si un terraplén debe cimentarse sobre terrenos que presenten inclinaciones superiores a 20 %, es necesario realizar obras especiales para minimizar los peligros de deslizamiento o asentamientos diferenciales excesivos. En el caso de la construcción de terraplenes en laderas con pendientes pronunciadas, deben erigirse escalones que minimicen el riesgo de movimientos de masa de tierra. [21]

2.3.6 EL SUELO

En cualquier caso, el suelo es el soporte último de todas las obras de infraestructura, por lo que es necesario estudiar su comportamiento ante la perturbación que supone cualquier asentamiento antrópico, en este caso una carretera.

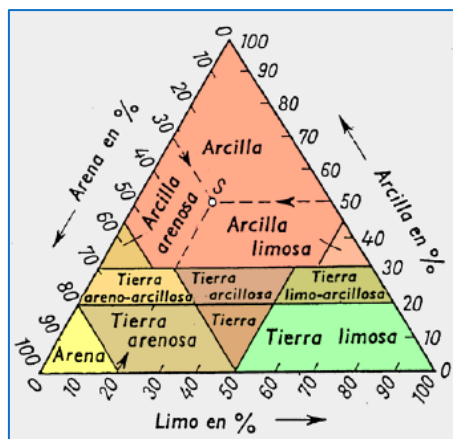
La geología contribuye de echo a resolver problemas y procesos o etapas de la ingeniería civil, cuyo enfoque ayuda al profesional en esta área a construir de manera más satisfactoria, cuando se conocen las condiciones geológicas en cualquier tipo de obra, pues actualmente la demanda de construcción se ha elevado, saber sobre temas como la erosión, desprendimientos de rocas y deslizamientos de tierra de grandes cortes de carreteras ahorrara tiempo y dinero. [22]

Además de las características ya indicadas y aplicadas al corredor vial es necesario y de suma importancia analizar la estabilidad de laderas naturales, comportamientos de los cauces naturales respecto a la socavación y sedimentación, estudio de sitios cercanos para fuentes de materiales y la ubicación de un sitio de bote denominado en nuestro medio escombreras. [23]

a. Origen de los Suelos

Los suelos provienen de la alteración –tanto física como química- de las rocas más superficiales de la corteza terrestre. Este proceso, llamado meteorización, favorece el transporte de los materiales alterados que se depositarán posteriormente formando **alterita**, a partir de la cual y mediante diversos procesos se consolidará el suelo propiamente dicho.

Gráfico N° 14: Clasificación composicional de un suelo



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

b. Suelos granulares

Este tipo de suelos está formado por partículas agregadas y sin cohesión entre ellas dado el gran tamaño de las mismas, su origen obedece fundamentalmente a procesos de

meteorización física: **lajamiento, termoclastia, hialoclastia** o fenómenos de hidratación física.

Las características principales de este tipo de suelos son:

- ✓ Su buena capacidad portante
- ✓ Su elevada permeabilidad, lo que permite una rápida evacuación del agua en presencia de cargas externas, esta capacidad de drenaje es proporcional al tamaño de las partículas, o, dicho de otro modo, al volumen de huecos o porosidad del suelo.

Dentro de esta clase de suelos se distinguen dos grandes grupos: el de las gravas y el de las arenas. El límite entre ambos grupos viene dado por su granulometría, considerándose arena la fracción de suelo de tamaño inferior a 2 mm.

c. Suelos cohesivos

A diferencia de los anteriores, esta categoría de suelos se caracteriza por un tamaño más fino de sus partículas constituyentes (inferior a 0.08 mm.), lo que les confiere unas propiedades de superficie ciertamente importantes.

Su principal característica es la cohesión ya que aumenta la resistencia frente a esfuerzos cortantes se puede dividir en 2 grandes grupos: los limos –de origen físico- formados por partículas de grano muy fino (entre 0.02 y 0.002 mm) y las arcillas, compuestas por un agregado de partículas microscópicas procedentes de la meteorización química de las rocas.

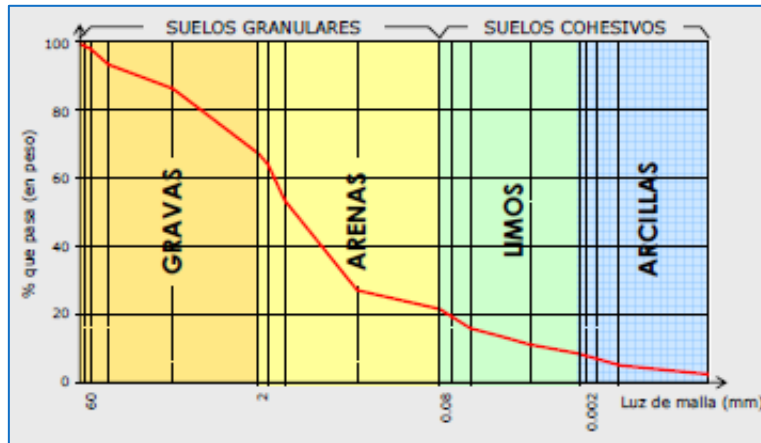
Este tipo de suelos se caracteriza por su baja permeabilidad, al dificultar el paso del agua por el reducido tamaño de sus poros, y su alta compresibilidad.

d. Análisis Granulométrico

A través de este ensayo se establecen los distintos tamaños de granos existentes en una muestra patrón para ello se emplea una serie normalizada de tamices de malla cuadrada o circular y abertura decreciente, de acuerdo a normativas existentes como ASTM D-2487/69 americana.

Por otro lado, cuando se requiere saber la granulometría del agregado fino limos y arcillas es necesario utilizar el método de sedimentación descrito en la misma norma. [20]

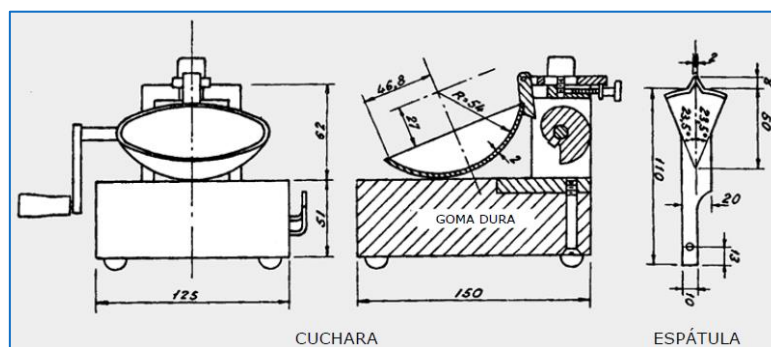
Gráfico N° 15: Curva granulométrica de un suelo.



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

e. Límites de Atterberg

Gráfico N° 16: Cuchara de Casagrande.



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

Ensayos que relaciona el grado de plasticidad de un suelo con su contenido en agua o humedad, expresado en función del peso seco de la muestra, en cual se puede clasificar cuatro estados de consistencia a partir de los cuales se determinan sus límites.

- **El límite líquido** Se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico.

El ensayo se basa en la determinación de la cantidad de agua mínima que puede contener una pasta formada por 100 g. de suelo seco que haya pasado por el tamiz N° 40. Para ello,

se coloca sobre el mencionado artefacto y se acciona el mecanismo de éste, contándose el número de golpes necesario para cerrar un surco –realizado previamente con una espátula normalizada en una longitud de 13 mm.

El ensayo se dará por válido cuando se obtengan dos determinaciones, una de entre 15 y 25 golpes, y otra de entre 25 y 35.

La humedad correspondiente al límite líquido será la correspondiente a 25 golpes, y se determinará interpolando en una gráfica normalizada las dos determinaciones obtenidas experimentalmente.

- **El límite plástico** Se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra seca al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico en este ensayo se realiza cilindros de 3 mm. de diámetro sin que se desmoronen, realizándose dos determinaciones y hallando la media. Este ensayo se realiza con 200 g. de muestra seca y filtrada a través del tamiz N° 4, como en el caso anterior.
- **Índice de plasticidad (IP)** Da una idea del grado de plasticidad que presenta el suelo, un suelo muy plástico tendrá un alto índice de plasticidad y es igual a la diferencia entre los límites líquido y plástico. [24]

$$IP = LL - LP$$

Tabla N° 15: Valores típicos de consistencia del suelo.

PARÁMETRO		TIPO DE SUELO		
		Arena	Limo	Arcilla
LL	Límite Líquido	15-20	30-40	40-150
LP	Límite Plástico	15-20	20-25	25-50
LR	Límite de retracción	12--18	14-25	8--35
IP	Índice de plasticidad	0-3	10--15	10-100

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

- **Límite de retracción.** - Se define como el porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona ya disminución en el volumen del suelo.

f. Compacidad del suelo

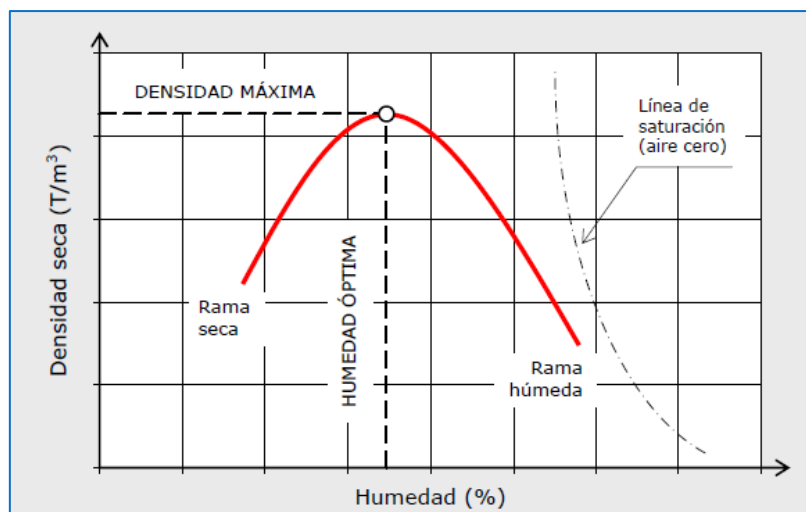
La compacidad de un suelo es una propiedad importante en carreteras, al estar directamente relacionada con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un firme, adquiere una importancia crucial en el caso de los terraplenes y todo tipo de relleno en general, en el que el suelo debe quedar lo más consolidado posible para evitar asentamientos causantes de variaciones en la rasante y alabeo de la capa de rodadura y durante la posterior explotación de la vía.

g. Prueba Próctor

Se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad y ésta tiene por objeto:

- ✓ Determinar el peso volumétrico seco $\gamma_s \text{ máx}$ que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima ω_o a que debería hacerse la compactación.
- ✓ Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción o cuando ya se encuentran construidos los caminos, aeropuertos y calles, relacionando el peso volumétrico obtenido en el lugar con el peso volumétrico próctor.

Gráfico N° 17: Curva Humedad vs densidad seca

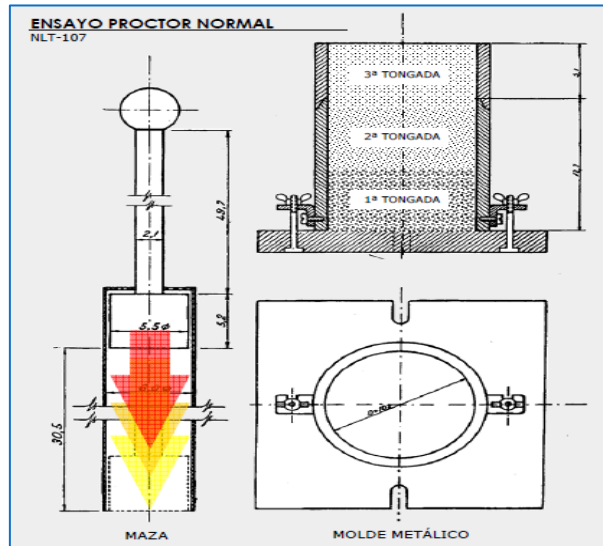


Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

Para la realización de este ensayo existen dos variantes Próctor Normal (PN) y Modificado (PM) su diferencia radica únicamente en la energía de compactación

empleada, del orden de 4,5 veces superior en el segundo caso que, en el primero, además de la su variación en número de capas y muestra empleada, Esta diferencia puede explicarse fácilmente, ya que el Próctor modificado no es más que la lógica evolución del Normal, causada por la necesidad de emplear maquinaria de compactación más pesada dado el aumento de la carga por eje experimentado por los vehículos.

Gráfico N° 18: Utensilios empleados para la realización del Próctor normal

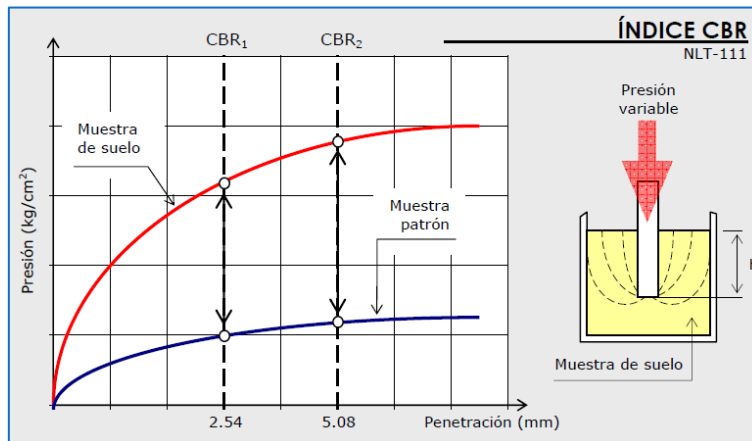


Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón,2000

h. Ensayo C.B.R

El **índice CBR** se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón de grava machacada, expresada en tanto por ciento.

Gráfico N° 19: Determinación del Índice del C.B.R



Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón,2000

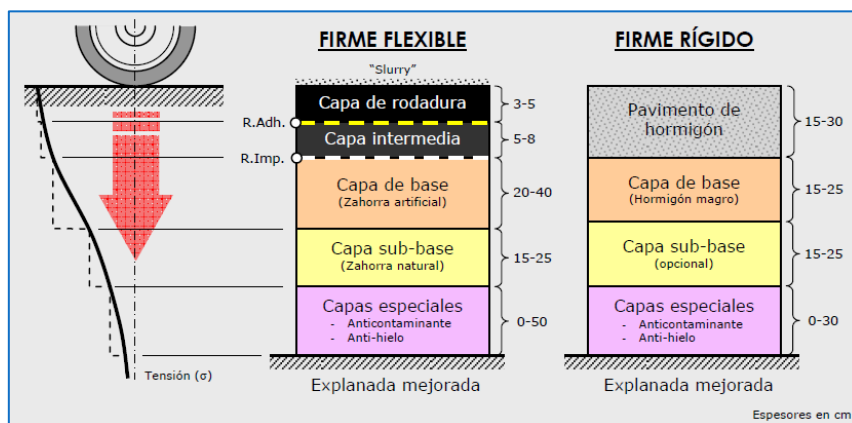
$$C.B.R = \frac{\text{Presión en muestra Problema}}{\text{Presión en Muestra Patrón}} * 100$$

Generalmente se toman diversos pares de valores presión-penetración, construyéndose una gráfica como la de la siguiente figura; en ella, se toman los valores correspondientes a una profundidad de 2.54 y 5.08 mm. (0.1 y 0.2 pulgadas), comparándose con los de la muestra patrón para dichas profundidades. El índice CBR del suelo será el mayor de los dos obtenidos. [20]

2.3.7 CONSTITUCIÓN DEL FIRME

Es una estructura multicapa constituida por un conjunto estratificado de capas sensiblemente horizontales que reposan una sobre otra, pudiendo existir entre ellas distintos tipos de tratamientos que mejoren su adherencia.

Gráfico N° 20: Capas genéricas de un firme



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

- **Capa de rodadura:** Esta capa conforma la parte más superficial del pavimento, por lo que está sometida a la intemperie y en contacto directo con los neumáticos, debe brindar resistencia, debe ser impermeable, antideslizante y duradera.
- **Capa intermedia o binder:** Se halla inmediatamente debajo de la capa de rodadura, sirviendo de intermediaria entre dicha capa y las situadas a mayor profundidad. Su función principal es constituir una superficie de apoyo bien nivelada y uniforme sobre la que se pueda extender la capa de rodadura con un espesor constante y ésta debe ser resistente y duradera.

- **Capa de base:** Constituye el principal elemento portante de la estructura del firme, debiendo repartir y absorber prácticamente la totalidad de las cargas verticales, su función es el de repartir las cargas verticales.
- **Capa sub-base:** Se trata de una base de peor calidad, dado que no tiene que resistir cargas excesivas del tráfico, su función principal es el de drenar o escurrir el agua que se infiltre en el firme.
- **Capas especiales:** Son aquellas en las que no son del todo indispensables en toda construcción de carreteras, pero si lo pueden ser en ciertas circunstancias entre los casos se pueden distinguir membranas y geotextiles capas anticontaminantes capas estabilizadas esto se presenta generalmente en zona oriental por la excesiva presencia de suelo cohesivo.

a. Tipos de Firme

- **Firme flexible.** - Se caracterizan por estar constituidos por una serie de capas cuyos materiales presentan una resistencia a la deformación decreciente con la profundidad y en las cuales la capa superficial está formada por mezclas bituminosas compuestas por áridos y ligantes hidrocarbonados convenientemente dosificados, lo que otorga al firme el carácter flexible que le da nombre.
- **Firmes rígidos.** - Los firmes rígidos constan de un pavimento formado por una losa de hormigón, apoyada sobre diversas capas, algunas de ellas estabilizadas.

2.3.8 ESTRUCTURAS DE DRENAJE

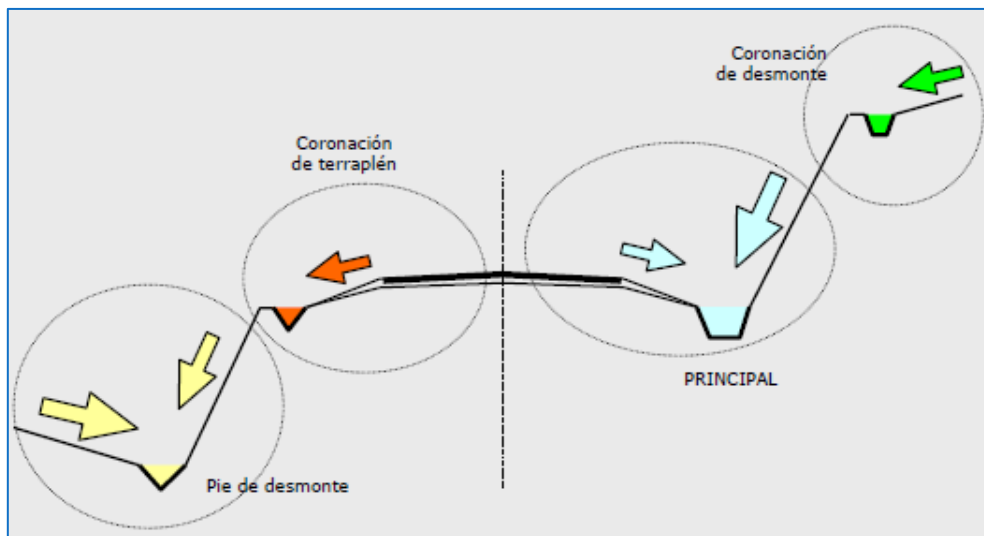
Cuando se diseña una vía se requiere que ésta se mantenga en el tiempo de diseño y no se vea afectado por el agua, es por ello que requieren del cálculo de obras hidráulicas que respondan adecuadamente a los máximos caudales obtenidos mediante la aplicación de fórmulas empíricas, para lo cual se debe contar con un registro suficiente de lluvias de donde se deducen las curvas de Intensidad-frecuencia –Duración.

Sus principales funciones son:

- ✓ Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- ✓ Controlar el nivel freático.
- ✓ Interceptar al agua que superficial o subterráneamente. Conducir de forma Controlada el agua que cruza la vía.

a. Drenaje Longitudinal

Gráfico N° 21: Ubicación de los distintos sistemas de recogida de aguas pluviales.



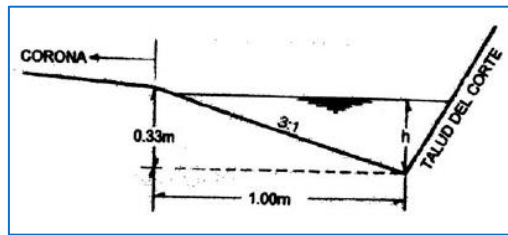
Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesario establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo. [16]

- ✓ **Cunetas.** - Se define como el elemento longitudinal situado en el extremo de la calzada y que discurre paralelo a la misma, cuyas principales misiones son:
 - Recibir y canalizar las aguas pluviales procedentes de la propia calzada y de la escorrentía superficial de los desmontes adyacentes.
 - En determinados casos, recoger las aguas infiltradas en el firme y terreno adyacente.
 - Servir como zona de almacenaje de nieve, caso de estar en zona fría.
 - Ayudar a controlar el nivel freático del terreno. [15]

La cuneta se localizará entre el espaldón de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. [15]

Gráfico N° 22: Dimensiones típicas de cunetas triangulares.



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003.

Las formas de la sección transversal cunetas pueden ser triangulares, rectangulares y trapezoidales, se usa generalmente cunetas triangulares por la facilidad de construcción, las otras se usan en casos especiales pues por ejemplo una cuneta rectangular genera una sensación de peligro al costado de la vía.

b. Drenaje transversal

✓ **Tipos de drenaje**

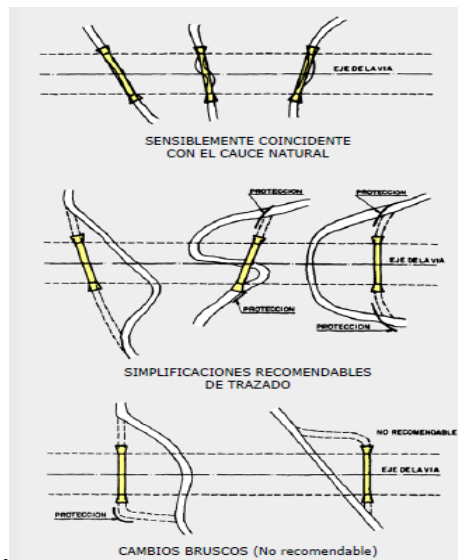
El ingeniero con su experiencia debe determinar estructuras que satisfagan condiciones hidráulicas y geotécnica, debe saber manejar soluciones cuando el cauce arrastre materiales los cuales pudiesen obstaculizar dañar la estructura. Existe una variedad de estructuras en la cuales se puede destacar:

- Alcantarillas metálicas (tubo circular)
- Alcantarilla de tubo de concreto simple con un $\phi=0.60\text{m}$ y reforzado para diámetros mayores.
- Alcantarillas de muros y losas, para luces de 1 y 5m
- Alcantarillas de cajón o box-culvert.
- Pontones y Puentes.

✓ **Localización**

La eficiencia y operación de una alcantarilla dependen de su ubicación con respecto a la dirección de la corriente por evacuar. la colocación de una obra implica la restricción del paso natural de las aguas especialmente en sus máximas crecientes.

Gráfico N° 23: Plantas de pequeñas obras de drenaje transversal.



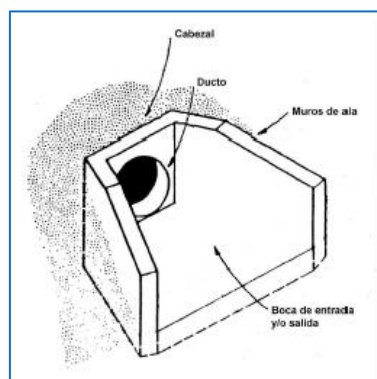
Fuente: Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

✓ **Alcantarillas rígidas**

En suelos muy blandos suele recurrirse a la construcción de cajones de concreto, cuando el suelo es cenagoso es preferible iniciar la construcción de un terraplén para mejorar el suelo y evitar asentamientos muy grandes

✓ **Alcantarillas flexibles**

Gráfico N° 24: Elementos de una alcantarilla



Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003.

La flexibilidad de una alcantarilla metálica alivia considerablemente los estados de esfuerzo actuantes en la propia estructura, en comparación a una rígida, debido al

fenómeno de arqueo sobre la bóveda que puede ser hasta un 5% de la máxima dimensión vertical. [16]

2.3.9 CONSIDERACIONES DEL DISEÑO HIDRÁULICO

El análisis hidráulico de una estructura de drenaje se basa en la aplicación de los principios básicos de la hidráulica y en sus ecuaciones fundamentales de continuidad, energía y cantidad de movimiento. Estos principios y ecuaciones son igualmente válidos en conducciones forzadas o a superficie libre; sin embargo, en este último caso, es necesario considerar, además, las condiciones inherentes al flujo, debido a que el tirante de la sección tiene la libertad de variar su magnitud de acuerdo con las características geométricas e hidráulicas a lo largo de la conducción. [15]

Las alcantarillas que trabajan a sección total o parcialmente llena, con presiones nulas se clasifican como canales y tienen todas las características de los mismos; por el contrario, cuando las alcantarillas trabajan a presión se analizan como conductos cerrados

a. Esguerrimiento en alcantarillas

El flujo en una alcantarilla se manifiesta por formas típicas de esguerrimiento: 1) con control de entrada y 2) con control de salida.

b. Parámetros de diseño

El cálculo dimensional de una alcantarilla se efectuará con base al caudal máximo de diseño, a la pendiente establecida y a la verificación de la velocidad máxima y/o el remanso en la entrada

✓ **Área de drenaje.**

El área de drenaje se puede determinar en las cartas topográficas del IGM (escala 1:25.000), o en fotografías aéreas

✓ **Intensidades.** Se determinarán las intensidades de precipitación y se relacionarán con su frecuencia y duración

✓ **Período de retorno.**

De acuerdo al tipo de carretera, se asignan los siguientes períodos de retorno: (1) Para carreteras arteriales, será no menor a 200 años; (2) para carreteras colectoras, será no menor a 150 años; (3) Para carreteras vecinales, será no menor de 100 años.

✓ **Tiempo de concentración**

Debido a la limitada información existente se recomienda tomar el tiempo de duración de la lluvia igual al tiempo de concentración, considerando que en ese lapso se produce la mayor aportación de la cuenca al cauce. Para el cálculo del tiempo de concentración existen varias expresiones empíricas, siendo la más utilizada la fórmula de Rowe. [15]

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

Donde:

tc = El tiempo de concentración, en min.

L = La longitud del cauce principal, en m.

H = El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga, en m.

- ✓ **Precipitación máxima en 24 horas.** - Se obtendrá de los registros de las estaciones pluviométricas más cercana a la zona del proyecto.
- ✓ **Coefficiente de escorrentía.** - Este coeficiente establece la relación que existe entre la cantidad total de lluvia que se precipita y la que escurre superficialmente

c. Método Racional para diseño De alcantarillas

Método utilizado para drenar áreas que no excedan las 400Ha, el cual se basa en determinar el caudal en función de los datos de precipitación pluvial del lugar.

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

Q= Caudal máximo esperado m³/seg

C= Coeficiente de escurrimiento

I= Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A= Número de hectáreas tributarias

d. Tipos de Flujo en Alcantarillas

Según sean las relaciones entre los niveles en las secciones aguas arriba y aguas debajo de la alcantarilla, con los parámetros característicos de ésta (longitud, diámetro, rugosidad, pendiente, etc.) se distinguen seis tipos diferentes de flujo en alcantarillas.

- Alcantarilla Ahogada.
- Alcantarilla con entrada Ahogada y salida flujo lleno.

- Alcantarilla con entrada Ahogada y salida flujo no lleno.
- Alcantarilla con entrada no Ahogada y salida libre con régimen supercrítico.
- Alcantarilla con entrada no Ahogada y salida libre con régimen Sub_ crítico.
- Alcantarilla con entrada no Ahogada y salida libre con régimen supercrítico sin alcanzar el tirante crítico.

Tabla N° 16: Resumen Flujo en Alcantarillas

ALCANTARILLAS			
TIPO	CONDICIÓN	CAUDAL	ESQUEMA
1	$\frac{h_1 - z}{D} > 1$ y $\frac{h_4}{D} > 1$	$Q = C_D A_T \left[\frac{2g(h_1 - h_4)}{1 + \frac{2gC_D^2 n^2 L}{R_T^{4/3}}} \right]^{1/2}$	
2	$\frac{h_1 - z}{D} \geq 1.5$ y $\frac{h_4}{D} \leq 1$	$Q = C_D A_T \left[\frac{2g(h_1 - h_3)}{1 + \frac{2gC_D^2 n^2 L}{R_T^{4/3}}} \right]^{1/2}$	
3	$\frac{h_1 - z}{D} \geq 1.5$ y $\frac{h_4}{D} \leq 1$	$Q = C_D A_T \sqrt{2g(h_1 - z)}$	
4	$\frac{h_1 - z}{D} < 1.5$; $h_4 < h_c$ y $S_o > S_c$	$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 - z + \frac{v_1^2}{2g} - y_c - h_{f1-2} \right)}$	Alcantarilla Tipo 4
5	$\frac{h_1 - z}{D} < 1.5$; $h_4 < h_c$ y $S_o < S_c$	$Q = C_D A_c \sqrt{2g \left(h_1 + \frac{v_1^2}{2g} - y_c - h_{f1-2} - h_{f2-3} \right)}$	Alcantarilla Tipo 5
6	$\frac{h_1 - z}{D} < 1.5$; $h_4 > h_c$ y $h_4 < D$	$Q = C_D A_3 \sqrt{2g \left(h_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_3 - h_{f1-2} - h_{f2-3} \right)}$	Alcantarilla Tipo 6

Fuente: Curso de Hidrología e Hidráulica Aplicadas E. Lorenzo, D. Bellón

En el cuadro que sigue el termino CD es un coeficiente de descarga el cual contempla las pérdidas dentro de la alcantarilla, este se extrae de las tablas de diseño de alcantarillas en el cual está restringida cada tabla al tipo de flujo.

e. Alcantarillas para drenaje de cunetas.

El caudal máximo se determinará por la sumatoria de los volúmenes de escurrimiento de las cunetas, estimados para un período de retorno especificado [15]

f. Protección de Entrada y Salida

La funcionalidad de una alcantarilla de cualquier tipo, se puede mejorar mediante una estructura de transición, a la entrada y salida del ducto que estará formada por muros de ala que son, al mismo tiempo, muros de contención de tierra y guías para encauzar el agua, que transforma gradualmente su régimen: del que tenía en el terreno natural, al del interior y, otra vez, al del terreno natural.

Estos muros de ala son divergentes, con un ángulo de aproximadamente 45 grados, respecto al eje longitudinal de la alcantarilla, arrancan del mismo nivel de la losa o de la parte superior del muro cabezal y descienden con talud 1.5 :1 hasta tener una altura entre 0.30 m a 0.85 m, en su parte más alejada [15]

En caso de utilizar tubos se diseñarán, además muros cabezales paralelos al eje de la carretera, debajo del borde exterior de la losa de hormigón de la entrada y salida, se diseñará un dentellón de hormigón, su altura será no menor de 0,60m, medida desde la cara inferior de la losa, además se colocará una capa de geotextil de por lo menos 3m seguido de un enrocamiento de no menos de 2 capas según lo amerite.

Tabla N° 17: Protección contra la socavación local para un tirante de 1m de flujo

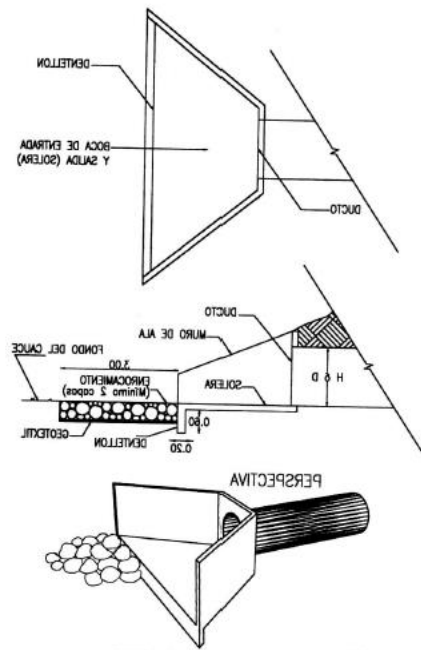
VELOCIDAD V1 (m/s)	PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL(kg/m3)				
	1600	1800	2000	2200	2400
1	8	8	7	6	6
1.3	15	113	112	11	10
2	18	16	13	13	12
2.5	27	24	21	19	18
3	38	34	31	28	26
3.5	53	46	42	38	35
4	68	60	54	50	46
4.5	86	77	69	63	58
5			85	77	70

Fuente: Normas de Diseño MOP 2003

g. Formas de la Entrada y Salida

Las entradas sirven para proteger el terraplén y si se diseñan adecuadamente puedan mejorar las condiciones de funcionamiento de la alcantarilla, por lo que resulta conveniente que éstas, en la entrada, tenga bordes afilados o redondeados. [15]

Gráfico N° 25: Detalles de protección de una alcantarilla



Fuente: Normas de Diseño MOP 2003

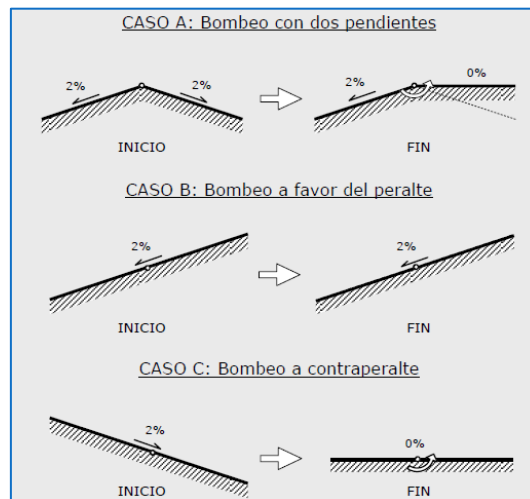
✓ Obras Complementarias de Drenaje

Además de las obras de drenaje es necesario disponer de otras obras menos conocidas que contribuyen a encauzar y eliminar las aguas superficiales que de otro modo podrían causar daños, tales obras complementarias de drenaje se entenderán a las siguientes: el bombeo, las rampas de descarga, las bermas, el sembrado de especies vegetales, y los canales interceptores

✓ Bombeo (pendiente transversal)

Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre ésta, escurra hacia sus espaldones. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%; en las secciones en curva. [15]

Gráfico N° 26: Casos del desbanecimiento del bombeo.



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

- ✓ **Cortes en Terrazas.** - Los cortes en terrazas o escalonamientos cumplen también funciones de drenaje superficial, de control de aguas turbulentas y de conducción y eliminación
- ✓ **Vegetación.** - Es una de las más efectivas protecciones de los taludes de un corte o un terraplén o del terreno natural contra la acción erosiva del agua superficial es la siembra de especies vegetales.
- ✓ **Los Canales Interceptores.** - Se refieren a los canales que se construyen con fines de encauzamiento de las aguas superficiales que escurrirían hacia la corona de una vía terrestre, causando en ella erosiones o depósitos inconvenientes. [15]
- ✓ **Bordillo.** - Se denomina **bordillo** a la pieza de piedra, hormigón o ladrillo destinada a los siguientes usos:
 - Confinamiento de áreas pavimentadas u otras superficies. [25]
 - Separación de zonas, como puede ser un vial de una zona peatonal.
 - Delimitación física o visual, en la que sea necesaria un cambio de cota
 - Drenaje, evacuación o canalización de aguas pluviales superficiales en zonas urbanizadas, individualmente o en combinación con otros bordillos.
- ✓ **Rampas de Descarga.** - Son canales que se conectan con las cunetas y/o contra cunetas y descienden transversalmente por los taludes de la vía.

2.3.8 INTERSECCIONES

Los nudos o intersecciones surgen como una solución con el problema denominado cruce y la unión de dos o más carreteras y el comportamiento de los vehículos de su entorno. Las intersecciones de las vías a nivel, por ser los tramos más peligrosos, deben ser ubicados en lugares con buena visibilidad, en rectas y preferentemente en la parte interior de perfil longitudinal

Los tres tipos generales de cruces de caminos son intersecciones a-nivel, cruces o pasos a desnivel sin ramas, y distribuidores.

En función de lo anterior se tendrá para todo el proyecto intersecciones a nivel, estas se encuentran entre los elementos más complicados de una calle o camino. El control de tránsito requiere que algunos o todos los usuarios desaceleren o paren únicamente en las intersecciones. Por lo general las intersecciones tienen menos capacidad que otras partes del camino y son donde se producen la mayoría de los conflictos de tránsito. El diseño de las intersecciones es importante para los usuarios de las intersecciones y los propietarios de los terrenos adyacentes. Por lo tanto, deben seleccionarse con cuidado los criterios de diseño, lo que se traducirá en un diseño equilibrado y rentable que dará una operación eficiente con bajas frecuencias de choques, y que considera las necesidades de todos los grupos de usuarios.

Los criterios de diseño también deben cumplir con la movilidad, ambiente, escenografía, estética, cultura, recursos naturales y necesidades de la comunidad [10].

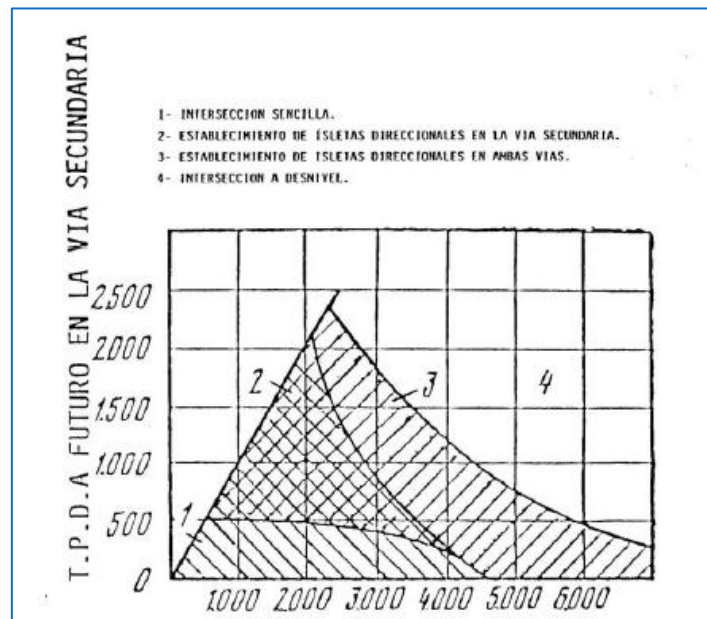
a. Intensidad de flujo

El tramo de intersección de vías automovilísticas entre sí, o con vías ferroviarias a un nivel, es el más cargado, comparado con el resto de sus longitudes, debido a que la intensidad del tránsito en la intersección es igual a la suma de las intensidades de las vías que se interceptan.

Las condiciones del tránsito en las intersecciones para los vehículos que se desplazan en dirección recta se dificultan debido a las interferencias causadas por las maniobras de giro de vehículos en forma individual. [15] En la mayoría de los caminos rurales, durante las horas pico de 55 a 70% del tránsito viaja en el sentido pico, hasta tanto como el 80% de vez en cuando. [10]

Se permite implementar intersecciones a nivel en vías de II clase con vías de IV y V clase y también en las vías de III, IV y V clase entre sí, si es que la sumatoria del T.P.D.A. futura de las vías que se interceptan no sobrepasan los 4.000 veh. /día. En el caso de que la sumatoria del TPDA sea menor a 1.000 Veh./día, se pueda implantar una intersección a nivel sencilla. [15]

Gráfico N° 27: Elección del esquema o tipo de intersección



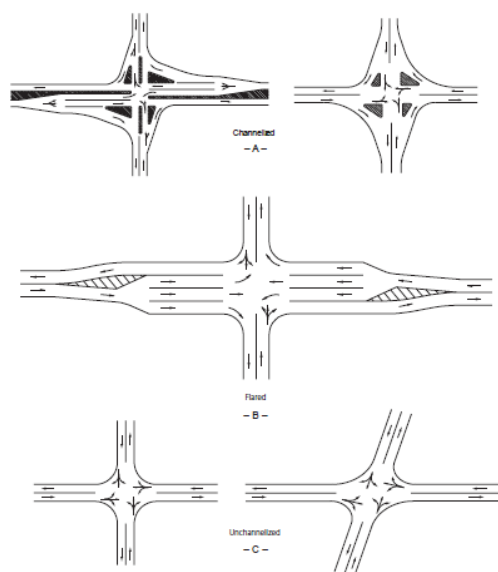
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP 2003.

En la intersección de una vía de III clase con vías de IV y V clase, al haber menos de 100 Veh./día, que realizan la maniobra de giro, se establecen isletas solamente en la vía secundaria.

b. Tipos de Intersecciones a nivel

Los tipos básicos de las intersecciones son de tres ramales (T), de cuatro ramales, multirramales y rotondas. Además, la clasificación de los tipos básicos de intersección incluye variaciones tales como intersecciones no canalizadas, acampanadas o abocinadas, y canalizadas.

Gráfico N° 28: Tipos de Intersecciones a Nivel

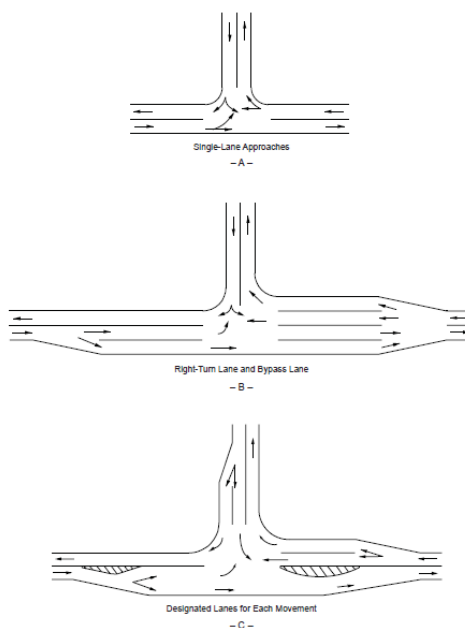


Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

c. Intersecciones de tres ramales

Tiene el ancho pavimento normal de ambas vías conservadas a excepción de los radios de esquina pavimentada o donde se necesita ampliación para acomodar el vehículo de diseño seleccionado, cuyo uso particular es adecuado para uniones de caminos y cruces secundarios con caminos más importantes en el que el ángulo de intersección oscila entre 60° a 120°, en zonas rurales este tipo de intersección se en caminos de dos carriles.

Gráfico N° 29: Intersecciones de Tres Ramales



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

El uso de carriles auxiliares, como izquierda y derecha a su vez carriles, aumenta la capacidad y crea mejores condiciones de operación de los vehículos que giran.

d. Elementos de diseño de intersecciones a Nivel Básica

- ✓ Alineamiento y rasante
- ✓ Distancia visual de intersección
- ✓ Calzadas de giro y canalización
- ✓ Carriles auxiliares

e. Alineamiento

Independientemente del tipo de intersección, para reducir los costos y las frecuencias de choque, en una intersección de caminos se debe cumplir en lo general en o casi en ángulo recto, los caminos se cruzan en ángulos agudos necesitan amplias zonas viales que giran y tienden a limitar la visibilidad. Constructivamente se debe evitar curvas horizontales cortas en las proximidades de la intersección.

✓ **Rasante**

Los cambios sustanciales pendiente deben evitarse en las intersecciones, pero no siempre es práctico hacerlo, la distancia visual adecuada debe darse a lo largo de los dos caminos que se cruzan y a través de sus esquinas incluidas, incluso cuando uno ambos caminos están en curvas verticales, Las pendientes de los caminos que se cruzan deben ser tan planas como fuere práctico en las secciones que se van a usar para almacenar vehículos detenidos [10]

f. Distancia Visual de Intersección

La distancia visual es dada en las intersecciones para permitir a los conductores a percibir la presencia de vehículos potencialmente conflictivos. Cada intersección tiene el potencial para varios tipos diferentes de conflictos vehiculares. La posibilidad de que estos conflictos se producen en realidad se puede reducir en gran medida a través de la prestación de distancias visuales adecuadas y los controles de circulación adecuada. La prevención de conflictos y la eficiencia de las operaciones de tránsito aún dependen del juicio, la capacidad, y la respuesta de cada conductor.

✓ **Distancia de cruce (D_c)**

Es la distancia de visibilidad libre de obstáculos que requiere un conductor de un vehículo que está detenido en un cruce de carreteras para atravesar la vía perpendicular a su sentido de circulación cuando visualiza a un vehículo que viene en esa vía. Su magnitud se determina a partir:

$$D_c = \frac{V}{3.6} \left[t_r + \sqrt{\frac{d + w + z}{4.9(j + i)}} \right]$$

Donde:

t_r = Tiempo de percepción - reacción (3seg)

w = Ancho de la calzada en m.

z = Longitud del vehículo en m.

d = Distancia entre línea de parada y bordillo en m

v = Velocidad de proyecto de vía principal en Km/h.

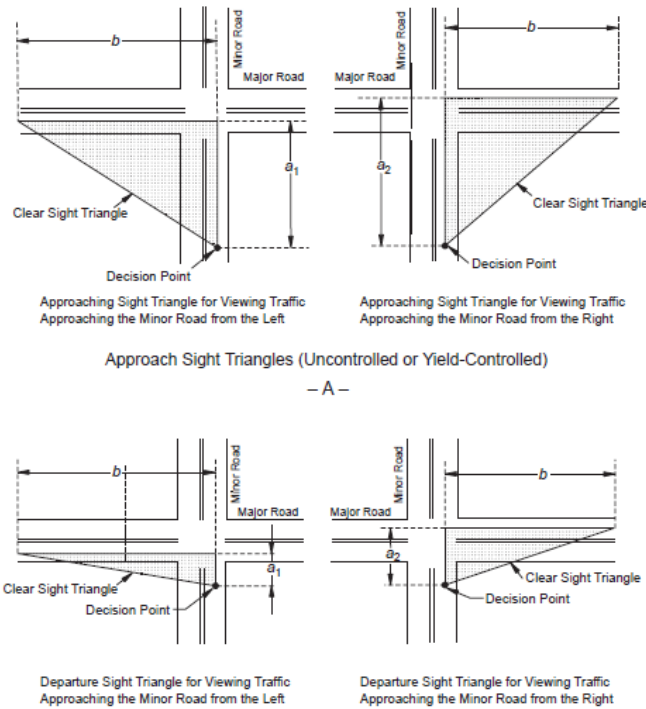
j = Aceleración del vehículo en “g” (para camión 0.06)

i = Pendiente longitudinal de vía de vehículo detenido

✓ **Triángulos visuales**

Áreas específicas a lo largo de tramos de la aproximación de intersección y en sus rincones incluidos deben estar libres de obstáculos que pudieran bloquear la visión del conductor de los vehículos potencialmente conflictivos. Los cuales se dividen en triángulos de aproximación de entrada y de salida.

Gráfico N° 30: Triángulos visuales de intersección



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

g. Control de Intersección

Las dimensiones recomendadas de los triángulos visuales varían con el tipo de control de tránsito se usa en una intersección porque los diferentes tipos de control imponen diferentes restricciones legales en los conductores y, por tanto, resultan en un comportamiento conductor diferente.

✓ Intersecciones sin control

En intersecciones no controladas por señales *Ceda el Paso*, señales de *Pare*, o los semáforos, el conductor de un vehículo que se aproxima a una intersección debe ser capaz de ver los vehículos potencialmente en conflicto con tiempo suficiente para detenerse antes de llegar a la intersección, La ubicación del punto de decisión (el ojo del conductor) de los triángulos visuales de cada aproximación se determina a partir de un modelo que es análogo a la del modelo de distancia visual de detención con ciertos criterios.

Tabla N° 18: Longitud de ramal de triángulo visual-Caso A, sin control de tránsito

Metric		U.S. Customary	
Design Speed (km/h)	Length of Leg (m)	Design Speed (mph)	Length of Leg (ft)
20	20	15	70
30	25	20	90
40	35	25	115
50	45	30	140
60	55	35	165
70	65	40	195
80	75	45	220
90	90	50	245
100	105	55	285
110	120	60	325
120	135	65	365
130	150	70	405
—	—	75	445
—	—	80	485

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

Nota: Para los grados de aproximación de más de 3%, multiplique los valores de la distancia a la vista de esta tabla por el factor de ajuste adecuado.

Las distancias mostradas en la tabla anterior son menores que las de parada debido que los vehículos tienden según ralentizan su velocidad [10] al entrar a una curva. Cuando la pendiente de aproximación de la intersección supera el 3%, debe ser ajustado multiplicando la distancia visual adecuado

Tabla N° 19: Factores de ajuste de distancia visual basada en la pendiente de aproximación

Approach Grade (%)	Metric													
	Design Speed (mph)													
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	—	—
-6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	—	—
-5	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	—	—
-4	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	—	—
-3 to +3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	—	—
+4	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	—	—
+5	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	—	—
+6	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	—	—

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

En toda intersección que no cuente con semáforos, no importando el flujo vehicular, se deberá regular la circulación vehicular mediante la colocación de al menos una señal de

prioridad PARE (R1-1), emplazada de acuerdo a las condiciones de visibilidad en el cruce o empalme. [13]

✓ **Caso B-intersecciones con control de parada en el camino secundario**

Salida triángulos visuales de intersecciones con control de parada en el camino de menor importancia deben ser considerados para tres situaciones:

- Caso1 Giro izquierdo B1 desde el camino secundario;
- Caso2 Giro derecho B2 desde el camino secundario, y
- Caso3 Cruce B3 desde el camino secundario al principal

✓ **Caso B1-Giro-izquierdo desde el camino secundario**

Incluye tiempos de flujo dentro del giro y distancia visual de detentación.

Tabla N° 20: Brecha Tiempo para el caso B1, giro-izquierda de la parada

Design Vehicle	Time Gap (t_g)(s) at Design Speed of Major Road
Passenger car	7.5
Single-unit truck	9.5
Combination truck	11.5

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

Nota: La tabla presentada, se relaciona para pendientes de aproximación de la intersección hasta del 3%, para pendientes mayores se debe ajustar así; cuando existen más de dos carriles añadir 0.5 s cuando se analiza autos, 0.7 s para camiones y 0.2 s por cada 1% superior al 3%. [10]

$$ISD = 0.278V_{max}t_g$$

Donde:

ISD = distancia de visibilidad de la intersección en m.

V máx = velocidad de diseño de la carretera principal (km / h)

Tg = intervalo de tiempo para vehículos de carreteras entre de una carretera secundaria a la principal.

Tabla N° 21: Diseño de distancia visual de detención-Caso B1, Giro-izquierdo desde la detención

Metric			
Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Intersection Sight Distance for Passenger Cars	
		Calculated (m)	Design (m)
20	20	41.7	45
30	35	62.6	65
40	50	83.4	85
50	65	104.3	105
60	85	125.1	130
70	105	146.0	150
80	130	166.8	170
90	160	187.7	190
100	185	208.5	210
110	220	229.4	230
120	250	250.2	255
130	285	271.1	275
—	—	—	—

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

✓ **Caso B2-Giro-derecho desde camino secundario**

El cual presenta ciertos parámetros en la visual.

Tabla N° 22: Intervalo de tiempo para el caso B2-Giro-derecho desde la detención y Caso B3 Maniobra de cruce

Design Vehicle	Time Gap (t_g)(s) at Design Speed of Major Road
Passenger car	6.5
Single-unit truck	8.5
Combination truck	10.5

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

Al igual que el caso anterior la tabla presentada, se relaciona para pendientes de aproximación de la intersección hasta del 3%, para pendientes mayores se debe ajustar así; cuando existen más de dos carriles añadir 0.5 s cuando se analiza autos, 0.7 s para camiones y 0.2 s por cada 1% superior al 3%.

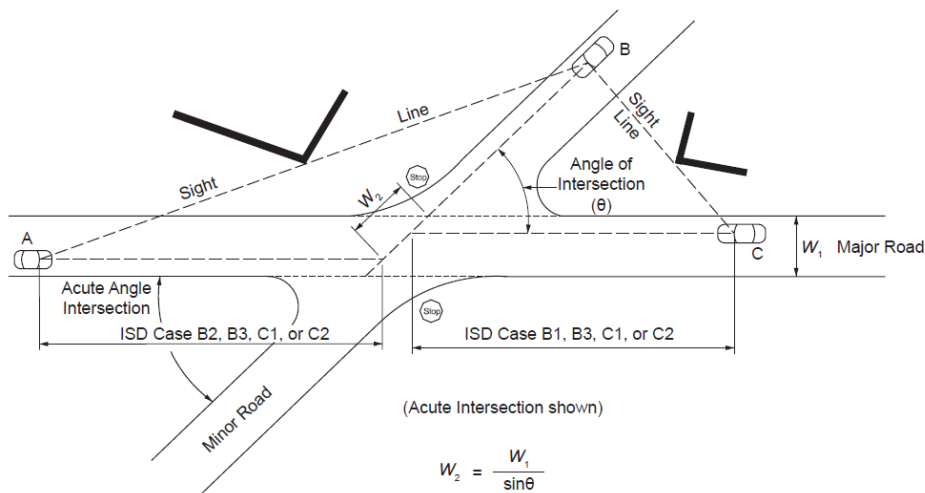
Tabla N° 23: Diseño de distancia visual de intersección-Case B2, giro-derecha desde detención y Caso B3, Maniobra de cruce

Design Speed (km/h)	Stopping Sight Distance (m)	Metric	
		Intersection Sight Distance for Passenger Cars	
		Calculated (m)	Design (m)
20	20	36.1	40
30	35	54.2	55
40	50	72.3	75
50	65	90.4	95
60	85	108.4	110
70	105	126.5	130
80	130	144.6	145
90	160	162.6	165
100	185	180.7	185
110	220	198.8	200
120	250	216.8	220
130	285	234.9	235
—	—	—	—

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

h. Efecto de la oblicuidad

Gráfico N° 31: Triángulos visuales en las intersecciones sesgadas



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

Cuando dos caminos se cruzan en un ángulo inferior a 60 grados, no se justifica un ajuste en la intersección como se explicó anteriormente. Cada uno de los triángulos visuales son aplicables a las intersecciones en ángulo oblicuo, en las aproximaciones de intersección

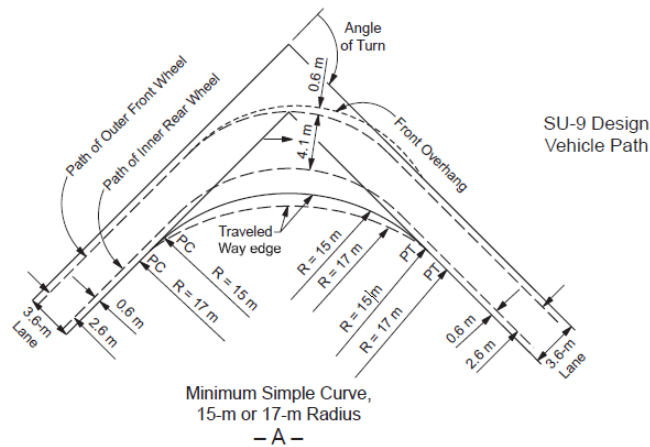
y cada triángulo visual será más grande o más pequeño que el triángulo visual correspondiente en una intersección en ángulo recto.

La longitud de la trayectoria real de una maniobra de giro o cruce se puede calcular dividiendo las anchuras totales de los carriles (más la anchura mediana, en su caso) para ser atravesados por el seno del ángulo de intersección. [10]

i. Calzada de giro

Las calzadas de giro y canalización son un aspecto clave de diseño de intersecciones. En casi todos los casos, los caminos que giran están diseñados para el uso de circulación por giro a la derecha. Las anchuras de las calzadas de giro-derecha también se pueden aplicar a otros caminos en una intersección. Hay tres tipos típicos de calzadas de giro-derecha en las intersecciones: (1) un mínimo de diseño de borde de la vía transitada, (2) un diseño con una isleta triangular de esquina, y (3) un diseño de flujo libre con una simple radio o radios compuestos. Los radios de giro y las pendientes transversales de pavimento para giros de libre flujo adecuados son funciones de la velocidad de diseño y tipo de vehículos.

Gráfico N° 32: Diseños de radios mínimos de calzada (SU-9 Camión Simple)



Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets

íminos de borde de calzada para giros pueden considerarse en una intersección basada en trayectorias de giro del vehículo de diseño identificado:

- **Vehículo de diseño P.** Este vehículo de diseño se usa en las intersecciones en conjunto con caminos-parque donde los giros mínimos son apropiados

- **Vehículos de diseño camión simple.** En general, el SU-9 y SU-12 vehículos de diseño dan el mínimo recomendado de borde de viajado de ida diseño para caminos rurales distintos de los descritos anteriormente.
- **Vehículos de diseño combinación semirremolque.** Usados en combinación o cruce con otros camiones, y por su gran longitud generalmente ocupan grandes áreas pavimentadas.
- ✓ **Velocidad directriz**

Los vehículos que giran en las intersecciones diseñados para giros de radio mínimo operan a baja velocidad, tal vez menos de 15 km/h, aunque también se relaciona con el tipo de intersección y el volumen de tránsito directo, por seguridad y economía es práctico usar velocidades bajas en intersecciones, así como usar curvas compuestas para velocidades menores a 70Km/h.

j. Peralte máximo de plataformas de giro

Las plataformas de giro incluyen ramas de distribuidores y curvas de intersecciones para los vehículos que giran a la derecha, deben desarrollarse peraltes tan altos como fuere posible para contrarrestar deslizamientos y vuelcos en las ramas, por otro lado, los caminos con transiciones tienen la ventaja adicional de dar un medio práctico para cambiar la sección transversal de normal a peraltada en intersecciones a nivel.

Por otro lado, en caminos rurales se debe procurar mantener pendientes no superiores al 12% excepto donde las condiciones de nieve y hielo obliguen, de otra forma se debe mantener un máximo del 8%.

k. Pendiente de Calzada

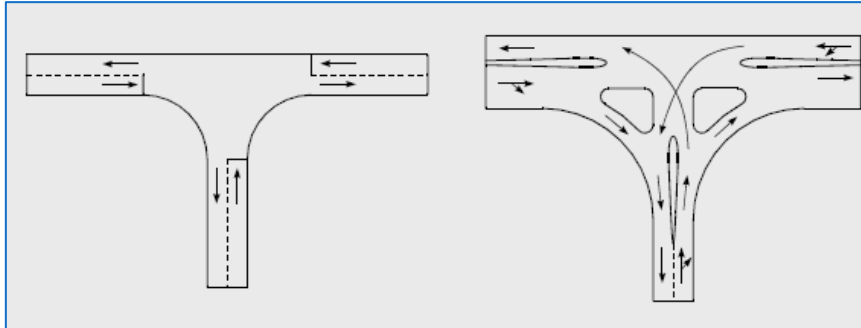
La pendiente de calzada debe procurar dar suficiente drenaje, las cuales oscilan entre un rango de 1.5 a 2% para superficies pavimentadas y de 2 a 6% para superficies no pavimentadas.

✓ **Canalización de intersecciones**

En función de la intensidad de tráfico y, por tanto, de la capacidad que se pretenda conseguir, se distinguen dos tipos principales de intersecciones: canalizadas y sin

canalizar. Las primeras, debido a la delimitación de las trayectorias conseguida mediante isletas, lágrimas y dispositivos similares, tienen mayor capacidad que las segundas. [15]

Gráfico N° 33: Intersecciones sin canalizar y canalizada

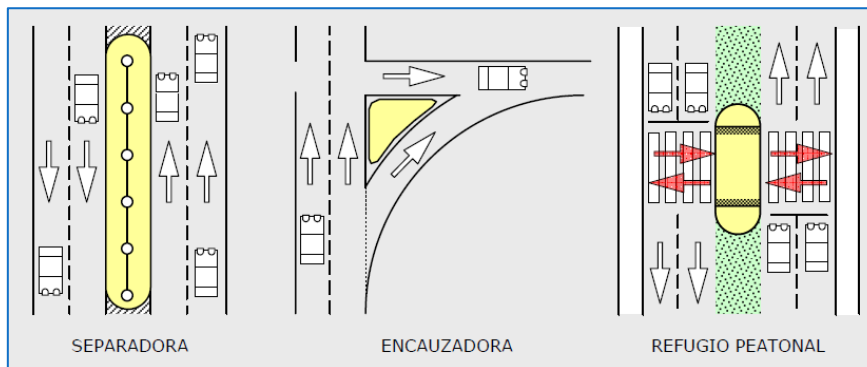


Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

✓ **ISLETAS.** -Es un área definida entre carriles de tránsito para controlar el movimiento de vehículos o para refugio de peatones. En la cuales se puede distinguir:

- Separadora
- Encauzadora
- Refugio peatonal

Gráfico N° 34: Tipos de isletas



Fuente: Manual de Carreteras, L. Bañón, 2000

CAPÍTULO III:

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS

3.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El proyecto está ubicado en la Provincia de Tungurahua, cantón Pelileo entre las Parroquias Bolívar y Huambaló.

El estudio topográfico se efectuó con un ancho de faja de 20 m desde el eje de la vía a cada lado y 20 m como progresiva en el abscisado lineal y 10 m en las curvas pues al momento existe un trazado rústico, con la ayuda de una estación total, se tomaron puntos relevantes del terreno los cuales son fundamentales en el análisis de movimiento de tierra.

Además, se tomaron en cuenta intersecciones pasos de agua, postes etc. existentes que son fundamentales para el diseño.

El punto de inicio de toma de datos es la Intercepción con la Vía asfaltada Huambaló _Quero en las coordenadas N: 9845100.76m, E: 772698.05m y una altura 3017.37m sobre el nivel del mar hacia el Caserío Quitocucho en el que se levantaron los tramos viales correspondientes al proyecto, finalizando en el Barrio Luz de América de la Parroquia Bolívar en las coordenadas N: 9845574.77m, E: 772611.05m y altura sobre el nivel del 2980.168m mar.

El Proyecto consta de 6 vías las cuales presentan 5 puntos de conflicto, el polígono correspondiente a cada tramo se manejó en concordancia con su vía de intersección es así que el Tramo 1,2,3,6 están enteramente ubicados en la Parroquia Bolívar, mientras en los tramos 4,5 se ubican en la Parroquia Huambaló, siendo el tramo 3 y 5 el paso de comunicación entre las dos Parroquias, por otro lado, el estudio comprende los siguientes límites.

El proyecto limita:

Al norte: Parroquia Bolívar

Al sur: Caserío Segovia Alto

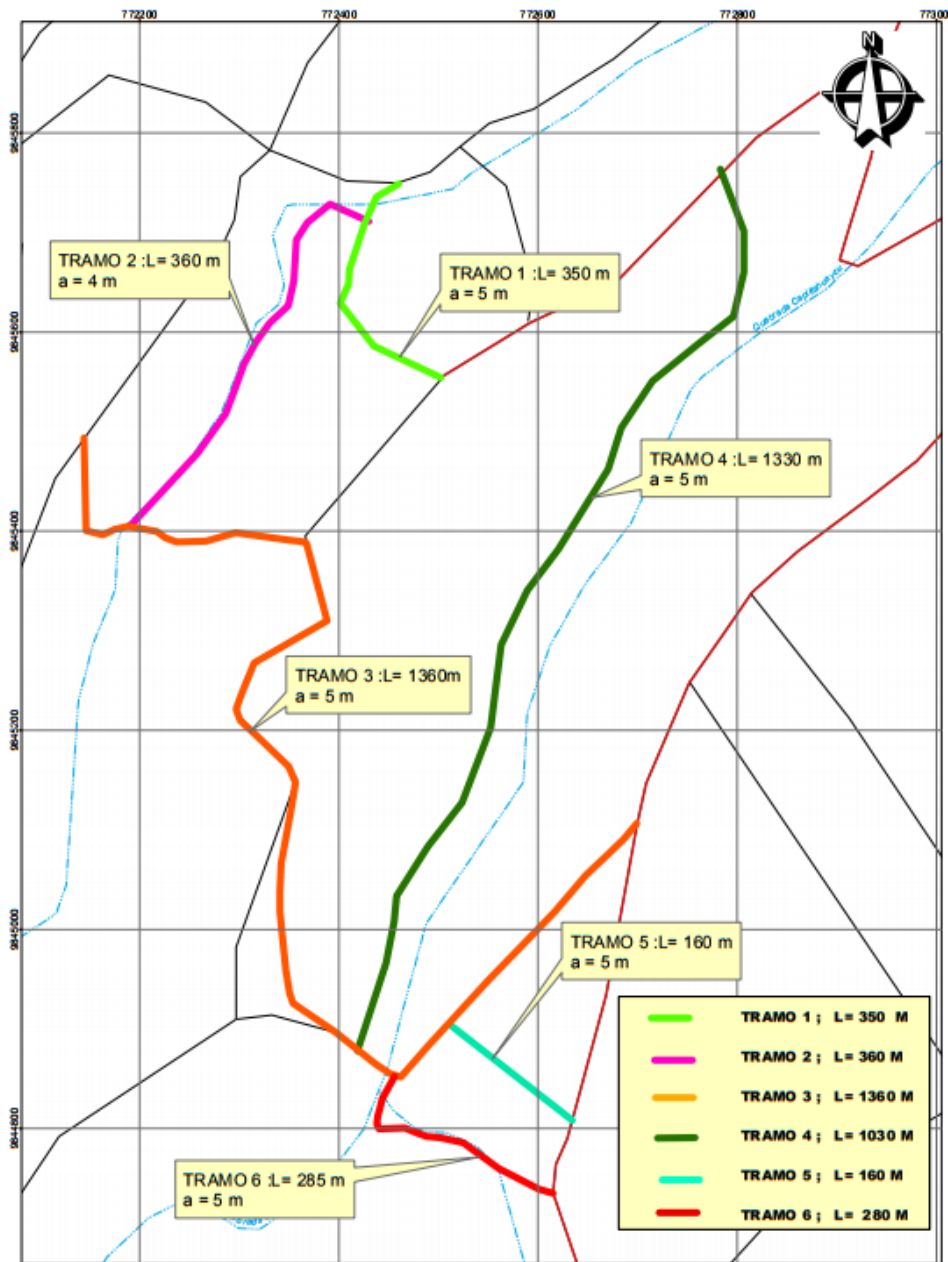
Al este: Caserío Segovia Centro

Al Oeste: Sector la Tranquilla

Al realizar la revisión correspondiente de la topografía se pudo constatar que el proyecto está ubicado en una zona montañosa es por ello que se la tomará de esta manera para el análisis correspondiente, por otro lado, las vías correspondientes dentro del proyecto dan una longitud total de 3,562.32 Km.

El trabajo de oficina se efectuó con los productos de Autodesk, para el diseño se utilizó Civil 3D y para la animación 3ds Max.

Gráfico N° 35:Ubicación del proyecto



Fuente: Gobierno Provincial de Tungurahua

3.1.2 ESTUDIOS DE SUELOS.

Previo a una inspección a lo largo del proyecto vial se procedió a establecer los lugares idóneos, para obtener las muestras de suelo, se tomaron 6 muestras alteradas en zonas específicas ya que el proyecto contempla varias vías, calicatas de 1,50 m de profundidad para los ensayos de contenido de humedad, índices de plasticidad, granulometría, compactación y CBR, los ensayos se realizaron en los Laboratorios de Suelos de la Universidad Técnica de Ambato.

A continuación, se presenta un resumen de los ensayos realizados para el proyecto la parte completa se muestra en el *Anexo B*.

a. Contenido de humedad

Tabla N° 24: Contenido de Humedad Natural Promedio

Abscisa	Contenido de humedad promedio (W%)
T1 Km 0+080	14.40
T2 Km 0+120	16.38
T3 Km 0+740	9.82
T4 Km 0+000	22.98
T5 Km 0+462	22.57
T6 Km 0+180	23.39

Fuente: Autor

b. Granulometría.

Tabla N° 25: Resumen Análisis Granulométrico

GRANULOMETRÍA DE CADA MUESTRA		
ABSCISA	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
T1 Km 0+080	SM	Arena Limosa
T2 Km 0+120	SM	Arena Limosa
T3 Km 0+740	SM	Arena Limosa
T4 Km 0+000	SM	Arena Limosa
T5 Km 0+462	SM	Arena Limosa
T6 Km 0+180	SM	Arena Limosa

Fuente: Autor.

c. Ensayo de compactación

Para determinar, el estudio y control de calidad de la compactación del suelo, en estudio se procedió a calcular la densidad seca máxima en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada mediante el **PRÓCTOR MODIFICADO AASHTO T – 180**, método **D**, los cuales se resumen en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla N° 26: Resumen de compactación Próctor Modificado

COMPACTACIÓN ÓPTIMA PRÓCTOR MODIFICADO T-180		
Abscisa	Densidad seca γ máx. (gr/cm³)	Humedad óptima W ópt (%)
T1 Km 0+080	1.704	14
T2 Km 0+120	1.71	15.35
T3 Km 0+740	1.656	12.40
T4 Km 0+000	1.628	15.20
T5 Km 0+462	1.609	14.75
T6 Km 0+180	1.692	15

Fuente: Autor

d. Límites de Atterberg

Se procedió a realizar el ensayo correspondiente, las muestras no cumplían ciertos parámetros propios de los suelos arenosos, al que se catalogó como suelo No Plástico NP.

e. C.B.R Puntual.

Un parámetro fundamental en el diseño de carreteras es el C.B.R. el cual mide la capacidad portante del suelo. Los CBR puntuales fueron ensayados a partir de los datos del ensayo del Proctor Modificado. Las muestras siguientes corresponden a sitios específicos donde fueron sacadas las muestras dentro del proyecto vial.

Tabla No 27: Resumen C.B.R Puntual

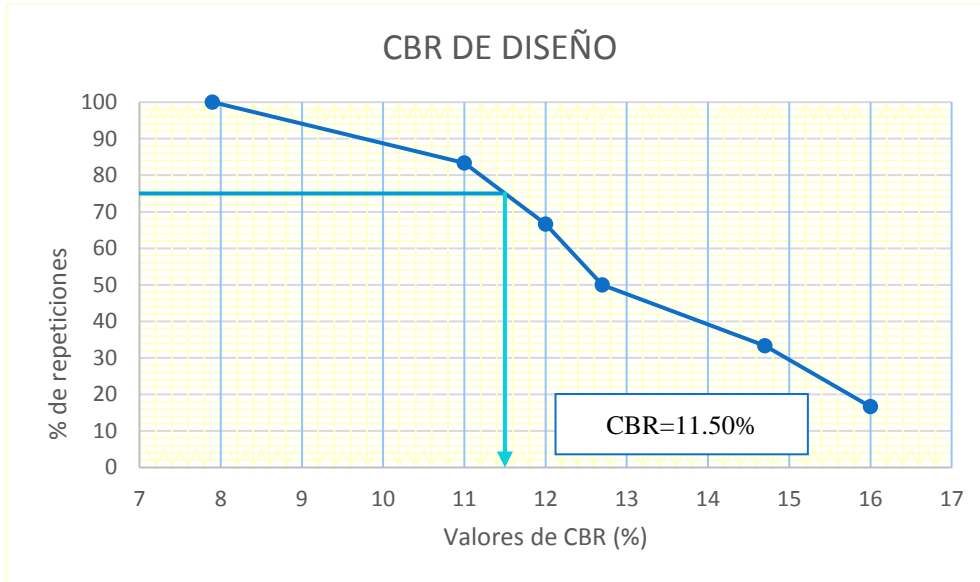
Abscisa	C.B.R. PUNTUAL
T1 Km 0+080	17.00
T2 Km 0+120	14.00
T3 Km 0+740	10.00
T4 Km 0+000	15.20
T5 Km 0+462	12.40
T6 Km 0+180	14.70

Fuente: Autor

f. C.B.R de Diseño.

El C.B.R obtenido corresponde al 75% del percentil en función al número de ejes equivalentes el cual corresponde a 66390

Gráfico N° 36: C.B.R de Diseño



Fuente: Autor

El C.B.R es de 11.50% para el diseño de la estructura del pavimento en cual puede establecerse de Regular a Bueno, pudiendo actuar como subrasante y por lo tanto no es necesario un mejoramiento.

3.1.3 ESTUDIO DE TRÁFICO

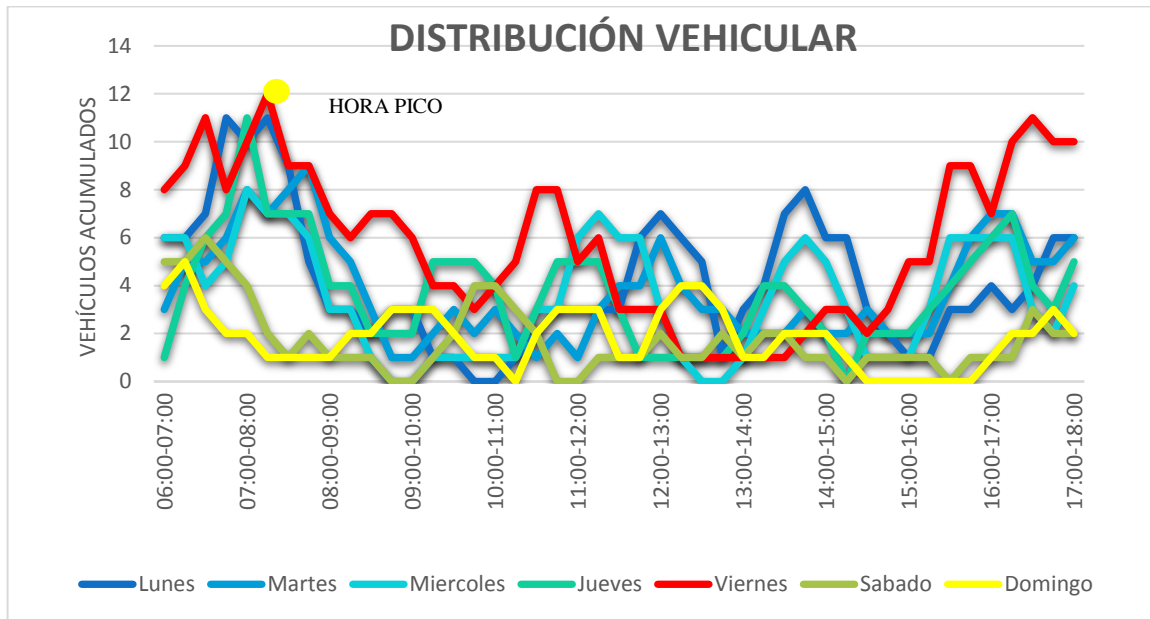
Para ello se estableció una estación de conteo fija en el Tramo vial 3 ubicada entre la vía la cual obtuvo datos de 6am a 6pm durante 7 días.

Tabla N° 28: Tránsito de Hora Pico

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES						TOTAL VEHÍCULOS
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	C3	C4	C5	C6	
7:15 - 7:30	2	0	1	0	0	0	0	0	3
7:30 - 7:45	3	0	0	0	0	0	0	0	3
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1
8:00 - 8:15	5	0	0	0	0	0	0	0	5
TOTAL(VHP)	11	0	1	0	0	0	0	0	12
PORCENTAJE	91.67%	0%	8.33%						100%

Fuente: Autor

Gráfico N° 37: Distribución del tráfico vehicular



Fuente: Autor

De la tabla anterior se obtiene el volumen el volumen horario de máxima demanda:

$$\text{VHMD} = 3 + 3 + 1 + 5$$

$$\text{VHMD} = 12 \text{ vehículos/ hora}$$

Cálculo del factor de hora pico(FHP)

$$\text{FHP} = \frac{\text{VHMD}}{4 * Q_{15 \text{ MÁX}}}$$

$$\text{FHP} = \frac{12}{4 * 5}$$

$$\text{FHP} = 0.60$$

$$0.25 < \text{FHP} < 1.00$$

a. Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual TPDA

El tránsito de la hora pico, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año, sino a una hora intermedia que admitirá cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas, que podrían quedar insatisfechas o con menores niveles de comodidad para la conducción.

Se debe entonces referir a la trigésima hora, la cual implica diseñar para ese volumen horario del TPDA, el mismo que para zonas urbanas y rurales está en el siguiente orden.

$K_{(URBANA)} = 10\%$, con variaciones $\pm 2\%$

$K_{(RURAL)} = 15\%$, con variaciones $\pm 3\%$

$$TPDA_{Actual} = \frac{VHP * FHP}{K}$$

Donde:

TPDA_(ACTUAL): Tráfico promedio diario anual actual.

VHP: Volumen de vehículos durante la hora pico.

K: Porcentaje de la 30^{ava} hora de diseño.

FHP: Factor de hora pico considerando un flujo uniforme FHP=1.00

Al estar ubicado el proyecto en la Parroquias Bolívar y Huambaló se tomará K un valor de 15%. De acuerdo al estudio de tráfico realizado se proyectará TPDA para los tipos de vehículos que circulan actualmente.

Vehículos livianos

$$TPDA_{Actual\ livianos} = \frac{11 * 1}{15\%} = 74 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Pesados C-2-P

$$TPDA_{Actual\ Pesados} = \frac{1 * 1}{15\%} = 7 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla N° 29: TPDA Actual

VEH\u00cdCULO	TPDA ACTUAL
LIVIANOS	74
C2P	7
TPDA (Actual)	81 Veh\u00edculos/d\u00eda

Fuente: Autor

b. C\u00e1lculo del Tr\u00e1fico Generado (T_g)

El tr\u00e1fico generado se lo determinar\u00e1 con la aplicaci\u00f3n de la siguiente f\u00f3rmula:

$$T_g = 20\% * TPDA_{1\ A\u00d1O}$$

$$TPDA_{1\ A\u00d1O} = TPDA_{Actual} * (1 + i)^n$$

Para el c\u00e1lculo del tr\u00e1fico generado es necesario saber cu\u00e1l es la tasa de crecimiento anual, datos que proporciona el Ministerio de Transporte y Obras P\u00fablicas

Tabla N° 30: Tasas de Crecimiento Esperado del Tráfico

Periodo	Livianos	Buses	Pesados
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2016-2020	3.97	1.97	1.94
2021-2025	3.57	1.78	1.74
2026-2030	3.25	1.62	1.58

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, 2011

Vehículos livianos

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 74 \text{ vehí./día} * (1 + 3.97\%) = 77 \text{ vehí./día}$$

Pesados C-2-P

$$TPDA_{1 \text{ año}} = 7 \text{ vehí./día} (1 + 1.94\%) = 8 \text{ vehí./día}$$

Tabla N° 31: Resumen del Tráfico para el primer año

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Índice de Crecimiento	Período (n)	TPDA en el Primer Año
Livianos	74	3.97	1	77
Pesados C-2-P	7	1.94	1	8
TPDA 1 Año				85

Fuente: Autor

Por lo tanto, el tráfico generado será el que se muestre a continuación

$$T_g = 20\% * TPDA_{1 \text{ AÑO}}$$

$$T_{g \text{ Livianos}} = 20\% * 77 = 16$$

$$T_{g \text{ Pesados}} = 20\% * 8 = 2$$

Tabla N° 32: Resumen del Tráfico Generado

Tipo de Vehículo	TPDA Primer Año	% Tráfico Generado	TPDA en el Primer Año
Livianos	77	20%	16
Pesados C-2-P	8	20%	2

Fuente: Autor

c. Tráfico atraído (Ta)

Está en función del tráfico actual y se calcula con la siguiente formula:

$$T_a = 10\% * TPDA_{\text{actual}}$$

$$T_{a \text{ Livianos}} = 10\% * 77 = 8 \text{ vehí. /día.}$$

$$T_{a \text{ Pesados}} = 10\% * 8 = 1 \text{ vehí. /día.}$$

Tabla N° 33: Resumen del Tráfico atraído (Ta)

Tipo de vehículo	TPDA actual	Tráfico atraído(%)	Tráfico atraído
Livianos	74	10%	8
Pesados (C-2P)	7	10%	1

Fuente: Autor

d. Tráfico desarrollado (Td)

Se calcula mediante la fórmula:

$$T_d = 5\% * TPDA_{actual}$$

$$T_{d \text{ Livianos}} = 5\% * 77 = 4 \text{ vehí. /día.}$$

$$T_{d \text{ Pesados}} = 5\% * 8 = 1 \text{ vehí. /día.}$$

Tabla N° 34: Resumen del Tráfico desarrollado (Td)

Tipo de vehículo	TPDA actual	Tráfico atraído(%)	Tráfico atraído
Livianos	74	10%	8
Pesados (C-2P)	7	10%	1

Fuente: Autor

e. Calculo del Tráfico Actual

El tráfico actual es el referente para determinar el TPDA total para cuando finalice el periodo de diseño.

$$T_a = TPDA_{actual} + T_{generado} + T_{atraído} + T_{desarrollado}$$

Donde:

Ta: Tráfico actual.

TPDA_{Actual}: Tráfico promedio diario anual actual.

T_{Generado}: Tráfico generado.

T_{Atraído}: Tráfico atraído.

T_{Desarrollado}: Tráfico desarrollado.

$$T_{a \text{ LIVIANOS}} = 74 + 16 + 8 + 4 = 102 \text{ Vehí./día}$$

$$T_{a \text{ LIVIANOS}} = 7 + 2 + 1 + 1 = 11 \text{ Vehí./día}$$

Tabla N° 35: Resumen del Tráfico Actual Total

Tipo de Vehículo	TPDA (actual)	Tráfico Generado (20%)	Tráfico Atraído (10%)	Tráfico Desarrollado (10%)	Trafico Actual
Livianos	74	16	8	4	102
Pesados C-2-P	7	2	1	1	11
Tráfico Actual(TPDA)					113

Fuente: Autor.

f. Cálculo del Tráfico Futuro

En la estimación del tráfico futuro es importante la intervención de las tasas de crecimiento anual mostradas anteriormente (**Ver Tabla N°35**), y mediante la ecuación de segundo orden que estima el aumento del tráfico, así como el periodo de diseño de la vía, que se tomara de acuerdo a las recomendaciones de la Normas de Diseño MOP 2003, de 20 años

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

Donde:

Tf : Tráfico futuro o proyectado.

Ta : Tráfico actual.

i: Tasa de crecimiento del tráfico

n : Número de años proyectados.

Vehículos livianos

$$Tf = 102vehí./día * (1 + 3.25\%)^{20} = 194vehí./día$$

Pesados C-2-P

$$TPDA_{1\text{ año}} = 11vehí./día(1 + 1.94\%) = 16 vehí./día$$

Tabla N° 36: Tráfico Projectado

AÑO	INDICES DE CRECIMIENTO ANUAL			TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL				TPDA TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL PESADOS	
						2EP		
2017	3.97	1.97	1.94	102	0	11	11	113
2018	3.97	1.97	1.94	107	0	12	12	119
2019	3.97	1.97	1.94	111	0	12	12	123
2020	3.97	1.97	1.94	115	0	12	12	127
2021	3.97	1.97	1.94	120	0	12	12	132
2022	3.57	1.78	1.74	122	0	12	12	134
2023	3.57	1.78	1.74	126	0	13	13	139
2024	3.57	1.78	1.74	131	0	13	13	144
2025	3.57	1.78	1.74	136	0	13	13	149
2026	3.57	1.78	1.74	140	0	13	13	153
2027	3.25	1.62	1.58	141	0	13	13	154
2028	3.25	1.62	1.58	146	0	14	14	160
2029	3.25	1.62	1.58	150	0	14	14	164
2030	3.25	1.62	1.58	155	0	14	14	169
2031	3.25	1.62	1.58	160	0	14	14	174
2032	3.25	1.62	1.58	165	0	14	14	179
2033	3.25	1.62	1.58	171	0	15	15	186
2034	3.25	1.62	1.58	176	0	15	15	191
2035	3.25	1.62	1.58	182	0	15	15	197
2036	3.25	1.62	1.58	188	0	15	15	203
2037	3.25	1.62	1.58	194	0	16	16	210

Fuente: Autor.

A partir de la tabla anterior y de acuerdo a las recomendaciones que da la Normas de Diseño Geométrico MOP 2003 se puede establecer que el proyecto vial es de Tipo IV pues está dentro de la categoría de camino vecinal al estar entre 100 y 300 vehículos como establece la norma.

3.2 DISEÑO

3.2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO

3.2.1.1. Alineamiento Horizontal

El proyecto vial en estudio se clasificó de acuerdo al TPDA esperado al final del proyecto como Tipo IV o camino vecinal, de condición topográfica montañosa, en función de esto se tomaron los valores de diseño indicados en el Anexo I.

a. Velocidad de diseño (V_d)

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra de acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico 2003.

En la **Tabla N° 2:** Se establecen velocidades recomendables y absolutas que oscilan de (50km/h recomendada), debido al estudio realizado el proyecto está situado en zona MONTAÑOSA, además presenta un TPDA entre 300-800 y por otra parte la NEVI-12 – MTOP, clasifica la movilidad según su desempeño y se espera para vías con fines de agrícolas y forestales una velocidad de diseño de 40Km/h y una pendiente máxima longitudinal a la progresiva de 16%.

b. Velocidad de circulación (V_c)

El proyecto cuenta con varios tramos e intersecciones entre sí por dicha razón se tendrá una velocidad de diseño y otras velocidades que se consideran en las intersecciones y en las curvas de radio igual a 15m, PERO CABE DESTACAR LA RECOMENDACIÓN DADA POR LA NEVI-12 – MTOP, En la cual recomienda mantener una velocidad uniforme.

Se calculó con la siguiente fórmula establecida por la AASHTO para un TPDA menor a 1000, en cual se presenta a continuación:

$$\begin{aligned}V_c &= 0.80 V_d + 6.50 \\V_c &= (0.80 * 40) + 6.50 \\V_c &= 38.50Km/h \approx 39Km/h\end{aligned}$$

En donde:

V_c = Velocidad de circulación (Km/h).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

En función a la normativa vigente MOP,2003 se obtuvo una Velocidad de circulación de 37 Km/h. Para el análisis se tomó los datos de la Curva C1 Tramo 1 Procedente del trazado final en AutoCAD Civil 3D cuyo radio es $R=140m$.

✓ **Curvas Circulares**

Grado de curvatura (G_c)

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$
$$G_c = \frac{20 * 180}{\pi(140m)} = ^\circ = 8^\circ 11' 6.40''$$

Nota: Valor verificado en el Manual Echo por el Autor.

a. Peralte

Dado que el proyecto vial está catalogado de orden IV y velocidad de diseño es 50 Km/h al realizar el análisis de acuerdo a las especificaciones MOP 2003 en Anexo E se obtuvo un valor de peralte máximo de 8% (0.08), correspondiente a carreteras de dos carriles asfaltadas con velocidad de diseño menores a 50Km/h.

Tabla N° 37: Coeficiente de fricción lateral en función de la velocidad de diseño

Velocidad de diseño Km/h	f (máximo)
20	0.35
25	0.315
30	0.284
35	0.255
40	0.221
45	0.206
50	0.19
60	0.165
70	0.15
80	0.14
90	0.134
100	0.13

Fuente: Palacios Alex Carranza

b. Radio mínimo de curvatura Horizontal.

De acuerdo a las especificaciones la fórmula empleada para el radio mínimo de curvas horizontales se indica a continuación:

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

Sabiendo que:

R = Radio mínimo de una curva horizontal (m).

Vd = Velocidad de diseño (Km/h).

f = Máximo coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva (m/m)

Calculo de acuerdo a la normativa.

f: 0.221(Valor Consultado para pavimento flexible)

e:8%

$$R = \frac{(40Km/h)^2}{127 (0.08 + 0.221)}$$

$$R = 41.85m$$

En función a las especificaciones de la **Tabla N° 4**, se tiene un valor de Radio de Giro mínimo **R=42m**.

En función a lo anterior y debido a la naturaleza del proyecto se consideró poner en practica cierta recomendación puntualizada en la Normas MOP-2003, en la cual considera que para vías de clase IV y V se podrá usar valores de velocidad de diseño y Radio mínimo de curvatura diferentes a los calculados siempre y cuando se trate de aprovechar la infraestructura existente y el relieve sea difícil los cuales corresponden a Vd=20Km y R=15m.

c. Elementos de la curva Horizontal

Los datos que muestran a continuación corresponde al análisis de ciertos elementos del diseño echas en el AutoCAD Civil 3D:

Datos:

Curva C1 Tramo 1

$$\Delta = 07^\circ 50' 53.82''$$

$$R = 140$$

$$PC = 0+040^{19}$$

Longitud de la curva (L_c)

$$\frac{L_c}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360}$$

$$L_c = \frac{\pi R \Delta}{180} = \frac{\pi(140m)(07^\circ 50' 53.82'')}{180} = 19.18m$$

Tangente de curva o subtangente (T)

$$T = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 140m * \tan\left(\frac{07^\circ 50' 53.82''}{2}\right) = 9.60m$$

External (E)

$$E = R * \left[\sec\left(\frac{\Delta}{2}\right) - 1\right] = 140m * \left[\sec\left(\frac{07^\circ 50' 53.82''}{2}\right) - 1\right] = 0.329m$$

Flecha u ordenada media (M)

$$M = R * \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right] = 140m * \left[1 - \cos\left(\frac{07^\circ 50' 53.82''}{2}\right)\right] = 0.328m$$

Cuerda (C)

Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama cuerda larga. Se la representa con las letras "CL" y su fórmula es:

$$CL = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 * 140m * \sin\left(\frac{07^\circ 50' 53.82''}{2}\right) = 19.16m$$

$$\text{Si } PC = PI - T$$

$$\Rightarrow PI = PC + T$$

$$PC = 0+040^{19}m$$

$$+T = 9.60m$$

$$\hline PI = 0+049^{79}m$$

Siendo:

- PC = Punto de comienzo de la curva.
- PI = Punto de intersección de la curva.
- PT = Punto terminal de la curva.

$$PT = PC + L_c$$

$$PC = 0+040^{19}m$$

$$+L_c = 19.18m$$

$$\hline PT = 0+59^{37}m$$

Tabla N° 38: Datos de la Curva C1 Tramo 1

Datos de la Curva Circular			
Delta:	07° 50' 53.8236"	Type:	IZQUIERDA
Radio:	140		
Longitud:	19.177	Tangente:	9.604
Med-Ord:	0.328	Externa:	0.329
Cuerda:	19.162	Rumbo:	S 64° 48' 13.0596" W

Fuente: Autor.

d. Sobre ancho en las curvas horizontales:

Los sobre anchos se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños, combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, cómoda y económica. Los sobre anchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. En las carreteras modernas con carriles de 3.65 metros y buen alineamiento, la necesidad de sobreanchos en curvas se ha disminuido a pesar de las velocidades, aunque tal necesidad se mantiene para otras condiciones de la vía (NEVI-12)

En las curvas simples sin espirales, el ensanchamiento debe aplicarse sólo en el interior de la calzada(AASTHO-11)

Para el proyecto se asumió un vehículo de diseño y se determinó el giro que produciría:

Tabla N° 39: Características por Tipo de Vehículo

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

Fuente: NEVI-12

Para el proyecto se calculará con la ecuación empírica que dicta la norma y la ecuación General de la AASHTO como ejemplo de variación entre las normas se diseñará para la curva C5 del Tramo 1, se utilizará las dimensiones del vehículo pesado C-2P(2DB).

Tabla N° 40: Datos de la curva C5 del Tramo 1

Datos de la Curva Circular C5			
Delta:	44° 26' 13.1693"	Type:	DERECHA
Radio:	75		
Longitud:	58.168	Tangente:	30.635
Med-Ord:	5.569	Externa:	6.016
Cuerda:	56.721	Rumbo:	N 06° 33' 00.5619" E

Fuente: Autor

Ecuación Empírica en el cual Barnnet introduce un término de seguridad:

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

S = Valor de sobreancho, metros.

n = Número de carriles de la calzada.

R = Radio de la curva circular, metros.

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

V = Velocidad de diseño, Km/hora.

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

$$S = 1(75 - \sqrt{75^2 - 13^2}) + \frac{40\text{km/h}}{10\sqrt{75}}$$

$$S = 1.59 \cong 1.60$$

Valor de sobreancho calculado colocado en el carril de la curva interior.

Valores de Diseño.

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores.

e. Distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad está directamente relacionada con el alineamiento vertical se procede al cálculo de los parámetros mínimos.

Se calcula en dos etapas.

f. Distancia de visibilidad de parada.

$$D_p = d1 + d2$$

En donde:

Dp = Distancia de visibilidad de parada (m).

d1 = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m).

d2 = Distancia de frenaje sobre la calzada a nivel (m).

Para lo cual estas expresiones quedan de la siguiente manera.

$$d_1 = 0.7 V_c \quad \text{y}$$

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

Para el cálculo siguiente se procedió a consultar la relación que existe entre la velocidad de diseño y circulación en la Tabla N° 4. del cual se toma la velocidad de circulación para tránsito bajo por las condiciones del proyecto. Dado que la segunda expresión está en función de coeficiente de fricción “f” se determina así:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15}{(37\text{km/h})^{0.3}}$$

$$f = 0.389$$

Siendo:

V_c = Velocidad de circulación del vehículo (Km/h).

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

De acuerdo a la primera expresión se tiene:

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

$$D_p = 0.70 (37\text{Km/h}) + \frac{(37\text{Km/h})^2}{254 (0.38)}$$

$$D_p = 25.90 \text{ m} + 13.86 \text{ m}$$

$$D_p = 39.76\text{m} \approx 40\text{m}$$

Se adoptará el valor de $D_p=40\text{m}$ por ser el mínimo recomendado para diseño ver Tabla N° 7.

g. Distancia de visibilidad de rebasamiento (D_r)

Dada la fórmula en función a lo estipulado en el Manual de Diseño de Carreteras MOP 2003 se tiene que la velocidad rebasante debe ser como mínima es de **51 Km/h** (Ver Tabla N° 7 utilizada para caminos vecinales)

$$D_r = 9.54 V - 218$$

Siendo:

d_r = Distancia de visibilidad para rebasamiento (m).

V = Velocidad promedio del vehículo rebasante (Km/h)

$$Dr = 9.54 (51Km/h) - 218$$

$$Dr = 268.54 m \approx 269m$$

De acuerdo a la Tabla N°, se presenta una distancia mínima de rebasamiento para caminos vecinales equivalente a **Dr.= 270 m.** y una recomendada para caminos vecinales de **150m**

h. Distancia de Visibilidad Lateral.

Para las vías en condiciones urbanas y en las intersecciones a nivel con otras carreteras y vías férreas, el mantener la seguridad en el tránsito vehicular exige que se mantenga una suficiente distancia de visibilidad lateral de la zona próxima (vecina) a la vía.

$$d_L = \frac{V_T}{V_V} * d$$

Donde:

d_L = Distancia de Visibilidad lateral, m

d = Distancia de Visibilidad para la parada de un vehículo, m

V_T = Velocidad del transeúnte o del medio de transporte que circula por la vía que se intercepta (para una persona que corre se asume igual 10 Km/h)

V_v = Velocidad de diseño del vehículo, Km/h

$$d_L = \frac{10 km/h}{40 Km/h} * 40m$$

$$d_L = 10 m$$

3.2.1.2.Alineamiento Vertical

a. Gradiente máxima

Para el proyecto de acuerdo a las recomendaciones MOP-2003 establece una pendiente del 8%, la cual no satisface en su totalidad el proyecto, así que se debe tomar otro criterio el cual está expuesto en la NEVI-12 según lo establecido en el Plan Estratégico de Movilidad PEM determina para vías forestales y agrícolas para velocidad de diseño de 40Km/h una pendiente máxima hasta del 16% la cual será puesta en ciertos tramos del proyecto.

b. Gradiente mínima

En función de la revisión a las normas MOP-2003 y NEVI-12 se establece una pendiente mínima del 0.5 % para tramos de corte.

c. Análisis de curva vertical

Tabla N° 41: Información de la Curva Vertical: (CV 1) Tramo 2

PVC Station:	0+052.18	Elevation:	2,972.749m
PVI Station:	0+077.18	Elevation:	2,972.940m
PVT Station:	0+102.18	Elevation:	2,975.833m
Low Point:	0+052.18	Elevation:	2,972.749m
Grade in:	0.76%	Grade out:	11.57%
Change:	10.81%	K:	4.625m
Curve Length:	50.000m	Curve Radius	462.514m

Fuente: Autor

✓ **Cálculo matemático y aplicación de fórmulas de acuerdo a la Norma**

Longitud de curva vertical L_{cv}

$$\begin{array}{r}
 PTV = 0+102.18 \\
 - PCV = 0+052.18 \\
 \hline
 L_{cv} = 50 \text{ m}
 \end{array}$$

Longitud de entrada L_1 y salida L_2

Para el proyecto todas las curvas fueron simétricas por lo que:

$$L_1 = L_2 = \frac{L_{cv}}{2}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{50}{2}$$

$$L_1 = L_2 = 25$$

Abscisa del punto de intersección de tangentes PIV

$$PIV = PCV + \frac{L_{cv}}{2}$$

$$PCV = 0 + 52.18 \text{ m}$$

$$\frac{L_{cv}}{2} = 25\text{m}$$

$$PIV = 0 + 077.18\text{m}$$

Gradiente de entrada g_1 y salida g_2

$$g1 = \frac{\text{Cotas}(PIV - PCV)}{\text{Abscisas}(PIV - PCV)} * 100$$

$$g1 = \frac{(2972.94m - 2972.75m)}{(77.18 - 52.18)} * 100$$

$$g1 = 0.76 \%$$

$$g2 = \frac{\text{Cotas}(PTV - PIV)}{\text{Abscisas}(PTV - PIV)} * 100$$

$$g2 = \frac{(2975.83m - 2972.94m)}{(102.18 - 77.18)} * 100$$

$$g2 = 11.57$$

Las pendientes están dentro del rango $0.5\% < g < 16\%$

La curva se establece como convexa

Diferencia algebraica de gradientes (A)

$$A = g1 - g2$$

$$A = 0.76\% - (11.57\%)$$

$$A = -10.81\%$$

Cambio de variación de pendiente por unidad de longitud (factor K)

$$Lcv = K * A$$

$$K_{calc} = \frac{Lcv}{A}$$

$$K_{calc} = \frac{25}{10.81}$$

$$K_{calc} = 4.63$$

El coeficiente mínimo para el cambio de variación de pendiente está en función de la distancia de parada o frenando como se indica.

$$K = \frac{S^2}{426}$$

$$K = \frac{40^2}{426}$$

$$K = 3.76 \cong 4$$

Valor mínimo expresado en la tabla a continuación para distintas velocidades de diseño

Tabla N° 42: Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada “s” (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$ Calculado	
		Redondeado	
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: MOP,2003

Se puede apreciar que cumple la condición $K_{calc} > K_{MOP}$

Longitud mínima para curvas verticales cóncavas y convexas

$$L_{mín} = 0.60 * V_d$$

$$L_{mín} = 0.60 * 40Km/h$$

$$L_{mín} = 24 m$$

$$L_{cv} > L_{mín}$$

3.2.1.3. Intercesiones

Las intersecciones Tipo T a nivel que presenta el proyecto se analizara en función de las recomendaciones de la NEVI-12, MOP-2003 y El Libro Verde AASHTO 2011, las cuales establecen, ángulo de intersección de 60° a 120°, un radio mínimo de 15m pudiéndose disminuir cuando el ángulo de intersección es menor a 60°, velocidad de circulación de 15Km/h a 20km/h, pendiente longitudinal preferentemente del 3% y para mayores ajustar la distancia de visibilidad, pendiente transversal de carretera del 1.5 % al 2% para vías pavimentadas.

Al contar el Proyecto con varias vía e intersecciones se tuvo varias secciones por las condiciones topográficas presentaban, las cuales presentan un bombeo del 2% estando dentro del límite (1.5%-3%), POR CONDICIONES DE AHORRO NO SE TOMO EN CUENTA EL ESPALDON. Los taludes en corte se ubicados 0.5:1 y en relleno 2:1 la sección de cuenta se determinó con anterioridad y se añade a la sección descrita.

3.2.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO

El diseño para el pavimento flexible según la AASHTO está basado en la determinación del Número Estructural “SN” que debe soportar el nivel de carga exigido por el proyecto.

La fórmula general de cálculo es la que sigue a continuación:

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R * S_o + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.50} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}((M_R) - 8.07$$

Donde:

W18: Ejes equivalentes.

ZR: Desviación estándar normal.

So: Desviación estándar global.

SN: Número estructural.

ΔPSI: Cambio en la servicialidad.

MR: Módulo de resiliencia.

a. Numero de Ejes equivalentes

Los resultados obtenidos por la AASHTO en sus tramos de prueba mostraron que el daño que producen distintas configuraciones de ejes y cargas, puede representarse por un número equivalente de pasadas de un eje simple patrón de rueda doble de 18kips (80 kN u 8,2 Ton.) que producirá un daño similar a toda la composición del tráfico.

Es fundamental conocer el daño que ocasiona determinado tipo de vehículo, por lo que se muestra un recurso necesario que se debe introducir al cálculo de Ejes equivalentes (W₁₈).

Tabla N° 43: Factores de daño de acuerdo al tipo de vehículo

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TENDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	Ton.	(P/6.6)^4	tons	(P/8.2)^4	Ton.	(P/15)^4	Ton.	(P/23)^4	
BUS	4	0.135	8	0.91					1.04
2EP	2.5	0.021							1.290
	7	1.265							
2E	6	0.683	11	3.24					3.92
3	6	0.683			18	2.07			2.76
4	6	0.683					25	1.40	2.08
5	6	0.683			18*2	4.15			4.83
>5E	6	0.683			18	2.07	25	1.40	4.15

Fuente: Ing. Fricson Moreira. Apuntes de Pavimentos, 2014

El procedimiento del número de ejes equivalentes se muestra a continuación:

$$W_{18} = (TPD_{c2G} \times FD_{c2G}) * d$$

Donde:

TPDA CAMIÓN: Tránsito promedio diario.

FD: Factor de daño.

d: Días de un año

Se muestra el cálculo precedente a los 2 primeros años, *(Los datos corresponden al estudio de tráfico realizado con anterioridad Ver Tabla N° y Tabla N°)*

$$W_{18(\text{Año } 2017)} = (11 \times 1.29) * 365 = 5179$$

$$W_{18(\text{Año } 2018)} = (12 * 1.29) * 365 = 5651$$

$$W_{18(\text{Acumulado})} = W_{18(\text{Año } 1)} + W_{18(\text{Año } 2)} + \dots + W_{18(\text{Año } 20)}$$

$$W_{18(\text{Acumulado } 2017)} = 5179$$

$$W_{18(\text{Acumulado } 2018)} = 5179 + 5651 = 10830$$

Cálculo de Número de Ejes Equivalentes por dirección

$$W_{18(d)} = 50\% \times W_{18(\text{ACUMULADO})}$$

$$W_{18(d)} = 50\% \times 10830$$

$$W_{18(d)} = 5415 \text{ Correspondiente al año 2 del diseño}$$

Como resumen se muestra el proceso repetitivo resumido en una tabla.

Tabla N° 44: Resumen del Numero de Ejes Equivalentes a 8.2 Ton.

AÑO	INDICES DE CRECIMIENTO ANUAL			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL		TPDA TOTAL	W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO
				LIVIANOS	PESADOS			
	BUSES	PESADOS	C-2P					
2017	3.97	1.97	1.94	102	11	113	5179	2590
2018	3.97	1.97	1.94	107	12	119	10830	5415
2019	3.97	1.97	1.94	111	12	123	16480	8240
2020	3.97	1.97	1.94	115	12	127	22130	11065
2021	3.97	1.97	1.94	120	12	132	27780	13891
2022	3.57	1.78	1.74	122	12	134	33430	16716
2023	3.57	1.78	1.74	126	13	139	39551	19776
2024	3.57	1.78	1.74	131	13	144	45672	22837
2025	3.57	1.78	1.74	136	13	149	51794	25897
2026	3.57	1.78	1.74	140	13	153	57915	28958
2027	3.25	1.62	1.58	141	13	154	64036	32018
2028	3.25	1.62	1.58	146	14	160	70628	35314
2029	3.25	1.62	1.58	150	14	164	77219	38610
2030	3.25	1.62	1.58	155	14	169	83811	41906
2031	3.25	1.62	1.58	160	14	174	90403	45202
2032	3.25	1.62	1.58	165	14	179	96995	48498
2033	3.25	1.62	1.58	171	15	186	104058	52029
2034	3.25	1.62	1.58	176	15	191	111121	55561
2035	3.25	1.62	1.58	182	15	197	118183	59092
2036	3.25	1.62	1.58	188	15	203	125246	62624
2037	3.25	1.62	1.58	194	16	210	132780	66390

Fuente: Autor

b. Periodo de Diseño

Definido como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, aun costo razonable. Se estableció anteriormente la vida útil del proyecto a **20 años de proyección**, y al analizar el número de ejes equivalentes se puede tomar como vías de bajo volumen.

Tabla N° 45: Periodos de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30-50
Interurbana de tránsito elevado	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10-20

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

c. Factor de distribución por carril

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto, el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista. En la tabla siguiente se muestran los valores utilizados por la AASHTO:

Tabla N° 46: Factor de distribución por carril.

No. carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño (FC)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

d. Nivel de confianza y Desviación Estándar

El nivel de confianza es uno de los parámetros importantes introducidos por la AASHTO al diseño de pavimentos, porque establece un criterio que está relacionado con el desempeño del pavimento frente a las sollicitaciones exteriores.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte de manera satisfactoria durante toda su vida de proyecto, bajo las sollicitaciones de carga e intemperismo, o la probabilidad de que los problemas de deformación y fallas estén por debajo de los niveles permisibles. Para elegir el valor de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado

Tabla N° 47: Valores del nivel de confianza R de acuerdo al tipo de camino.

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad R recomendada	
	Zonas Urbanas	Zonas rurales
Interestatales y Vías rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

La esquematización del comportamiento real del pavimento y la curva de diseño propuesta por la AASHTO tienen la misma forma, pero no coinciden. La inconsistencia se debe a los errores asociados a la ecuación de comportamiento propuesta y a la dispersión de la información utilizada en el dimensionamiento del pavimento. Debido a esto la AASHTO adoptó un enfoque regresional para ajustar estas dos curvas, de esta forma los errores se representan mediante una desviación estándar S_o , para compatibilizar los dos comportamientos, el factor de ajuste entre las dos curvas se define como el producto de la desviación normal Z_R , por la desviación estándar S_o .

Los factores de desviación normal Z_R se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 48: Desviación Estándar Normal

Confiabilidad, R, en Porcentaje	Desviación Estándar Normal, Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Guide for Design of Pavement Structures. AASHTO, 1993

Se consideró que un nivel de confiabilidad del 75% por lo tanto $Z_R = -0.674$

e. Desviación Estándar Global “ S_o ”

Una vez elegido un nivel de confianza y obtenidos los resultados del diseño, éstos deberán ser corregidos por dos tipos de incertidumbre: la confiabilidad de los parámetros de entrada, y de las propias ecuaciones de diseño basadas en los tramos de prueba, para este fin, se considera un factor de corrección que representa la desviación estándar, de manera

reducida y simple, este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento. [26]

El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO se encuentra entre los siguientes valores: Para pavimentos flexibles: $0.40 < S_o < 0.50$ en la cual se recomienda utilizar $S_o = 0.45$

f. Módulo de Resiliencia “Mr”

El método exige que el valor de módulo elástico del material de fundación que se introduzca en la ecuación de diseño, represente el efecto combinado de los diferentes módulos de ese material a lo largo del año, el cual se modifica en función de las condiciones ambientales a los cuales está sometido durante ese tiempo. Este valor, por otra parte, cuantifica el daño relativo al cual está sometido un pavimento durante cada época del año, y pondera este daño en una forma global para cualquier momento del año.

La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el Mr. y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

- Para materiales de sub-rasante con CBR igual o menor a 7,2%

$$M_R(\text{psi}) = 1.500 * \text{CBR}$$

- Para materiales de sub-rasante con CBR mayor de 7,2% pero menor o igual a 20,0%.

$$M_R(\text{psi}) = 3.000 * (\text{CBR})^{0.65}$$

- Para materiales de sub-rasante con valores de CBR mayores a 20,0%, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como la recomendada por la propia Guía de Diseño AASHTO-93:

$$M_R(\text{psi}) = 4.326 * \ln(\text{CBR}) + 241$$

En función a los datos arrojados (*Ver Tabla N°35: C.B.R. de Diseño*) y las recomendaciones dadas anteriormente.

Es decir, se toma la ecuación 2 así:

$$M_R(\text{psi}) = 3.000 * (\text{CBR})^{0.65}$$

$$M_R(\text{psi}) = 3.000 * (11.50)^{0.65}$$

$$M_R = 14674.89 \text{psi.}$$

g. Índice de serviciabilidad

La capacidad de servicio de un pavimento se expresa en términos del índice de servicio (PSI o Índice de Servicio Presente). La PSI se obtiene a partir de medidas de rugosidad y peligro.

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

p_o = Índice de servicio inicial

p_t = Índice de servicio final

La escala para PSI oscila de 0 a 5, con un valor de 5 que representa el índice más alto de servicio. Para el diseño es necesario seleccionar un índice de servicio inicial y terminal, los valores de (p_o) fueron 4,2 para pavimentos flexibles y 4,5 para pavimentos rígidos de acuerdo a la AASHO.

El índice de capacidad de servicio terminal (p_t) es el nivel aceptable más bajo antes de que se vuelva a pavimentar o reconstruirse, un índice de 2,5 o 3,0 es a menudo sugerido para su uso en el diseño de carreteras principales, y 2,0 para carreteras con una clasificación más baja. [27]

En función a lo anterior:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2 \text{ Valor referente a una vía local}$$

A partir de los resultados anteriores se calculará el número estructural SN:

$$\log_{10}(w_{18}) = -0.524 * 0.45 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2.2}{4.2 - 1.50} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}((14674.89) - 8.07$$

Gráfico N° 38: Cálculo del Número Estructural SN

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)
Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento:
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiability (R) y Desviación estándar (So):
75 % Zi = -0.674 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante:
Mr = 14674.89 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:
 Calcular SN **W18 = 66390**
 Calcular W18

Número Estructural:
SN = 1.51

Observaciones:

Calcular Salir

Fuente: Autor.

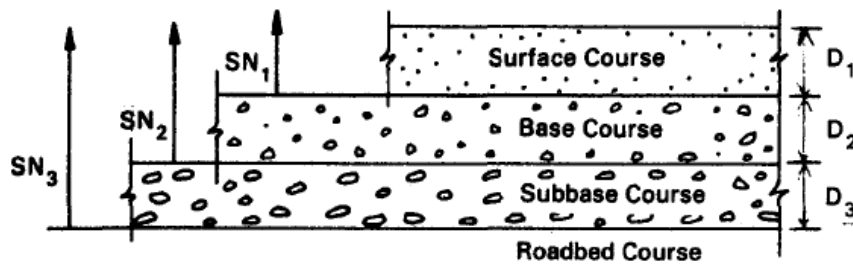
Se pudo obtener un valor de **SN: 1.46** mediante el programa AASHTO 1993 (Versión 2.0).

h. Cálculo de espesores por capa

La estructura del pavimento flexible está formada por un sistema de varias capas, por lo cual debe dimensionarse cada una de ellas considerando sus características propias.

Una vez se ha obtenido el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, se requiere determinar una sección multicapa, que en conjunto provea una suficiente capacidad de soporte, equivalente al número estructural de diseño. Para este fin se utiliza la siguiente ecuación que permite obtener los espesores de la capa de rodamiento o carpeta, de la capa base y de la sub-base:

Gráfico N° 39: Capas de la Estructura del Pavimento



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

a1 a2 a3: Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y sub-base.

D1 D2 D3: Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub-base.

m1 m2: Coeficientes de drenaje para base y sub-base.

Se procede al cálculo de los factores D₁ y D₂ en base a siguientes valores en pulgadas expresados en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla N° 49: Espesores Mínimos (pulgadas.)

Tráfico, W18	Concreto Asfáltico, D1	Capa Base D2
< 50.000	1.0 o T.S	4.0
50.001 a 150.000	2.0	4.0
150.001 a 500.000	2.5	4.0
500.001 a 2'000.000	3.0	6.0
2'000.001 a 7'000.000	3.5	6.0
> 7'000.000	4.0	6.0

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Debido a que es impráctico y antieconómico colocar capas de base o sub-base de un espesor menor al mínimo se da espesores mínimos prácticos para cada tipo de pavimento.

Por consiguiente, W₁₈=66390, entra en el rango de 50.001 a 150.000, se obtendrá de la tabla anterior **D₁=2.0 pulg.** y **D₂=4.0 pulg.**

i. Coeficientes de capa

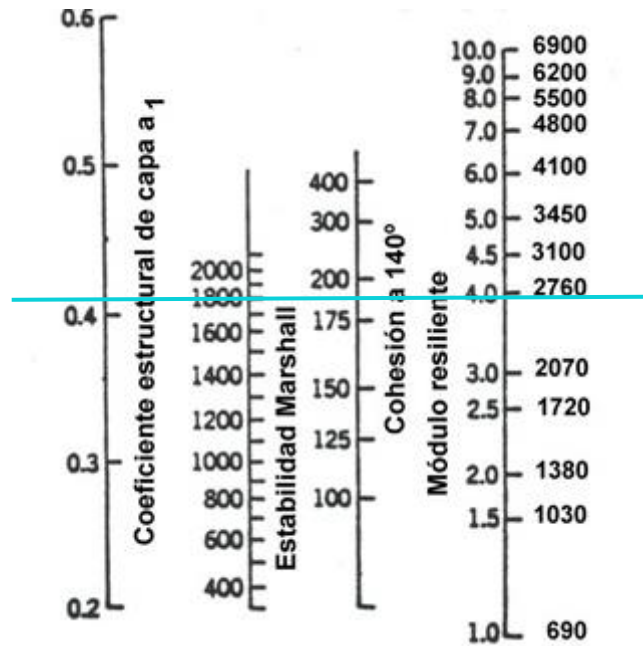
Representa la capacidad estructural de soportar cargas, la siguiente ecuación refleja el impacto relativo de los coeficientes de capa (**a_i**) y el espesor (**D_i**).

$$SN = \sum_{i=1} a_i D_i$$

j. Coeficiente estructural de Carpeta Asfáltica (a_1)

Como parámetro al no saber la estabilidad Marshall se tomará un valor mínimo de Módulo de estabilidad correspondiente al ensayo que va desde (1000lbs.a 2400lbs.) se tomará 1800 lbs.

Gráfico N°40: Nomograma para estimar el Coeficiente Estructural a_1 .



Fuente: pavimentos.blogspot.com

Se procede a trazar una línea en el gráfico anterior considerando módulo de estabilidad de 1800lbs. se puede estimar visualmente un módulo de resiliencia de $3.9 \times 10^5 \text{ psi.} = 390\text{ksi.}$ Se utiliza la ecuación siguiente para calcular a_1 :

$$a_1 = 0.40 * \log \frac{E_{CA}}{435\text{ksi}} + 0.44 \quad 0.20 \leq a_1 \leq 0.44$$

Donde:

E_{CA} : Modulo elástico.

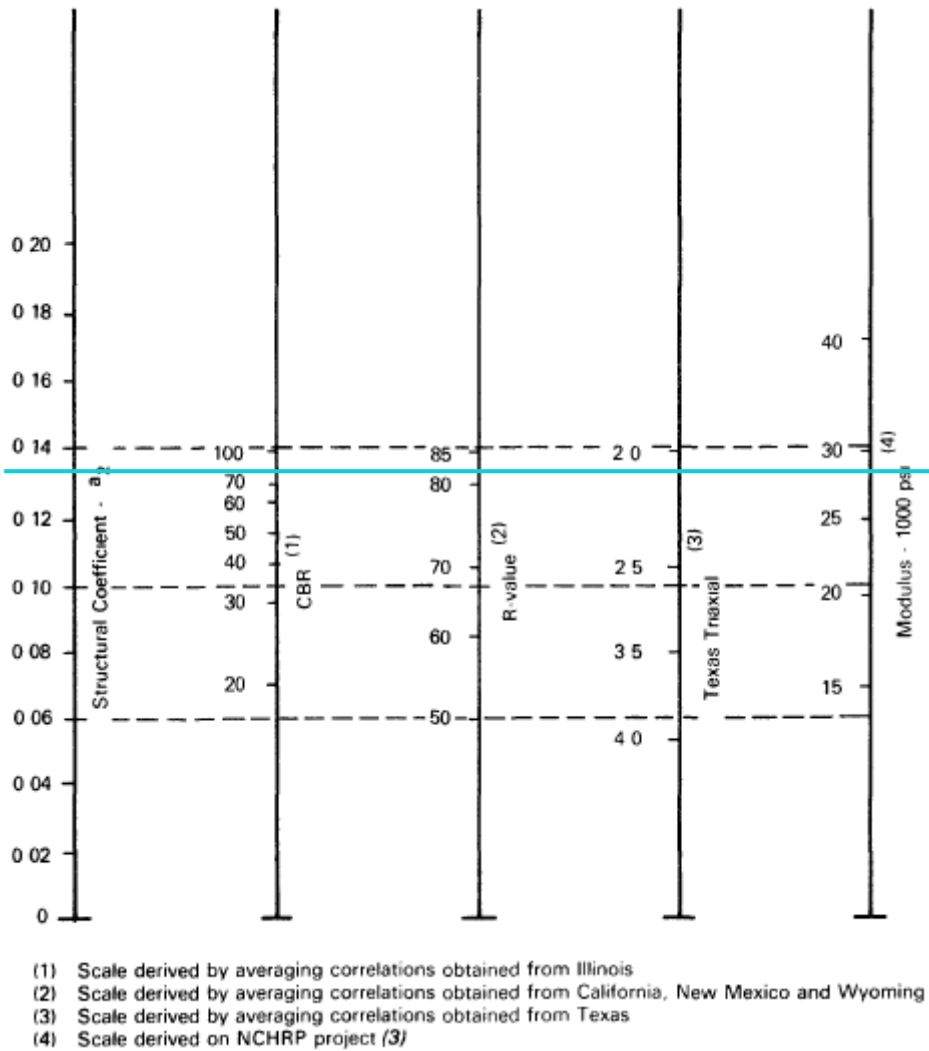
$$a_1 = 0.40 * \log \frac{390\text{ksi}}{435\text{ksi}} + 0.44 \quad 0.20 \leq a_1 \leq 0.44$$

$$a_1 = 0.421$$

k. Coeficiente Estructural de la Base Granular (a_2)

De acuerdo a lo estipulado en las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes MOP-2002, las bases deben tener un C.B.R $\geq 80\%$.

Gráfico N°41: Variación en el coeficiente Estructural de Capa Base (a_2) con diferentes parámetros de resiliencia (3)



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Del nomograma anterior se establece:

Coeficiente estructural $a_2=0.133$

Módulo de capa base= 2.85×10^4 psi.=28.50 ksi

Se procede a comprobar con la ecuación siguiente:

$$a_2 = 0.25 * \log \frac{E_E}{23ksi} + 0.11 \qquad 0.06 \leq a_2 \leq 0.20$$

Donde:

E_E : Módulo de Elasticidad.

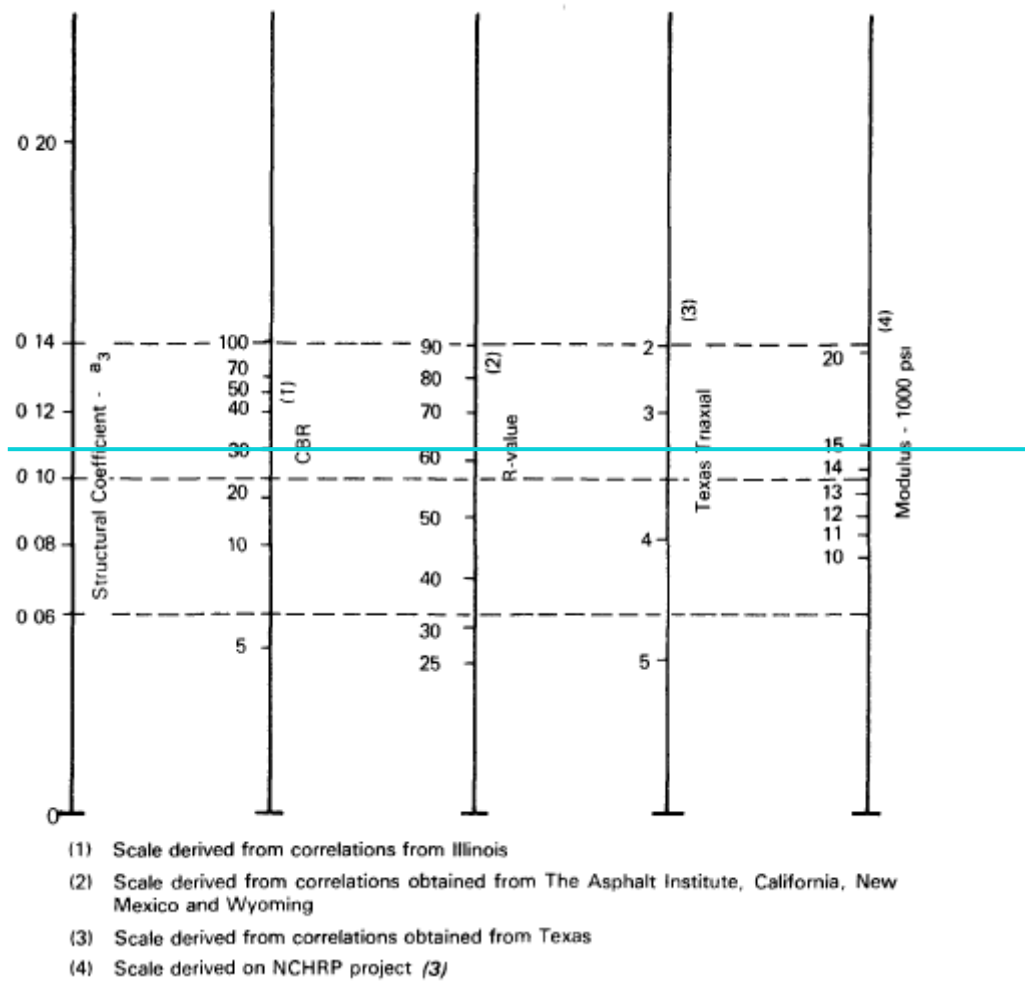
$$a_2 = 0.25 * \log \frac{28.5}{23ksi} + 0.11 \qquad 0.06 \leq a_2 \leq 0.20$$

$$a_2 = 0.1332$$

I. Coeficiente estructural de la Sub-base (a_3)

Para la Sub-base la Especificaciones establece un valor de C.B.R. $\geq 30\%$, el cual se establecerá para el proyecto.

Gráfico N°42: Variación en el Coeficiente de Capa de Sub-base Granular (a_3)



Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

Del nomograma anterior se visualiza:

Módulo de capa base= 14.90×10^3 psi.=14.85 ksi

Se calcula el coeficiente estructural a_3 :

$$a_3 = 0.25 * \log \frac{E_{SB}}{23ksi} + 0.15 \quad 0.06 \leq a_2 \leq 0.20$$

$$a_3 = 0.25 * \log \frac{14.90}{23ksi} + 0.15 \quad 0.06 \leq a_2 \leq 0.20$$

$$a_3 = 0.103$$

m. Coeficientes de drenaje de capa (m₂, m₃)

A continuación, se muestra la capacidad de ciertos niveles de drenaje en la predicción del comportamiento de los pavimentos.

Tabla N° 50: Calidad de Drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993.

El tratamiento para el nivel esperado de drenaje para un pavimento flexible es por *medio* del uso de coeficientes de capa modificados (es decir que debería usarse un coeficiente de capa efectivo mayor para mejorar las condiciones de drenaje).

Los valores mostrados son recomendados como una función de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo durante el año en que la estructura del pavimento debería normalmente estar expuesta a niveles de humedad aproximadamente iguales a la saturación.

Tabla N° 51: Coeficientes de drenaje para pavimentos flexibles

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Buena	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Regular	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Pobre	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Deficiente	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

De la tabla anterior se tomará el porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación en el rango de (5-25%), y se tomó un valor intermedio de estos siendo 0.90. Es también importante notar que esos valores se aplican solamente a los efectos del drenaje sobre capas de base y sub-base no tratadas.

n. Diseño de la Estructura de Pavimento con sistema multicapa.

Se muestra a continuación un resumen de los datos obtenidos para el diseño del pavimento.

Tabla N° 52: Resumen de datos del método AASHTO 93

Tipo de pavimento	Flexible
Periodo de diseño	20 años
W18 acumulado para el carril de diseño	66390
Confiabilidad “R”	75
Desviación estándar normal “Zr”	-0.674
Desviación estándar global “So”	0.45
Módulo de resiliencia de la carpeta la subrasante = 1.4424×10^4 psi.	14.42 ksi.
Serviciabilidad inicial p_o	4.2
Serviciabilidad inicial p_t	2
Pérdida de serviciabilidad inicial	2.2
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica a_1	0.421
Coefficiente estructural de la base granular a_2	0.133
Coefficiente estructural de la sub-base granular a_3	0.103
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica $M_{r1} = 3.9 \times 10^5$ psi	390 ksi.
Módulo de resiliencia de la base granular $M_{r2} = 29 \times 10^3$ psi.	29.00 ksi.
Módulo de resiliencia de la sub-base granular $M_{r3} = 14.90 \times 10^3$ psi.	14.90 ksi.
Coefficientes de drenaje m_2 y m_3	0.90

Fuente: Autor

**DISEÑO DEL REFUERZO
METODO AASHTO 1993**

PROYECTO :

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max

REALIZADO POR: Egdo. Israel Orozco

FECHA : Abril 2017

SECCION 4 : km 0+000 - km 3+3520

REVISADO POR: Ing.Mg.Lorena Pérez

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES	DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	390.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	29.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	14.90

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	6.6390E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	75%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.674
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	14.42
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a1)	0.421
Base granular (a2)	0.133
Subbase (a3)	0.103
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	0.90
Subbase (m3)	0.90

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1.51
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.12
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.38
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.01

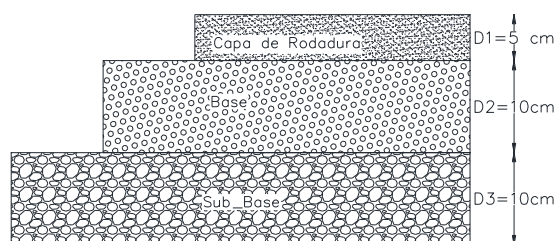
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	6.8	5.0	0.83
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	6.5	10.0	0.47
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.2	10.0	0.36
ESPESOR TOTAL (cm)		25.0	1.67

RESPONSABLE :

HOJA DISEÑADA POR: **Egdo. Israel Orozco**
Ambato, Ecuador

Gráfico N° 40: Espesores propuestos para el pavimento flexible



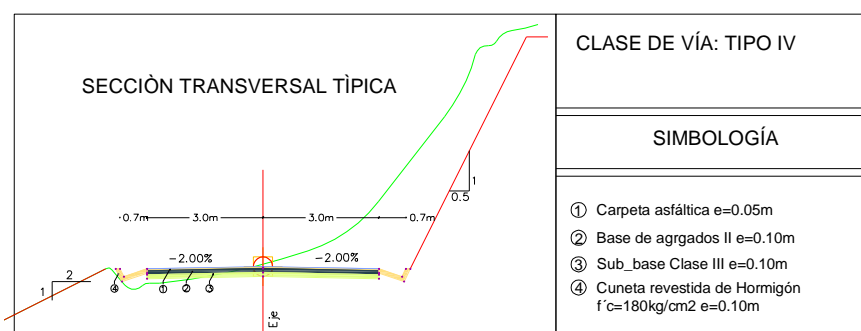
Fuente: Autor

D1 = Espesor de la carpeta asfáltica.

D2 = Espesor de la capa base.

D3 = Espesor de la capa sub-base.

Gráfico N° 41: Sección Típica



Fuente: Autor

Propiedades de los materiales a utilizarse en el pavimento flexible Sub-bases y bases

Se utilizarán sub-base clase III y Base clase II, descritas en el capítulo II, puesto que son los materiales que posee la cantera más cercana al proyecto (Cantera Juive Grande) y deberán cumplir con los parámetros establecidos en la sección 403 y 404 de las Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas como son:

Tabla N° 53: Parámetros que deben cumplir las sub-bases y bases

Ensayos	Materiales	
	Sub-bases	Bases
CBR	≥30%	≥80%
Limite Liquido (LL)	≤25%	
Índice Plástico (Ip)	≤6%	
Desgaste por abrasión en la máquina de los Ángeles	≤50%	≤40%
Desgaste por acción de los sulfatos	--	≤12%

Fuente: MOP – 001 – F 2002.

Además, estas sub-bases y bases cumplen con los siguientes límites granulométricos establecidos por el MOP.

Tabla N° 54: Granulometría para las sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3”(76.20mm)	---	---	100
2”(20.40mm)	---	100	---
1½”(38.10mm)	100	70-100	---
N° 4(4.75mm)	30-70	30-70	30-70
N°40(0.425mm)	10-35	15-40	---
N°200(0.075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: MOP – 001 – F 2002.

Tabla N° 55: Granulometría para las bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo A	Tipo B			
2”(50.4mm)	100	---	---	---	100
1 ½ (38.1mm)	70-100	100	---	---	---
1”(25.4mm)	55-85	70-100	100	---	60-90
¾”(19.0mm)	50-80	60-90	70-100	100	---
3/8”(9.50mm)	35-60	45-75	50-80	---	---
N°4(4.75mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
N°10(2.00mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	---
N°40(0.425mm)	10-25	10-25	15-30	25-35	---
N°200(0.075mm)	2-10	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: MOP – 001 – F 2002.

Carpeta asfáltica

La capa de rodadura de los pavimentos flexibles está conformada por hormigón asfáltico, que es la mezcla de cemento asfáltico con agregados debidamente tamizados.

En el país el cemento asfáltico que se utiliza es el tipo AP-3 que es un cemento asfáltico medio cuyo grado de penetración es de ochenta a ciento veinte (80 - 120) décimas de milímetro.

Tabla N° 56: Criterios de diseño para mezclas Marshall

Criterio de mezcla	Tráf. ligero		Tráf. medio		Tráf. pesado		Muy pesado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Número de golpes en cada cara de la probeta.	35		50		75		75	
Estabilidad en libras	750		1200		1800		2200	
Flujo en centésimas de pulgada	8	18	8	16	8	14	8	14
Porcentaje de Vacíos	3	5	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75	65	75
Relación filler/betún					0.8	1.2	0.8	1.2

Fuente: Lozada P.

Los agregados para las mezclas asfálticas estarán compuestos de partículas de piedra triturada, grava triturada, grava o piedra natural, arena, etc., de tal manera que cumplan con los límites granulométricos planteados:

Tabla N° 57: Granulometría para los agregados de las mezclas asfálticas

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	N°4
1" (25.4 mm)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm)	90 – 100	100	--	--
½" (12.7 mm)	--	90 – 100	100	--
3/8" (9.50 mm)	56 – 80	--	90 – 100	100
N° 4 (4.75 mm)	35 – 65	47 – 74	55 – 85	80 – 100
N° 8 (2.36 mm)	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
N° 16 (1.18 mm)	--	--	--	40 – 80
N° 30 (0.60 mm)	--	--	--	25 – 65
N° 50 (0.30 mm)	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
N° 100 (0.15 mm)	--	--	--	3 – 20
N° 200 (0.075 mm)	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 – 10

Fuente: MOP – 001 – F 2002.

A más de cumplir con los requisitos granulométricos los agregados deben cumplir con las siguientes exigencias:

Tabla N° 58: Requisitos granulométricos de los materiales pétreos

Ensayo	Especificación
Desgaste por acción de los sulfatos	≤ 12%
Recubrimiento y peladura Adherencia	95%
Peladura	5%
Índice plástico (Pasa #40)	< 4%
Hinchamiento	1.50%

Fuente: MOP – 001 – F 2002.

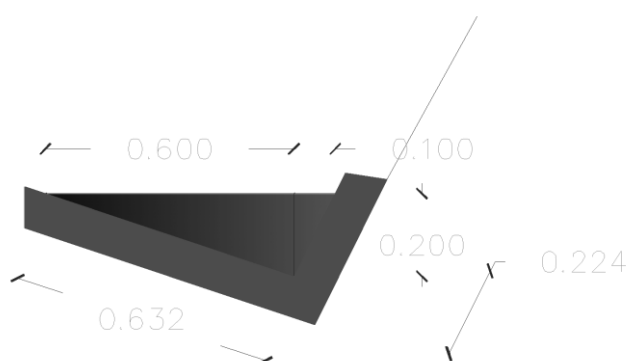
3.2.3 DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS

3.2.3.1 DISEÑO DE CUNETAS

Para el diseño de cunetas se procede a tomar como primera medida las dimensiones establecidas en la Norma MOP-2003 en la cual establece una pendiente máxima junto a la calzada de 3:1 y la de salida tenga la misma pendiente del talud con un espejo de agua máximo del 30cm. Además, se utilizará un método Semi-Empírico para determinar el caudal.

Siguiendo estas recomendaciones se estableció las siguientes medidas que se indican en la figura:

Gráfico N° 42: Sección de cuneta Propuesta



Fuente: Autor

a. Caudal Máximo

Es el caudal admisible cuando trabaja a su máxima capacidad, el cálculo se lo realiza con las formulas Manning para canales abiertos.

$$Q = V * A$$

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

Q = Caudal que transporta la cuneta en m³/seg.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico (área/perímetro mojado) en m.

J = Pendiente en m/m, que coincide con la pendiente de la vía.

V = Velocidad media del agua en m/s

A = Área mojada de la sección en m²

Análisis de la sección utilizada como cuneta en su máxima capacidad:

b. Área mojada

$$Am = \frac{b \times h}{2}$$

$$Am = \frac{(0.60 + 0.10) \times 0.20}{2}$$

$$Am = 0.07 \text{ m}^2$$

c. Perímetro mojado

$$Pm = 0.632 + 0.224$$

$$Pm = 0.856$$

d. Radio hidráulico

$$R = \frac{Am}{Pm}$$

$$R = \frac{0.07}{0.856}$$

$$R = 0.0818$$

Tabla N° 59: Coeficiente de Manning

Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

Fuente: S.M. Woodward and C. J Posey

Solución:

$$V = \frac{1}{0.015} * 0.0818^{2/3} * J^{1/2}$$

$$V = 12.5601 * J^{1/2}$$

Igualando a la ecuación de continuidad:

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.07 * 14.5678J^{1/2}$$

$$Q = 0.8792J^{1/2}$$

A partir de las ecuaciones de dos incógnitas anteriores se calcula el caudal y la velocidad de flujo para las pendientes del proyecto las cuales están en el margen del 0.5% al 16%.

Tabla N° 60: Velocidad de Flujo y Caudal

J %	J	V(m/s)	Q(m3/s)
0.50	0.005	0.8881	0.062
1.00	0.010	1.2560	0.088
2.00	0.020	1.7763	0.124
3.00	0.030	2.1755	0.152
4.00	0.040	2.5120	0.176
5.00	0.050	2.8085	0.197
6.00	0.060	3.0766	0.215
7.00	0.070	3.3231	0.233
8.00	0.080	3.5525	0.249
9.00	0.090	3.7680	0.264
10.00	0.100	3.9719	0.278
11.00	0.110	4.1657	0.292
12.00	0.120	4.3509	0.305
13.00	0.130	4.5286	0.317
14.00	0.140	4.6996	0.329
15.00	0.150	4.8645	0.341
16.00	0.160	5.0240	0.352

Fuente: Autor

Se deberá determinar el caudal que circula, para ello se puede utilizar varios métodos en el apartado siguiente se desarrollará por el método Racional.

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

Q= Caudal máximo esperado m³/seg

C= Coeficiente de escurrimiento

I= Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A= Número de hectáreas tributarias

Se puede apreciar en la ecuación anterior que el caudal es función de un coeficiente de escorrentía C el cual puede ser determinado.

$$C = 1 - \sum C''$$

C'' = Valor de escorrentía debida a distintos parámetros o factores.

Tabla N° 61: Valores de escorrentía para distintos Factores

POR LA TOPOGRAFIA	C
Plana con pendientes de 0,2 – 0,6 m/km	0,30
Moderada con pendientes de 3,0 – 4,0 m/Km	0,20
Colinas con pendientes 30 – 50 m/Km	0,10

POR EL TIPO DE SUELO	C
Arcilla compacta impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	0,20
Suelo limo arenoso no muy compactado	0,40

POR LA CAPA VEGETAL	C
Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPECIABLE
		50%	20%	5%	1%	
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES DENSA VEGETACION	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: Fabricio Chávez Sanabria

$$C = 1 - 0.10 - 0.40 - .10$$

$$C = 0.40$$

Una vez estipulado el coeficiente de escorrentía es necesario determinar la intensidad de lluvia para lo cual se tomará como base de partida los datos dados por el INAMHI, el cual es el Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador.

e. Intensidad de la precipitación (mm/h)

Para el proyecto se tomó información de la Red hidrometeorológica de Tungurahua que está vinculada al INAMHI.

El proyecto está ubicado cercano a la estación meteorológica Huambaló (M0380), donde su máxima precipitación registrada es 32 mm dato INAMHI 1999. Actualmente existe en la Provincia de Tungurahua el Centro de Monitoreo de Meteorológico que regula las principales cuencas de la provincia.

Tabla N° 62: Resumen Anuarios Meteorológicos 2013-2016

Resumen de Anuarios				
Anuario	Precipitación Anual	Precipitación Máxima Diaria	Días de Lluvia	Hasta
2013	748.10 mm	33.10mm	141	30/05/2013
2014	677.20 mm	21.60mm	139	30/05/2014
2015	843.98 mm	19.40mm	183	25/04/2015
2016	1035.14mm	26.10mm	176	27/04/2016

Fuente: HGPT (Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental)

El proyecto está ubicado en la zona 33 de acuerdo al mapa de Zonificación de Intensidades de Precipitación

$$5\text{min} < 23\text{min} \quad I_{TR} = 170.39 * t_c^{-0.5052} * I_{TR}$$

$$23\text{min} < 1440 \text{ min} \quad I_{TR} = 515.76 * t_c^{-0.8594} * I_{TR}$$

Siendo:

I_{TR} = Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h).

TR = Periodo de retorno (años).

t = Tiempo de duración de la lluvia (min).

I_{dTR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno dado (mm/h).

f. Periodo de retorno

Se define el periodo de retorno (TR) de un caudal como el intervalo medio de tiempo durante el cual existe la probabilidad de que se produzca una avenida con un caudal superior. Es evidente que la probabilidad de ocurrencia es independiente de factores económicos, técnicos sociales etc. la probabilidad de falla durante la vida útil del proyecto se determina por la expresión. [28]

$$Riesgo = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^n$$

En donde:

TR= Período de retorno.

n= Número de años de vida útil.

Tabla N° 63: Periodo de retorno para distintas vidas útiles y riesgos de falla

Riesgo de falla	Vida útil de la obra, años				
	10	20	30	50	100
0.25	35	70	105	174	348
0.10	95	190	285	475	950
0.05	195	390	585	975	1.950
0.01	995	1.990	2.985	4.977	9.953

Fuente: NEVI-12-2B

La tabla indica, por ejemplo, que si se considera un riesgo de 0.10 para una obra que tiene una vida útil de 50 años, entonces la crecida de diseño para esta estructura debe estar asociada a un periodo de retorno de 475 años, por otra parte, si se trabaja para un periodo de retorno igual a la vida útil del proyecto, la expresión anterior establece que el riesgo de falla es 64% para vidas útiles en el rango de entre 5 a 100 años.

Para el análisis del proyecto se asumió un periodo de retorno igual a 25 años para obras de arte menor y 100 años para obras de drenaje de arte mayor. [28]

g. Tiempo de duración de la lluvia

El tiempo de duración de la lluvia es una de las primeras decisiones del consultor, es importante conocer la duración de la lluvia ya que en función del tiempo esta decrece y el área aportante de la cuenca crece al aumentar la tormenta, cuya duración está dada por el clima y la región de estudio.

Es usual que la duración de diseño sea igual al tiempo de concentración del área aportante definida como el tiempo necesario para que la gota más alejada llegue a la de salida [28]

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L}{H}\right)^{0.385}$$

Donde:

t_c = El tiempo de concentración, en min.

L = La longitud del cauce principal, en m.

H = El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga, en m.

Existen varios tramos con características topográficas propias del proyecto se determina los datos siguientes como ejemplo de la mayor longitud de descarga:

Datos Tramo 3

	Abscisa	Cota
Inicio de cuneta	0+0000	3011.26 m
Descarga de cuneta	0+843.86	2934.55 m

Longitud de cuneta L = 843.86 m

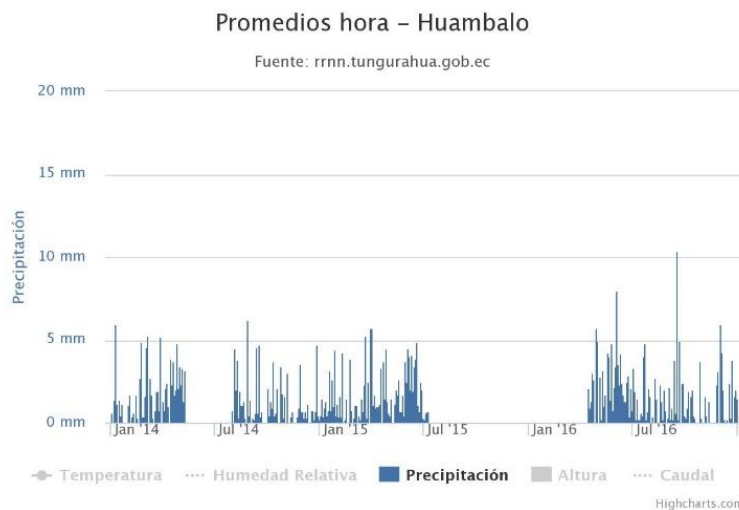
Desnivel de la cuneta H = 3011.26 m – 2934.55 m = 76.71 m.

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

$$tc = 0.0195 \left(\frac{843.86^3}{76.71} \right)^{0.385}$$

$$tc = 8.795 \text{ mm}$$

Gráfico N° 43: Precipitación en mm/h registrados 2014-2016



Fuente: HGPT (Dirección de Recursos Hídricos y Gestión Ambiental)

El nivel de precipitación máxima fue de 33.10mm de acuerdo a la Tabla N°56, el cual se reemplaza en la ecuación que establece la NEVI-12.

$$P_{m\acute{a}x} (mm) = Id_{TR} (mm/h) * 24 h$$

$$I_{dTR} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{24}$$

$$I_{dTR} = \frac{33.10}{24}$$

$$I_{dTR} = 1.379$$

Se puede observar que el tiempo de concentración de la lluvia fue de 8.79 mm, valor que está dentro del rango de la ecuación:

$$5\text{min} < 23\text{min} \qquad I_{TR} = 170.39 * t_c^{-0.5052} * I_{dTR}$$

$$I_{TR} = 170.39 * 8.795^{-0.5052} * 1.379$$

$$I_{TR} = 78.34\text{mm/h}$$

h. Área de drenaje

$$A = (\text{Ancho carril} + \text{cuneta}) * L$$

$$A = (3.00 + 0.70) * 841.86$$

$$A = 3468.463 \text{ m}^2 = 0.3114 \text{ Há}$$

Ahora bien, se establece la fórmula del método racional así:

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

$$Q = \frac{0.40 * 78.34 * 0.3}{360}$$

$$Q = \frac{0.40 * 78.34 * 0.3278}{360}$$

$$Q = 0.0285 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se puede verificar que el valor obtenido es inferior al requerido:

$$Q_{m\acute{a}x} < Q_{admi}$$

$$0.0285\text{m}^3/\text{s} < 0.352\text{m}^3/\text{s}$$

En el Proyecto existen diferentes secciones las cuales obedecen a parámetros inferiores a las calculadas, por dicha razón se considera en el cálculo general, para tramos que presenten estas características se colocaran estas secciones.

3.2.3.2 DISEÑO DE ALCANTARILLAS

Una alcantarilla es una estructura que tiene por objetivo principal atravesar un obstáculo al flujo del agua, en la mayoría de los casos se aplican al diseño vial, es decir, cuando el flujo es interceptado por un camino. El tipo de alcantarillas va a ser colocado en función del caudal a desalojar, la pendiente, la naturaleza y costos de emplazamiento.

A lo largo del proyecto es fundamental la ubicación de alcantarillas en el cual se ha tomado ciertas consideraciones:

- Considerar los cursos de aguas (riachuelos) que atraviesan la vía en distintos puntos del proyecto, el caudal de flujo promedio que circula en condiciones de invierno.
- Tomar cierta consideración en el material de uso, el cual es àrmico con un diámetro mínimo de 1.20 m y pendientes transversales que oscilan entre 0.5% y el 3% y considerar una pendiente máxima del 5 % en casos excepcionales, de los cuales se puede resumir que la mayor parte están ubicadas al transversal a la vía que sirve de evacuación del agua por aporte de calzada.

a. Coeficiente de escorrentía

C=0.10

Se usa el 0.10 al estar el área de escurrimiento de la cueca en cultivos en su mayoría.

b. Tiempo de concentración

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

En el análisis del proyecto se estableció una longitud máxima de drenaje de 1278.48m y una diferencia de nivel de 194.12m

$$tc = 0.0195 \left(\frac{1278.48^3}{194.12} \right)^{0.385}$$

$$tc = 9.94min$$

c. Intensidad

Es evidente que se debe utilizar la ecuación 1 mostrada en el análisis de cunetas con un $I_{dTR} = 1.379$.

$$5\text{min} < 23\text{min} \qquad I_{TR} = 170.39 * t_c^{-0.5052} * I_{dTR}$$

$$I_{TR} = 170.39 * 9.94^{-0.5052} * 1.379$$

$$I_{TR} = 73.64 \text{ mm/h}$$

d. Área de Cuenca

Está enfocado al área de escurrimiento y corresponde a 48.37 Há y la cual es un valor máximo dentro del proyecto.

$$Q = \frac{0.20x 73.64 x 19.66}{360}$$

$$Q = 0.80 \text{ m}^3/\text{s}$$

Siguiendo con el análisis se procede al cálculo de la sección típica:

$$A = 0.183 * C_t * \sqrt[4]{H^3}$$

Siendo:

A = Área libre de la alcantarilla en m²

C_T = Coeficiente de Talbot

H = Área que desea drenar en Ha.

Tabla N° 64: Coeficientes de Talbot

Tipo de terreno	C _T
Suelo rocoso y pendientes abruptas	1
Terreno quebrados con pendientes moderadas	2/3
Valles irregulares muy anchos en comparación de su largo	1/2
Terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo del valle es de 3 a 4 veces el ancho	1/3
Zonas a nivel no afectadas por acumulación de nieve o inundación fuerte	1/3

Fuente: Chávez F.

$$A = 0.183 * 2/3 * \sqrt[4]{19.66^3}$$

$$A = 1.14m^2$$

En primera instancia se toma la decisión de utilizar alcantarillas circulares:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1.14}{\pi}}$$

$$D = 1.20m$$

Por cuestiones de comerciales se asumirá un diámetro de 1.75m, además se realiza un cálculo manual de la velocidad de flujo, para el máximo caudal.

Tabla N° 65: Resumen de alcantarillas

Tramo Vial	Abscisa	L	H	tc	ITR	A Drenaje	Q m3	A alcantarilla	Ø Diametro	Øasumido
T3	0+969.82	1278.48	194.12	9.94	73.64	19.66	0.80	1.14	1.20	1.20
T5	0+376.17	978.40	102.25	9.34	75.99	20.66	0.87	1.18	1.23	1.20
T3	0+130.48	1452.17	360.00	9.08	77.10	17.24	0.74	1.03	1.15	1.20
T1	0+351.56	1725.61	400.00	10.64	71.16	19.25	0.76	1.12	1.19	1.20

Se procede a verificar la velocidad este comprendida entre (0.5m/s _4.5m/s) una vez definida los caudales a drenar se debe evaluar que el diámetro propuesto cumpla las condiciones mostradas en el Capítulo 2 para esto se usar un programa *Hydraflow Express* mismo que se encuentra vinculado dentro de Civil 3D, el proceso de análisis se lo puede ver en la guía.

Detalle del Cabezal

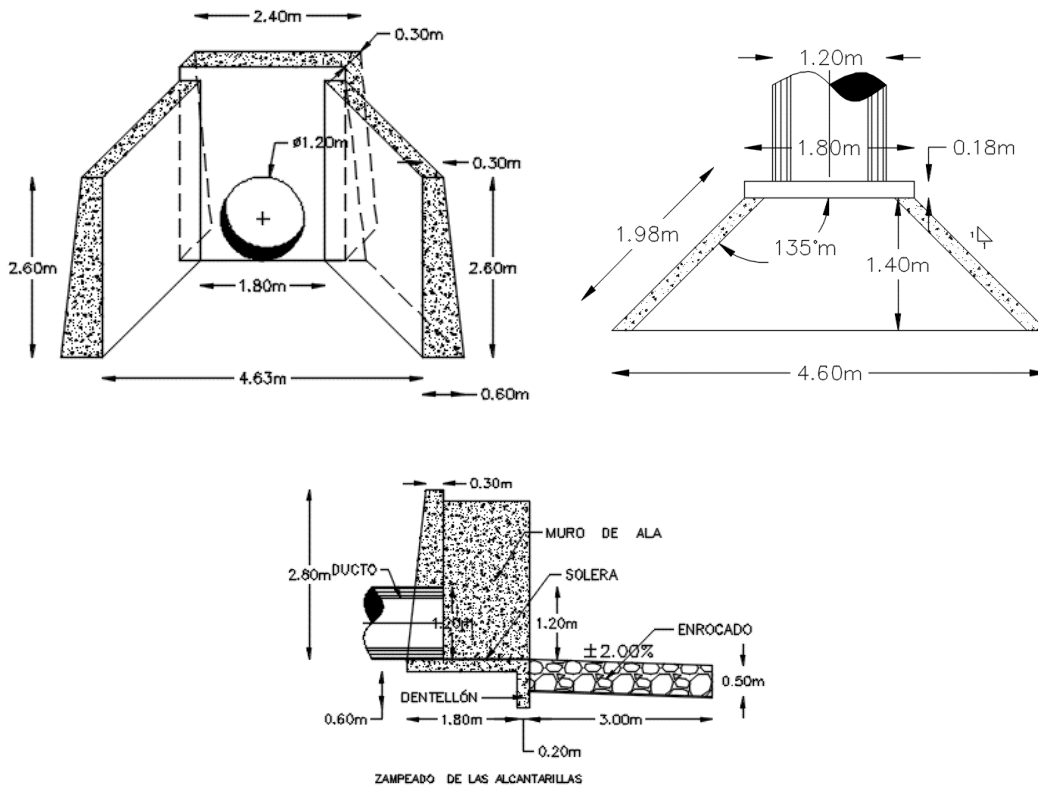


Tabla N° 66 : Volúmenes del Cabezal

Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)	Observación
Hormigon Simple $f'c=210$ kg/cm ²	m3	Ala 1 y 2	2	0.45	2.6	2.34	Ancho Promedio
	m3	Solera Secc. Cuadrada	1.4	1.8	0.2	0.504	Ancho Promedio
		Solera Secc. Triangular	1.4	1.4	0.2	0.392	
	m3	Pantalla	2.4	0.45	2.8	3.024	Ancho Promedio
					1.2	-0.509	D Armico
				Total:	5.751		
Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)	Observación
Enrocado	m3	Aguas arriba y Abajo	3	4.6	0.5	6.9	
Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)		Observación
Geotextil	m2	Enrocado	3	4.6	13.8		

Fuente: Autor

3.2.4 SEÑALIZACIÓN VIAL

Una de la medida importante a la hora generar un proyecto civil en el área vial es conocer donde se debe colocar una advertencia o señal que guie al conductor a prevenir o generar con anticipación una maniobra. Para el proyecto se usa la norma vigente en Ecuador las mismas que ayudan mejorar el tráfico y la visibilidad, las normas utiliza se ajustan a los requerimientos de una vía Tipo IV y comprende la señalización horizontal como vertical utilizada a lo largo de la calzada en cada uno de los tramos.

Señalización Horizontal

Encargadas principalmente de demarcar la calzada y dar soporte en la noche, son marcas efectuadas sobre la superficie de calzada, las cuales se puede colocar en color blanco o amarillo, las mismas que se clasifican en:

- ✓ **Líneas longitudinales:** las cuales van paralelas y sobre el eje vial, se pintan para delimitar las calzadas del flujo vehicular, así zonas de adelantamiento, estacionamiento etc.
- ✓ **Líneas transversales:** Se usan en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse, ceder el paso o disminuir la velocidad según el caso y para señalar zonas destinadas al cruce de peatones.
- ✓ **Marcas especiales:** Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización: chevrones en el pavimento, cuadrículas en las intersecciones, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como: pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxi, parada de bus, entre otras.

a. Características de las señales

Al prescindible de las señales horizontales es su capacidad de prever de forma eficaz la función buscada para ello se debe tener ciertos parámetros.

- ✓ **Retroflexión.** - Contempla la capacidad de visualización de las marcas en el piso en cualquier momento de manera eficaz y con cualquier clima, para conseguir este efecto la pintura utilizada contendrá micro esferas de vidrio
- ✓ **Color.** - Bien la utilización ya sea de pintura blanca o amarilla está ligada a cualquier tipo de vía, estas deben ser uniformes o estar segmentadas según lo requiera.

b. Señalización Horizontal

✓ Líneas de separación de flujos opuestos

La línea de separación de flujo opuesto puede ser: simples o dobles; y, además puede ser continuas, segmentadas o mixtas, deben ser de color amarillo y utilizarse en calzadas bidireccionales

Amarillas: Separación de tráfico en direcciones opuestas, en caso de parterre borde izquierdo de la vía, restricciones.

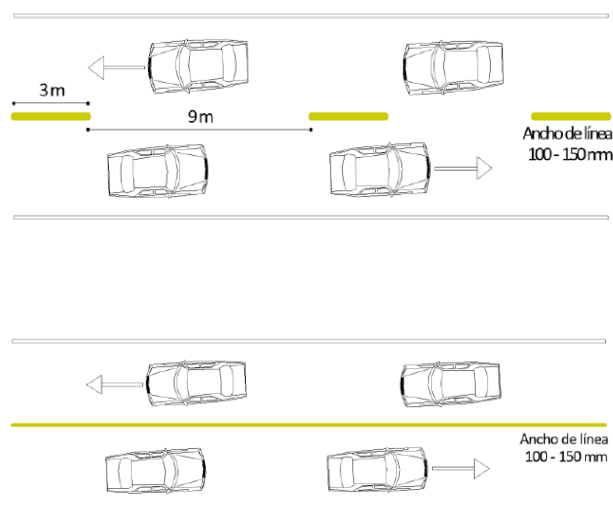
Blanca: separación de flujos de tráfico en la misma dirección, borde derecho de la vía (berma), zonas de estacionamiento, proximidad de paso cebra.

Azul: zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

- **Forma:** Pueden ser continuas, segmentadas o en zigzag.
- **Dimensiones:** Ancho mínimo de 100 mm y máximo de 150 mm

A continuación, se ilustra las líneas segmentadas de separación de circulación líneas segmentadas y de borde.

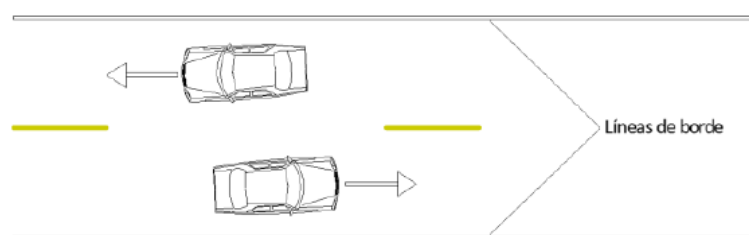
Gráfico N° 44: Líneas segmentadas y continuas



Fuente: INEN, 2011

- ✓ Líneas de borde de calzada: Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste

Gráfico N° 45: Líneas de borde de calzada



Fuente: INEN, 2011

Ancho de 100 mm y pueden ser de color blanco

✓ Señalización Vertical

Este tipo de señalización debe ser implementado siempre, pues permite proveer regulaciones prevenciones e información de guía para los usuarios de las vías, las cuales mantiene al tránsito ordenado. Las señales deben ser reconocidas como tales y los medios empleados para transmitir información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color destacados.

- ✓ Ubicación. - Deben ser instaladas en el lado derecho de la vía, la colocación longitudinal de las señales está fijada por la naturaleza de su mensaje para asegurar que sean exhibidas de forma adecuada a los conductores que se aproximen a ellos.

Se aplican al proyecto los siguientes tipos de señales:

- ✓ Señales Regulatorias (Código R). - Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

Clasificación:

- R1 Serie de prioridad de paso
- R2 Serie de movimiento y dirección
- R3 Serie de restricción de circulación
- R4 Serie de límites máximos
- R5 Series de estacionamientos
- R6 Serie de Placas complementarias
- R7 Serie miscelánea

Gráfico N° 46: Señales Regulatorias Tipo R1

Leyenda y borde retroreflectivo blanco
Fondo retroreflectivo rojo



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Fuente: INEN, 2011

El proyecto presenta intersecciones por ello es necesario elegir entre el tipo de señal regulatoria R1

Señales Preventivas (Código P). - Advierten a los usuarios de las vías sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

Su clasificación es extensa por lo que en el caso anterior enumera las siguientes.

- P1 Serie de alineamiento
- P2 Serie de intersecciones y empalmes
- P3 Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito
- P4 Serie de anchos, alturas largos y pesos
- P5 Serie de asignación de carriles
- P6 Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía
- P7 Serie peatonal
- P8 Serie complementaria

Las dimensiones de estas señales dan a partir de la siguiente tabla:

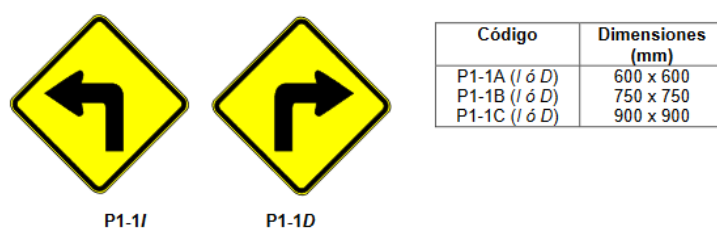
Tabla N° 67: Dimensiones de la señal vertical en función de su velocidad

85 percentile velocidad km/h	Dimensión (mm) de la señal
menos de 60	600 x 600
70 - 80	750 x 750
más de 90	900 x 900

Fuente: INEN, 2011

A continuación, se muestra un ejemplo de este tipo de señales:

Gráfico N° 47: Curva cerrada izquierda (P1-1I), derecha (P1-1D).



Fuente: INEN, 2011

- ✓ Señales de Información (Código I). - Tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Clasificación.

- Las señales de información se clasifican en los siguientes grupos:
- Señales de información de Guía (I1)
- Señales de información de Servicios (I2)
- Señales de información misceláneos (I3)

Se muestra una señal practica para zonas rurales:

Gráfico N° 48: Señal con lugar de destino



Fuente: INEN, 2011

Las señales no indicadas anteriormente que se ocupa dentro del proyecto están en las normas RTE INEN 004-1:2011 consúltese ahí.

3.2.5 GUIA DE DISEÑO EN CIVIL 3D Y 3ds Max

3.2.5.1 Antecedentes

En la presente investigación dentro de los parámetros y acuerdos de Autodesk, relacionados con las actividades de aprendizaje, formación, investigación y desarrollo, se ha utilizado “Licencias Estudiantiles”.

AutoCAD Civil 3D fue introducido en 2004 como un producto de prueba, fue diseñado para darle al usuario un vistazo hacia el futuro de la ingeniería civil fue un cambio radical para el paquete de diseño basado en AutoCAD. [29]

AutoCAD Civil 3D es una herramienta de Dibujo, diseño gráfico de carreteras, cálculo de volúmenes, perfiles y animación (renderización de objetos) entre otras, cabe destacar su nivel de ejecución a tiempo real y modificación total o parcial.

Por otro lado, maneja la metodología BIM de sus siglas en inglés Building Information Modeling (Modelado con Información para la Construcción) que marca una nueva era, es así mientras que el programa de CAD utiliza sólo geometría en 2D o 3D sin diferenciar los elementos, el programa BIM utiliza bibliotecas de objetos Inteligentes y Paramétricos que interpretan la interacción lógica entre los diferentes tipos de objetos y almacena la información referente a estos.

El BIM nace porque en la práctica tradicional, se realizan los proyectos en diferentes fases y con diferentes agentes en cada fase (la consultoría hace el proyecto, la constructora la ejecuta, la empresa de mantenimiento se encarga de la gestión de la infraestructura etc.) eso implica que se pierda información debido a la poca coordinación. Por otro lado, es una metodología de trabajo colaborativa que se basa en la coordinación, coherencia e información de un modelo funcional de una infraestructura creada por todos los agentes, que establezca una base de conocimiento a lo largo de todo el ciclo de vida referido por ejemplo que el equipo de mantenimiento tenga toda la información necesaria desde inicio de diseño, este en definitiva abarata costos. [29]

Se puede decir entonces que el BIM (Building Information Modeling) es una metodología en la cual prevalece la forma colaborativa de trabajar.

La ejecución BIM se tiene las siguientes dimensiones:

- 3D referida al modelado
- 4D enfocado en la planificación.

- 5D Control de Costes.
- 6D Sostenibilidad.
- 7D Mantenimiento y gestión de la infraestructura.

Niveles de desarrollo o detalle (LOD) y Nivel Información (LOI):

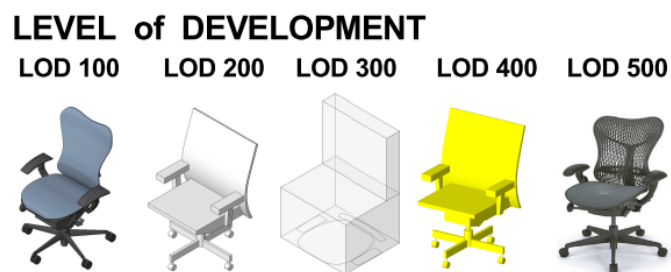
LOD- (Level of Development) Nivel de Detalle: En la imagen de abajo se ve un LOD muy bajo de 100 y un nivel alto de 500, lo que se pretende es como la información se va ampliando, alimentado en el proceso, pues no desde el primer momento tenga toda la información disponible porque tampoco sería útil por ejemplo cuando se realiza una carretera podría ser una caja sin capa de rodadura, base, sub-base ya llegando a un LOD 500 pues obviamente ya será más detallado.

LOI- Nivel de Información: Es muy útil para la gente de mantenimiento, normalmente para lo que les interesa es la información, en este punto no es útil cuanto nivel de detalle tenga el modelo. [29]

3.2.5.2 Historia y Evolución del BIM

Este proceso no es nuevo, la primera mención se dio en 1975 por Chuck Eastman en un artículo denominado *The use of computers statooof rooding in building desing*

Gráfico N° 49: Niveles de desarrollo



Fuente: Jiménez P.

Civil 3D es una sola aplicación de software que admite un flujo de trabajo de BIM (Building Information Modeling, Modelado con Información para la construcción) que va del concepto a la construcción. Es una herramienta para modelar diseños con precisión, optimizar el rendimiento y colaborar de manera más eficiente.

Antes de modelar un proyecto es importante conocer los conceptos básicos, dentro del programa existen números cuadros de dialogo, ribbons, menús e iconos que conforme se avanza se irán presentando. [29]

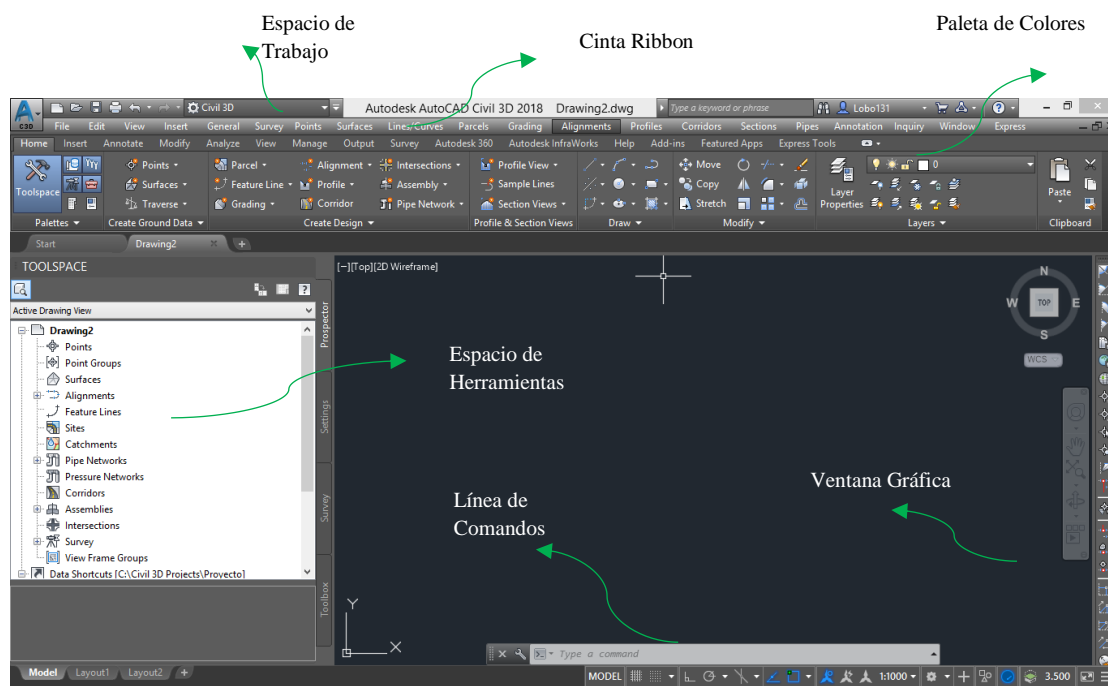
3.2.5.3 La interface y la metodología BIM

La interface de AutoCAD Civil 3D 2018, 2017 es prácticamente diferente en el sentido de compatibilidad que traía las versiones 2015 hacia abajo. Se puede ver que la cinta desplegable Ribbon es una de las más grandes variedad de comandos es decir se puede acceder de manera rápida a cualquier comando de esta cinta. Otra ventaja es el espacio de herramientas también es accesible *EN LA CINTA Ribbon*.

AutoCAD Civil 3D brinda una gran cantidad de herramientas las cuales permiten trabajar de manera colaborativa, interactuando entre diferentes archivos y diferentes personas que se encargan a su vez de los diferentes modelos, para ello se deberá hacer uso de las herramientas del programa como son los *Data Shortcuts* y los *Styles References* los cuales permite realizar colaboración continua entre diferentes archivos que van a ser trabajados por diferentes personas.

Para ello se debe tener en cuenta que todo proyecto de infraestructura debe comenzar con un análisis del terreno y modelado a partir de la información de campo, es decir la información real y correcta en el que se va a trabajar. El programa facilita ese trabajo como se muestra a continuación.

Gráfico N° 50: Entorno de Civil 3D

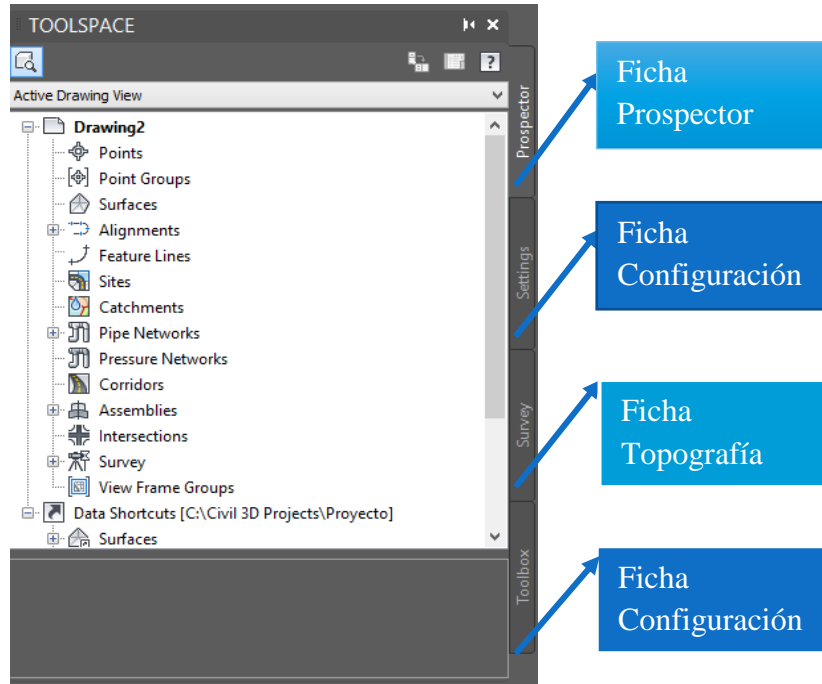


Fuente: AutoCAD Civil 3D, 2018

a. Espacio de Herramientas(*Toolplace*)

Es uno de los iconos del grupo de paletas la cual contiene cuatro grupos que resumen un proyecto en ejecución o modelado en AutoCAD Civil 3D, los cuales permiten una navegación eficiente, siendo:

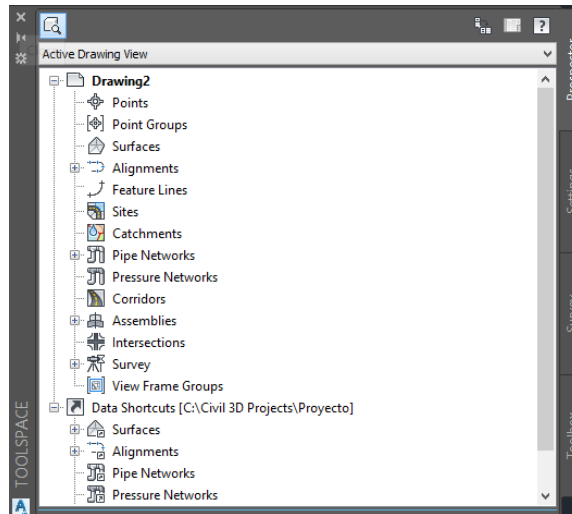
Gráfico N° 51: Espacio de Herramientas



Fuente: Civil 3D,2018

b. Ficha Prospector.- En la cual se muestra los puntos, alineamientos, parcelas, corredores, intersecciones y otros objetos en conjunto, a partir de esta ficha se puede tener el control del proyecto la cual contiene la opción *data shortcuts* la que permite trabajar áreas extensas o reducir memoria trabajando desde un conjunto de archivos que aportan información parcial al proyecto.

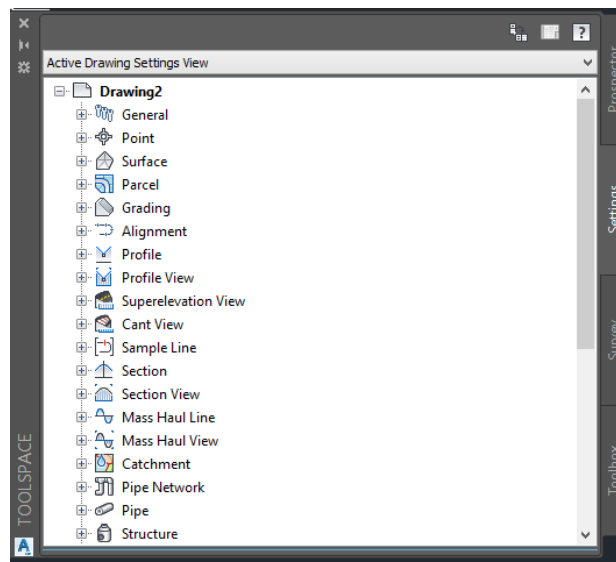
Gráfico N° 52: Ficha Prospector



Fuente: Civil 3D,2018

- c. **Ficha Setting** (configuración) esta opción del Toolpace destinada ajustar los objetos visualmente y los comandos o reglas de trabajo preliminares, es decir sirve para el control de estilos, etiquetas y comandos de cada uno de los componentes de Civil 3D además del control de las unidades y georreferenciación.

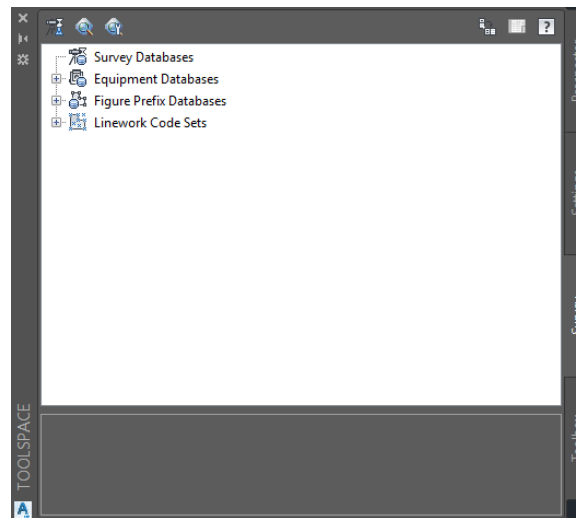
Gráfico N° 53: Ficha Configuración



Fuente: Civil 3D,2018

- d. **Survey** (Topografía) civil 3d soporta un flujo de trabajo colaborativo en muchos aspectos del proceso de diseño en el campo de la topografía, esta herramienta ayuda a salvar horas de trabajo siempre y cuando se cuente con una topografía bien codificada.

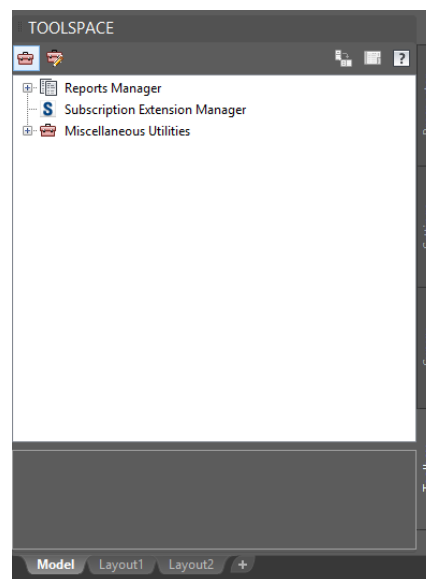
Gráfico N° 54: Ficha Topografía



Fuente: Civil 3D,2018

- e. **Toolbox** (Cuadro de Reportes) ésta permite al usuario interactuar con información del proyecto ya sea alineamientos, puntos parcelas u otro objeto, es decir, así como obtener datos de reporte como volúmenes, datos de curvas etc.

Gráfico N° 55: Ficha de reportes



Fuente: Civil 3D,2018

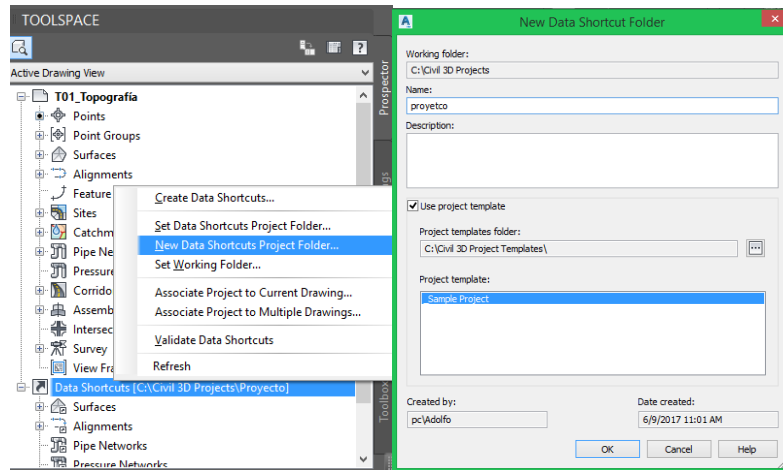
Previo a una explicación rápida a continuación, se presenta un manual de como modelar un proyecto vial:

Anteriormente se puede observar una explicación rápida de los componentes del *Espacio de Herramientas*, cuando se trabaja bajo la metodología BIM es importante denotar varias etapas del proyecto las mismas que pueden ser trabajadas por varias personas.

Para empezar a trabajar con la metodología BIM es importante crear una carpeta compartida en la cual las personas que están involucradas en el proyecto tengan acceso a la información. Para cumplir con el requerimiento anterior se sigue el siguiente esquema.

1. Dirigirse al espacio de herramientas y seleccionar dentro de Prospector Data Shortcuts →Click Derecho y seleccionar New Data Shortcuts Project Folder.

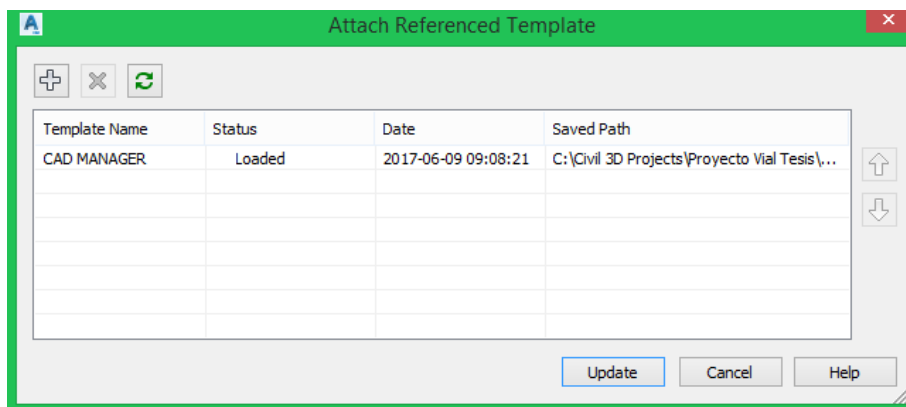
Gráfico N° 56: Creación de carpeta compartida



Fuente: Civil 3D,2018

2. En el cuadro que aparece indicar la dirección de trabajo de la carpeta.
3. Dirigirse al apartado de *Manage* y seleccionar *Style Reference* en la cual se puede seleccionar un archivo que contenga estilos de etiquetado colores de paleta etc. y vincular al archivo por otro lado se puede crear los estilos que se desee.

Gráfico N° 57: Estilos de Referencia

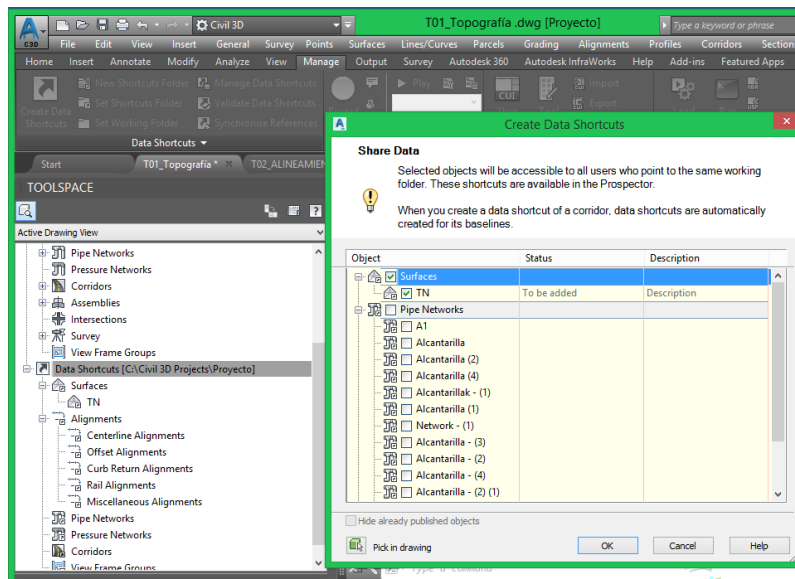


Fuente: Civil 3D,2018

Una vez realizado el procedimiento anterior el encargado de la topografía puede realizar los análisis correspondientes en función de los procedimientos que se muestran en los siguientes temas del manual.

4. Cuando ya se tenga elaborada la topografía el responsable puede compartir esta información seleccionando *Create Data Shortcuts*.

Gráfico N° 58: Creación de un archivo compartido



Fuente: Civil 3D, 2018

Generalmente el diseño de una carretera es compartido es decir varias personas trabajan en el mismo proyecto por esta razón Civil 3D da la posibilidad de trabajar de manera remota en un mismo proyecto así al trabajar realizado el proceso anterior para cada proceso de diseño como la topografía, los alineamientos, el corredor y las secciones transversales van estar vinculadas y se actualizarán automáticamente si se realiza un cambio como por ejemplo en la topografía.

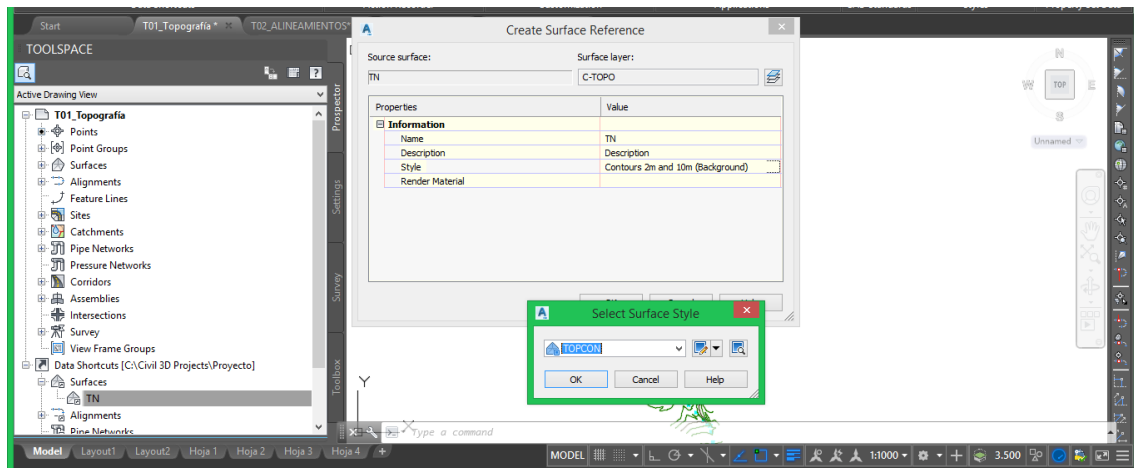
Acceso a un archivo compartido

Para acceder a un archivo compartido ya sea dentro de una red local o no se debe simplemente seguir los siguientes pasos

1. Dirigirse al menú Prospector y seleccionar la opción *Data Shortcuts*.
2. En el menú que se despliega se puede extraer información del proyecto que ha sido realizado por otra persona como la topografía o los alineamientos etc., y continuar con el trabajo accediendo a la información compartida, para ello

seleccionar la información a extraer, Click Derecho, seleccionar *Create Reference*.

Gráfico N° 59: Extracción de información de un archivo compartido



Fuente: Civil 3D,2018

3. Especificar el estilo y presionar Aceptar.

Como se puede el proceso anterior permite trabajar de manera conjunta en un mismo proyecto agilizando el proceso y teniendo mayor control en el diseño.

3.2.5.4 Puntos

El fundamento de los proyectos de ingeniería civil es un simple punto, comúnmente los puntos suelen contener información acerca de localización, altura y descripciones, AutoCAD civil 3D maneja esta información de manera dinámica, es así que se presenta en el proyecto:

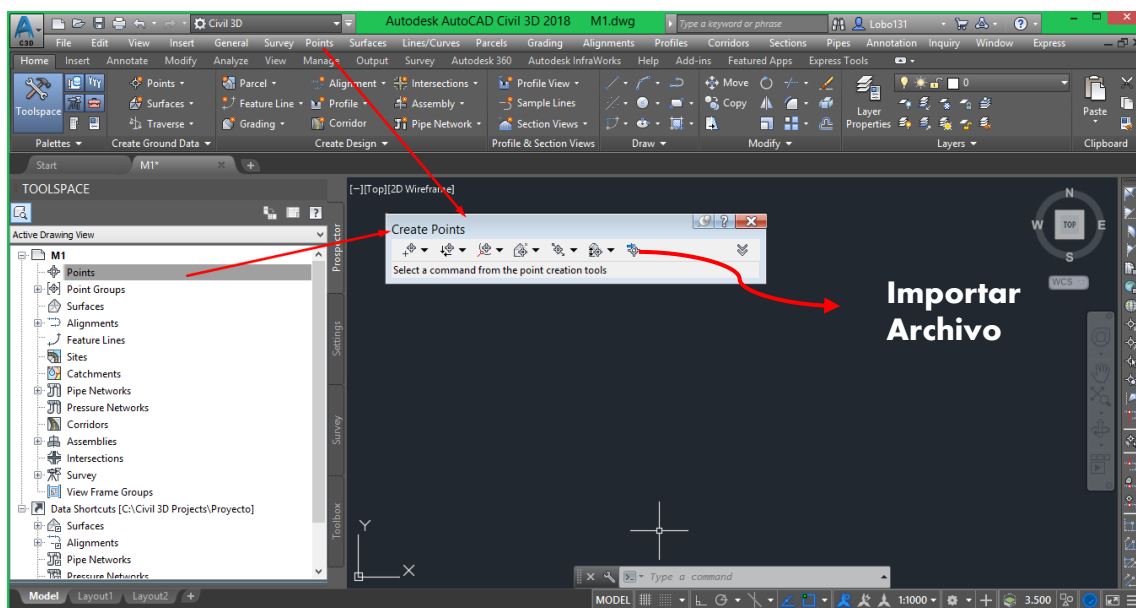
- Importación de puntos
- Creación de un grupo de puntos
- Exportación de un grupo de puntos en formato Land XML
- Creación de tablas de puntos

Cada punto tiene un único número, elevación y opcionalmente un único nombre que es usado para la identificación y etiquetado.

a. Importación de puntos de un archivo

Una de las ventajas que ofrece el programa es la importación rápida y personalizada en muchos casos en distintos formatos como .csv .txt u otros por citar, pues muchas veces los topógrafos suelen realizar el levantamiento topográfico en distintos formatos, esta cuestión queda dilucidada, para obtener acceso a la ficha de importación de puntos la podemos encontrar en el menú *Ribbon* o en el *Toolplace*, siguiendo la primera opción localizamos el menú Puntos→ Herramienta Creación de Puntos→Importar.

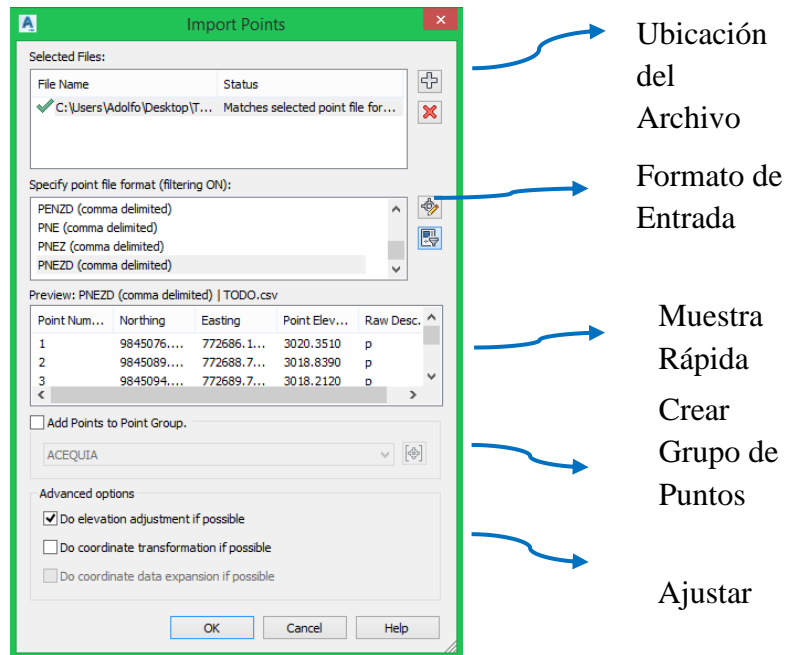
Gráfico N° 60: Importación de Puntos



Fuente: Civil 3D,2018

En la ficha principal aparece la opción de ubicación de archivo necesaria para arrastrar a Civil 3D la información Topográfica, se lo puede realizar en cualquier formato expuesto anteriormente según el caso.

Gráfico N° 61: Configuración para Importar Puntos



Fuente: Civil 3D,2018

Se puede ver que al desplegar el cuadro de diálogo de importación de puntos tenemos varias opciones las cuales se establece el orden de levantamiento de los puntos en el campo, es importante conocer cuál es el orden así evitar errores, en la misma se estableció el formato de entrada de acuerdo al levantamiento del proyecto en PNEZD delimitado por comas. Se puede ver un apartado final un ícono (más) en la ficha de importación de puntos el cual permite crear un grupo de puntos desde la importación, y más abajo un submenú de opciones avanzadas que permiten ajustar la topografía a ciertos parámetros de georreferenciación.

Pasos para la importación:

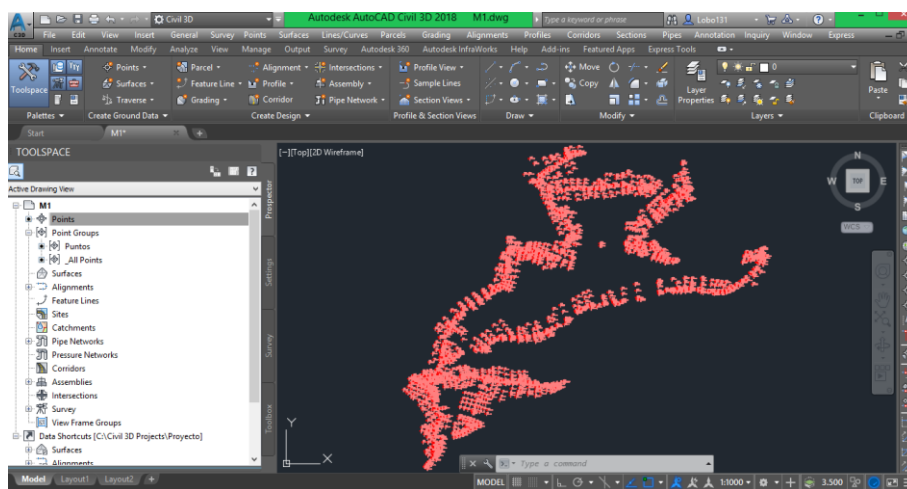
1. Localizar el menú Puntos (Point) de la cinta de opciones *Ribbon* y herramientas de creación de puntos.
2. En la ficha desplegable de Herramientas de creación de Puntos localizar importar y presionar OK.
3. En el cuadro de diálogo que aparece buscar la ubicación del archivo en el Proyecto, elegir el formato y click Ok.
4. Colocar el tipo de formato, para el proyecto se utilizó PNEZD delimitado por comas y click Ok.

5. El último apartado colocar un nombre al grupo de puntos y click Ok, finalmente para visualizar los puntos utilizar los comandos (**ze + ENTER o zoom extention**) o su icono.

Existen muchas opciones para importar puntos, solo se hará referencia a la básica.

Se puede notar en la ficha *Prospector* un grupo de puntos con el nombre que se dio en parte final de la ficha anterior y otro que creará el programa con el nombre de Todos los Puntos (**All Point**) además se puede ver que los puntos presentan un etiquetado *básico* que trae el programa.

Gráfico N° 62: Puntos Exportados desde un Archivo .csv

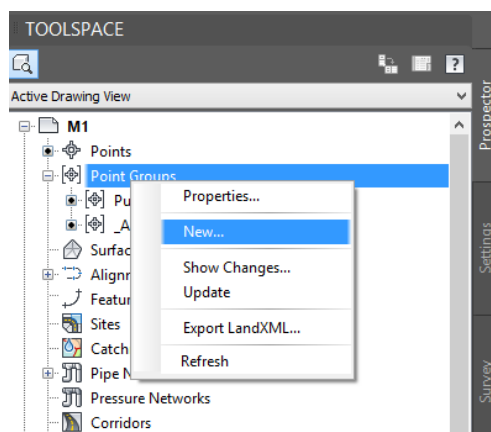


Fuente: Civil 3D,2018

b. Creación de grupos de puntos

Para poder visualizar y manipular un punto o un grupo con alguna característica específica ya sea su descripción, rango u otra es necesario crear grupos de puntos que permita clasificar los mismos.

Gráfico N° 63: Crear Nuevo Grupo de Puntos

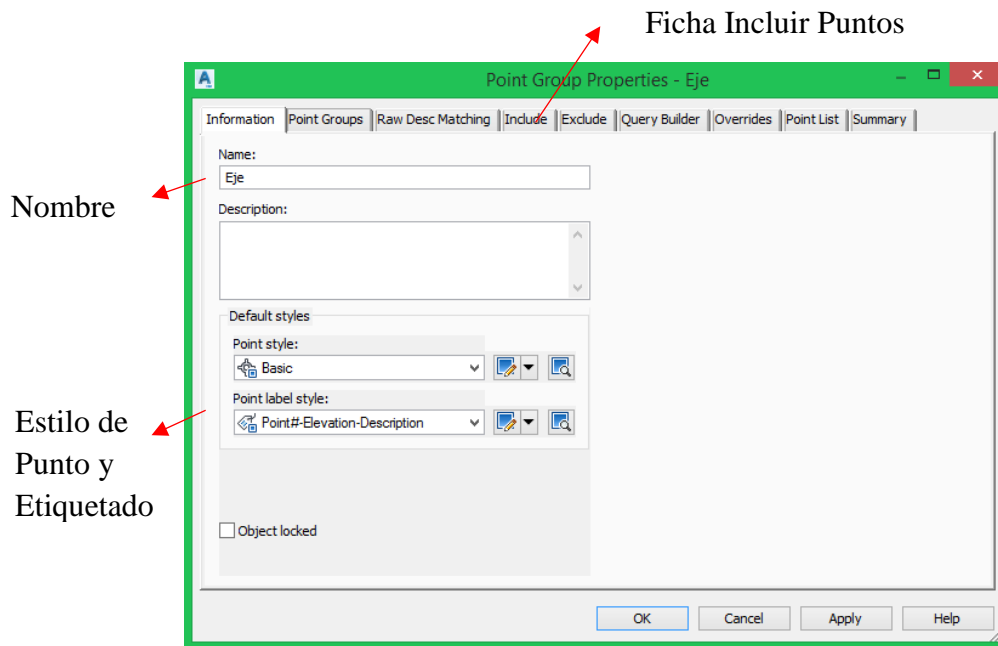


Fuente: Civil 3D,2018

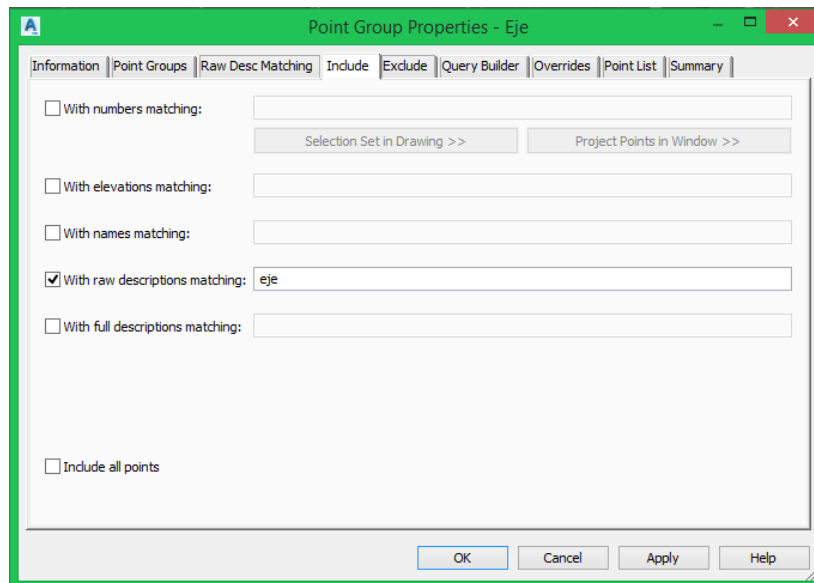
Pasos para la creación de Grupo de puntos:

1. Dirigirse icono *Toolplace* en la *ficha Prospector* localizar *Point Group*, click derecho crear nuevo grupo de puntos.
2. En gráfico que se muestra a continuación seleccionar *Include(Incluir)* seguido *With raw descriptions matching(Marcar a partir de un rango de descripciones)* y colocar la descripción del grupo de puntos.

Gráfico N° 64: Incluir Puntos a partir de una descripción



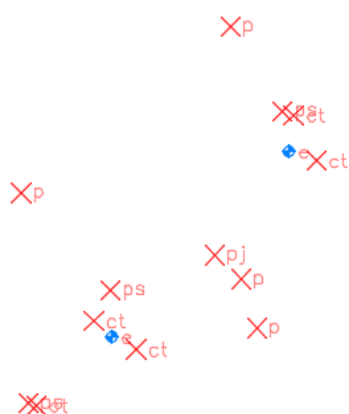
Despliegue de la *Ficha Incluir*



Fuente: AutoCAD Civil 3D,2018

Como se puede notar existen varias formas de filtrar puntos a un nuevo Grupo de Puntos solo en la opción previa (*Opción Incluir*), las opciones *Excluir*, *lista de puntos* etc. presentan características propias según sea necesario utilizarlas, solo se explica rápidamente el uso de esta opción la cual ayudara en la mayoría de proyectos de mediana envergadura como el que se desarrolla, para conocer más como se usa las herramientas que no se explican en este documento visite la publicación de *Richard Graham*.

Gráfico N° 65: Esquema Final para Clasificación de Puntos



Fuente: Autor

c. Trabajo rápido con estilos

Civil 3d es muy intuitivo para el desarrollo de estilos, para ello se puede acceder desde distintos sitios, tanto en ficha *Prospector* como en *Setting (Configuración)* inclusive directamente desde el menú *Ribbon*.

✓ *Edición de Estilo*

Resulta práctico trabajar con diferentes estilos al momento clasificar áreas de trabajo como pueden ser puntos siguiendo algún patrón (cota, descripción, etc), por otro lado, se puede mencionar que AutoCAD Civil 3D, incorpora varios estilos desde el Estándar a otros más complejos que ayudan de manera significativa el proceso de modelación, o la capacidad de crear estilo personalizados, los mismos que pueden ser usados en un futuro proyecto.

Al existir distintas formas de acceder a este tipo de configuración se explicará una de ellas que ilustre el procedimiento ya sea para puntos o alineamientos etc.

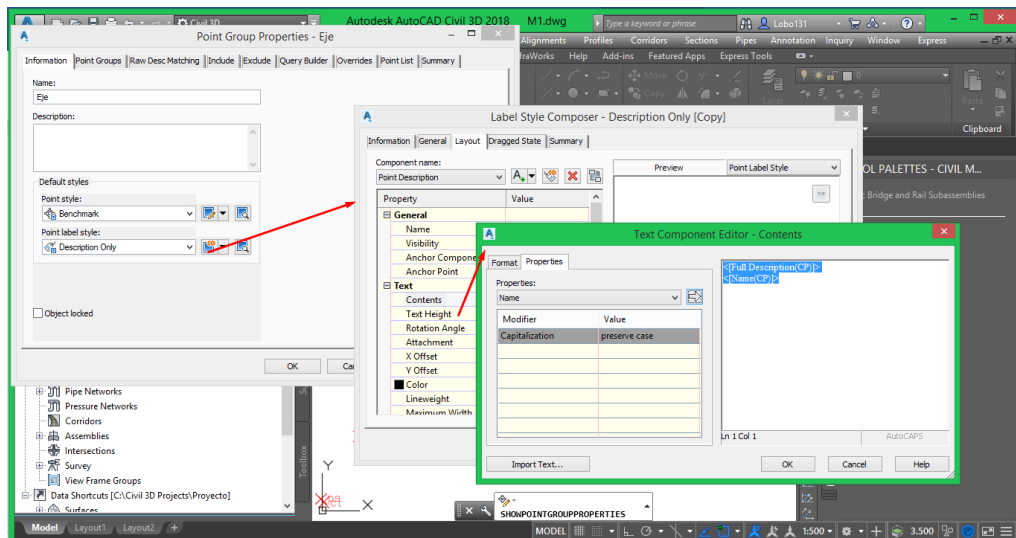
✓ Proceso de creación de estilo de puntos

La creación de un estilo es variada, a continuación, se muestra la creación de un estilo de puntos desde el Toolpace.

Pasos:

1. Diríjase al Menú *Toolplace*, despliegue la ficha *Prospector*
2. Acceda al a un grupo de puntos que desea modificar su estilo con click derecho, aparecerá un cuadro de diálogo, con propiedades del grupo.
3. Elegir *Properties* (Propiedades de Puntos) en la ficha se puede ver las mismas opciones al momento de crear un grupo de puntos, las mismas que son accesibles en cualquier momento.
4. Dentro del cuadro de estilo de puntos o estilo de etiquetado seleccionar *Copy Current Section* Se creará una Copia de la selección Actual, dentro de la ficha desplegable que aparece existen opciones como son: *Information*, *General*, *Layout*, *Dragged State*, *Summary*, la primera contiene el nombre y una breve descripción, la segunda contiene opciones como de apagado de capa etc., la tercera tiene información de la etiqueta, la cuarta controla la movilidad de la etiqueta.
5. Desplegar la opción *Layout* (Diseño), en la parte de *contents* (contenido) configure de acuerdo a su necesidad lo que desea presentar, existen opciones de tamaño de letra color etc. luego presione OK.

Gráfico N° 66: Edición de Etiquetado de puntos



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3.2.5.5 Superficies

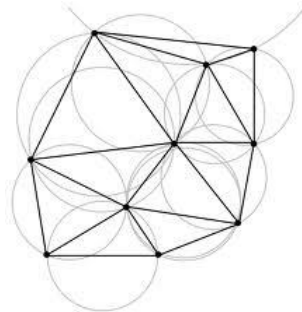
Uno de los elementos fundamentales en cualquier diseño son las superficies como se describió en la sección anterior la información de la topografía está dada por los puntos la cual contiene información (elevación, descripción etc.), en esta sección se mostrará la manipulación de estos elementos y métodos para crear superficies a partir de estos.

Se discute entonces:

- ✓ Creación de superficies a partir de archivo de puntos
- ✓ Manipulación y actualización de la superficie.
- ✓ Análisis de pendientes
- ✓ Etiquetado de curvas de nivel.

Antes de continuar con cada uno de los temas anteriores en el desarrollo del proyecto es importante conocer ciertos fundamentos de las superficies dentro de Auto CAD Civil 3D, como decir que el programa utiliza los parámetros fundamentales de geometría plana, es decir cada triangulación formada está basada en tres puntos

Gráfico N° 67: Esquema Triangulación



Fuente: <https://www.ecured.cu>

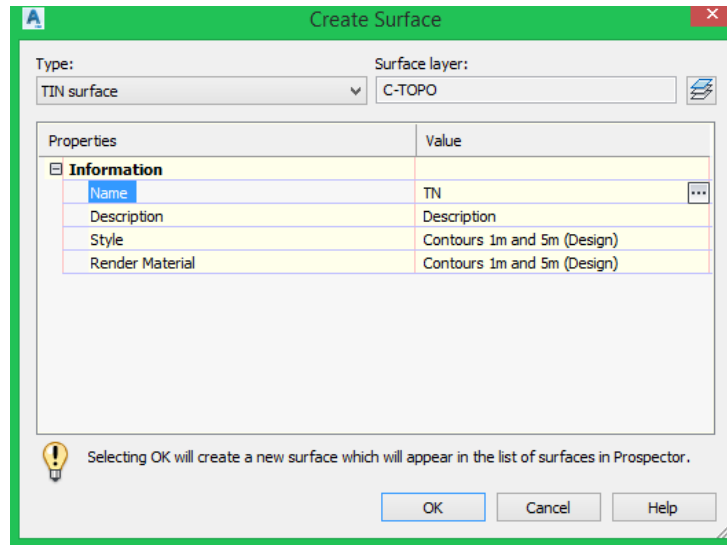
a. Creación de superficies

Pasos:

1. Dirigirse a la *Ficha Prospector* en la opción de *Surface* (Superficie), Click Derecho Crear Superficie.
2. Aparecerá un cuadro de diálogo en el cual contiene el tipo de superficie, la capa, el nombre de la superficie, una descripción, su estilo de curvas (mayor y menor), y un estilo para rende rizado.

Los estilos anteriores pueden ser manipulados como sea conveniente de manera similar al trabajar con puntos.

Gráfico N° 68: Ficha de Creación de Superficie



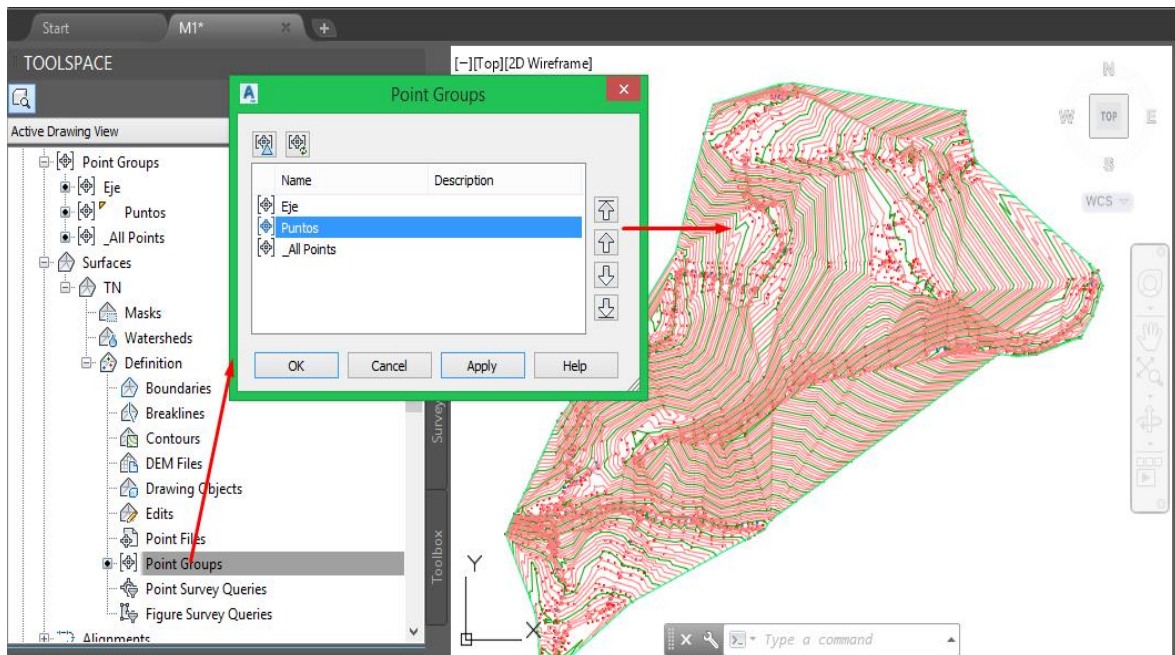
Fuente: AutoCAD Civil 3D, 2018

b. Definición de una Superficie

La definición de una superficie es súper amplia y admite muchos formatos entre ellos el que se cita abajo, se la puede realizar mediante grupo de puntos o importación de los mismos, formatos LandXML files, DEM files, Boundaries, Contours, Breaklines etc.

1. Al trabajar directamente con puntos se procede a incluir puntos a la superficie Creada para que ésta genere la triangulación respectiva, desplegar la superficie creada anterior en este caso tiene el nombre de TN (Terreno Natural) → dirigirse a la opción *Definition* (Definición).
2. En la parte de definición buscar la opción *Point Group* (Grupo de puntos) Click Derecho → Añadir, se genera un cuadro de diálogo con los grupos de puntos creados, se procede a elegir Presionar OK.

Gráfico N° 69: Definición de la Superficie a partir de grupo de puntos



Fuente: AutoCAD Civil 3D,2018

Se puede observar en el gráfico anterior una superficie definida a partir de un grupo de puntos en este caso a partir grupo puntos que contempla todos los puntos importados. También se puede ver una superficie un tanto interpolada más allá del rango previsto es por ello que se procede a limitar esta interpolación.

c. Rango de interpolación

Al trabajar superficies definidas a partir de puntos el rango de interpolación es mas allá de la que es prevista por el ingeniero es así que el programa interpreta puntos relacionados y los interpola, para limitar este proceso se puede efectuar el proceso siguiente.

Pasos:

1. Seleccionar la superficie a modificar el rango de interpolación Click Derecho sobre ésta.
2. Seleccionar *Surface Properties* (Propiedades de superficie) de la caja de diálogo, se abrirá un cuadro de diálogo el cual contiene parámetros como información, análisis de la superficie etc.
3. Click sobre el botón *Definition* (Definición), se desplegará varias opciones, de las cuales seleccionar *Build* (Construcción).

4. Dentro de la opción *Buid* localizar *Use maximum triangle length* (usar longitud de triángulo máximo), esta opción esta deshabilitada encenderla y colocar un rango de interpolación en este caso se considera 45m. como ancho de faja del proyecto, una vez hecho esto seleccionar OK

Gráfico N° 70: Superficie limitada

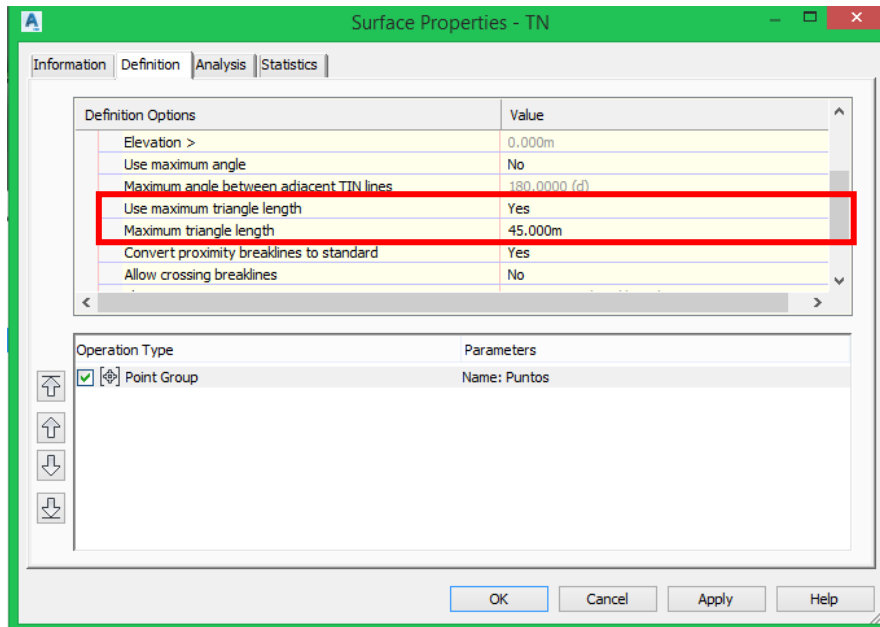


Gráfico N° 71: Proyección de la superficie limitada



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2018

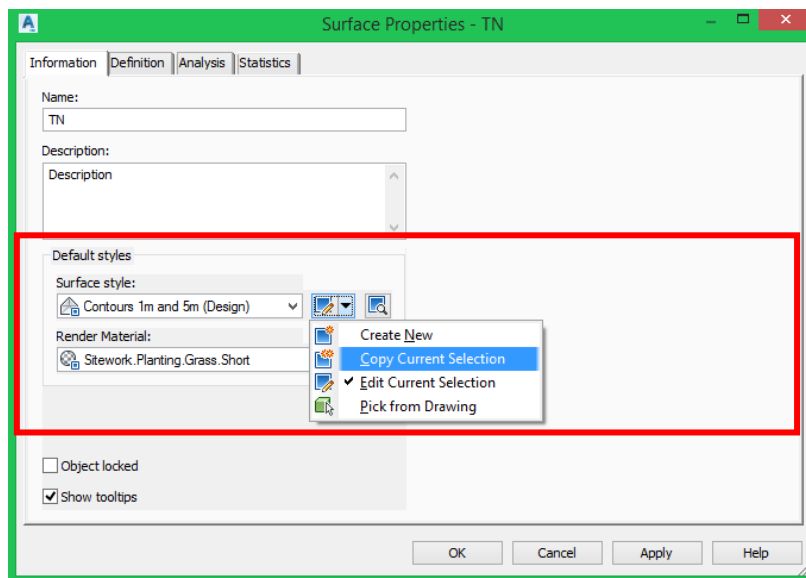
Se puede apreciar una superficie más optimizada acorde al levantamiento topográfico.

Respecto a este tema existen otros métodos indirectos muy útiles como el de crear máscaras a partir de un objeto que puede ser una polilínea la opción queda a criterio del diseñador elegir ésta.

d. Estilos de superficie

Al igual que los estilos de puntos ésta tiene la misma metodología la cual se describe a brevemente continuación:

Gráfico N° 72: Cuadro de Propiedades de Superficie

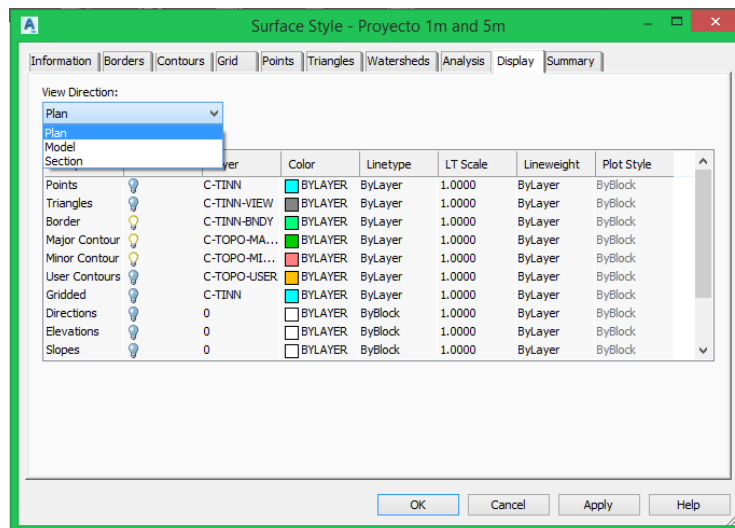
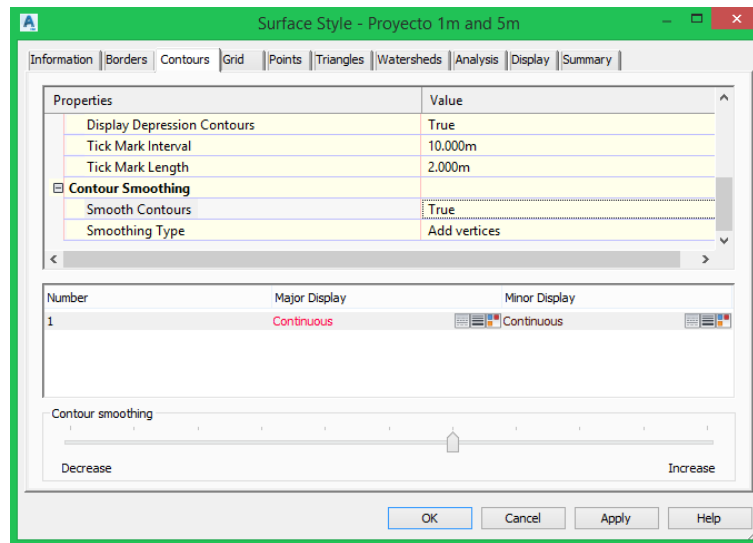


Fuente: AutoCAD Civil 3D

Pasos:

1. Seleccionar la superficie → Click Derecho *Surface Properties* (Propiedades de superficies) aparece el cuadro descrito en el apartado anterior, ubicarse en el ícono como se muestra en el gráfico.
2. Crear una copia de la selección actual o *Copy Current Selection* se abrirá un cuadro de diálogo en el que se puede editar varios parámetros como es la información, colores intervalo de curvas, suavizado etc. Luego de modificar estos parámetros salir con un *Ok* para guardar los cambios.

Gráfico N° 73: Estilo de Superficie



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Se puede ver que la edición y manipulación en los gráficos previsualizado son intuitivos y fáciles de manipular.

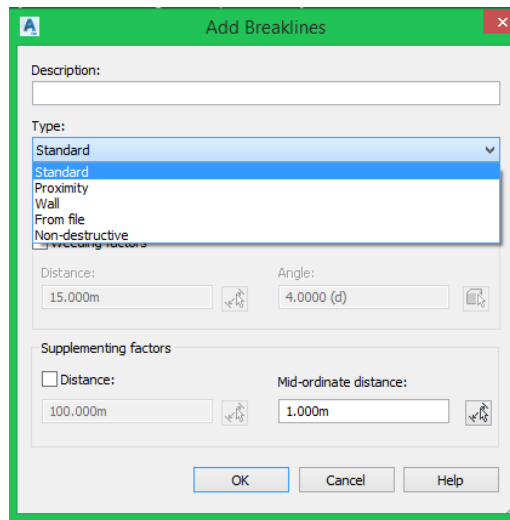
e. Adición de líneas de rotura

Cuando se genera un proyecto vial con ciertas características como una vía existente la triangulación directa hecha por Civil 3D, no siempre es la que se ve en el proyecto, por esta razón se emplea esta herramienta que permite corregir ciertos patrones de la triangulación.

AutoCad Civil 3D presenta 5 Tipos de líneas de rotura que pueden usarse:

Standard Breaklines (líneas de rotura estándar). - Que pueden ser líneas 3D, *Feature line* (Líneas características), *Proximity Breaklines*, *Wall Breakline*, *From file*, *Nondestructive Breaklines*, estas últimas usadas para excavaciones.

Gráfico N° 74: Líneas de Rotura



Fuente: AutoCAD Civil 3D

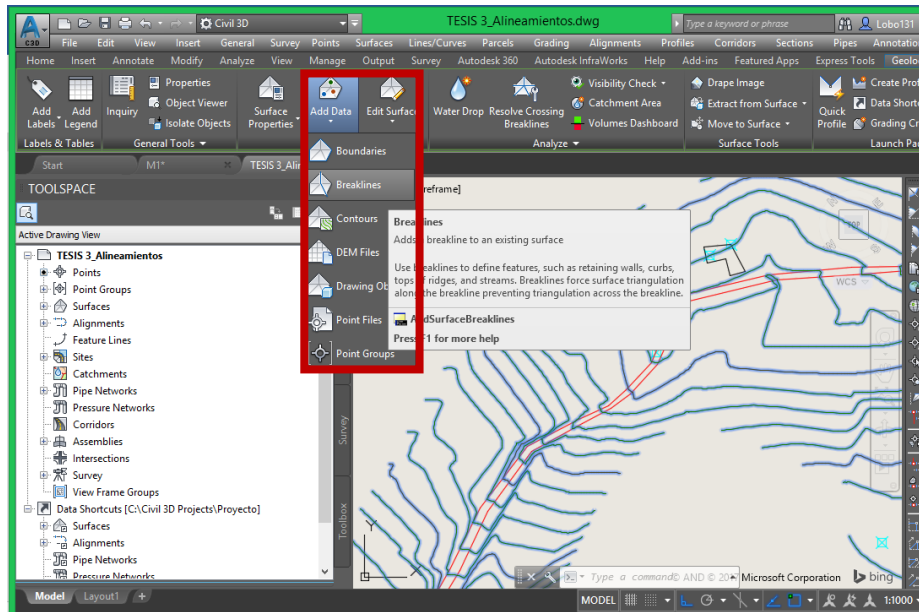
✓ **Línea de rotura al proyecto vial**

Se usa esta herramienta para delimitar la plataforma vial existente de acuerdo al levantamiento topográfico para ello se procede de la siguiente forma:

Pasos

1. Trazar una polilínea 3D u otro objeto de Civil 3D mencionado uniendo puntos de acuerdo a la descripción correspondiente.
2. Seleccionar las curvas de nivel se desplegará, un recuadro en la barra de herramientas.
3. Elegir el icono *Add Data* (añadir datos), que mostrará un cuadro similar al mostrado con anticipación, se puede colocar un nombre o no.
4. Elegir en tipo *estándar* y pedirá seleccionar la o las líneas a incluir dentro de la triangulación.

Gráfico N° 75: Parámetros de edición de superficie



Fuente: AutoCAD Civil 3D

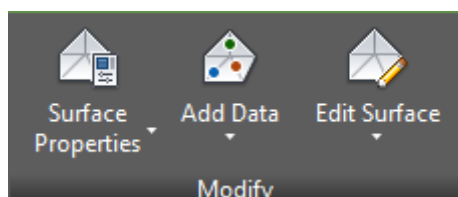
Al realizar el procedimiento anterior se puede tener una superficie más detallada.

Se aprecia que existe algunas opciones dentro de la ficha de edición de superficie las cuales también fueron aplicadas a la superficie.

f. Edición Manual de Superficies

Como se ve en el gráfico anterior existe un tercer ícono el cual es el más usado en la modificación de triangulación de superficie de manera manual.

Gráfico N° 76: Barra de Modificación Manual de superficies



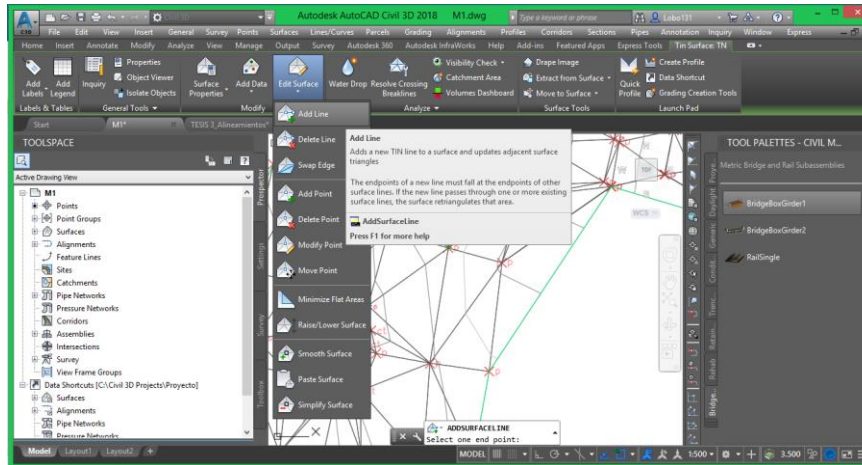
Fuente: AutoCAD Civil 3D

Pasos

1. Seleccionar la superficie y dirigirse a la Propiedades de la superficie ahí cambiar al estilo *contours and triangles* y presionar Ok.
2. Aparecerá el cuadro mostrado arriba seleccionar *Edit Surface* dentro de esta ficha existen herramientas útiles para modificar de forma manual partes de la topografía.

3. Seleccionar el botón *Add lines* o *Swap Edge* el primero añade una línea a la triangulación y la segunda cambia el sentido de la triangulación.

Gráfico N° 77: Edición Manual de Superficies



Fuente: AutoCAD Civil 3D

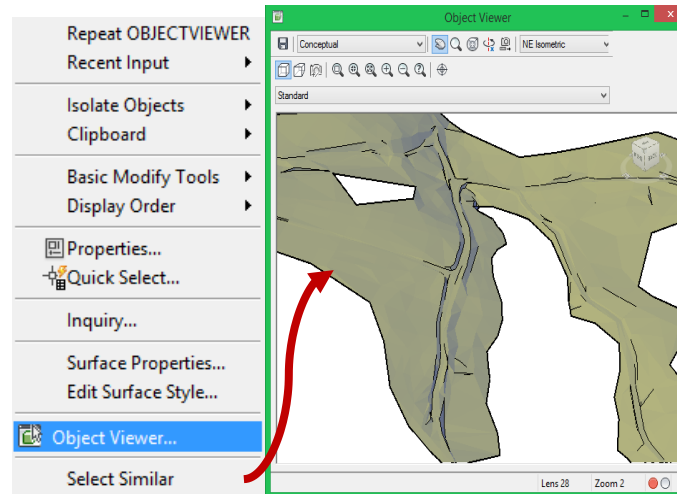
Del gráfico existen varios comandos que no fueron discutidos los cuales se dará una breve explicación

- **Swap Edge.** - Cambia la dirección del método de triangulación
- **Add Point.** -Permite colocar de manera manual puntos en la superficie y triangula a partir de éste.
- **Delete Point.** – Borra puntos convergentes de la triangulación.
- **Modify Point and Move Point.** - Modifica puntos al mover los puntos de la superficie en la dirección Z.
- **Minimize Flat Áreas.** - Realiza las modificaciones que vio anteriormente en este capítulo para agregar una información suplementaria al TIN (Tipo de Superficie) y crear una superficie más precisa, forzando la triangulación a trabajar en la dirección z en lugar de crear planos.
- **Raise/Lower Surface.** - Es un comando simple que permite el movimiento de la superficie en la dirección Z.
- **Smooth Surface.** – Permite extrapolar la superficie *TIN* data mediante los métodos *NNI (Natural Neighbor Interpolation)* y *Kriging*.
- **Paste Surface.** - Permite pegar superficies en una superficie nueva o existente generando nueva información entre las superficies pegadas. Son bastante útiles para el computo de volúmenes.

- **Simplify Surface.** -Permite reducir la cantidad de datos TIN que se procesan mediante uno de los dos métodos: *Edge Contraction* y *Point Removal*.

Mediante el uso correspondiente a los anteriores comandos se llegó a una superficie limpia como la que se muestra a continuación para obtener el gráfico mostrado abajo se procedió a seleccionar la superficie →Click Derecho→ Object Viewer

Gráfico N° 78: Pre visualización de Superficie en 3D

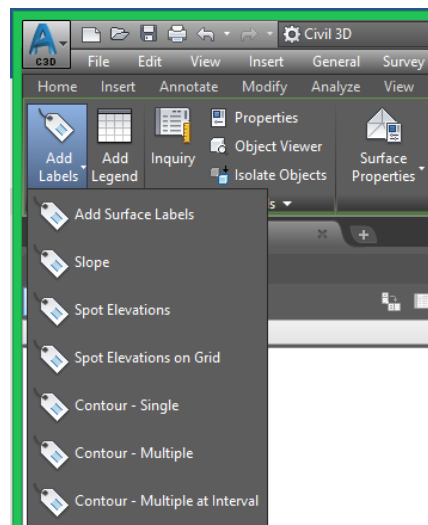


Fuente: AutoCAD Civil 3D

g. Etiquetado Superficies

Al momento de crear un modelo de superficie, la información de esta debe ser presentada, esto incluye etiquetas de curvas de nivel, leyendas o pendientes etc.

Gráfico N° 79: Etiquetado de Superficies



Fuente: AutoCAD Civil 3D

h. Etiqueta de curvas.

El requerimiento más común es presentación del etiquetado de curvas las cuales permite observar fácilmente la elevación de las mismas.

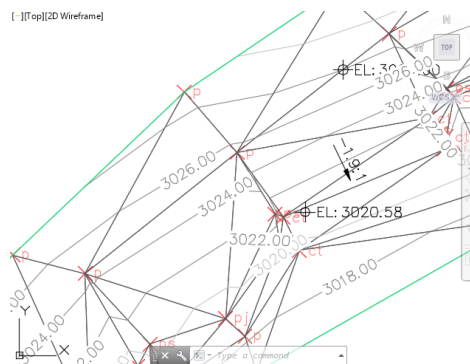
A continuación, se muestran los pasos a seguir para configurar:

1. Seleccionar la superficie en este caso TN (Terreno natural) se desplegará en la barra de herramientas.
2. Seleccionar la opción *Contour Multiple o Simple*, el programa pedirá ubicará un punto con la primera se puede hacer un trazado semejante a una polilínea, esta generará el etiquetado en todas las curvas o una por una con la simple.

Las demás opciones no descritas tienen el mismo principio y se describen rápidamente.

- **Add Surface labels.** - Se abre un cuadro de diálogo con múltiples opciones de etiquetado, las cuales pueden ser modificadas en cualquier momento
- **Slope.** - Permite obtener puntos de pendiente en cualquier parte de la superficie mediante un punto o dos puntos.
- **Spot Elevation.** - Permite obtener la elevación en cualquier parte de la superficie
- **Contour - Multiple at Interval.** - Crea etiquetado en intervalo a lo largo de las curvas seleccionadas.

Gráfico N° 80: Vista del etiquetado de superficies



Fuente: AutoCAD Civil 3D 2018

3.2.5.6 Alineamientos

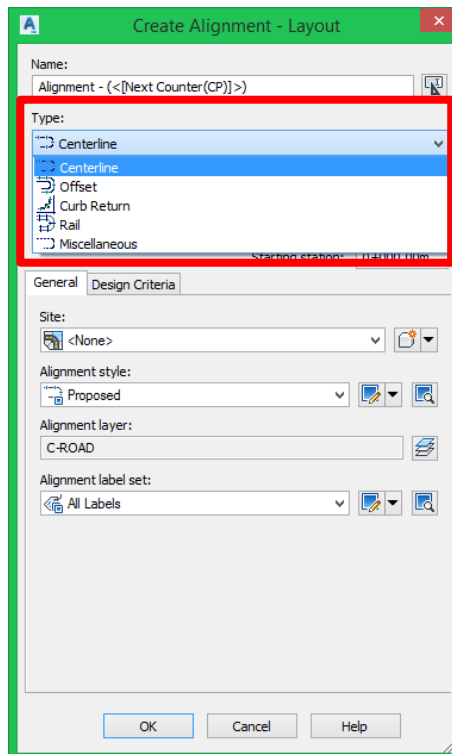
Cuando se diseña una carretera los alineamientos conforman el eje representativo, estos permiten al diseñador evaluar la mejor su trazado, AutoCAD Civil 3D maneja de manera dinámica esta información, en esta sección se explicará:

- ✓ Creación de alineamientos a partir de polilínea.
- ✓ Creación de curvas y configuración

- ✓ Ajustar parámetros según el MOP-2003

Antes de crear un alineamiento es importante saber qué Tipo de entidades (alineamientos) reconoce AutoCAD Civil 3D los cuales se puede mencionar: Alineamientos centrales, alineamientos offset, alineamiento de curvas de retorno, y misceláneos. Cada uno de éstos puede estar formado por entidades o segmentos como son líneas, arcos y espirales.

Gráfico N° 81: Tipos de alineamientos



Fuente: AutoCAD Civil 3D,2018

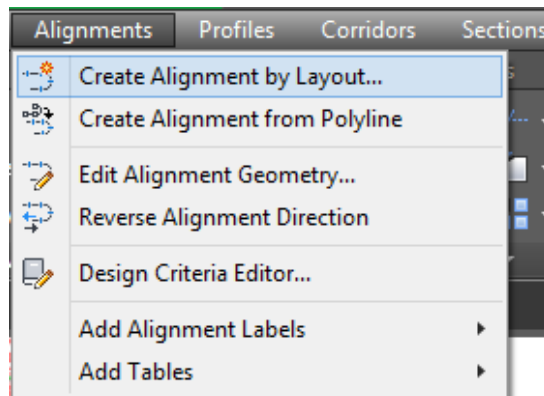
Se explicó que los alineamientos pueden ser de tipo central, offset etc. a continuación se realiza una breve explicación para qué sirve cada una de éstas

- **Centerline.** - Es usado para definir ejes de vías, arroyos, canales etc.
- **Offset.** - Son usados para proyectar el eje central a cierta distancia que ayuda a definir curvas de retorno en intersecciones, sobrecanchos etc.
- **Curb Return.** - Sirve para crear curvas de retorno en intersecciones en base los alineamientos offset.

a. Creación de un alineamiento

Para un proyecto de interés se puede crear esta entidad a partir de una polilínea que defina el trazado concebida por el diseñador o bien hacer un trazado directo con la herramienta de creación de alineamiento.

Gráfico N° 82: Menú alineamiento



Fuente: AutoCAD Civil 3D, 2018

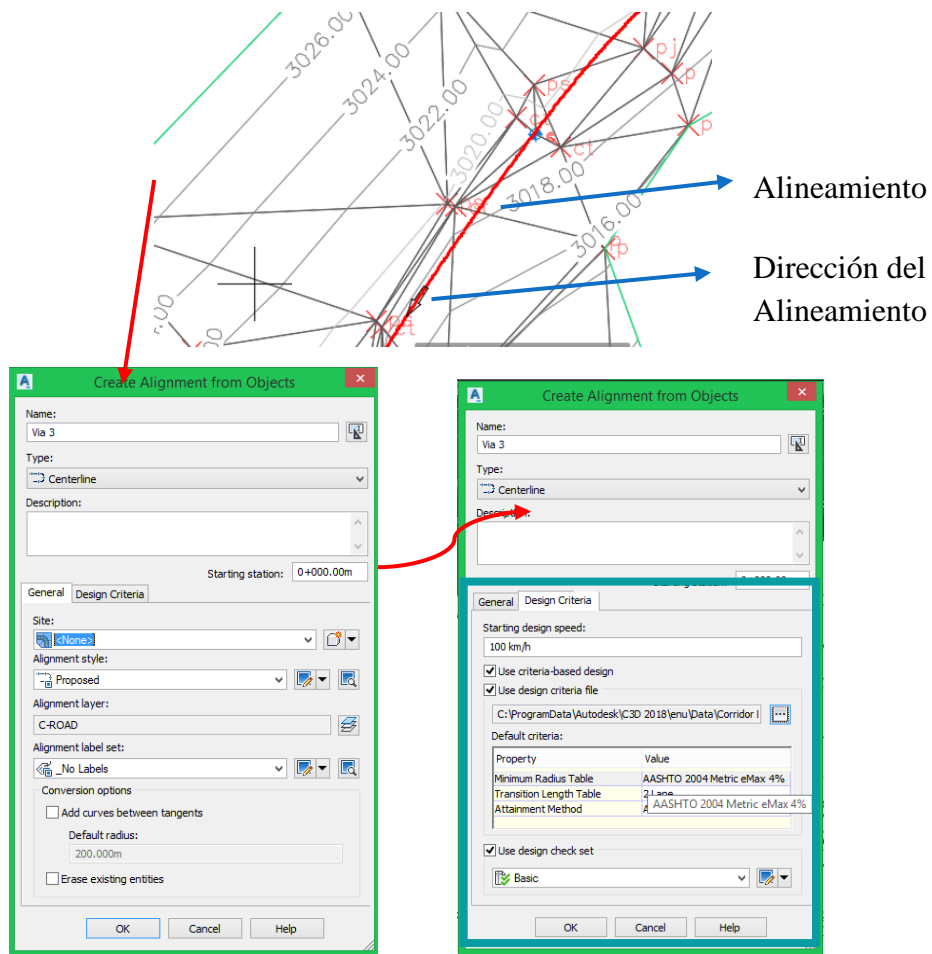
✓ Creación de alineamiento a partir de polilínea

Este tipo de creación es usado generalmente para evitarse el problema de crear curvas con la herramienta de creación y resulta más fácil controlar estos aspectos, se usa usualmente este tipo de creación para alineamientos centrales.

Pasos:

1. Definir una polilínea del eje central de la carretera que contenga o no curvas.
2. Seleccionar en la Ficha Ribbon →botón Alignment→Create Alignment from object.
3. Seguido indicar la dirección que va a tener el alineamiento en la barra de herramientas por defecto toma una dirección se la puede cambiar escribiendo *Reverse*.
4. En el cuadro que aparece configurar parámetros como el nombre, tipo de alineamiento, etiquetado, radio por defecto entre curvas, así como la velocidad de diseño seleccionada y su norma respectiva, salir con presionando OK.

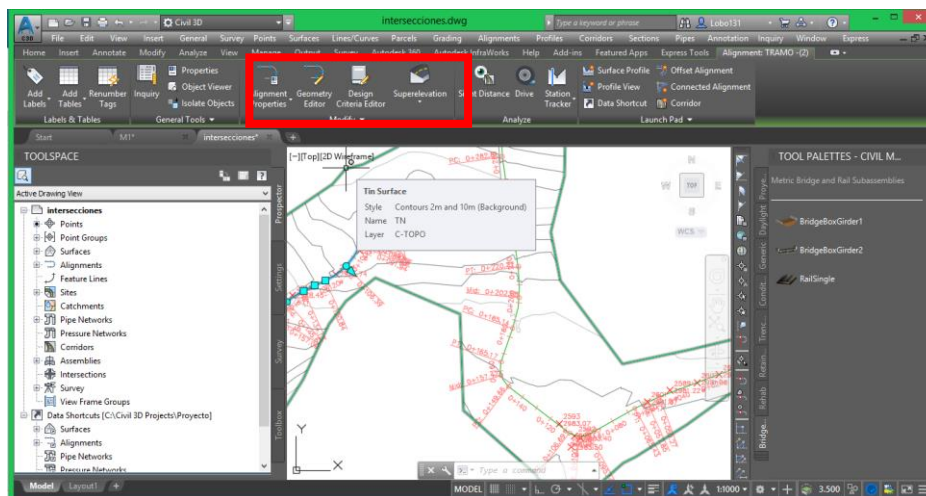
Gráfico N° 83: Creación de Alineamiento por objeto



Fuente: AutoCAD civil 3D

Después de crear un alineamiento es práctico corregir ciertos elementos del alineamiento, como puede ser radios, tangentes etc. para este fin se usa la barra de creación de alineamientos.

Gráfico N° 84: Barra de modificación del alineamiento



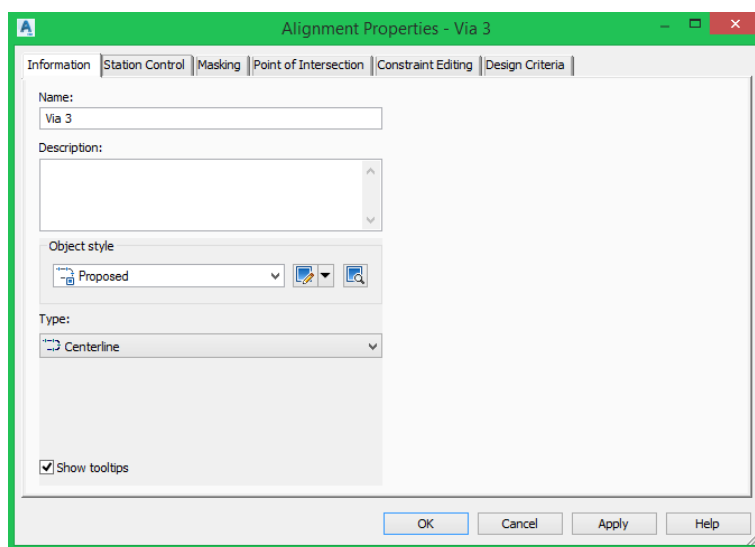
Fuente: AutoCAD civil 3D

Se puede ver que esta barra de edición y modificación de alineamiento contiene algunas opciones como son *propiedades del alineamiento*, *geometría*, *criterio de diseño* y *Sobreelevación*. Para acceder a cualquier casilla anterior solo basta con dirigirse al alineamiento ya sea desde la ficha Prospector o directamente en la ventana el cual despliega el cuadro de herramientas que se muestra en el gráfico anterior.

b. Propiedades del Alineamiento

Esta ficha tiene varios parámetros los cuales pueden ser ajustados a criterio del diseñador

Gráfico N° 85: Propiedades del alineamiento



Fuente: AutoCAD civil 3D

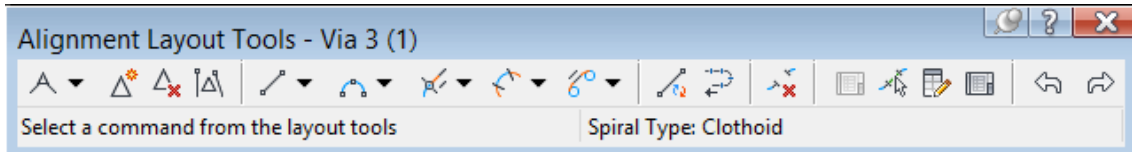
De cuadro de diálogo anterior se puede ver lo siguiente.

- **Information.** - Contiene el nombre, el estilo de objeto y el tipo de alineamiento.
- **Station Control.** -En este apartado permite crear ecuaciones viales es decir cambiar el etiquetado de las abscisas.
- **Masking.** - Está relacionada con la visualización del alineamiento por abscisas, con este botón se puede cortar de manera visual ciertos tramos.
- **Point of Intersection.** – Visualiza el punto de intersección de las tangentes de las curvas del eje vial.
- **Constraint Editing.** - En la pestaña de edición de restricciones, puede seleccionar si desea realizar siempre cualquier restricción de tangencia implícita y si desea bloquear todas las restricciones de parámetros.
- **Design Criteria.** - Contempla las normativas o parámetros del diseño geométrico.

c. Menú Geometría

Está relacionado con la modificación de las características geométricas y se tienen varios íconos que ayudan al proceso.

Gráfico N° 86: Paleta de Geometría



Fuente: AutoCAD civil 3D

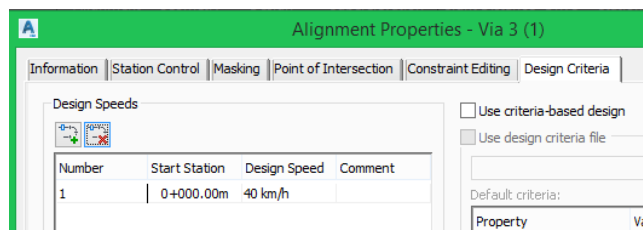
d. Asignación velocidad de diseño

La asignación de una o varias velocidades de diseño al proyecto, en este caso se asignará una velocidad de 40km /h y 20 km/h en las proximidades de las intersecciones según corresponda.

Pasos:

1. Seleccionar el alineamiento y abrir el menú *Properties of Alignment*→*Design Criteria*.
2. Adicionar una nueva velocidad de diseño.

Gráfico N° 87: Adición de Velocidad de Diseño



Fuente: AutoCAD civil 3D

e. Etiquetado de alineamientos

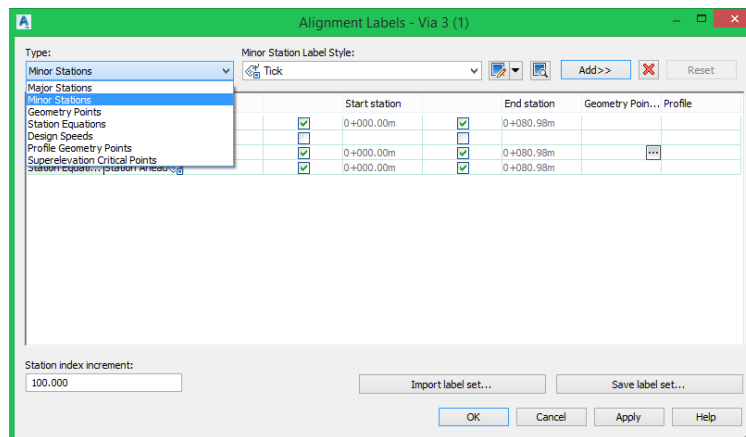
El etiquetado de esta entidad en Civil 3D tiene el mismo principio que las otras entidades mostradas anteriormente, y también contienen los parámetros de edición creación o copia de la etiqueta que muestra Civil 3D.

✓ Asignación de Etiquetas

1. Seleccionar el alineamiento Click Derecho → *Edit Alignment Labels*.
2. Seleccionar Type (Tipo) la cual contiene Distintos tipos de datos a agregar.
3. Presionar el botón *Add* (añadir), al finalizar presionar OK

Por otro lado, dentro de este cuadro de dialogo existe la posibilidad de guardar e importar estilos grupos de etiquetas con su respectivo estilo.

Gráfico N° 88: Etiquetas del Alineamiento



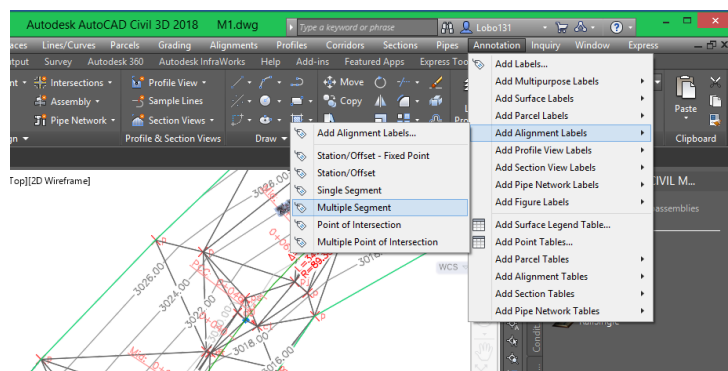
Fuente: AutoCAD civil 3D

4. Seleccionar el botón *Import label set* (Importación de etiquetas) o si desea guardar el grupo mostrado *Save label set* (Guardar grupo de etiquetas) y finalmente presione OK.

f. Anotación de etiquetas

Para el etiquetado de curvas, líneas, segmentos del alineamiento etc. se puede efectuar mediante el menú Ribbon.

Gráfico N° 89: Anotación de Etiquetas



Fuente: AutoCAD civil 3D

1. Seleccionar en el menú *Ribbon Annotation*, se despliega una cinta de opciones en la cual seleccionar *Add alignment labels*.
2. Dentro de la selección anterior dar click sobre *Multiple Segment* y seleccionar el alineamiento.

Como se ve, se genera el etiquetado de todos los segmentos del alineamiento los cuales pueden ser ajustados a criterio del diseñador con solo acceder a la etiqueta.

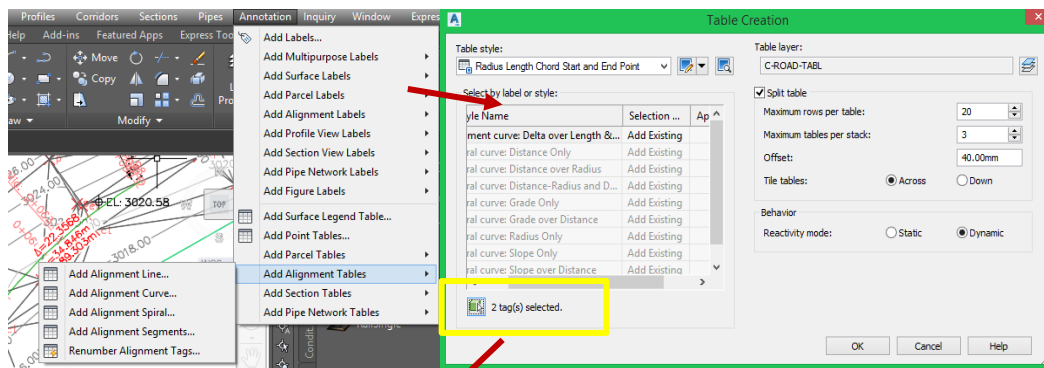
g. Tablas del alineamiento

La presentación de tablas en los que se muestre datos respecto al alineamiento como radio, grado de curvatura, peralte sobreaancho, coordenadas etc. tiene relevancia para el replanteo en obra, para esto el programa crea diferentes tipos de tablas: líneas, curvas, espirales y segmentos o partes del alineamiento.

Todas las tablas trabajan con el mismo esquema, diríjase al menú *Ribbon* → *Anotation*(Anotación) → *Tablas de línea/curvas* etc.

1. Seleccionar *Annotation* seguido *Add alignment Tables* (Añadir tablas al alineamiento).
2. Seleccionar seguido el tipo de tabla que quiere mostrar, seguido aparece un cuadro de dialogo, en el cual marcar el botón *Tag(0) select*
3. Marcar la etiqueta de los segmentos vistas anteriormente y presionar Ok.

Gráfico N° 90: Etiquetado de Segmentos



Curve Table: Alignments					
Curve #	Radius	Length	Chord Direction	Start Point	End Point
C1	309.71	39.59	N33° 26' 06.09"E	(772387.91,9845271.07)	(772409.71,9845304.09)
C2	89.30	34.85	N48° 16' 32.26"E	(772409.71,9845304.09)	(772435.56,9845327.14)

Fuente: AutoCAD Civil 3D

3.2.5.6 Perfiles

Un perfil contiene información acerca del diseño vertical, que parte de un alineamiento en Civil 3D sobre una superficie o no, en este apartado se hablará de cómo crear un perfil.

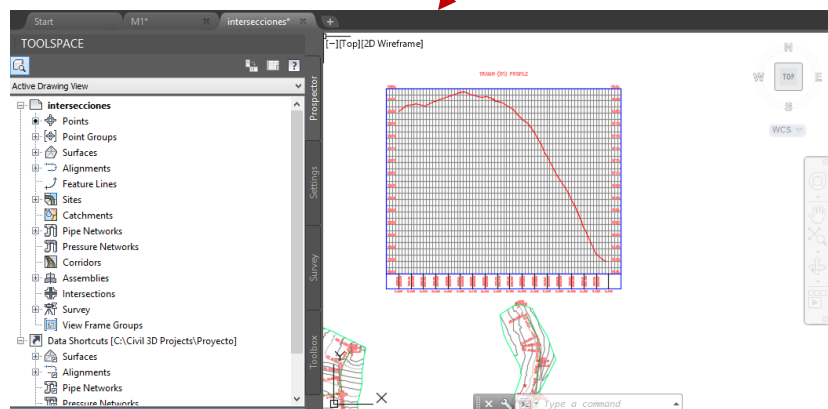
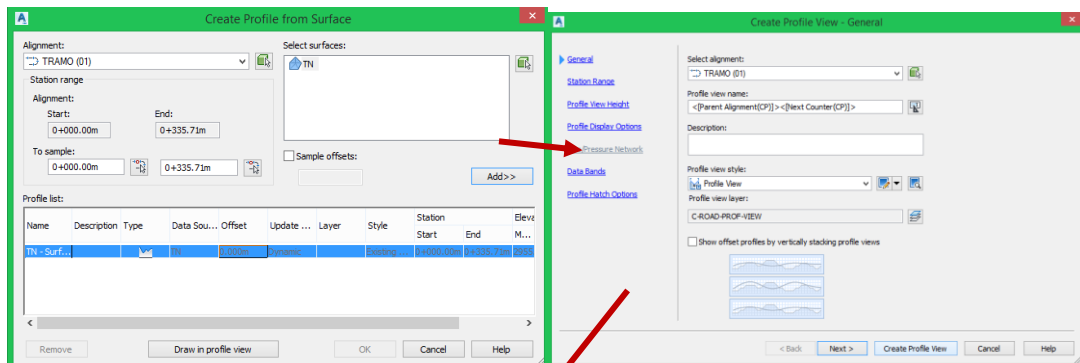
- ✓ Creación de un perfil a partir de un alineamiento
- ✓ Creación de la rasante del proyecto
- ✓ Adición de etiquetas

a. Creación de un perfil a partir de un alineamiento

La creación de un perfil a partir de un objeto es algo simple si se cuenta con la superficie y se realiza de la siguiente manera.

1. Seleccionar el botón *Home*, en la sección de creación y diseño busque la opción *Profile*→*Create Surface Profile*.
2. En el cuadro que aparece seleccionar *Alignment* (alineamiento)
3. Seleccionar la superficie y presionar el botón *Add*
4. Seleccionar el botón *Draw in profile view* (Vista del perfil de dibujo)

Gráfico N° 91: Creación de perfil



Fuente: AutoCAD Civil 3D

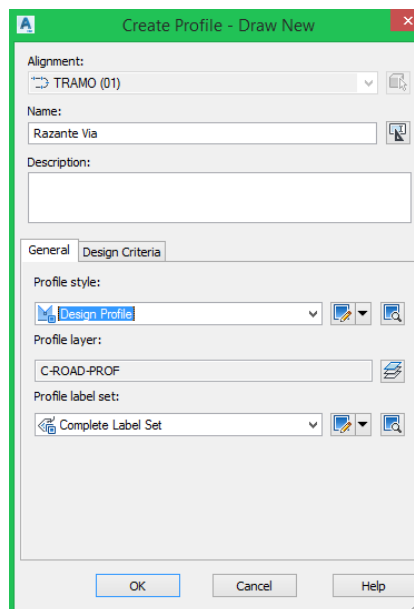
En el cuadro que aparece se puede configurar parámetros de acuerdo al usuario lo amerité o simplemente presionar *Create Surface view*

b. Rasante de diseño

Anteriormente se creó el perfil del terreno que es necesario para crear el perfil de diseño. Se procede a la creación de esta entidad.

1. En el menú *Home* → *Profile* → *profile Create Tool*
2. Seleccionar la vista de perfil y en cuadro que aparece configurar los parámetros como nombre etiquetas y criterio de diseño, presione Ok.

Gráfico N° 92: Parámetros del perfil vertical



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3. En la paleta de edición en el primer ícono configurar el método de dibujo que es solo curvas, solo tangentes o las dos y parámetros de curvas que se creen por defecto.

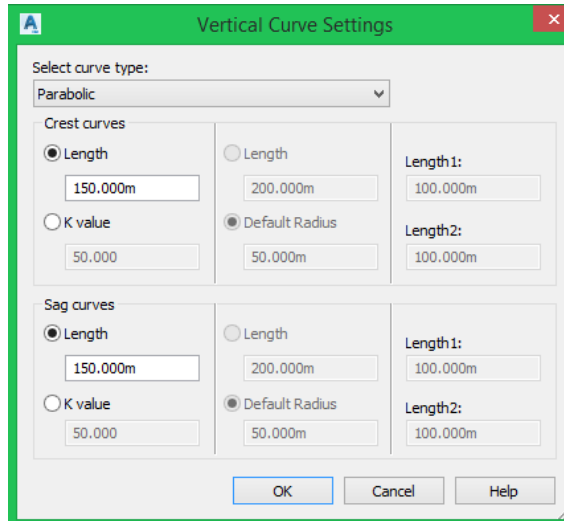
Gráfico N° 93: Paleta de Edición Perfil Vertical



Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. Configurar el radio de las curvas que se crearan entre curvas verticales en la opción *Curve Setting*.

Gráfico N° 94: Configuración de Curvas verticales

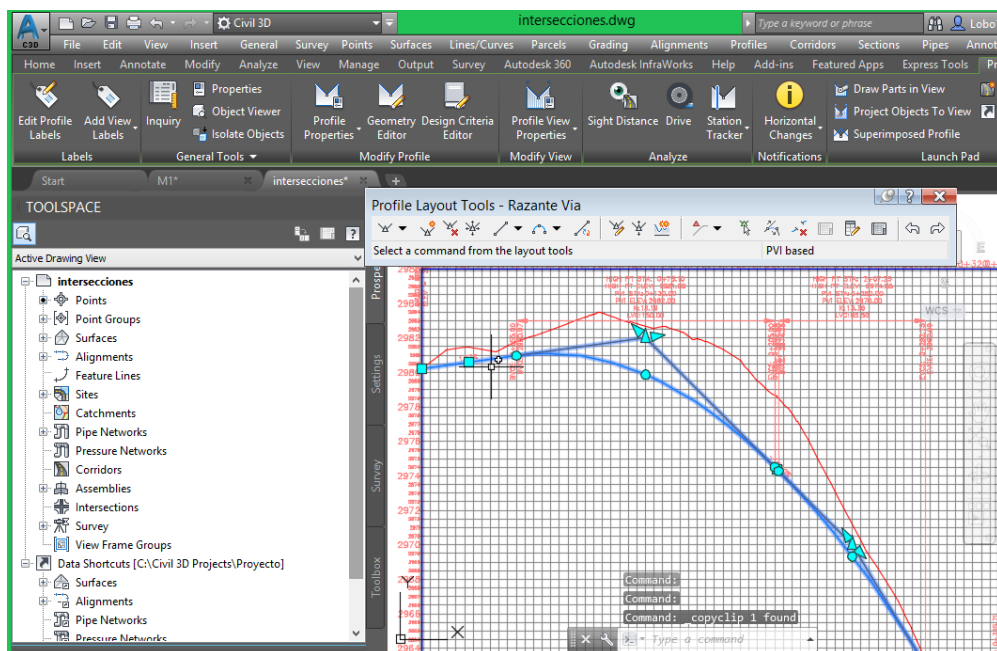


Fuente: AutoCAD Civil 3D

Nota: se puede también trabajar con valores de K mínimo

5. Elegir la opción *Draw Curve with tangent* y dibujar en el perfil terminado presionar ENTER.

Gráfico N° 95: Esquema final del alineamiento vertical



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Nota: Se debe tener cuidado de coincidir tanto inicio y final con el abscisado del perfil terreno.

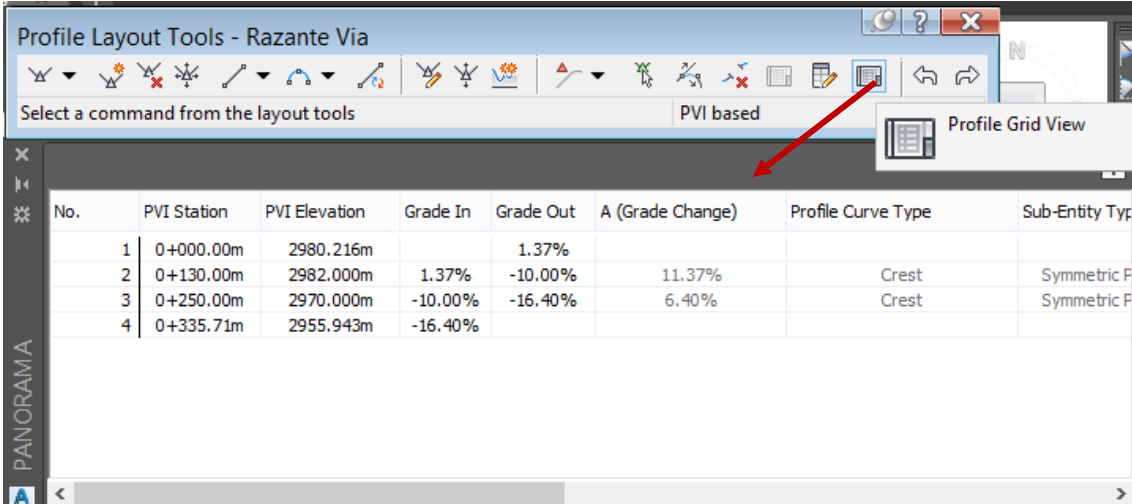
a. Edición de Perfil

Muchas veces el editar un perfil es una necesidad por cuestiones de normativa por ajustar a determinado parámetro.

Anteriormente se mostró la paleta de edición de perfil, para acceder a esta ficha cuando el perfil vertical ya está creado solo basta con seleccionar la rasante creada *Click derecho*→*Edit profile geometry*, se abrirá la paleta.

Dentro de la paleta se puede encontrar iconos como eliminar o agregar PI, agregar tangentes, perfil terreno y la tarjeta de edición para controlar pendientes, curvas etc.

Gráfico N° 96: Tabla de edición de componentes del perfil



No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Sub-Entity Typ
1	0+000.00m	2980.216m		1.37%			
2	0+130.00m	2982.000m	1.37%	-10.00%	11.37%	Crest	Symmetric P
3	0+250.00m	2970.000m	-10.00%	-16.40%	6.40%	Crest	Symmetric P
4	0+335.71m	2955.943m	-16.40%				

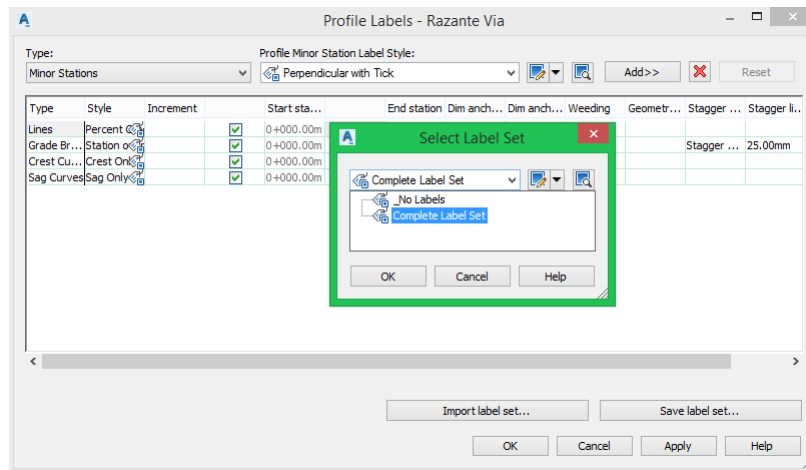
Fuente: AutoCAD Civil 3D

b. Etiquetado del perfil

El etiquetado de un perfil resulta tan práctico como se lo realizó en el alineamiento horizontal, para ello.

1. Seleccionar la rasante creada en el perfil *Click derecho*→*Edit labels*
2. En el cuadro seleccionar el tipo de etiquetas a mostrar y presionar *Add*

Gráfico N° 97: Cuadro de Etiquetas perfil vertical

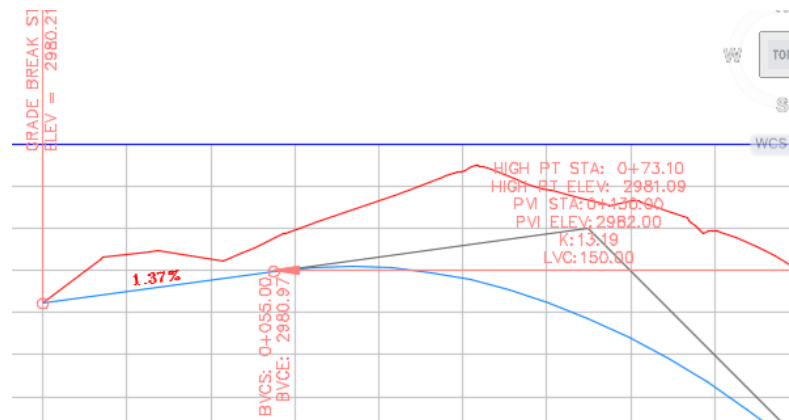


Fuente: AutoCAD Civil 3D

Al igual que en el etiquetado horizontal existe la posibilidad de guardar y agregar guardar grupos de etiquetado.

3. Seleccionar *Import label set* y presionar OK, al finaliza salir con un aceptar para guardar los cambios.

Gráfico N° 98: Etiquetado de Perfil



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Los perfiles pueden ser modificados como desee el diseñador solo con acceder al cuadro de diálogo de cada etiqueta.

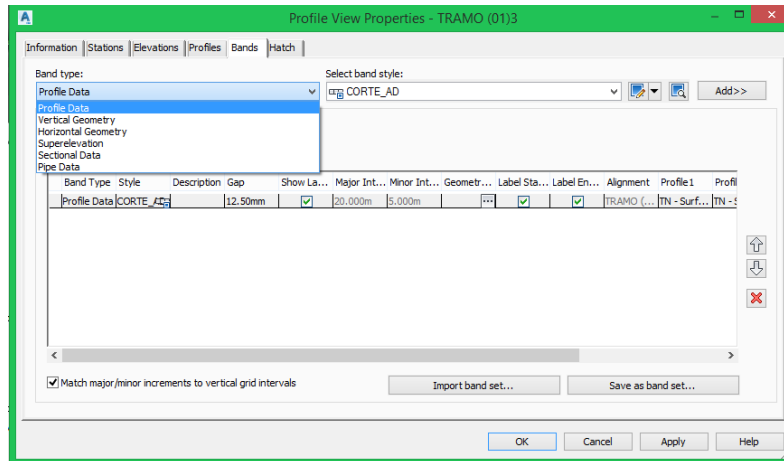
c. Creación de Guitarras

Esta referida a la información que se desea presentar bajo el perfil entre las cuales se puede mencionar el abscisado, rasante etc.

Se puede acceder como se indica:

1. Seleccionar el Perfil, se desplegará una ficha en la barra de herramientas
2. Seleccionar *Profile View Property* y seleccionar el perfil a editar.
3. En el cuadro seleccionar *Bands* en el menú se puede agregar información acerca del abscisado, rasante etc.

Gráfico N° 99: Menú para agregar Guitarras



Location:
Bottom of profile view

Gap	Show La...	Major Int...	Minor Int...	Geometr...	Label Sta...	Label En...	Alignment	Profile1	Profile2	Weeding	Stagger ...	Stagi
0.00mm	<input checked="" type="checkbox"/>	20.000m	5.000m	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRAMO (...)	TN - Surf...	Razante Via	100.000	No Stagg...	5.00r
0.00mm	<input checked="" type="checkbox"/>	20.000m	5.000m	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRAMO (...)	TN - Surf...	Razante Via	100.000	No Stagg...	5.00r
0.00mm	<input checked="" type="checkbox"/>	20.000m	5.000m	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRAMO (...)	TN - Surf...	Razante Via	100.000	No Stagg...	5.00r
0.00mm	<input checked="" type="checkbox"/>	20.000m	5.000m	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRAMO (...)	TN - Surf...	Razante Via	100.000	No Stagg...	5.00r
0.00mm	<input checked="" type="checkbox"/>	20.000m	5.000m	...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	TRAMO (...)	TN - Surf...	TN - Surf...	100.000	No Stagg...	5.00r

Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. Presionar *Add* → *OK* una vez seleccionado lo que se desea mostrar
5. Para que el tema de corte y relleno seleccionar el perfil 1 como terreno natural y el perfil 2 como rasante de diseño.

Para guardar las etiquetas al igual que en los casos tratados se lo puede hacer mediante *Save labels set.* y la importación *Import labels set*

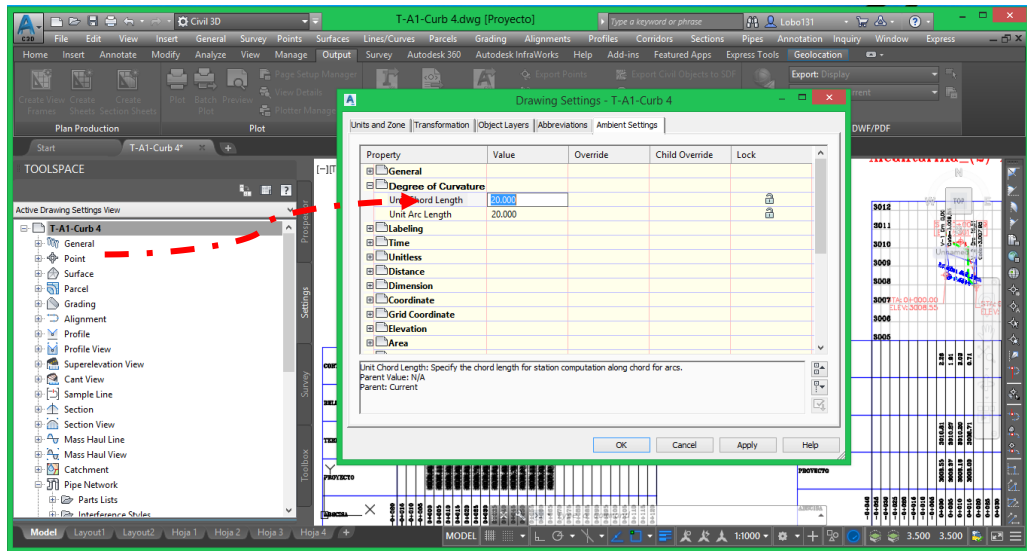
d. Configuración del grado de curvatura

Como se vio en el Capítulo II el grado de curvatura tiene relevancia en el alineamiento vertical, para configurar este aspecto a los criterios de diseño MOP-2003 se lo realiza de la siguiente forma.

1. Dirigirse a *Settings(Configuraciones)* en el espacio de herramientas.

2. Click derecho sobre la primera opción la cual contiene el documento en ejecución.
3. En el cuadro que aparece Click en *Ambient Settings*(*Configuraciones de ambiente*).
4. Desplegar *Degree of Curvature* y colocar el valor que establece la norma MOP_2003

Gráfico N° 100: Grado de curvatura



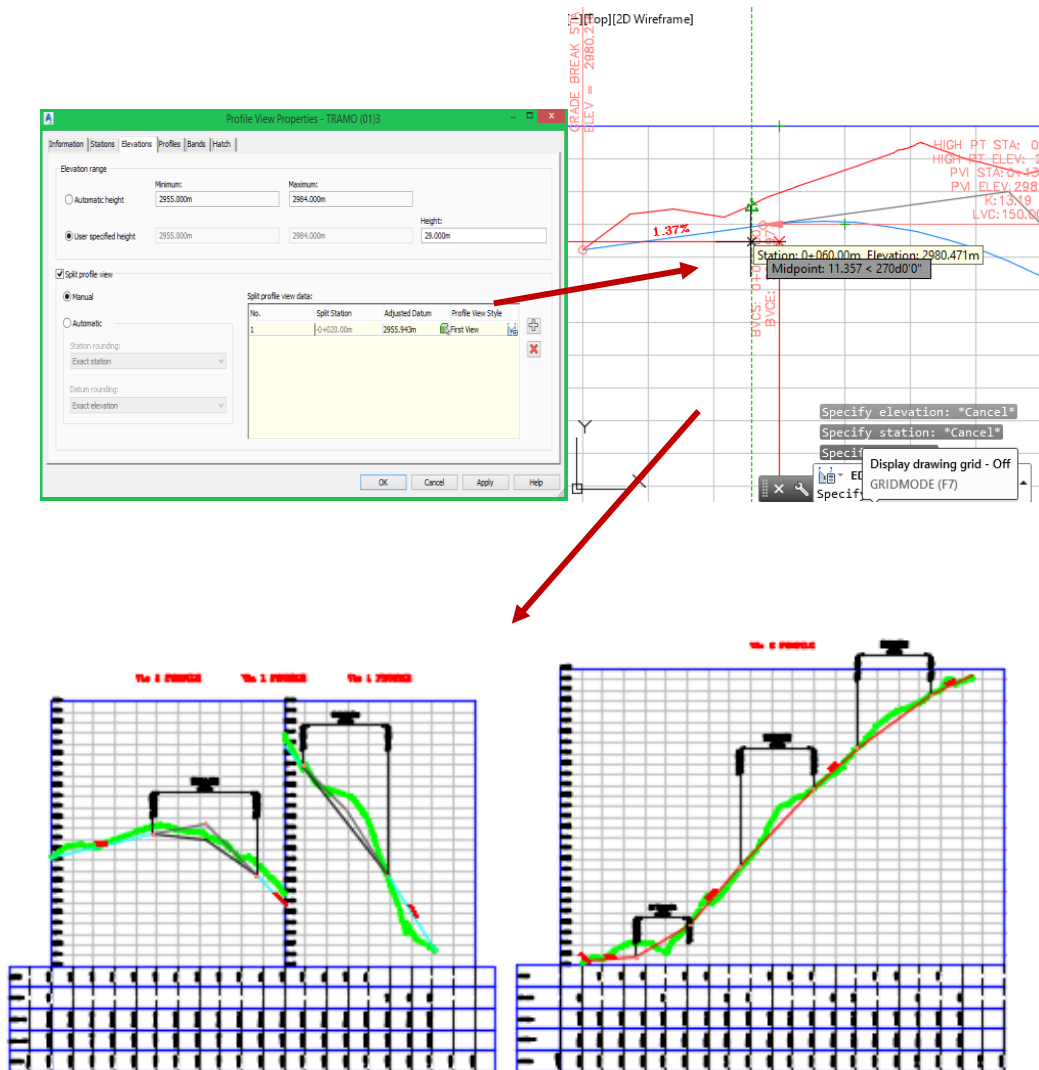
Fuente: AutoCAD Civil 3D

e. Creación de perfiles escalonados

Muchas veces los perfiles de diseño tienden a ser muy grandes especialmente cuando se desea imprimir, para establecer un perfil escalonado se procede de la siguiente manera.

1. Click derecho sobre el perfil y seleccionar *Profile view property* (*Propiedades de la vista de perfil*), Click sobre el botón *Elevation* (*elevación*)
2. En *Elevation range* (*Rango de elevación*) seleccionar *Usar altura específica*.
3. Marcar *Split profile view*(*Vista de perfil dividida*) y seleccionar la forma *Manual*
4. Habilitar la casilla a la derecha marcando el icono más y establecer en el dibujo la abscisa y elevación donde se va dividir como se indica en la figura.

Gráfico N° 101: Creación de Perfiles escalonados



Fuente: AutoCAD Civil 3D

f. Cambio de los criterios de diseño

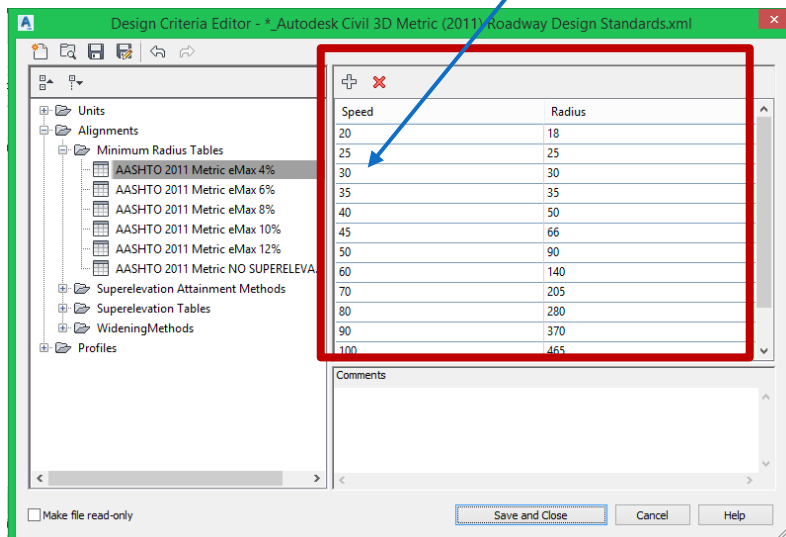
Para el desarrollo de radios mínimos, sobreelevación y peralte es necesario hacer uso de la normativa MOP-2003 debido a que al momento aún no está disponible un archivo .xml que contenga los parámetros de la norma

Pasos.

1. Seleccionar un alineamiento e ingresar a botón *Desing Criteria Editor*
2. En el cuadro dirigirse a *Alignment* → *Superelevation Tables* → y cambiar las tablas de acuerdo a la normativa MOP-2003
3. Cuando se finalice presionar *Save and close* (Guardar y cerrar)

Gráfico N° 102: Editor de Criterio de Diseño

Velocidad de diseño Km/h	Radio mínimo recomendado			
	0.1	0.08	0.06	0.04
20		18	20	20
25		20	25	25
30		25	30	30
35		30	35	35
40		42	45	50
45		58	60	66
50		75	80	90
60	110	120	130	140
70	160	170	185	205
80	210	230	255	280
90	275	300	330	370
100	350	375	415	465
110	430	470	520	585
120	520	570	630	710



Fuente: AutoCAD Civil 3D

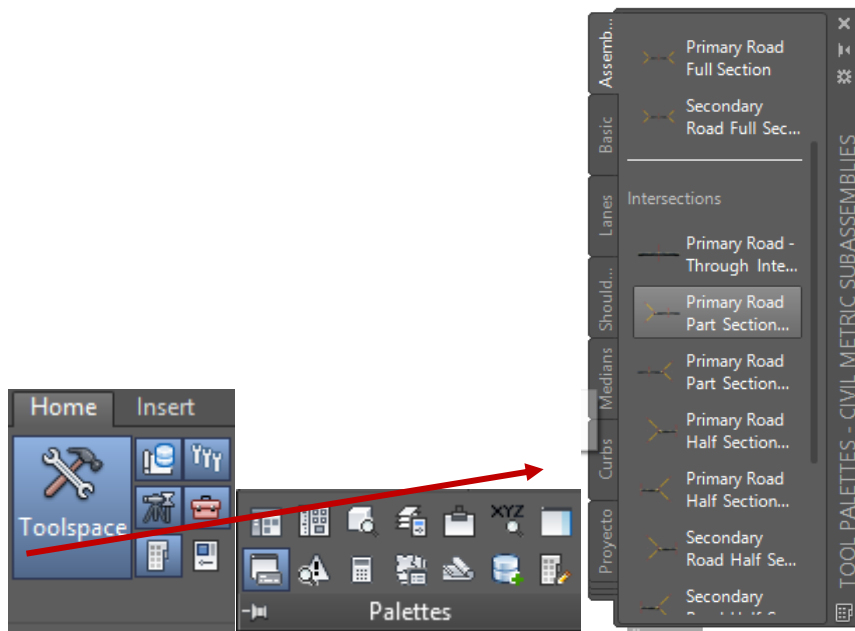
Es proceso anterior es válido para cada uno de los parámetros que se muestran

g. Sub ensamblajes

Un sub ensamblaje es un bloque de la sección típica, éstas contienen carriles, cunetas, taludes, canales etc. Actualmente existe dentro de Civil 3D más de 100 sub ensamblajes los cuales pueden ser modificados para cualquier trabajo

El acceso a esta biblioteca se o realiza mediante el menú Home en el apartado de paletas.

Gráfico N° 103: Paletas de ensamblaje

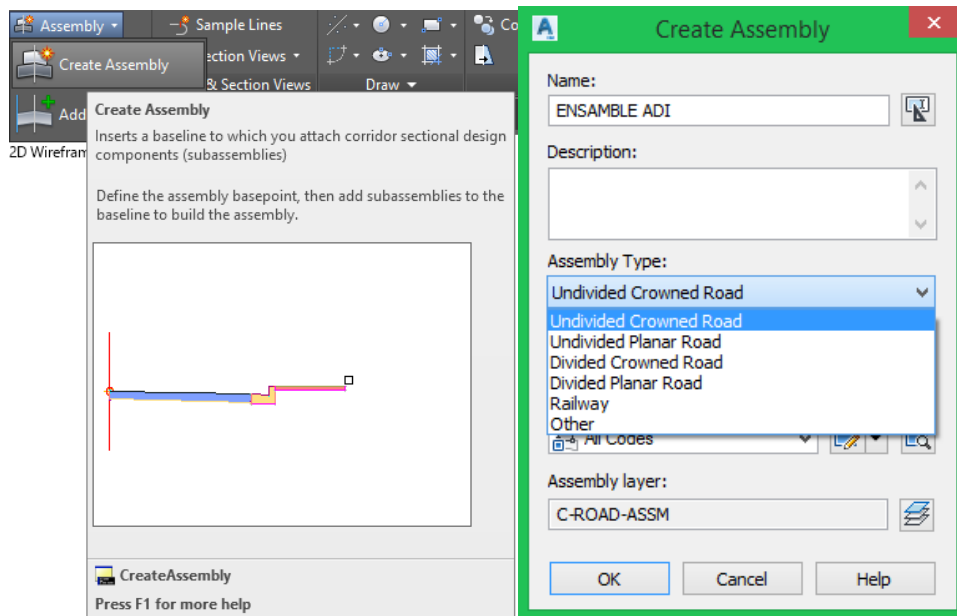


Fuente: AutoCAD Civil 3D

h. Creación de ensamblajes

Se puede crear ensamblajes desde el apartado *home* desde la paleta de creación y seleccionando *Assembly*.

Gráfico N° 104: Creación de ensamblaje



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Existen varios tipos de ensamblajes los cuales pueden ser:

- ✓ Camino coronado indiviso
- ✓ Camino plano no dividido
- ✓ Carretera coronada dividida
- ✓ Camino plano no dividido
- ✓ Ferrocarril
- ✓ Otro

Es importante seleccionar el más indicado pues determina el eje de rotación cuando existe sobreelevación.

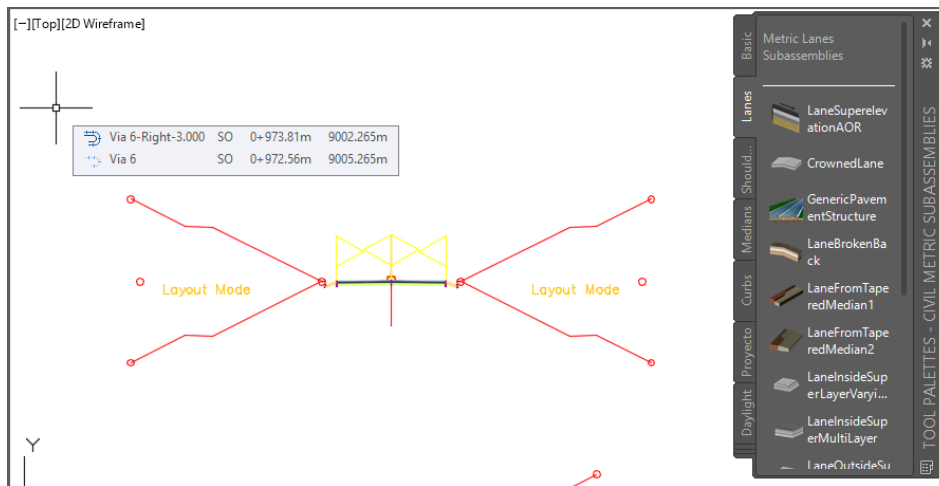
Para el proyecto se procedió a elegir *la primera*

1. Seleccionar menú *Home*→*Assembly*→*Create Assembly* como muestra en las figuras anteriores.
2. En el cuadro asignar un Nombre→Tipo de Ensamblaje→Etiquetas y presionar Aceptar y se creara el eje de la sección.
3. Abrir la paleta de herramientas *Tool palettes* o presionar Ctrl +3
4. En el cuadro que se genera buscar *Lane (carriles)* y presionar en el icono *LaneSuperelevation AOR* el cual permite incluir sobreelevación a la calzada, y presionar *OK*
5. Seguido asignar los parámetros en qué sentido se va ubicar del eje, las dimensiones de subbase, base y capa de rodadura, seguido marcar el eje, y se creará el carril.
6. En la paleta de Herramientas ubicar el botón *Curbs* y asignar, pedirá información acerca dimensiones y para la ubicación marcar en el link que se crea en las esquinas de los subensamblajes.
7. Seleccionar en la paleta el botón *Daylight (Talud)* y mediante el mismo esquema descrito asignar en la misma ubicación que se ensambla.

Finalmente se ha construido un lado del eje la sección para replicar al lado contrario y completar la sección.

8. Marcar el lado de la sección y presionar *Mirror (Espejo)* en la barra de herramientas que aparece.

Gráfico N° 105: Ensamblaje Típico



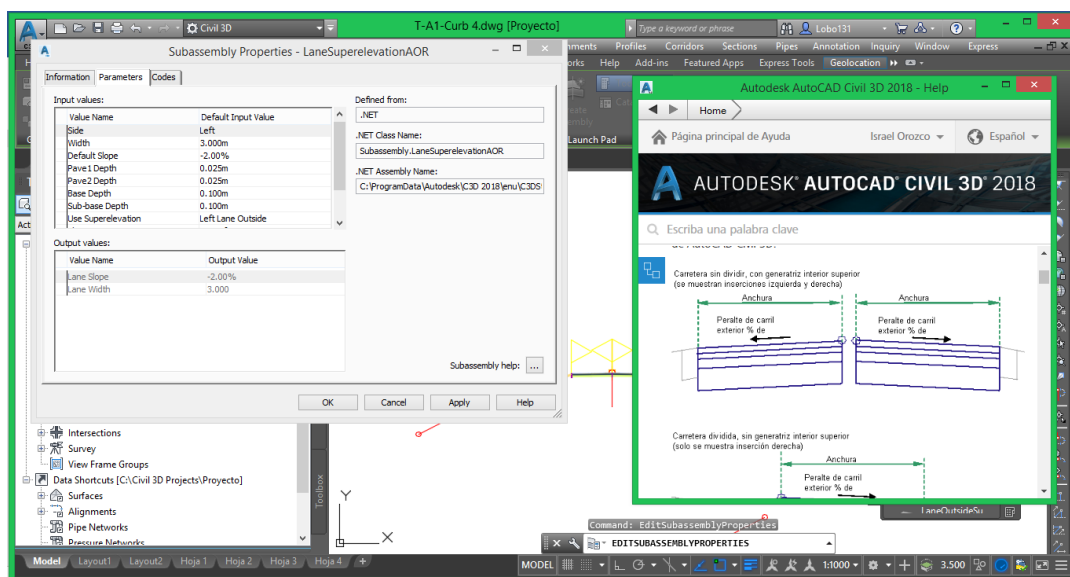
Fuente: AutoCAD Civil 3D

Al igual que en temas anteriores un sub ensamblaje es editable en cualquier momento.

Es así se presenta un ejemplo:

1. Seleccionar un carril Click Derecho → Subassembly Properties → Parameters (Parámetros).
2. Cambiar dentro de este menú lo referente a dimensiones de base, sub base, y capa de rodadura.

Gráfico N° 106: Modificación de un sub ensamblaje



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Como se puede notar es totalmente accesible cambiar los parámetros de cualquier subensamblaje además de contar con una guía en la cual se puede encontrar todo lo referente a la entidad en uso al presionar *subassembly help*.

i. Peralte

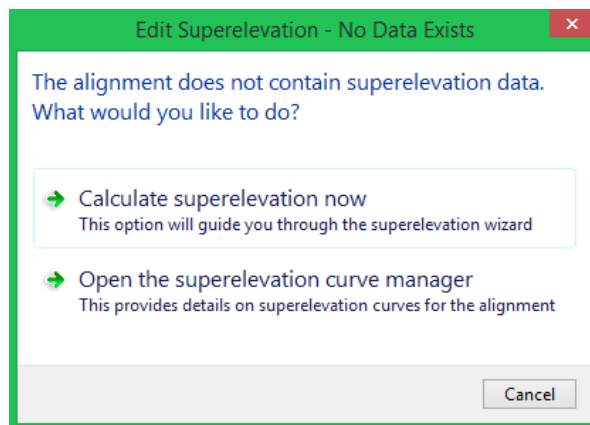
El desarrollo del peralte a lo largo de las carreteras es un tema importante que Civil 3D incorpora y como el caso de alineamientos horizontales y verticales obedecen a una normativa o ecuación.

- Adición de peralte al alineamiento

Para la adición o cálculo del peralte se procede la siguiente manera:

1. Click derecho sobre el alineamiento → Edit Superelevation (Editar sobre elevación)
2. En el cuadro seleccionar Calculate superelevation now (Calcular sobre elevación ahora).

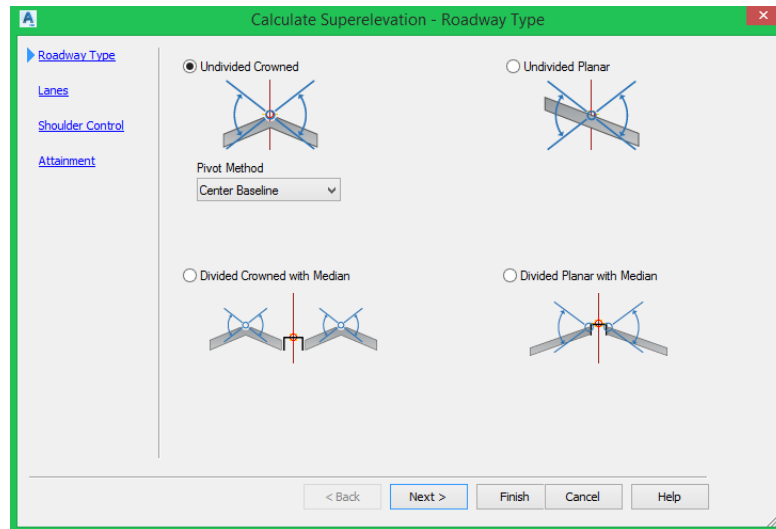
Gráfico N° 107: Cálculo de peralte



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3. Seleccionar la primera opción *Undivided Crowned* pues esta fue la que se eligió al crear el ensamblaje y en tipo de pivotaje *Center Baseline* (línea base central).

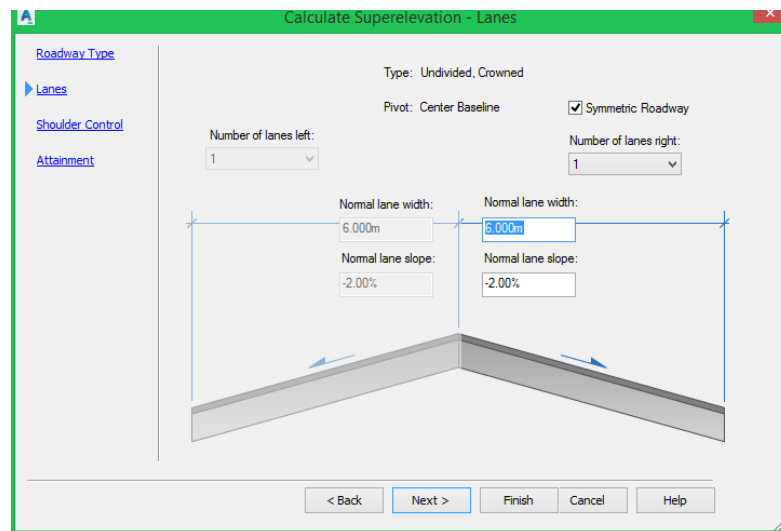
Gráfico N° 108: Tipo de método de cálculo de peralte



Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. Presionar Next (*siguiente*) en el cuadro especificar el ancho, numero, y si es simétrico o no el carril.

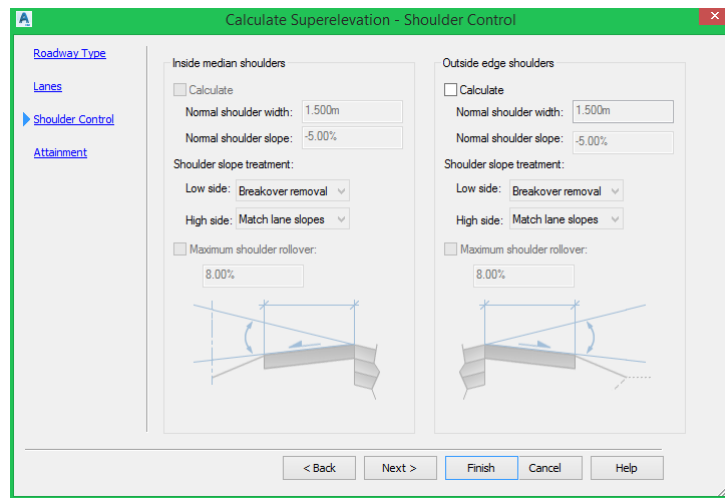
Gráfico N° 109: Definición de ancho de carril para el peralte



Fuente: AutoCAD Civil 3D

5. Presionar Next, aparece el cuadro de diálogo para el espaldón especificar el ancho y pendiente si existe.

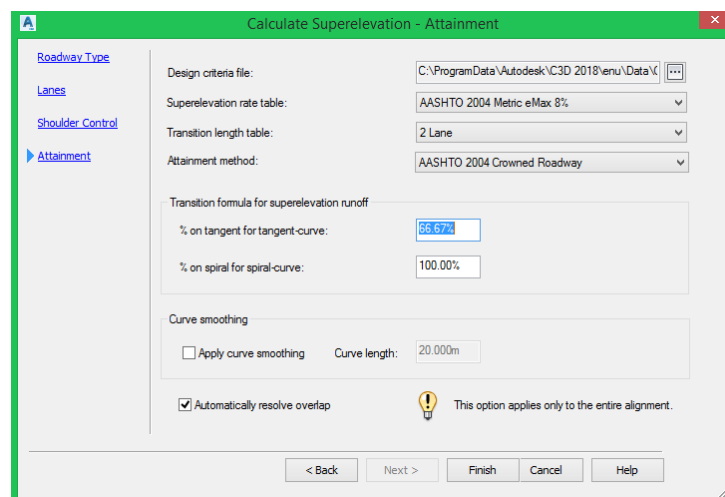
Gráfico N° 110: Definición del peralte en el espaldón



Fuente: AutoCAD Civil 3D

6. Presionar Next y finalmente aparecerá un cuadro de diálogo en donde se especifica la norma de cálculo, la pendiente máxima transversal para el ejemplo se coloca 8% que es lo que especifica el MOP 2003 para vías tipo IV, el porcentaje de distribución etc. salir con Click en *Finish (finalizar)*

Gráfico N° 111: Especificación normas de peralte



Superelevation Curve	Start Station	End Station	Length	Overlap	Left Outside Lane	Curve Smooth
Curve.1						
Transition In Region	0+011.15m	0+049.52...	38.370m			
Runout	0+011.15m	0+021.52...	10.370m			
End Normal Crown	0+011.15m				-2.00%	20.000
Level Crown	0+021.52m				-2.00%	20.000
Runoff	0+021.52m	0+049.52...	28.000m			
Level Crown	0+021.52m				-2.00%	20.000
Reverse Crown	0+031.89m				-2.00%	20.000

Fuente: AutoCAD Civil 3D

j. Sobreancho

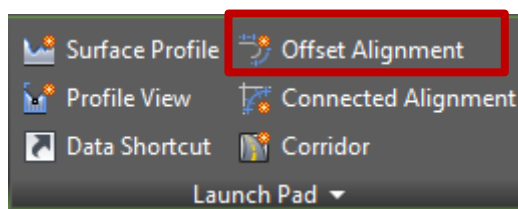
La norma MOP 2003 establece la fórmula de cálculo de sobreanchos y también específica para vías, con velocidad inferior a 50 Km/h colocar un sobreancho de 30cm por economía repartido 66.67% en las tangentes de las curvas y el 100 % en curvas.

- Adición de sobreancho

Para la adición del sobreancho se procede de la siguiente manera

1. Seleccionar el alineamiento aparecerá el menú *Launch Pad* en la tabla de herramientas.

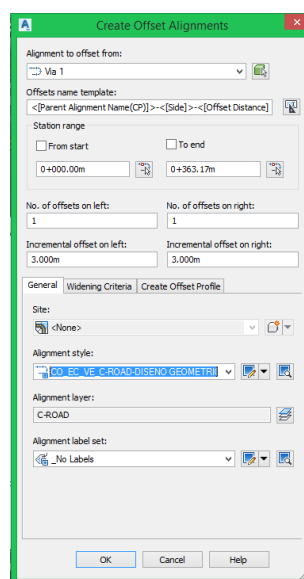
Gráfico N° 112: Menú Launch Pad



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. Click sobre el botón *Offset Alignment*.
3. En cuadro que aparece especificar el nombre, número de carriles, la distancia de carril que es 3m en caso, etiquetas.

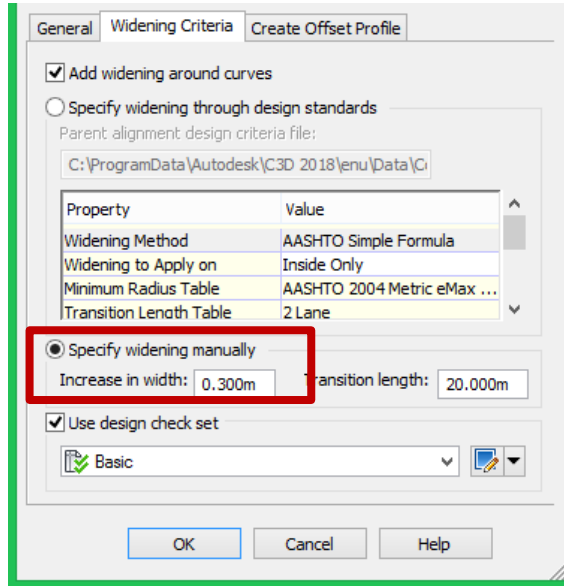
Gráfico N° 113: Menú Offset



Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. En la parte *Widening Criteria (criterio de sobreancho)* especificar el cálculo por fórmula o tabla, para este caso se establece un valor fijo de 0.30m.

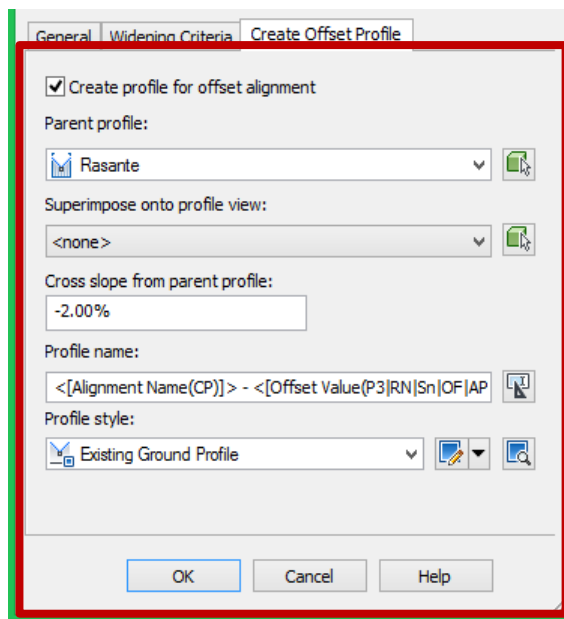
Gráfico N° 114: Menú Offset Criterio de Diseño



Fuente: AutoCAD Civil 3D

5. En la parte de *Create offset profile (creación de perfiles Offset)* especificar el perfil base a partir del cual genera el perfil offset y la pendiente.

Gráfico N° 115: Perfil del sobreancho



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3.2.5.7 Ensamblajes

Las vías, puentes, canales etc., tienen una sección transversal característica, Civil 3D ofrece la posibilidad de crear un ensamblaje a partir de elementos creados en su biblioteca o partir un programa de creación de ensamblaje denominado *Subassemble Composer* que viene junto a la instalación.

Corredores

Un corredor es un objeto en tres dimensiones en el cual se ve la geometría horizontal y vertical y que es creada a partir de un alineamiento horizontal, alineamiento vertical o a través de líneas características (*feature line*) y un ensamblaje.

A continuación, se mostrarán los puntos tratados en este tema:

- Creación de corredor a partir de alineamiento, perfil y ensamblaje.
- Uso de los Targets (objetivos) y adición de sobrecanchos.
- Adición de superficie
- Creación de superficie de corredor

Un corredor puede ser aplicado ya sea para carreteras simples, compuestas en la que tengan intersecciones etc.

Gráfico N° 116: Uso de corredor



Fuente: AutoCAD Civil 3D

a. Creación de corredor

Para la creación de un corredor es necesario tener definido el alineamiento horizontal vertical, ensamblaje y por otro lado tener defino el peralte y sobrecancho estos dos últimos parámetros en caso que se requiera.

Dentro de un corredor es importante conocer ciertos componentes que manipula cualquier corredor dentro de Civil 3D.

- **Baseline (Línea base).** - Corresponde al alineamiento donde se va emplazar la sección, cada línea base requiere un perfil, se puede crear varias líneas base a partir del mismo alineamiento y perfil.
- **Region (Regiones).** - Cuando la sección varía a lo largo de un alineamiento o cuando aparece elementos como intersecciones, la conformación de un corredor se lo realiza por partes. Cada región está sobre una línea base o pueden superponerse.
- **Assemblies (Ensamblajes).** - Anteriormente se habló de estas entidades. Para la creación de un proyecto en el que contenga intercesiones resulta más práctico crear primero estas.
- **Frecuency (frecuencia).** - Referida a como el ensamblaje es aplicado a lo largo del corredor.
- **Surface(Superficie).** -Superficie creada a partir del corredor, útil para el cómputo de volúmenes y para representar la modificación del terreno natural.

b. Corredores en intersecciones

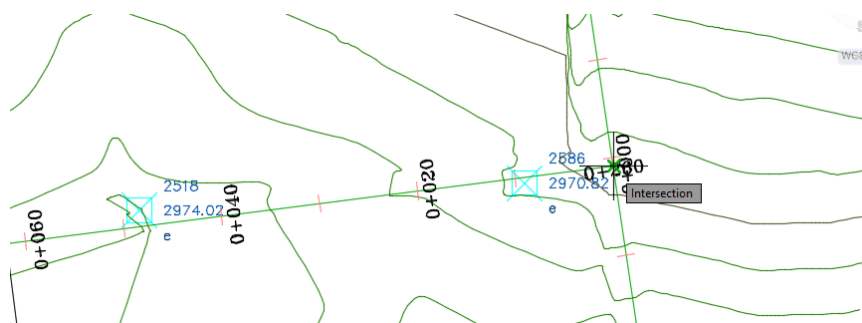
Las intersecciones obedecen a requerimientos de cambio de vía, Civil 3D manipula este tipo de entidad a partir de alineamientos *offset* y *curb return*.

✓ Creación de intersecciones

Para la creación de intersecciones el perfil y alineamiento de la vía secundaria y la principal deben coincidir.

1. Seleccionar en el menú *Home* → *Creacion y Diseño* → *Interseccion*.

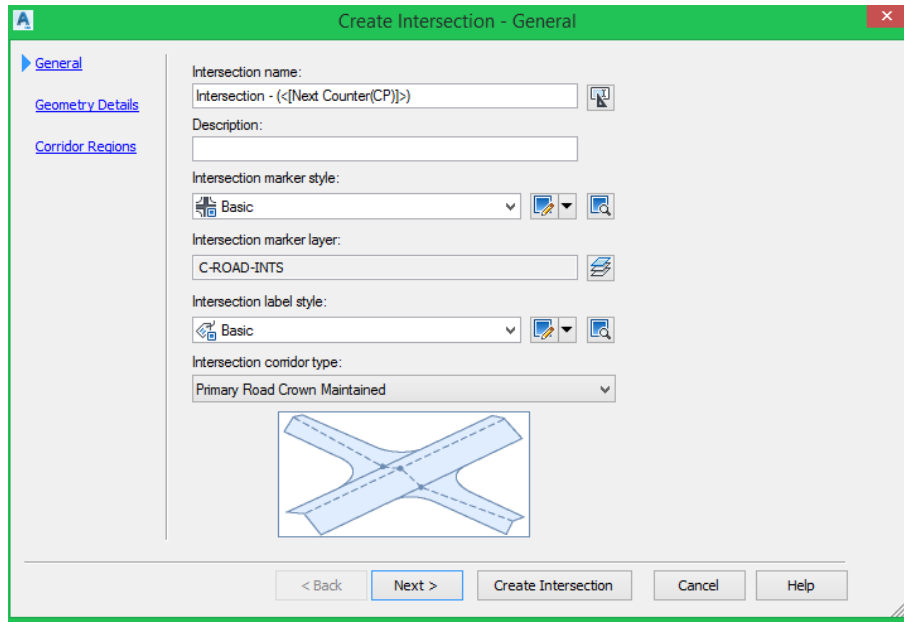
Gráfico N° 117: Punto de Intersección



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. Marcar el punto de intersección de los alineamientos

Gráfico N° 118: Creación de Intersección

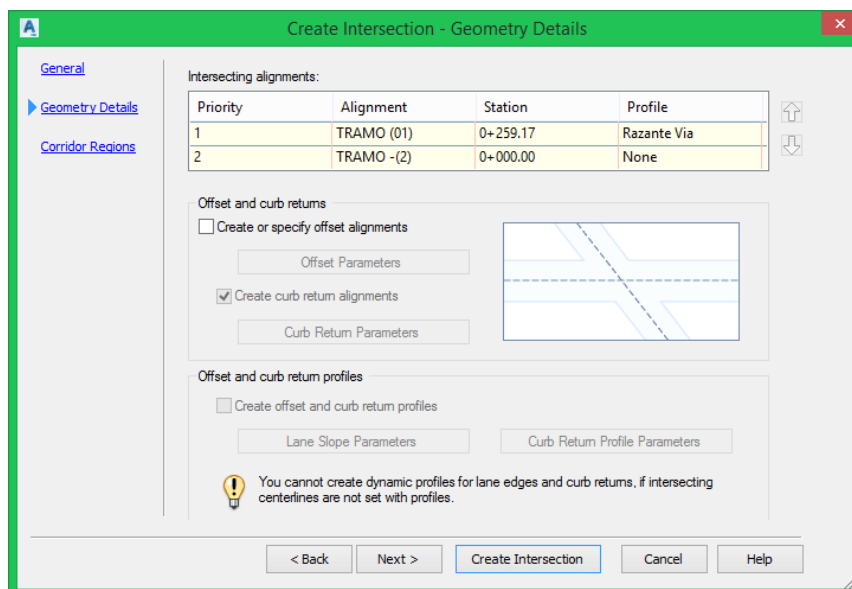


Fuente: AutoCAD Civil 3D

En el gráfico anterior se puede ver varios parámetros como el nombre de la intersección, descripción, el estilo, las etiquetas, la capa, y el tipo de entrada de la intersección, la cual puede ser con bombeos mantenido en las dos vías o en la vía principal.

3. Presionar Next en el cuadro que aparece desmarcar la opción de crear offset y giros de retorno, finalmente presionar OK.

Gráfico N° 119: Cuadro de prioridad de intersecciones

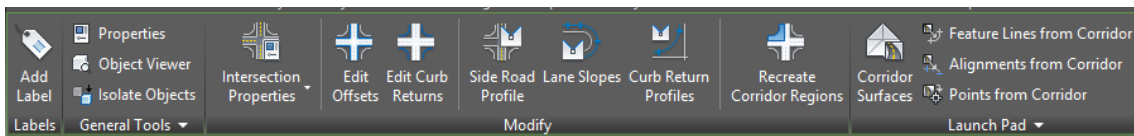


Fuente: AutoCAD Civil 3D

Al realizar el procedimiento anterior se puede lograr que tanto el perfil de la vía secundaria y principal coincidan en el mismo punto vertical.

4. Seleccionar el icono de la intersección se despliega en la barra de herramienta el menú de la intersección.

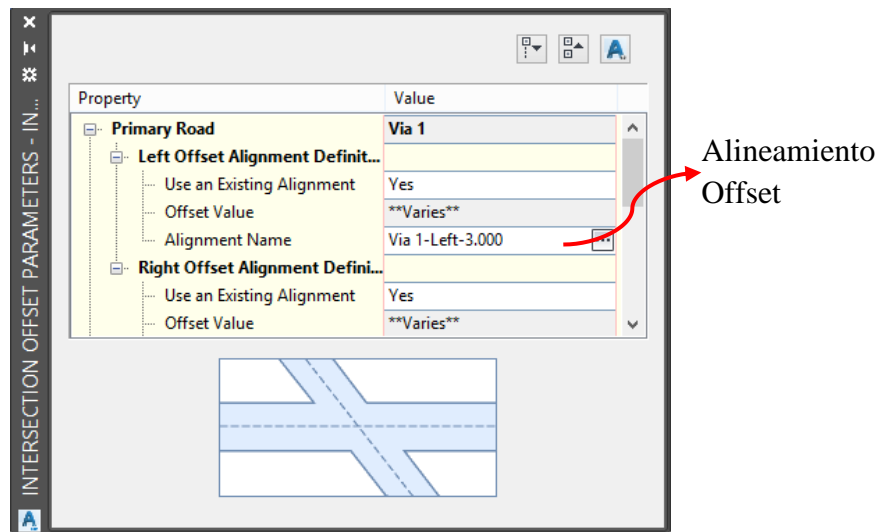
Gráfico N° 120: Menú de Intersección



Fuente: AutoCAD Civil 3D

5. Click en *Edit. offset* en el cuadro creado seleccionar los alineamientos offset creados.

Gráfico N° 121: Agregar alineamientos offset

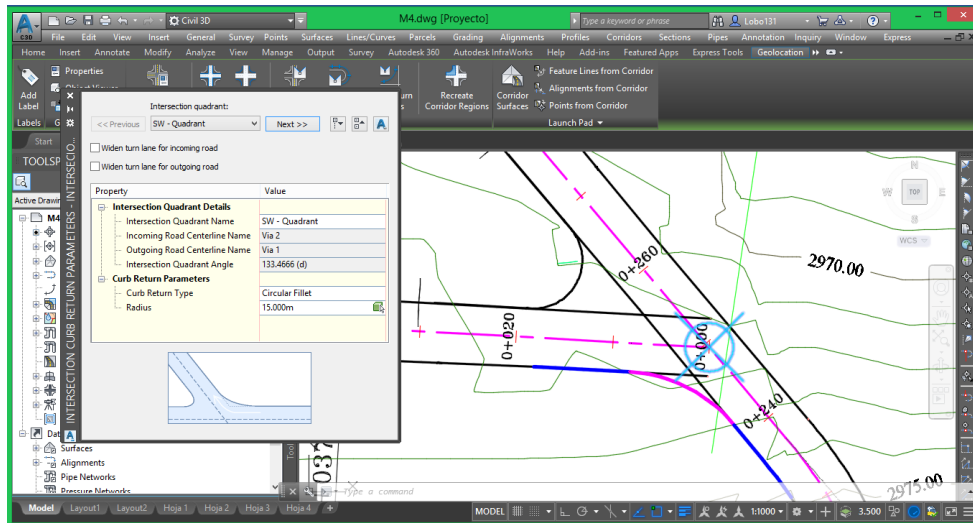


Fuente: AutoCAD Civil 3D

En el cuadro anterior se puede notar que se ha agregado los alineamientos offset según corresponda

6. Click el botón *Edit Curb Return* en el menú de la intersección en el cuadro de diálogo asignar el radio de giro el MOP 2003 establece 15 m como radio mínimo. Además, se puede añadir sobreanchos si se lo requiere.

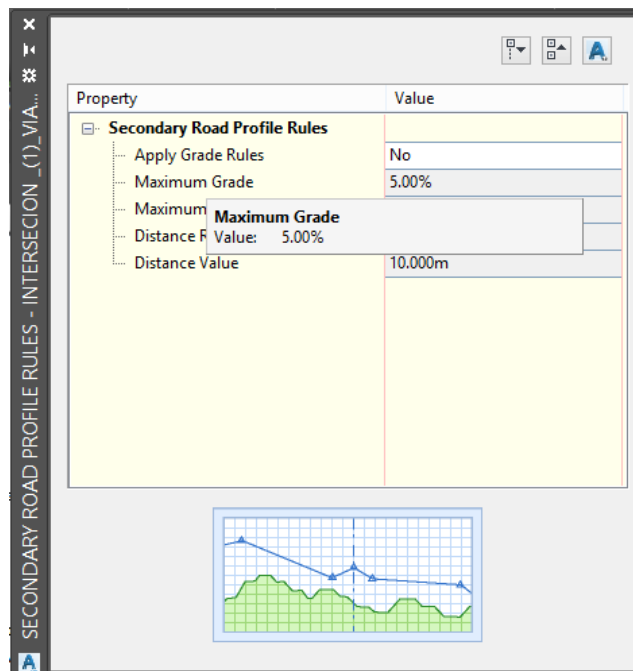
Gráfico N° 122: Adición de giros de Retorno



Fuente: AutoCAD Civil 3D

7. Seleccionar el ícono *Side Road profile* y seleccionar *No* en la opción *apply grade rule*.

Gráfico N° 123: Perfil del camino lateral

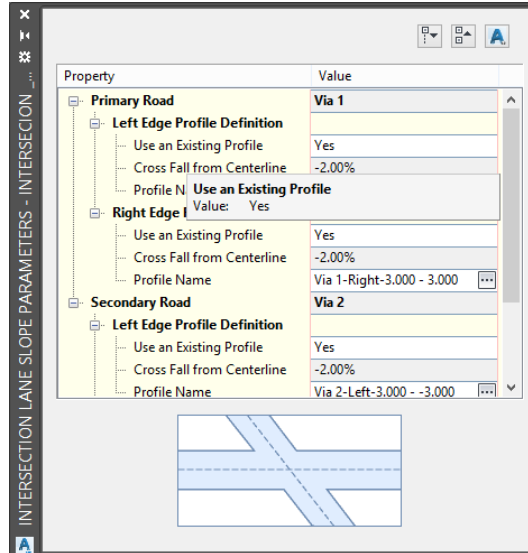


Fuente: AutoCAD Civil 3D

El cuadro anterior está referida a parámetros de entrada y salida de la vía secundaria en las intersecciones, se les puede dar un rango de pendientes mínimas y máximas, para el proyecto en particular se controlará este aspecto directamente desde el perfil principal.

8. Click en el botón *Lane slope* y asignar el perfil offset

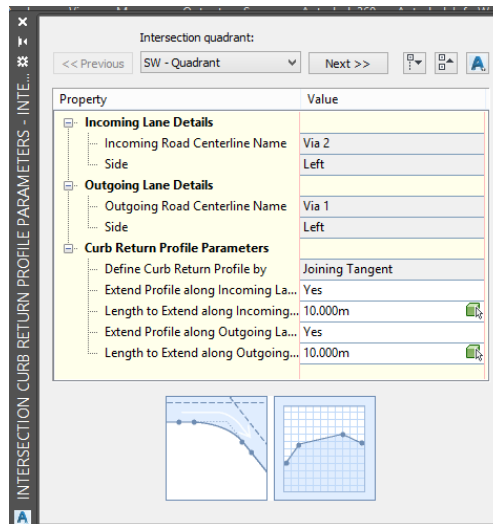
Gráfico N° 124: Asignación de perfil



Fuente: AutoCAD Civil 3D

9. Click en el botón *Curb Return Profile* al entrar a este menú se asignará el perfil del giro de retorno, una prolongación de entrada si se lo amerita.

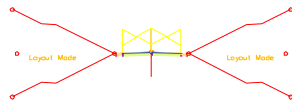
Gráfico N° 125: Perfil de la curva de retorno



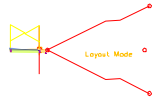
Fuente: AutoCAD Civil 3D

Para el ensamblaje de intersecciones el programa requiere ciertos componentes de la sección típica las cuales se pueden ver abajo.

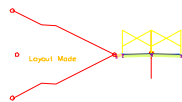
Gráfico N° 126: Ensamblajes para efectuar *intersección*



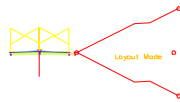
Sección Normal



Giro de Retorno



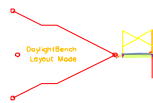
Vía Primaria _ Con talud lado izquierdo



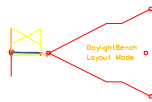
Vía Primaria _ Con talud lado derecho



Vía primaria



Vía Secundaria_ con talud Izquierda



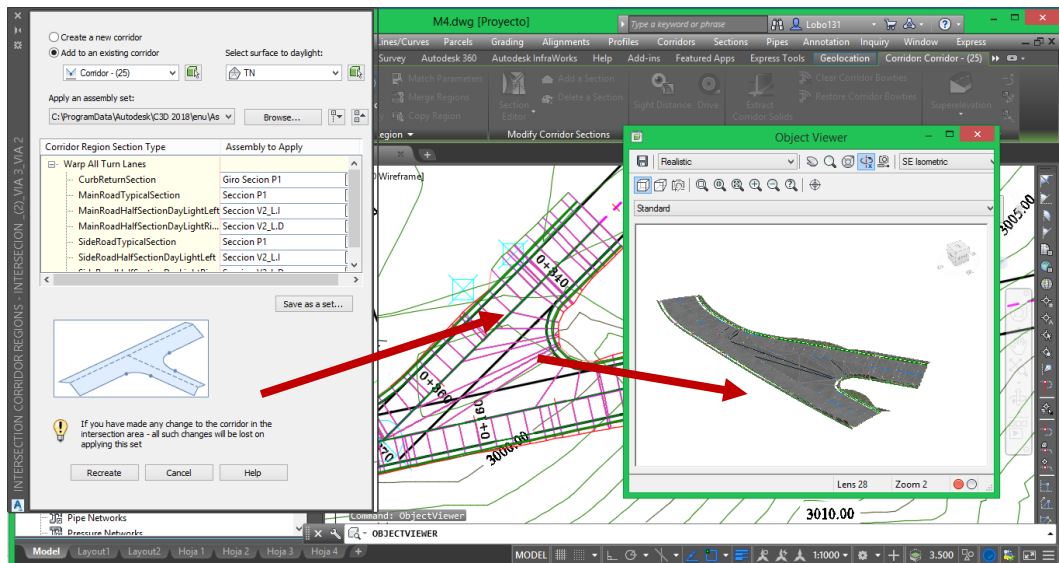
Vía Secundaria_ con talud Derecho

Fuente: AutoCAD Civil 3D

Una vez realizado las secciones de ensamblaje indicadas anteriormente se realiza el ensamblaje total de la intersección.

10. Seleccionar el icono de la intersección → Click sobre → Recreate Corridor region y asignar cada una de la secciones anteriores según muestra el cuadro de dialogo y presionar OK.

Gráfico N° 127: Corredor en intersecciones

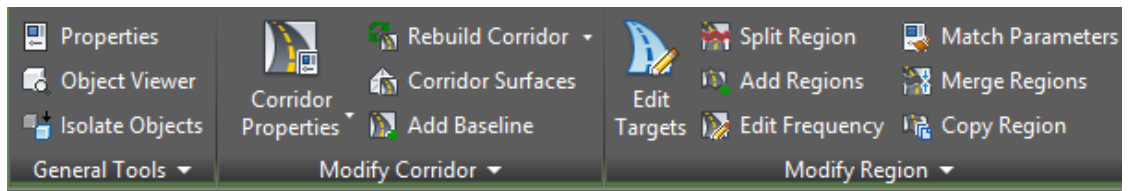


Fuente: AutoCAD Civil 3D

Realizadas las intersecciones queda completar el corredor a lo largo de las vías que conforman la misma.

1. Seleccionar el corredor existente aparecerá el menú del corredor.

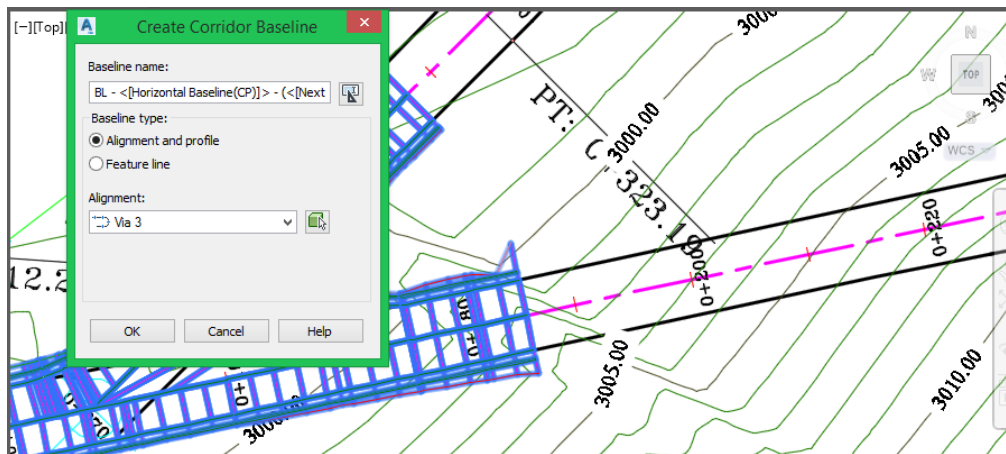
Gráfico N° 128: Menú corredor



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. Seleccionar *Add Baseline* (Añadir línea base) → especificar el alineamiento y perfil de la línea básica al finalizar presionar OK.

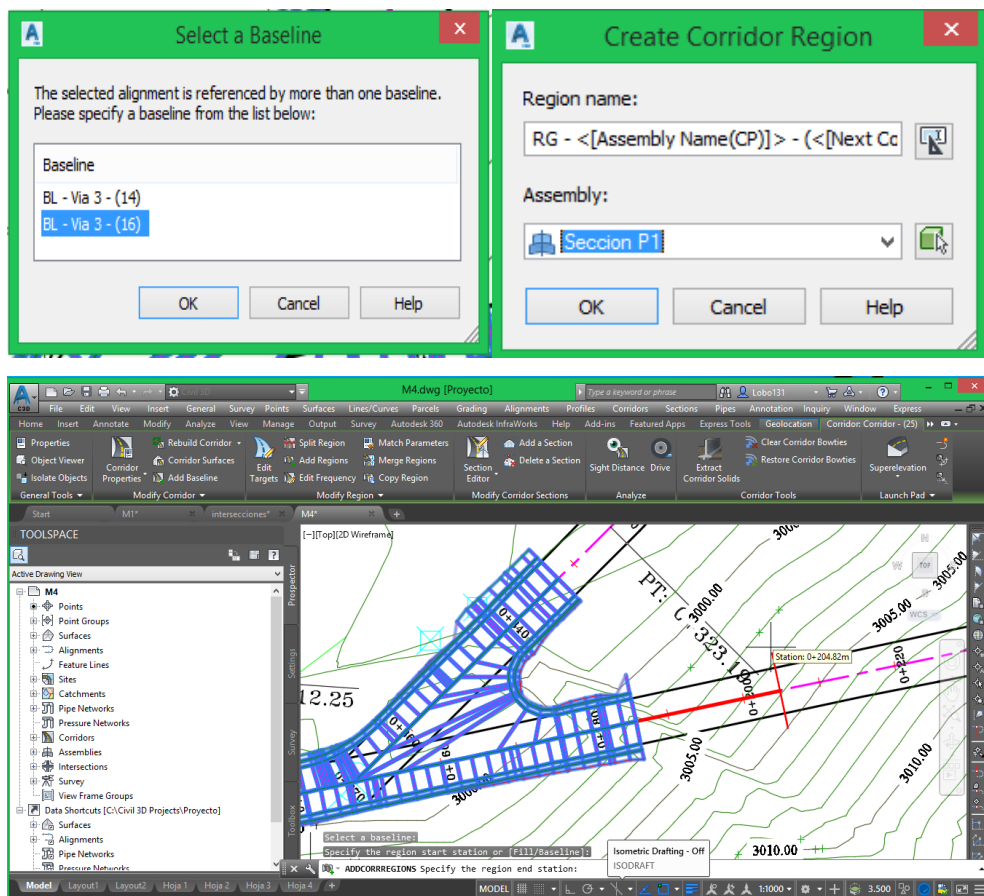
Gráfico N° 129: Creación de línea base



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3. Click en el botón *Add Regions*, marcar el alineamiento, seleccionar la línea base creada, sección de ensamblaje, y especificar la abscisa de inicio y fin de la región.

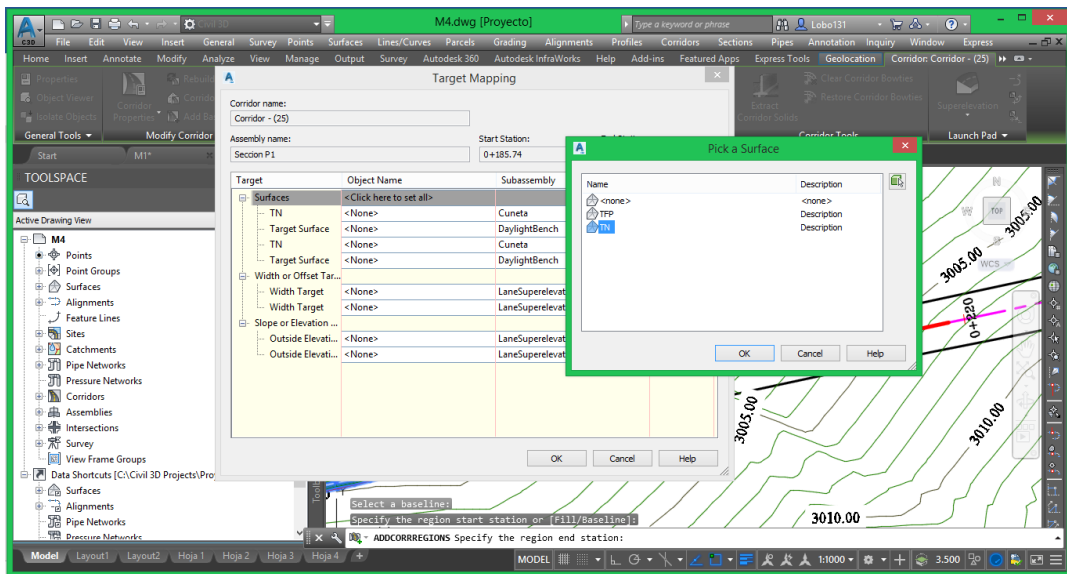
Gráfico N° 130: Creación de región de corredor.



Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. En el cuadro que aparece seleccionar especificar donde se emplazará el talud, el ancho de la calzada o sobrancho creado y el perfil.

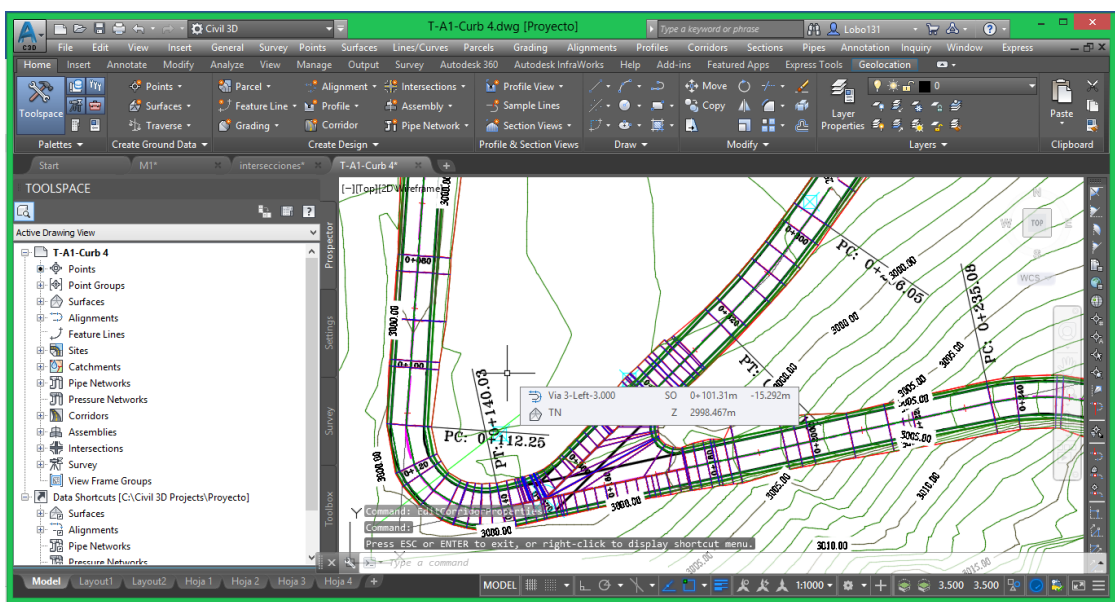
Gráfico N° 131: Parámetros del corredor



Fuente: AutoCAD Civil 3D

5. Al añadir los parámetros indicados en el gráfico anterior presionar OK. Repetir el proceso en todo el proyecto.

Gráfico N° 132: Corredor final del proyecto.



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Para cuestiones de presentación final, computo de volumen es importante crear una superficie a partir del corredor.

c. Superficies a partir del corredor

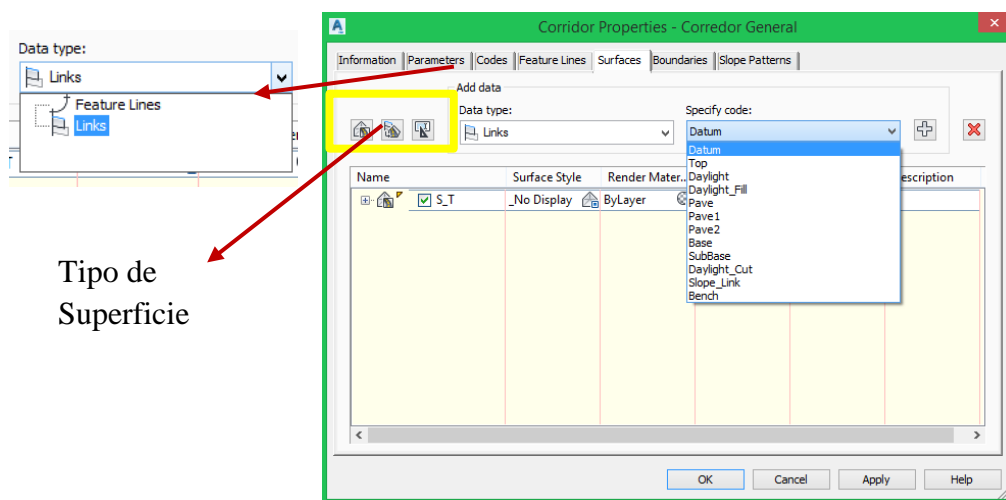
La creación de una superficie a partir del corredor es importante para computo de volumen, diseño gráfico, y se puede obtener una superficie a partir de cualquier línea que mantenga un *código (link)* aceptable en civil 3D o que agregue el usuario.

✓ Creación de superficies a partir del corredor

La creación de una superficie depende del tipo de sube_ensamblaje se esté utilizado es decir los parámetros que ésta acepte como son *códigos y links*.

1. Ingresar a las Propiedades del corredor (*Corridor Properties*, dentro del cuadro desplegable ubicarse en la pestaña *Surface*).
2. En la pestaña *Surface (superficie)* especificar en base a que parámetros se desea crear la superficie, por ejemplo, para la sección transversal creada anteriormente se muestran los tipos de Datos y códigos mostrados en la figura siguiente.

Gráfico N° 133: Menú superficie del corredor



Fuente: AutoCAD Civil 3D

En *Date type (Tipos de datos)* existen dos categorías:

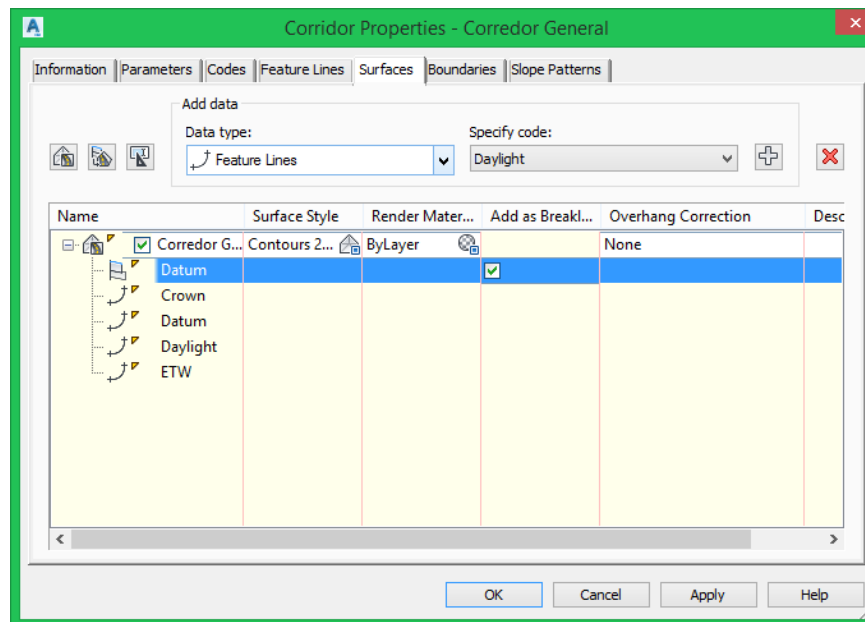
Feature line.- Está referida a las líneas 3D que conectan los puntos característicos del corredor de manera longitudinal.

Links.- Son líneas que conectan puntos característicos del corredor de manera transversal.

Como ejemplo se generará una superficie de toda la obra lineal en la rasante, los íconos resaltados en amarillo corresponden a crear una superficie de toda la obra lineal y crear una superficie para cada link que la sección transversal usada tenga.

1. Marcar en *Data Type* → *Links* y Click en *Create a corridor Surface* (*Crear una superficie del corredor*)
2. Marcar en *Specify code* → *Datum*
3. En la línea que se genera especificar en *overhag correction* especificar el link → *Botton links* (*links inferiores*).
4. Para definir de mejor manera la superficie especificar líneas características longitudinales dentro de *Data type*→ y agregar *Datum*, *ETW*, *Daylight*

Gráfico N° 134: Creación de superficie



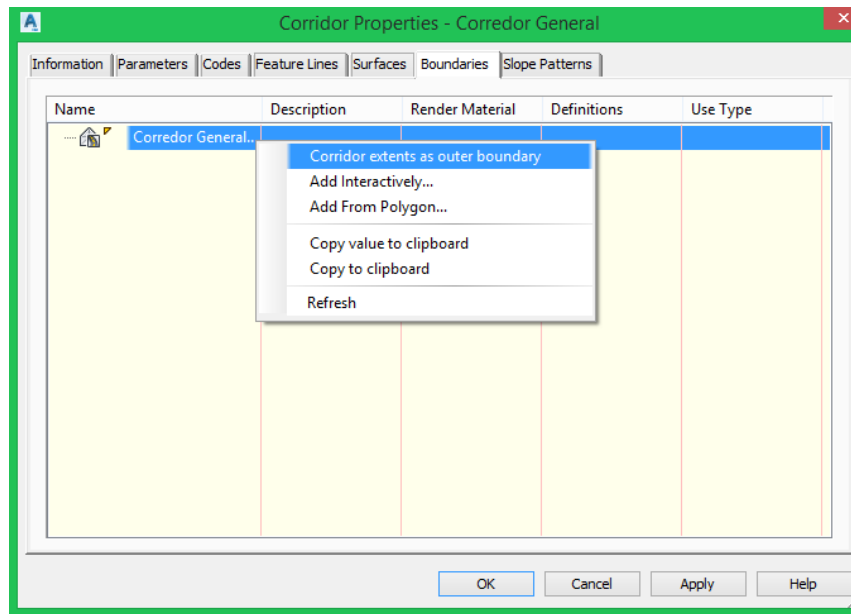
Fuente: AutoCAD Civil 3D

✓ **Delimitación de la superficie creada**

Para delimitar la superficie creada a nivel del corte se procede de la siguiente manera.

1. Ingresar al menú *Boundaries* (*Contornos*) aparecerá la propiedad creada anteriormente.

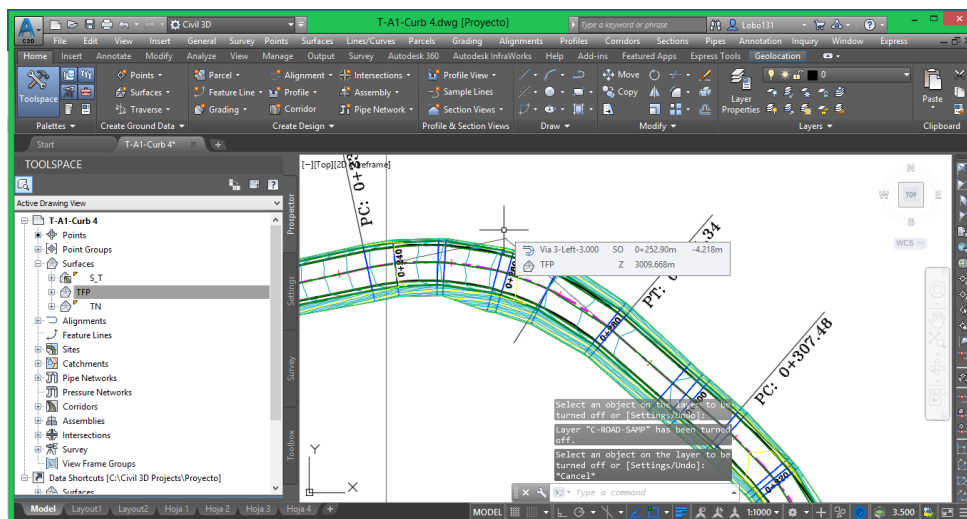
Gráfico N° 135: Creación de contorno



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. Click derecho sobre la propiedad creada seleccionar *Corridor extends as outer boundary* y presionar OK para guardar los cambios.

Gráfico N° 136: Creación de superficie del corredor



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3.2.5.8 Secciones transversales

Las secciones transversales sirven esencialmente para el cálculo de volumen y materiales, estos tipos de objetos son creados a partir de un alineamiento y superficie. Se presenta a continuación:

- ✓ Creación de líneas de Muestreo
- ✓ Creación de perfiles de líneas de muestreo.
- ✓ Definición de materiales.
- ✓ Generación de volumen de muestreo.

a. Líneas de Muestreo

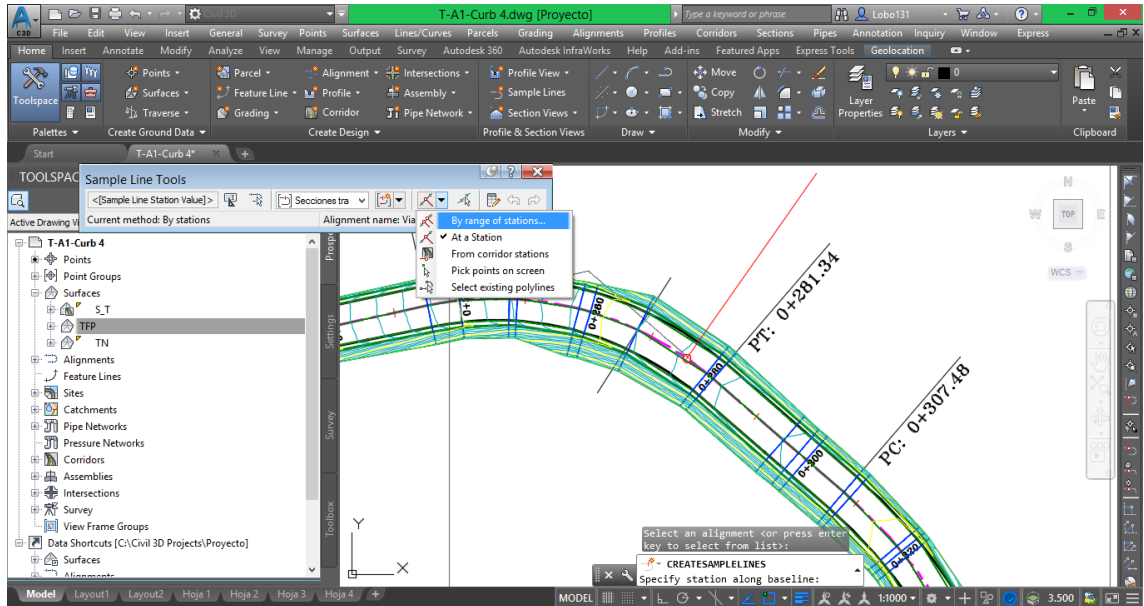
Las líneas de muestreo definen los P.K. en los que se cortan las secciones transversales, y también la anchura de las secciones hacia la izquierda y la derecha de la alineación. Los conjuntos de líneas de muestreo se almacenan en un Grupo de líneas de muestreo correspondiente a la alineación. Cada grupo de líneas de muestreo tiene un nombre único. Cada línea del grupo también tiene un nombre único.

✓ **Crear líneas de muestreo**

1. Haga clic en la ficha *Home (Inicio)* → *Profile & section view (Grupo Visualizaciones del perfil y vistas en sección)* → *simple line (Líneas de muestreo)* Buscar.
2. En la solicitud Seleccione una alineación, pulse Aceptar.
3. En el cuadro de diálogo Seleccionar alineación. Haga clic en *OK (Aceptar)*.
4. Se abre el cuadro de diálogo *Create simple lines (Crear grupo de líneas de muestreo)*. Este cuadro de diálogo define las características del grupo de líneas de muestreo. La plantilla incluida en AutoCAD Civil 3D cuentan con estilos de línea y estilos de etiqueta de línea predefinidos para las líneas de muestreo.
5. En la parte superior del cuadro de diálogo Crear grupo de líneas de muestreo, especifique los parámetros siguientes:
 Estilo de línea de muestreo: Road Sample Lines.
 Estilo de etiqueta de línea de muestreo: Name & Section Marks.
6. Bajo Seleccionar orígenes de datos de muestreo, compruebe que las casillas de verificación Ejemplo están activadas para todas las entradas de la tabla.
 Los orígenes de datos pueden ser superficies, modelos de obra lineal y superficies de obra lineal. Cada superficie y superficie de obra lineal genera una cadena transversal única. Al utilizar el modelo de obra lineal como origen, el modelo incluirá todos los puntos, los vínculos y las formas.
7. Defina los estilos de sección como se indica a continuación:
8. Clic en Aceptar.

Se muestra la barra de herramientas *Simple line tools* (*Herramientas de línea de muestreo*). La línea de comando muestra la solicitud Especifique el P.K.

Gráfico N° 137: Definición de líneas de Muestreo



Fuente: AutoCAD Civil 3D



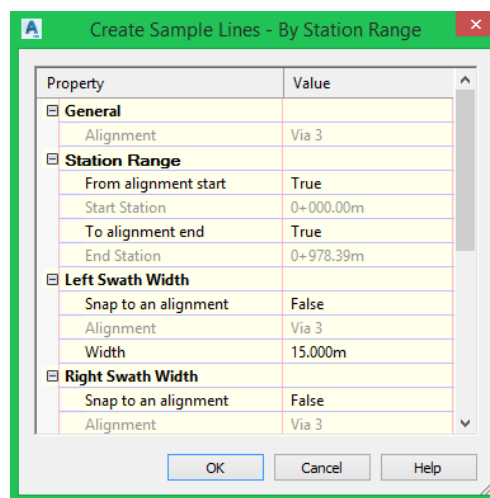
9. En la barra de herramientas, haga clic en la flecha que se encuentra junto al botón  Métodos de creación de líneas de muestreo.
10. Haga clic en el botón  *By range of station* (a partir de rango de estacion) .
11. En el cuadro de diálogo que se muestra especificar parámetro Anchura de franja derecha: 15

Gráfico N° 138: Creación de líneas de muestreo por rango

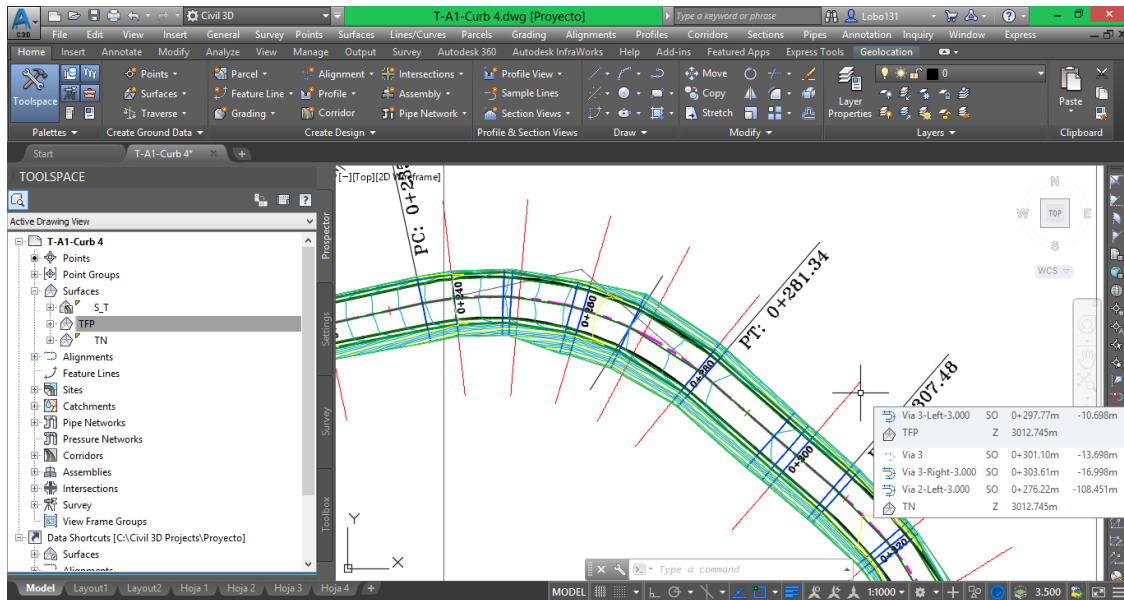


Fuente: AutoCAD Civil 3D

12. Click en Aceptar.

Se crean las líneas de muestreo y la barra de herramientas de línea de muestreo está disponible para definir líneas adicionales si lo desea.

Gráfico N° 139: Líneas de muestreo



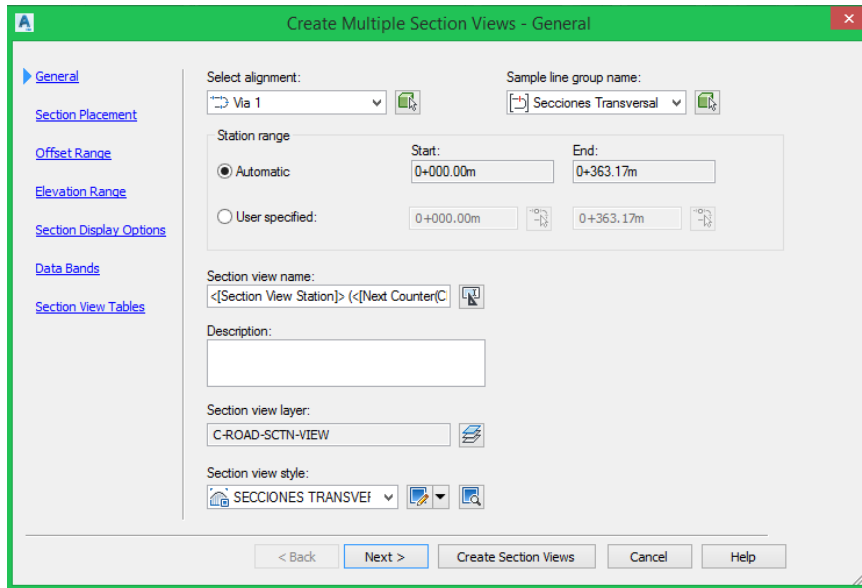
Fuente: AutoCAD Civil 3D

b. Creación de Secciones de líneas de muestreo

La creación de los perfiles de muestro se procede de la siguiente.

1. En *Home (Inicio)* seleccionar el menú *Profile & Section View*→*Section View*→*Multiple Section View*.
2. En el cuadro de diálogo especificar los parámetros: *General*, *Section Placement*, *Offset range*, *Section display Option*, *Data bands*, *section view tables*

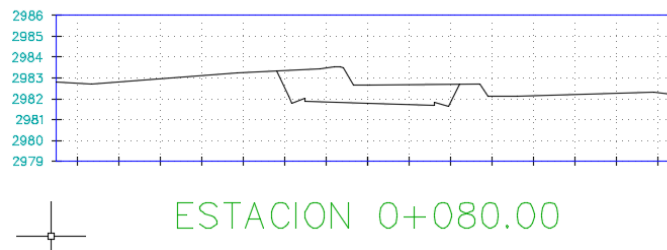
Gráfico N° 140: Creación secciones de muestreo



Fuente: AutoCAD Civil 3D

El cuadro anterior muestra los parámetros que se deben ser colocados para obtener las secciones de las líneas de muestreo.

Gráfico N° 141: Sección de la línea de muestreo



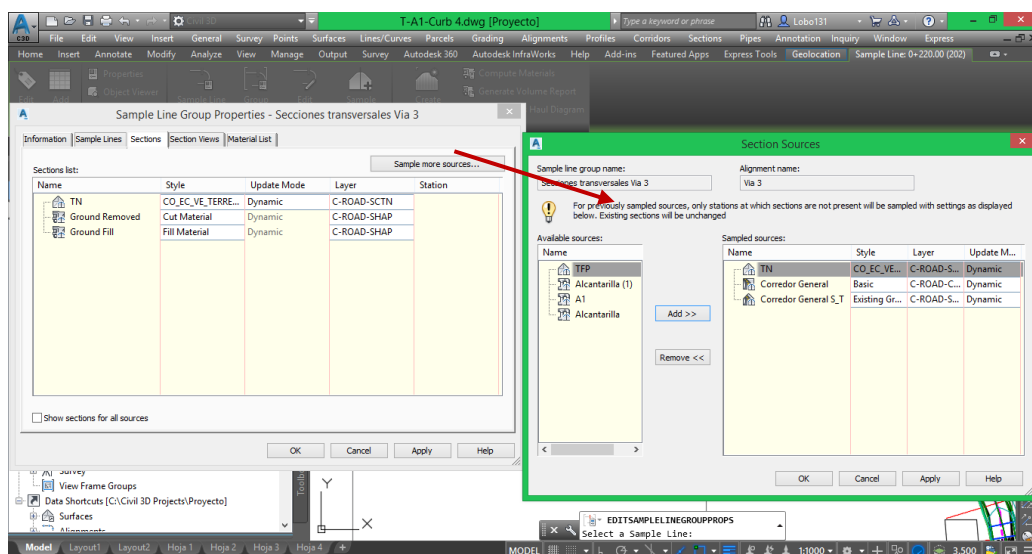
Fuente: AutoCAD Civil 3D

✓ Asignación de superficies a las líneas de muestreo

Para computar los materiales y volúmenes es importante asignar los recursos superficie del corredor, terreno natural y corredor al perfil para ello.

1. Seleccionar la línea de muestreo aparecerá el menú de estas en barra de herramientas, Click en el botón *Group Properties (propiedades de grupo)* seguido marcar *Simple more sources (Mas recursos de muestreo)*.

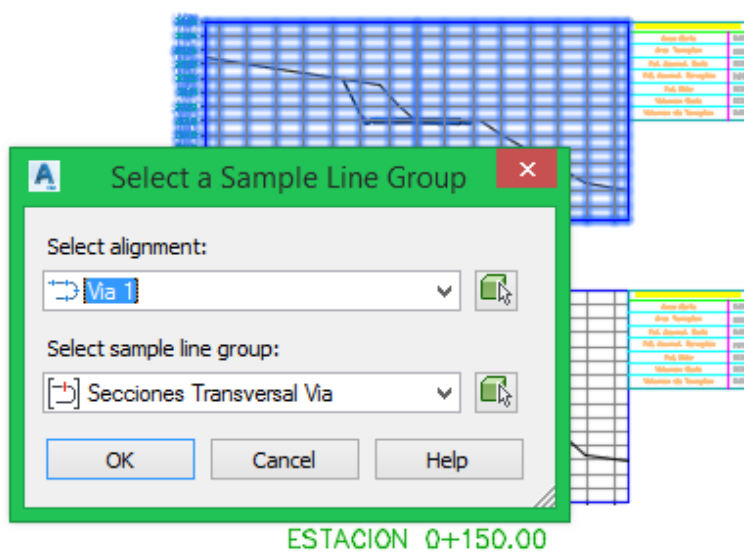
Gráfico N° 142: Asignación de recursos



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. En el cuadro que se muestra seleccionar el recurso y presionar *Add* (*añadir*) y presionar aceptar.
3. Seleccionar una sección de muestreo aparecerá un menú en la barra de herramientas, seleccionar el botón *Compute Materials* (*Computo de materiales*), seguido asignar el alineamiento y el grupo de líneas de muestreo.

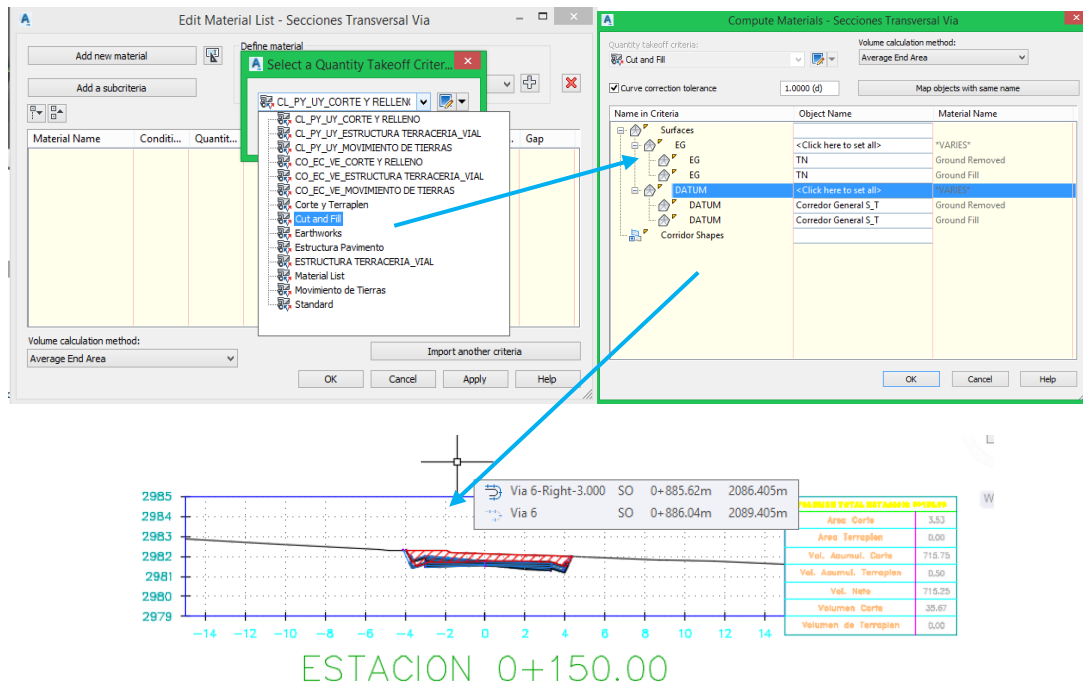
Gráfico N° 143: Asignación de entidades para el cómputo de materiales



Fuente: AutoCAD Civil 3D

- En el cuadro que aparece seleccionar *Import another criteria (Importar otro criterio)* → *Cut and Fill (Corte y relleno)* y asignar las superficies de comparación

Gráfico N° 144: Còmputo de volumen

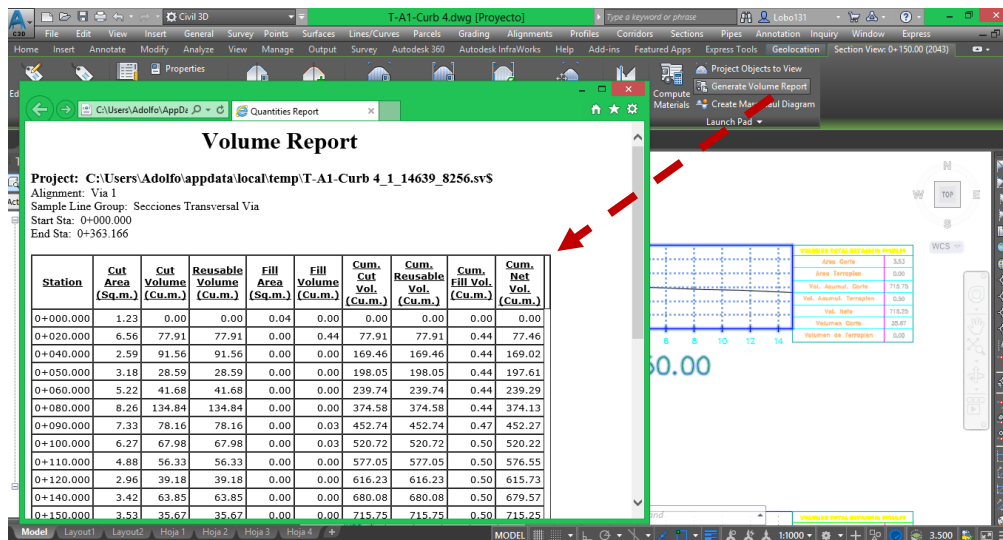


Fuente: AutoCAD Civil 3D

c. Generación de volumen

La generación de volumen de acuerdo al método elegido, es sumamente fácil e intuitiva en Civil 3D solo basta ir al menú de computo de materiales y generar reporte o simplemente desde el *Toolbox* → *Corredor* → *Generar reporte de volumen*.

Gráfico N° 145: Generación de Reporte de volumen

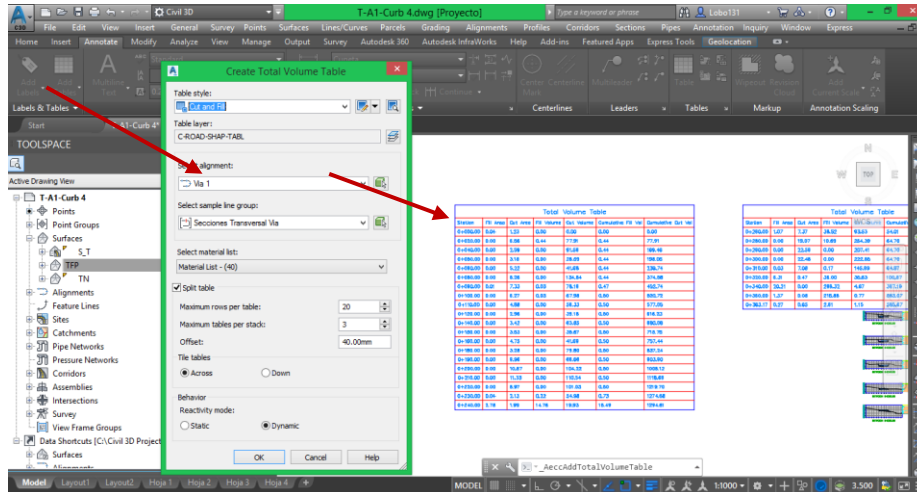


Fuente: AutoCAD Civil 3D

✓ Generación de tablas de volúmenes

Para la generación de una tabla de reporte en Civil 3d, al igual que en temas anteriores se lo puede realizar desde *Annotation* → *Add tables* → *Total Volume*.

Gráfico N° 146: Tablas de volumen



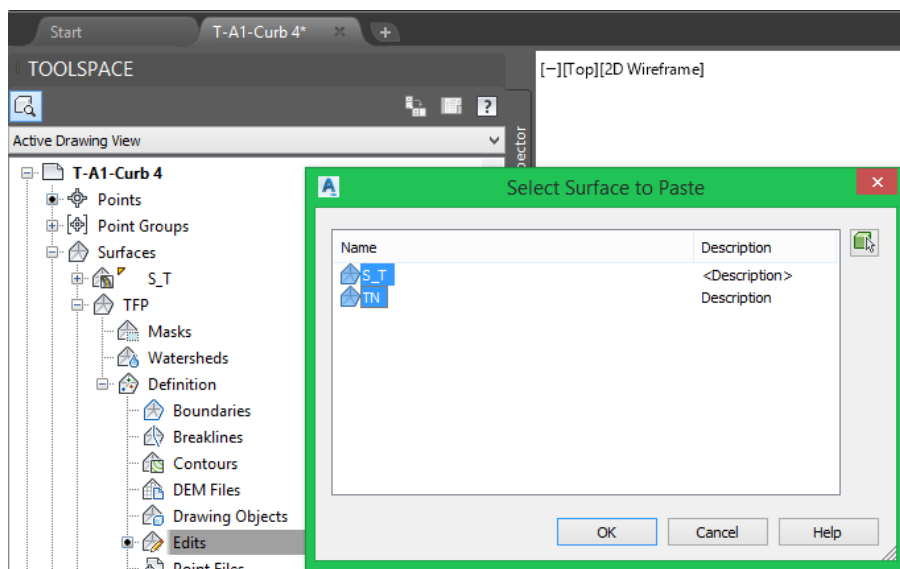
Fuente: AutoCAD Civil 3D

d. Superficie final proyectada

Para la presentación final entre el movimiento o excavación realizada y el terreno natural se lo puede efectuar de la siguiente manera.

1. Seleccionar en el menú *Toolplace* → *Surface*
2. Crear una superficie.
3. En definición → *Edit* → *Paste Surface*

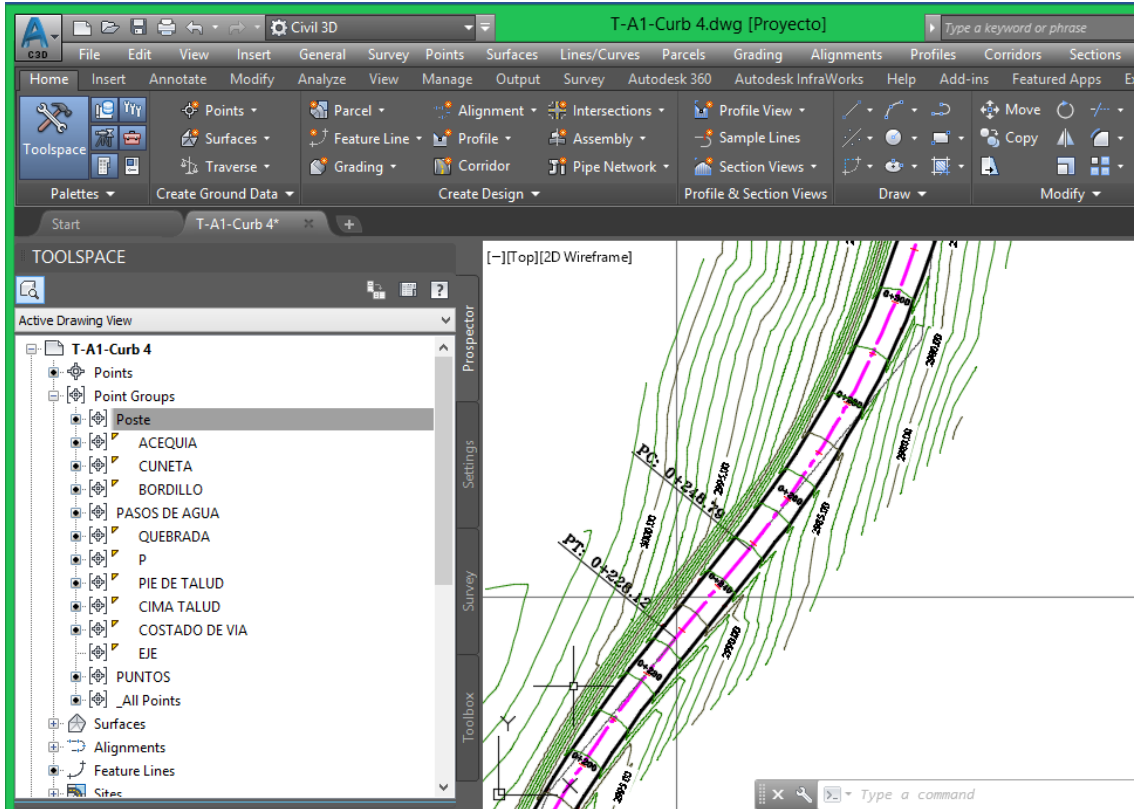
Gráfico N° 147: Creación de superficie terminada



Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. En el cuadro asignar la superficie del terreno natural y la del corredor.
5. Apagar la superficie del terreno natural y la del corredor, se tendrá una superficie más limpia.

Gráfico N° 148: Superficie final terminada



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3.2.5.9 Alcantarillas

Civil 3D tiene herramientas de dibujo para redes a flujo libre y en carga, las primeras pueden ser utilizadas para generar un perfil de una alcantarilla y su posterior diseño gracias a las extensiones de cálculo hidráulico que presenta el programa.

Antes de comenzar a crear redes de tuberías es importante crear las listas de piezas que se ajusten al proyecto a partir de la cual se asigna dimensiones de tuberías y estructuras adecuadas.

a. Definición de listas de piezas

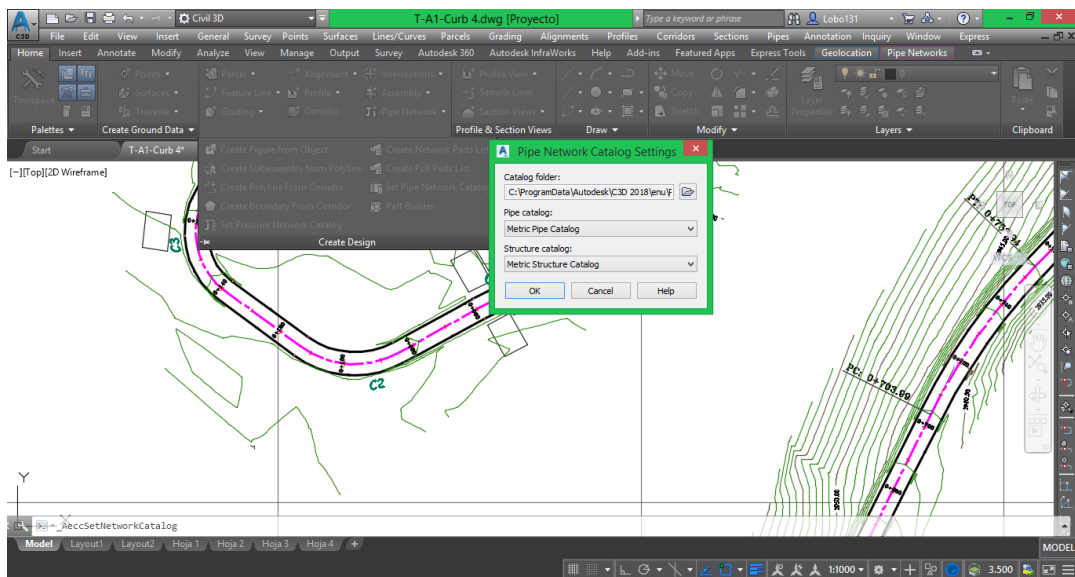
Cabe mencionar que se puede utilizar las listas de piezas definidas por Civil 3D, pero la ventaja de crear lista de piezas del usuario radica en que se puede adaptar a los materiales disponibles en el país y luego incluir en estos los tamaños nominales respectivo.

✓ Catálogo de listas de piezas

Para crear la lista de piezas que se va utilizar en el proyecto hay que primero definir el catálogo de redes, el cual es la base de datos predefinida de tuberías y estructuras con sus respectivas dimensiones que es instalado junto a civil 3D, para conocer sus estas características se accede desde el menú *Home (Inicio)*→Desplegar la ficha *Create desing*→*Set Pipe Network Catalog (Catalogo de redes de tubería)*.

1. Click en panel *Home*
2. Click en *Create desing (Creación de diseño)*.
3. En la ficha desplegable Click en *Set Pipe Network Catalog (configuración de catálogo de red de tuberías)*.
4. Seleccionar el catalogo tanto para las tuberías como para las estructuras de acuerdo al sistema que se esté utilizando en este caso sistema métrico.

Gráfico N° 149: Catálogo de redes de tubería.



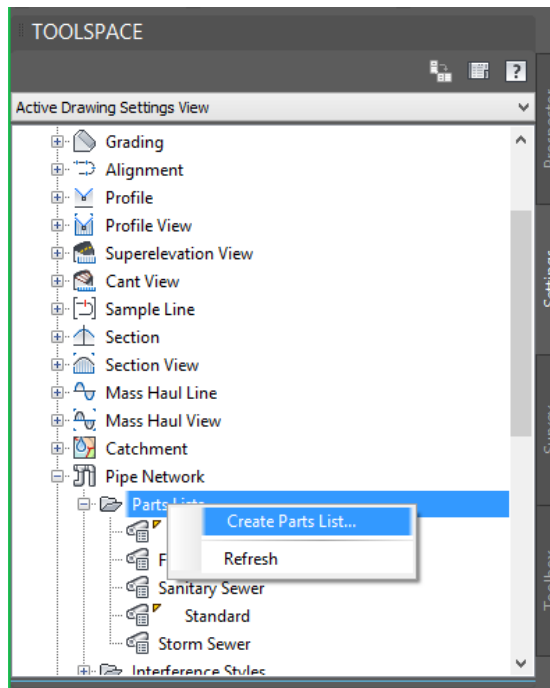
Fuente: AutoCAD Civil 3D

✓ **Adición de una lista de piezas**

Defina el catálogo de redes de tubería se podrá crear la lista de piezas

1. Dirigirse al panel *Settings (configuraciones)* del espacio de herramientas.

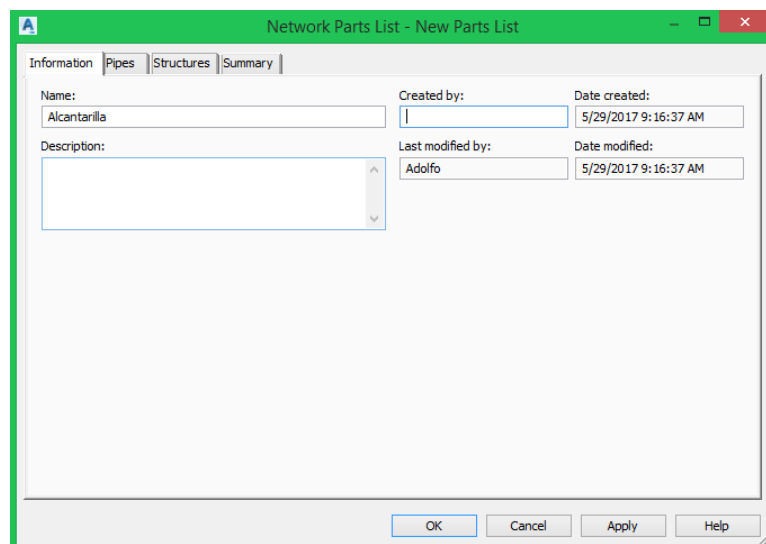
Gráfico N° 150: Creación de una lista de piezas de la Red



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. Ubicar la categoría *Pipe Networks (Red de tuberías)* →listas de piezas
3. Click derecho →Crear listas de piezas
4. En la ficha información dar un nombre

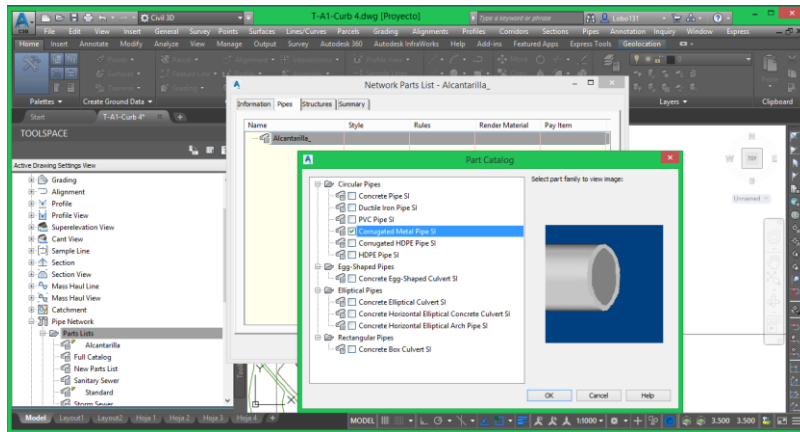
Gráfico N° 151: Menú de Creación de Lista de piezas de la Red



Fuente: AutoCAD Civil 3D

5. En la ficha Tuberías aún no existe ninguna familia de tamaños de tubería creada →Pulsar Click derecho sobre añadir nueva familia de piezas.

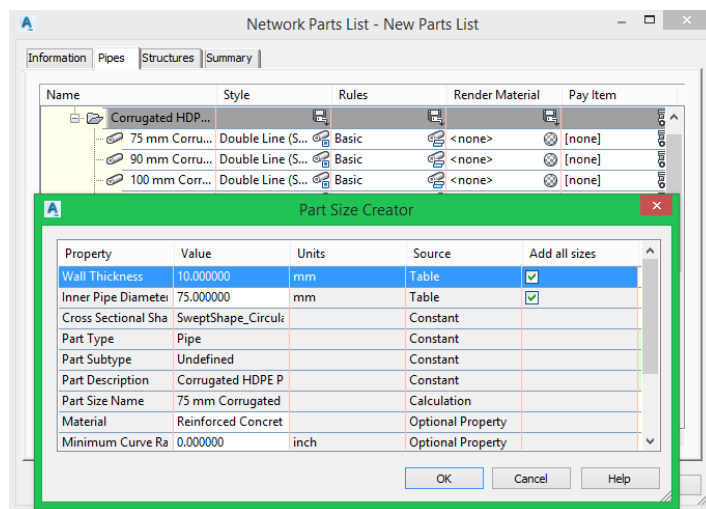
Gráfico N° 152: Familia de Pieza de tuberías



Fuente: AutoCAD Civil 3D

6. Desde el catálogo que se despliega se podrá añadir tuberías de acuerdo materiales y características disponibles, que van desde las que son de hormigón a las plásticas como el PVC además de incluir una imagen de la pieza, Seleccionar en este caso tuberías circulares de metal corrugado.
7. Click derecho, sobre la familia de tuberías que se ha creado → Añadir tamaño de piezas, en la ficha que se despliega se podrá incluir tamaños nominales que están predefinidas dentro del catálogo que se ha escogido, ahí se podrá elegir uno a uno seleccionándolo desde diámetro de tubería y presionado aceptar o seleccionando el botón añadir todos los tamaños, dentro de las tuberías que se despliegan existen opciones como estilo, material de renderización, elementos de coste y las reglas que se hablara más adelante.

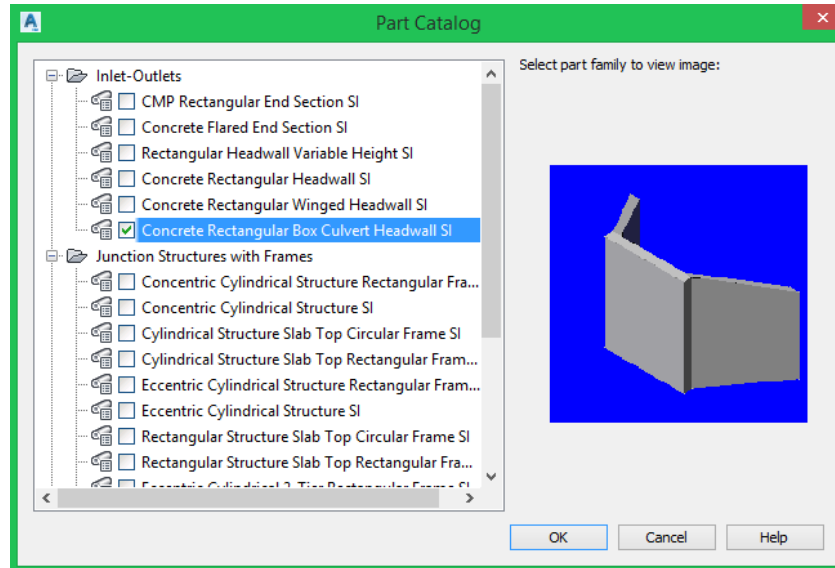
Gráfico N° 153: Tamaños nominales de la tubería.



Fuente: AutoCAD Civil 3D

8. En la ficha estructuras repetir el procedimiento de las tuberías para agregar una familia de estructuras dentro de la cual se agregará en este caso *Embocadura rectangular de hormigón SI*.

Gráfico N° 154: Catálogo de partes de estructuras



Fuente: AutoCAD Civil 3D

b. Reglas tuberías

Civil incluye reglas de dibujo enmarcadas al ámbito de construcción de la red las cuales obedecen a criterios (normativos generalmente) como pendientes mínimas, diámetros mínimos y alturas de cobertura (relleno sobre la tubería), entre otros.

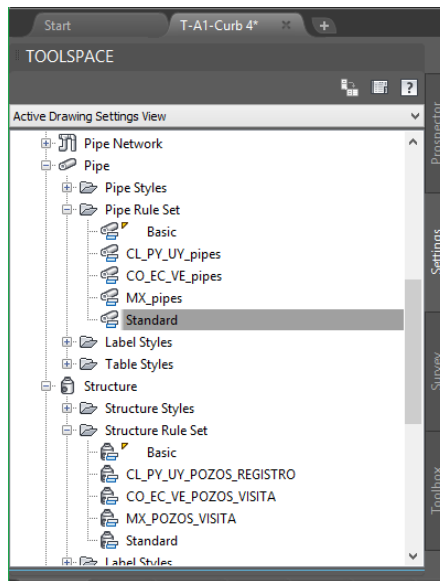
CIVIL 3D ofrece las reglas de tuberías y de estructuras las cuales permitirán definir o modificar los parámetros de estos elementos conforme son creados y con miras a cumplir con los criterios de diseño.

✓ **Tipos de reglas de tubería**

- Regla de Cobertura y Talud
- Regla de coincidencia de Tuberías.
- Regla de comprobación de longitud
- Regla solo cobertura.
- Comprobación de tamaño de Tubería
- Regla Definir profundidad de Sumidero
- Regla Descenso de tubería a lo largo de la estructura.

Anteriormente se enumeró el tipo de reglas que se puede modificar dentro de Civil 3D ahora se explicará la modificación de la regla ocupada para el proyecto actual. [30]

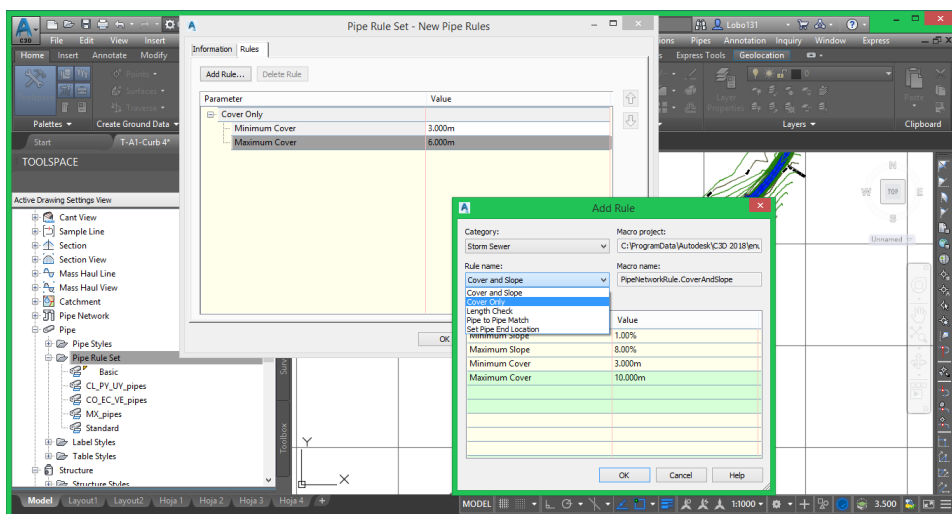
Gráfico N° 155: Apartado de Reglas de Tuberías y Estructuras



Fuente: AutoCAD Civil 3D

1. Dirigirse al panel configuraciones dentro del espacio de herramientas ahí se encuentra la ficha correspondiente a tuberías y estructuras que funcionan a flujo libre como se indica en la figura anterior.
2. Dirigirse a la opción reglas de tuberías o de estructuras como sea adecuado pues el proceso es similar y dar click derecho sobre ésta y agregar una nueva regla.
3. Dentro de las nuevas reglas que se han creado se pueden especificar los parámetros descritos anteriormente, en la ficha tuberías o estructuras modificar de acuerdo a la normativa vigente o parámetros que se considere.

Gráfico N° 156: Configuración de reglas de Tubería



Fuente: AutoCAD Civil 3D

c. Dibujo de la alcantarilla

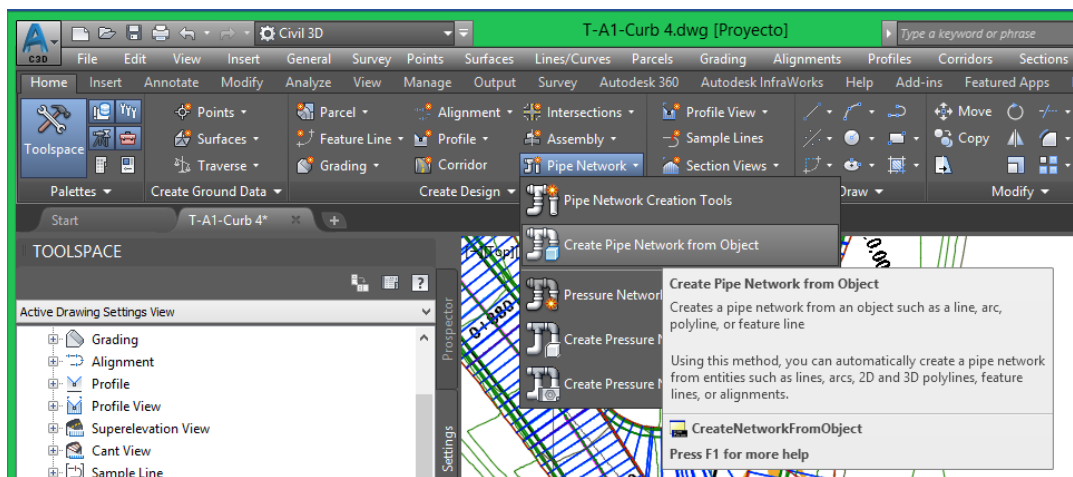
El dibujo o agregación de una red a un proyecto cualquiera conlleva un alineamiento y la lista de piezas definida.

Una vez definida el alineamiento como se explicó en secciones anteriores, queda agregar la lista de piezas, o por el contrario en Civil 3D se podrá definir primero la red y a partir de ésta crear el alineamiento para el análisis hidráulico correspondiente.

Pasos a partir de un alineamiento.

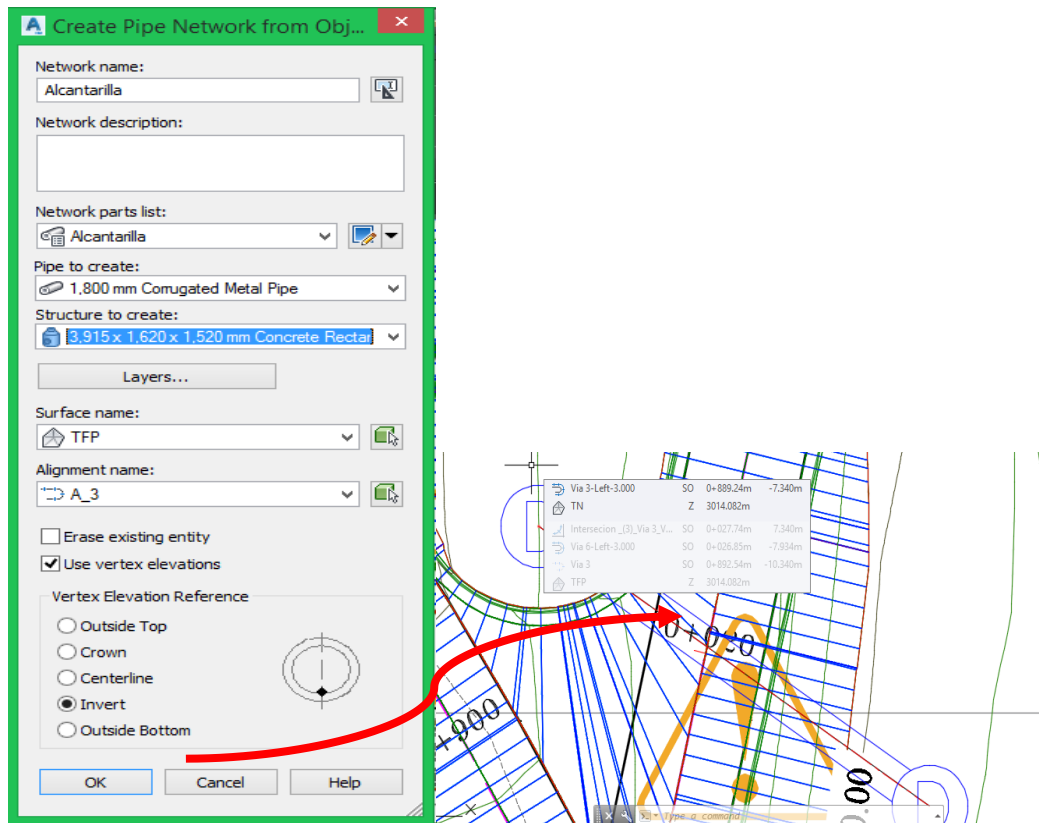
1. Crear un alineamiento que defina el inicio y final de la alcantarilla
2. En el menú *Home (Inicio)* dirigirse al sub menú *Create desing (Diseño de creación)* en el cual desplegar *Pipe Network (Red de tuberías)* y escoger *Create Pipe Network from Object (Creacion de red de tuberías a partir de objeto)* finalmente seleccionar el alineamiento y colocar la dirección del flujo.

Gráfico N° 157: Dibujo de la Alcantarilla



3. En la ficha que aparece se puede asignar el nombre la alcantarilla, las reglas de construcción especificadas anteriormente, los tamaños de tubería y estructuras, estilos, superficie, alineamiento y vértice de análisis en elevación.

Gráfico N° 158: Creación de una red de Tuberías

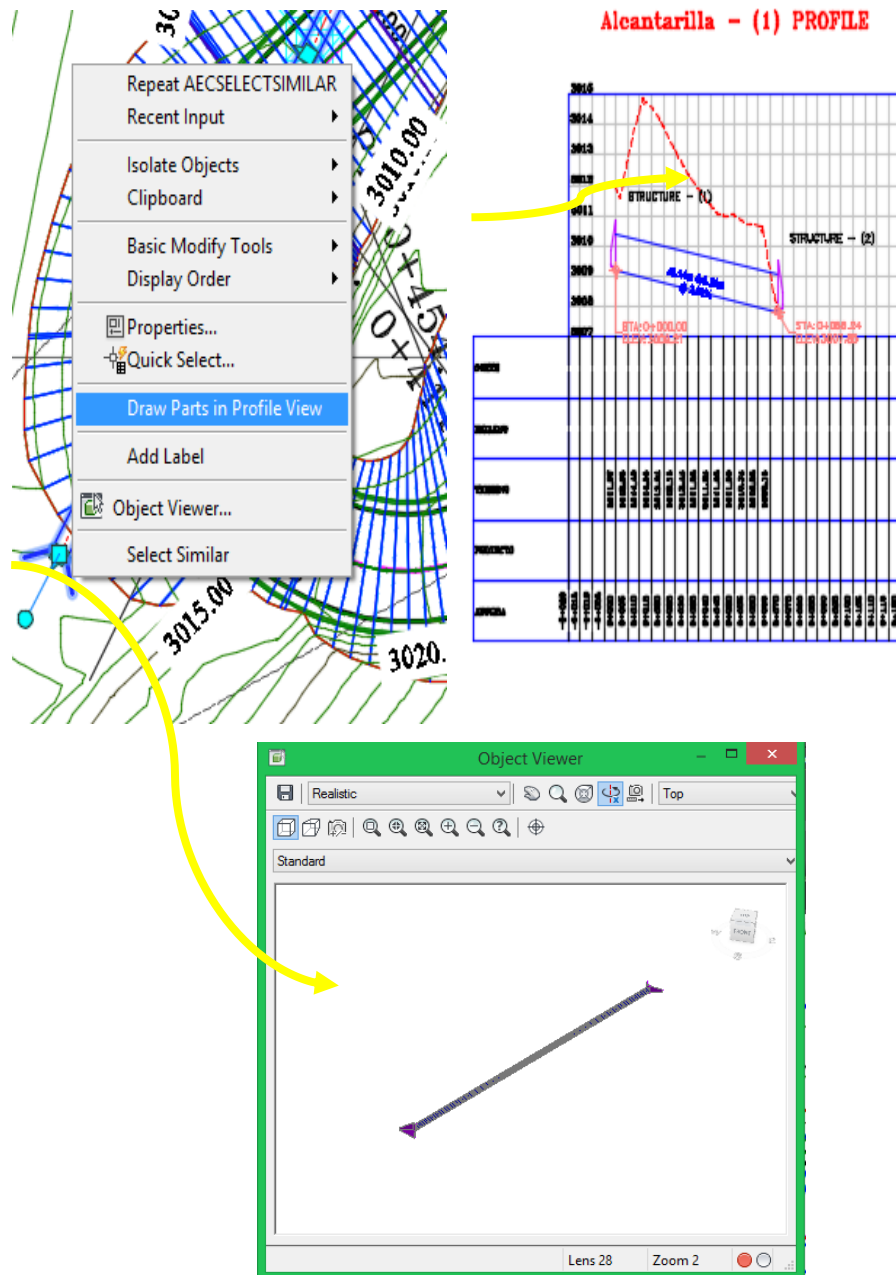


Fuente: AutoCAD Civil 3D

4. Creada la red en planta es necesario crear el perfil de la misma para ser analizada así seleccionar el perfil y crear el perfil del mismo.
5. Seleccionar en planta la tubería y estructuras click derecho y escoger la opción *Draw Parts in Profile View (Dibujar las partes en el perfil)*, seleccionar el perfil donde se mostrará.

Una vez definida la red se puede hacer el análisis hidráulico para ello Civil 3D proporciona extensiones a programas que se instalan junto a Civil.

Gráfico N° 159: Dibujo de la Red en el Perfil



Fuente: AutoCAD Civil 3D

d. Análisis Hidráulico de la Alcantarilla

Cuando se diseña las alcantarillas viales surge la necesidad de conocer con exactitud de las dimensiones de tubería para este proceso Civil 3D proporciona varios subprogramas que ayudan a este fin, mejorando notablemente el desarrollo y la facilidad de trabajar conjuntamente los dos programas de manera fácil.

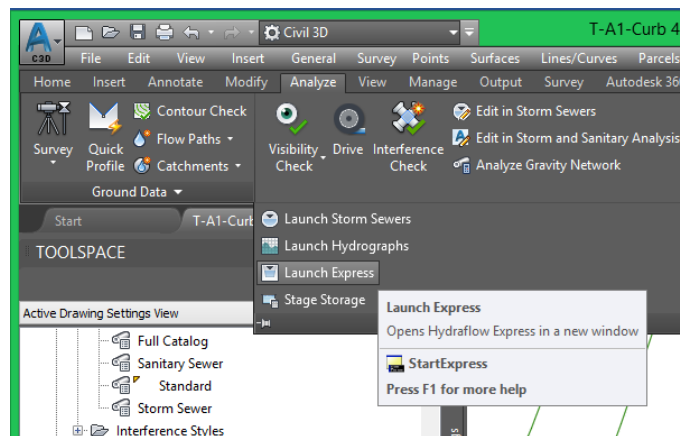
Para las alcantarillas se utilizará el programa *Launch Express* que se encuentra dentro de Hydraflow Storm Sewers Extension para Autodesk® AutoCAD® Civil 3D® categoría de programas de análisis hidráulico.

e. **Launch Express (Análisis Rápido)**

Hydraflow Express Extension es una aplicación para resolver problemas típicos de hidráulica e hidrología. Abarca una amplia variedad de tareas, incluyendo alcantarillas, canales abiertos, entradas, hidrología y vertederos, utilizando una interfaz de usuario única. Simplemente seleccionando la tarea que desee desde una barra de herramientas, rellenando los espacios en blanco en una cuadrícula de entrada simple y haciendo clic en un botón. Hydraflow Express Extension muestra rápidamente gráficos informativos, curvas de calificación, informes en pantalla, así como informes impresos.

Para acceder al programa basta con dirigirse a la ficha *Analyze (Análisis)*, desplegar el submenú *Desig(Diseño)* seleccionar ***Launch Express***

Gráfico N° 160: Acceso a Launch Express



Fuente: AutoCAD Civil 3D

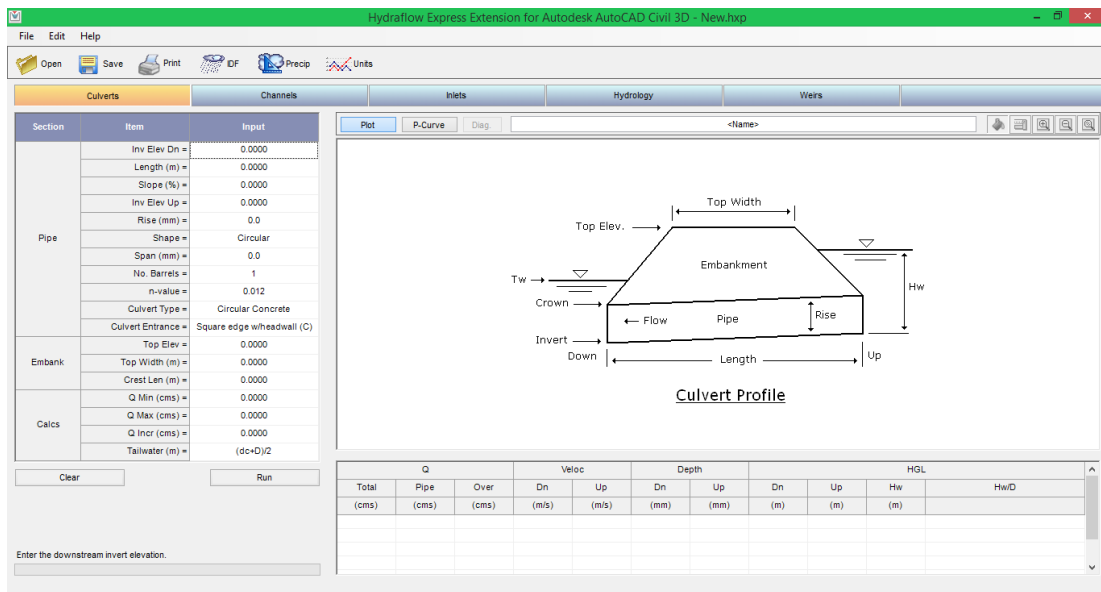
f. **Ejemplo en Hydraflow Express Extension**

Para el análisis de la alcantarilla solo basta con rellenar ciertas condiciones que se muestran en el cuadro de *Culverts (Alcantarillas)*.

Hydraflow Express Extension es capaz de modelar alcantarillas de varias pendientes, longitudes, tamaños, materiales y formas, incluyendo circular, caja, elíptica y arco. También se ocupa de una multitud de configuraciones de entrada. El propósito de esta aplicación es calcular capacidades, tablas de clasificación y perfiles hidráulicos, incluyendo una serie de propiedades hidráulicas para alcantarillas de tipo carretera.

Para fines de diseño, Hydraflow Express Extension utiliza sofisticados métodos basados en la energía para calcular la línea de grado hidráulico (HGL). Puede manejar el control de la entrada y el control de la salida en cualquier régimen de flujo desde la profundidad parcial, la profundidad completa, sobrecargado, la superación de la carretera, así como perfiles de flujo supercrítico con salto hidráulico. Los métodos utilizados son los descritos generalmente en HDS-5 (Diseño hidráulico de las alcantarillas de la autopista). [31]

Gráfico N° 161: Entorno de Launch Express_ Menú Alcantarillas



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Nota: Se debe tener cuidado de cambiar las unidades del programa pues generalmente aparece en unidades inglesas.

Antes de realizar el análisis se debe tener claro los requerimientos que el programa ocupa.
Tubería

- **Elevación Aguas abajo** (*Invert Elevation Down*). - Introduzca la elevación invertida para el extremo aguas abajo de la alcantarilla.
- **Longitud**. - Introduzca la longitud del cañón de la alcantarilla.
- **Pendiente** (*Slope*) - Opcional. Introduzca la pendiente de la alcantarilla como un porcentaje (metros/ 100). Hydraflow Express Extension calcula automáticamente la cota de referencia aguas arriba.

- **Elevación aguas arriba** (*Invert Elevation Up*). – Opcional introduzca la elevación invertida ascendente en metros. Si se ingresó una pendiente, Hydraflow Express Extension llena un valor predeterminado. Si se introdujo cero para la pendiente, este elemento se omite y se diseña mediante la extensión de Hydraflow Express. *Para obtener más información, consulte Métodos computacionales.*
- **Rise** (*Aumento*). – Altura de la sección si es diferente a la circular o diámetro si es circular.
- **Forma** (*Shape*). -Seleccione la forma de la sección.
- **Span** - Ancho de la sección si es diferente a la circular o diámetro si lo es.
- **No. Ductos** (*Barrel*)- Seleccione el número de tubos. Cuatro máximos.
- **N-Valor** - Introduce el coeficiente de aspereza de Manning, n.
- **Tipo de alcantarilla** (*Culvert Type*). -Seleccione el tipo de alcantarilla para la forma geométrica seleccionada anteriormente.
- **Entrada de alcantarilla** (*Culvert Entrance*). - El tipo de entrada está disponible según el tipo de alcantarilla seleccionado.

Terraplén

El terraplén sirve como cubierta o carretera sobre la sección del tubo. Los únicos elementos requeridos son la elevación superior, el ancho superior y el ancho de la cresta, La anchura superior está centrada a lo largo de la longitud del tubo. Las pendientes laterales son calculadas automáticamente por Hydraflow Express Extension.

- **Elevación superior** (*Top Elevation*). - Introduzca la elevación para la parte superior del terraplén, que debe estar por encima de la corona del tubo. Si su calzada está superpuesta, ingrese la elevación del lado más alto. Ésta es la elevación en la que se produce la sobrecarga.
- **Ancho superior** (*Top Width*). - Ingrese el ancho de la parte superior del terraplén. Esto es estrictamente cosmético y se centra a lo largo de la longitud del cañón de la alcantarilla. El ancho debe ser menor que la longitud de la alcantarilla.
- **Ancho de la cresta** (*Crest Width*)- Introduzca el ancho de la cresta del terraplén. Este valor se utiliza como la longitud de la cresta del vertedero para el flujo de superposición. Este valor puede dejarse en blanco. Sin embargo, en situaciones en las que se produce la sobrecarga, Hydraflow Express Extension interrumpe los cálculos y le solicita que ingrese un valor.

Hydraflow Express Extension le permite especificar un único caudal o un rango de flujos con un incremento de flujo definido por el usuario. [31]

Cálculos

- **Q Min** - Introduzca el Q más pequeño que se utilizará para los cálculos de calificación.
- **Q Max.** - Cálculo de mayor influencia
- **Q Incr** - Introduzca el Q incremental que se utilizará para los cálculos de calificación
- **Aguas de cola (Tailwater).** - Seleccione la altura máxima del flujo en la entrada. [31]

Desacuerdo a la teoría anterior se procede a introducir los datos especificados tanto de Civil 3D como el caudal máximo calculado anteriormente en la sección.

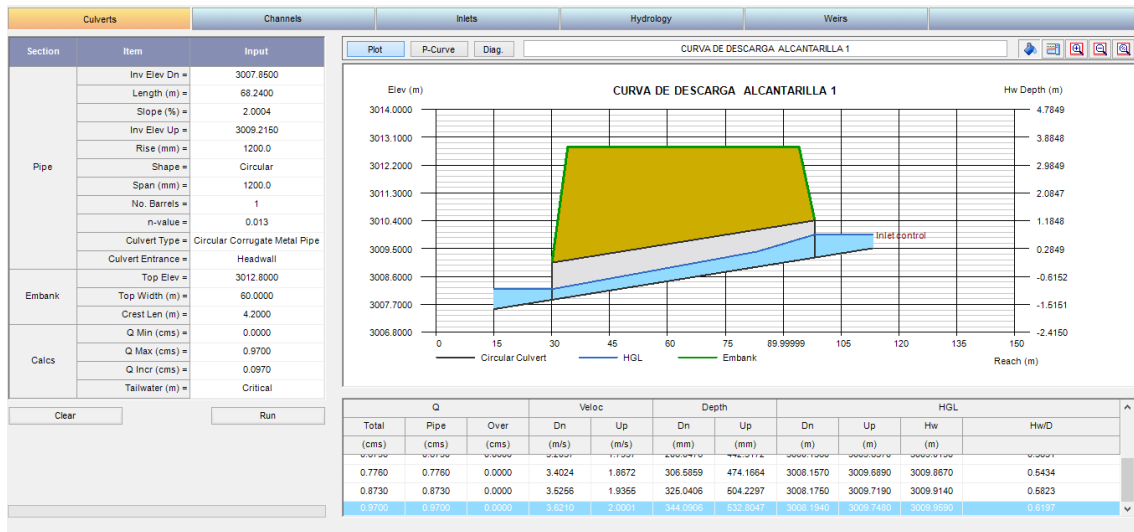
Gráfico N° 162: Datos a ser analizados Alcantarilla

Section	Item	Input
Pipe	Inv Elev Dn =	3007.8500
	Length (m) =	68.2400
	Slope (%) =	2.0004
	Inv Elev Up =	3009.2150
	Rise (mm) =	1200.0
	Shape =	Circular
	Span (mm) =	1200.0
	No. Barrels =	1
	n-value =	0.013
	Culvert Type =	Circular Corrugate Metal Pipe
	Culvert Entrance =	Headwall
Embank	Top Elev =	3012.8000
	Top Width (m) =	60.0000
	Crest Len (m) =	4.2000
Calcs	Q Min (cms) =	0.0000
	Q Max (cms) =	0.9700
	Q Incr (cms) =	0.0970
	Tailwater (m) =	Critical
Clear		Run

Fuente: AutoCAD Civil 3D

Una vez dado los datos anteriores se procede a correr el programa y se puede ver la influencia del flujo cuando trabaja a distintos rangos de caudal hasta llegar al máximo.

Gráfico N° 163: Análisis de alcantarilla

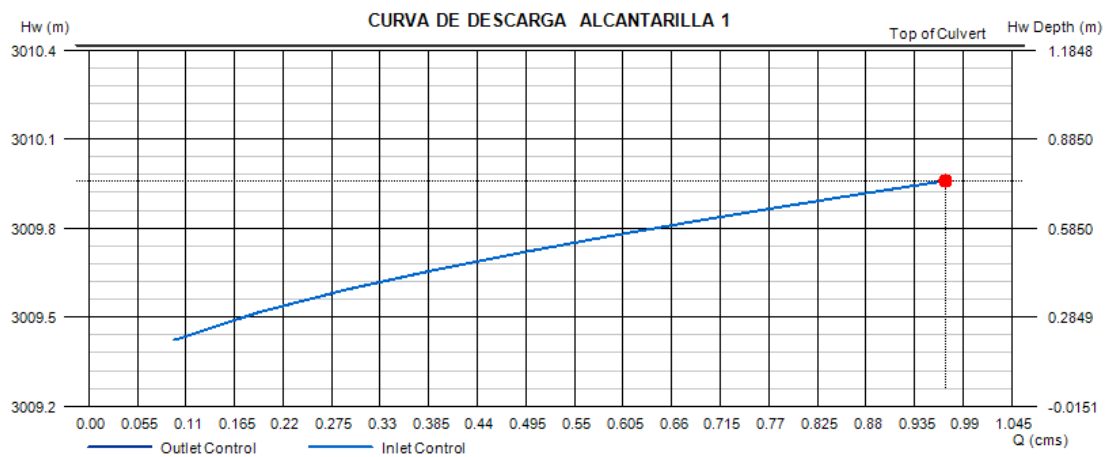


Fuente: AutoCAD Civil 3D

En la figura anterior se pueden verificar velocidades de flujo, línea de gradiente hidráulica estén dentro de parámetros establecidos en el MOP-2003.

Algo sumamente importante que se puede obtener en el programa es la curva de descarga.

Gráfico N° 164: Curva de descarga alcantarilla 1



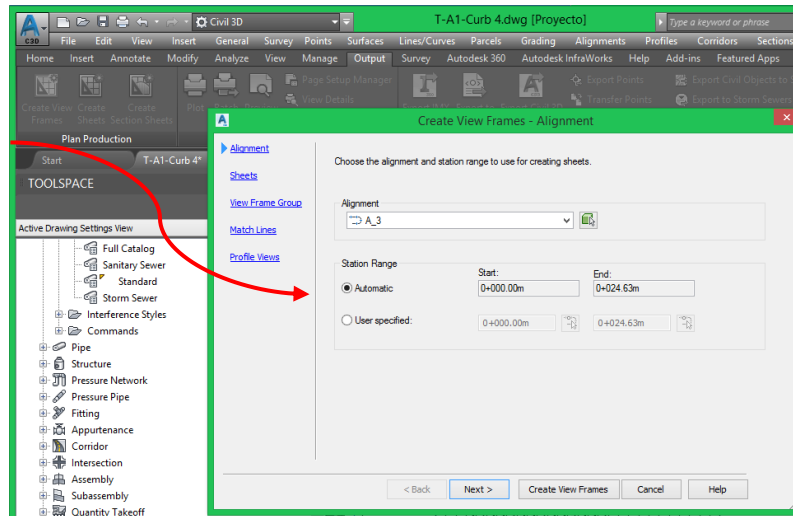
Fuente: AutoCAD Civil 3D

g. Producción de planos

La producción de planos es un tema que se incluye en Civil 3D, resulta práctico al momento de tener el proyecto definido colocar en hojas que faciliten la impresión del mismo, esto se logra gracias al menú *Output* de la barra de herramientas.

1. Seleccionar en la barra de herramientas el botón *Output* → *Create view Frame*

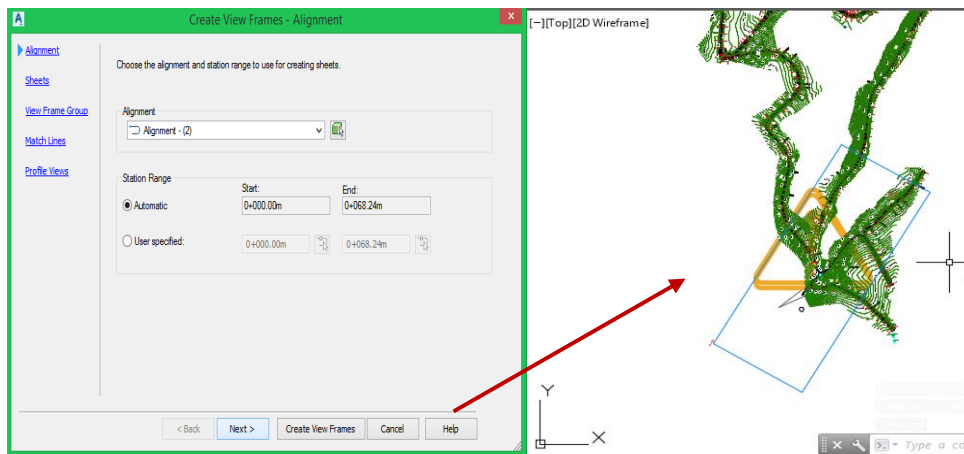
Gráfico N° 165: Creación de un marco de vista



Fuente: AutoCAD Civil 3D

2. Se abrirá un cuadro de diálogo en el cual asignar *parametros* como alineamiento, posición de la hoja y tamaño, etiquetas y perfil.

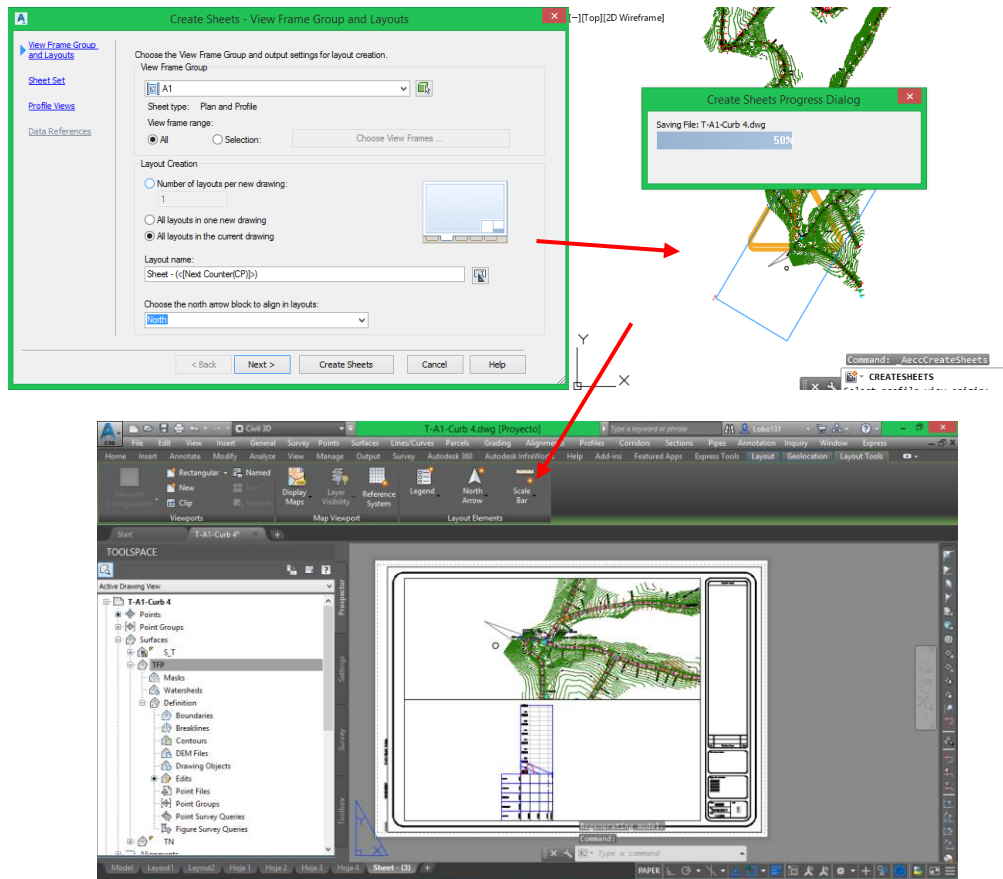
Gráfico N° 166: Creación de marco de vista



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3. Seguido en el menú anterior marcar *Create Sheet (crear hojas)*, y al igual que el caso anterior definir los parámetros que se muestran en el cuadro de diálogo.
4. Picar en un lugar del espacio de trabajo para la creación del perfil que se mostrará en la hoja creada.

Gráfico N° 167: Creación de hojas



Fuente: AutoCAD Civil 3D

Anteriormente se mostró de manera rápida la creación de varios elementos y los métodos de producción de planos si se requiere para más información puede consultar los libros de *Olger Ugarte, Richard Graham*.

3.2.5.10 Animación del proyecto Vial

Una vez definidas todas las entidades como alineamientos, perfiles corredores e intersecciones, se pueden realizar presentaciones a través del propio programa Civil 3D o a través de otros programas de Diseño gráfico, *Autodesk* contiene varios programas que facilitan este proceso de manera dinámica, entre ellos 3ds Max, el cual contiene una extensión que permite la comunicación entre los dos sistemas ayudando de manera óptima el proceso.

Los Beneficios de la Visualización de Diseño para Proyectos de Infraestructura Civil

La visualización de diseños para proyectos de infraestructura civil se ve a menudo como un lujo extravagante, pero estas técnicas pueden traer muchos beneficios comerciales a los equipos de diseño de ingeniería civil. Aparte de los beneficios evidentes de comunicación, las técnicas de visualización pueden ayudar a los equipos de diseño a

evaluar sus propuestas, acelerar el proceso de aprobación e incluso ayudar a las empresas a ganar nuevos negocios.

La clave para impulsar el uso de la visualización de diseño para proyectos de infraestructura civil es poner las herramientas de visualización en manos de los ingenieros y diseñadores. Tradicionalmente, este tipo de trabajo ha sido subcontratado a oficinas de visualización especializadas. Sin embargo, estos servicios pueden ser prohibitivamente caros -particularmente cuando se considera el problema de incorporar frecuentes cambios de diseño en la visualización.

El mantener el vínculo entre el diseño geométrico en 2 dimensiones y una visualización esquemática del proyecto facilita la interpretación y la rápida toma de decisiones a la hora de construir

A veces, a pesar de una alineación de carretera diseñado cumple con todas las normas técnicas aplicables, experiencia en la industria puede decirle al diseñador que hay algo en el diseño no está del todo bien cuando se considera desde la perspectiva visual del conductor, o desde un punto de vista de comodidad

La introducción de 3ds Max Design

Autodesk 3ds Max Design de software se basa en la premiada tecnología de Autodesk 3ds Max para ayudar a proporcionar la modelización sofisticada, animación, efectos visuales, renderización y herramientas de análisis de iluminación dirigidos principalmente a arquitectos, ingenieros, diseñadores y especialistas en visualización.

La extensión de visualización Civil, que incluye la extensión VSP plug-in para 3ds Max Design y el exportador VSP para Civil 3D, cuyo propósito es ayudar a que el proceso de visualización de proyectos de ingeniería Civil sean más rápidos y más fáciles de concebir.

Estilos de Civil View VSP

Gran parte del flujo de trabajo normal en Civil View es impulsado por plantilla o estilo, que permite a las tareas repetitivas que de otro modo sería un trabajo intensivo en 3ds Max Design para ser casi totalmente automatizado. Ejemplos de funcionalidad estilo

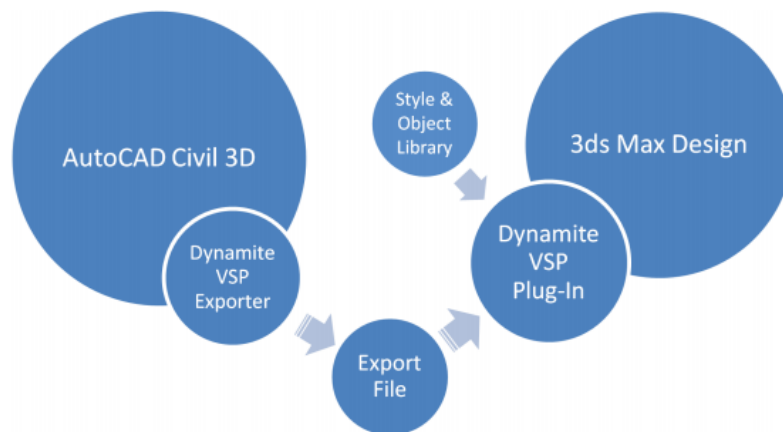
impulsado en Civil View son: la generación de marcas viales y barreras de seguridad, o la población de modelos con señales, árboles, luces de la calle, y los vehículos animados.

El producto también permite la fotografía ortográfica georreferenciada que se monta sobre superficies de AutoCAD Civil 3D importados, y elementos estructurales: puentes, túneles, muros de contención, barreras contra el ruido y ser barrido a lo largo de las líneas características importados de AutoCAD Civil 3D.

El proceso de visualización civil puede ser dividido en cinco pasos clave:

- Transferencia de datos de AutoCAD Civil 3D a 3ds Max Design
- La adición de más contenido en 3D a la escena usando Civil View VSP
- La iluminación de la escena en 3ds Max Design
- Representación en 3ds Max Design
- La incorporación de los cambios de diseño basados Civil 3D en la visualización con Civil View VSP. [32]

Gráfico N° 168: Flujo de datos de diseño civiles con la Extensión de Visualización Civil



Fuente: Using the Autodesk Civil Visualization

Cambiar valores de importación mundial

Debido a la naturaleza de los cálculos de punto flotante digitales en 3ds Max Design, distancias que son extremadamente grandes o extremadamente pequeñas en 3ds Max Design puede causar graves discrepancias de redondeo. Civil View VSP calcula, y de forma invisible gestiona para usted, los valores globales de cambio más apropiados para proyectos de AutoCAD Civil 3D importados automáticamente, lo que ayuda a asegurarse

de que este tipo de proyectos siempre se colocan lo más cerca posible del origen escena como sea posible en 3ds Max Design y sin la necesidad de intervención manual.

Objetos soportados por el exportador Civil View

Los grupos de puntos

- Líneas características del sitio
- Las líneas de base del corredor
- Las superficies del corredor
- Corredor Offset Asambleas

Transferencia de datos de AutoCAD Civil 3D a 3ds Max Design

a. Exportación de Civil 3D a 3ds Max.

Gracias a la interacción que existe entre Civil 3D y 3dsMax facilita la creación de animaciones. Para esto Civil 3D cuenta con una opción de *Exportación Directa* en formato .vsp3d el cual lleva la geometría definida dentro de Civil 3D hacia 3ds Max.

Los archivos que se exportan pueden estar vinculados dinámicamente a una visualización basada en Civil View. Civil View puede reaccionar a los cambios en un modelo de AutoCAD Civil 3D con referencias si el archivo VSP3D se actualiza en AutoCAD Civil 3D.

La jerarquía de las obras lineales de AutoCAD Civil 3D se mantiene en Civil View. Las líneas base, las regiones, las superficies, los sub_ensamblajes y las líneas características pueden identificarse de forma permanente por nombre en el entorno de visualización de Civil View.

Los datos de superficie de obra lineal exportados se pueden filtrar por código de vínculo (normalmente "superior"). Esto permite excluir geometría debajo de la superficie innecesaria de una escena de visualización. [32]

Los datos de superficie exportados se optimizan para asegurarse de que los vértices colocados habitualmente los compartan las caras o los triángulos adyacentes, en lugar de la tendencia tradicional de tener tres vértices independientes para cada cara o triángulo de la superficie. Esto suele reducir el número de vértices en una superficie en un factor de 5 sin repercutir negativamente en la precisión ni en la forma geométrica de una superficie.

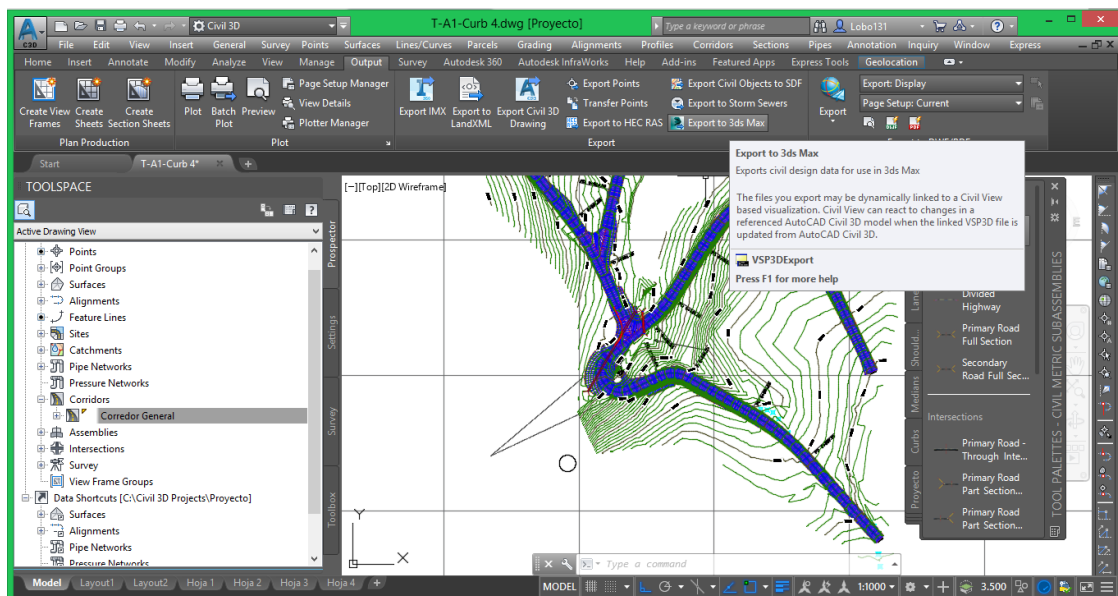
Las técnicas de asignación de texturas que tienen en cuenta la alineación controlan la manera en que aplica textura en cada sub ensamblaje o vínculo en Civil View y 3ds Max.

En Civil View, los objetos como farolas, señales de tráfico o árboles se pueden asociar con grupos de puntos de AutoCAD Civil 3D importados; de este modo, colocar geometría en una serie de puntos definidos resulta sencillo. [32]

Pasos para exportar:

1. Verificar que la geometría a exportar este actualizada
2. Dirigirse al menú *Output (Salida)* y buscar la opción *Export to 3ds Max (Exportar a 3ds Max)*

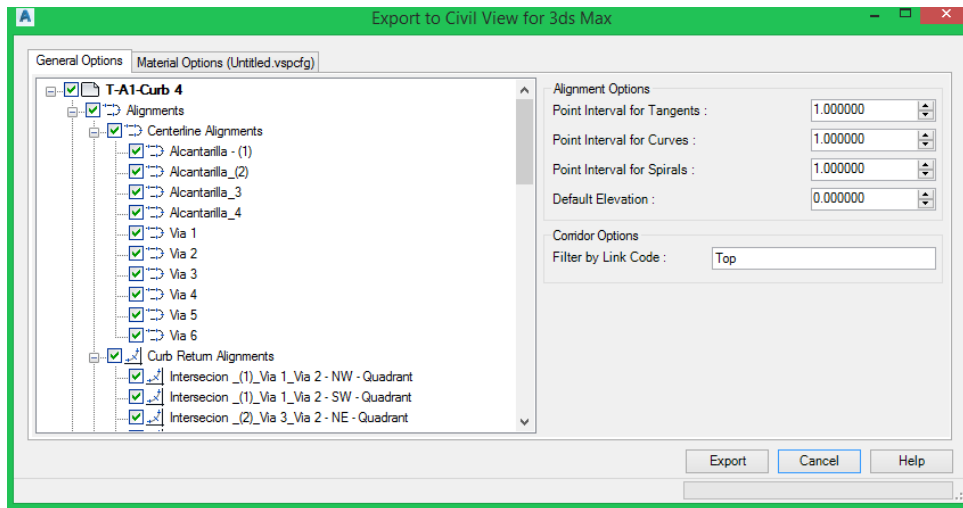
Gráfico N° 169: Ícono de exportación a 3ds Max



Fuente: AutoCAD Civil 3D

1. En el botón anterior se despliega una ficha de configuración en la que se tiene 2 pestañas la primera referida a los objetos soportados de exportación y la segunda a referida a los materiales. En el cuadro uno que aparece marcar lo que se desea exportar, colocar el vínculo de exportación generalmente *Top “Superior”* y la frecuencia de los elementos característicos y la segunda los materiales.

Gráfico N° 170: Menú de exportación de Geometría



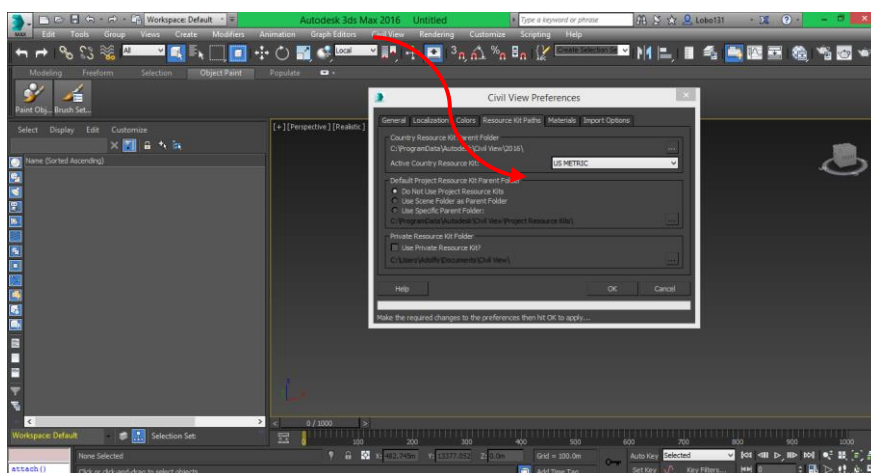
Fuente: AutoCAD Civil 3D

3. Indicar una dirección, nombre y Click en aceptar.

b. Configuración de unidades en Civil View

Como se explicó antes Civil View es un complemento dentro de 3ds Max que ayuda a la interacción entre Civil 3D y 3ds Max. Para el desarrollo de importación de la geometría desde el archivo en Civil 3d en el paso anterior se deben primero configurar las unidades en el apartado de Civil View dentro de 3ds Max.

Gráfico N° 171: Configuración de Unidades en Civil View



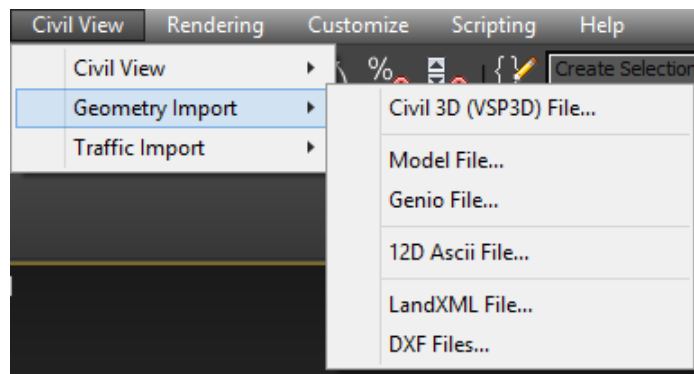
Fuente: 3ds Max

c. Importación de la geometría

Con anticipación se creó un archivo en formato .VSP3D para acceder a la información de este archivo basta con realizar lo siguiente:

1. Dentro de 3ds Max, ubique la pestaña de Civil View despliegue hasta la opción *Geometry import (Importar geometría)*.

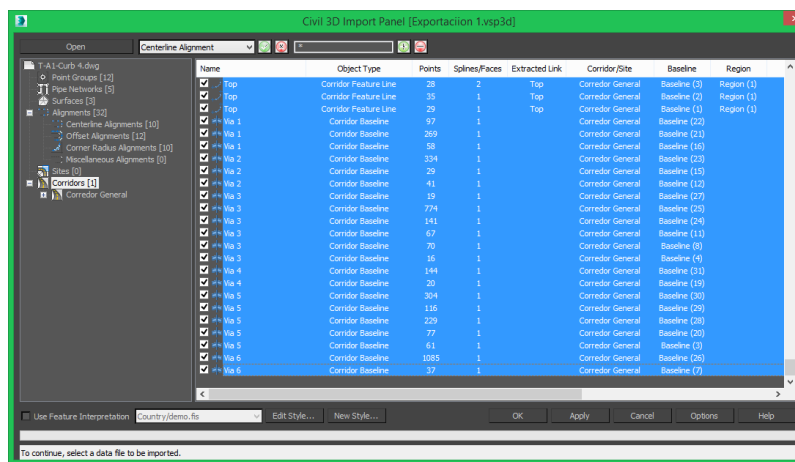
Gráfico N° 172: Importación en Civil View



Fuente: 3ds Max

2. Ubicar el archivo en formato .vsp3d
3. Dentro de la pestaña que se despliega se podrá elegir que parte o partes de la geometría se desea importar.

Gráfico N° 173: Panel de importación de geometría



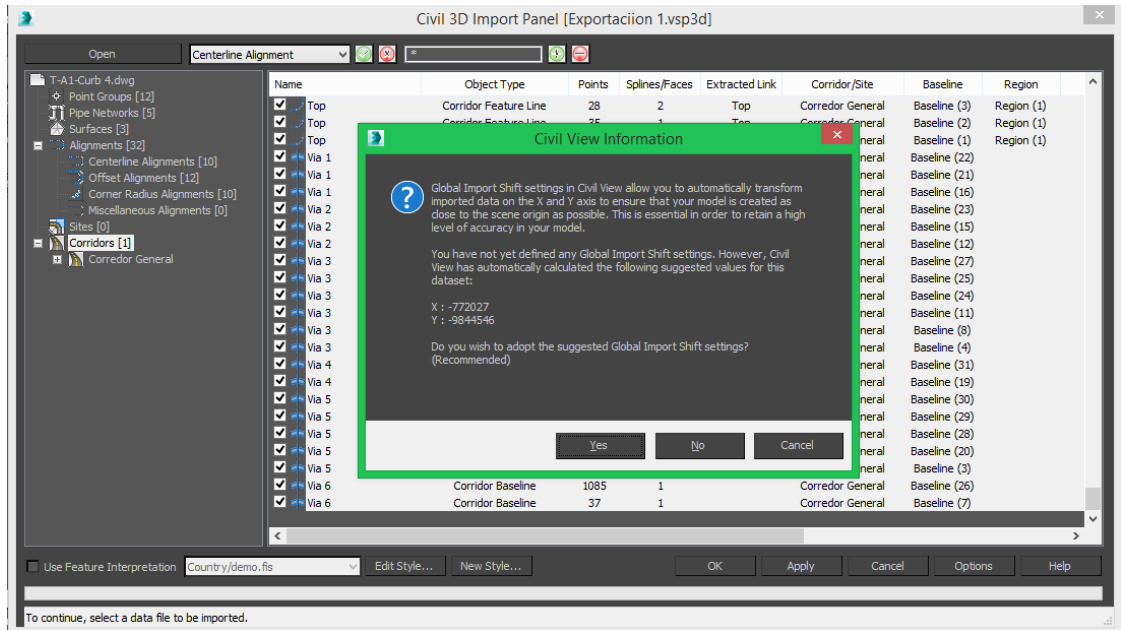
Fuente: 3ds Max

Cuando importa geometría de diseño civil en 3ds Max, es mejor importar sólo los elementos necesarios. La geometría adicional sólo ralentiza 3ds Max sin contribuir al modelo de visualización. Si necesita importar elementos adicionales, puede hacerlo más tarde.

4. Cuando ya se ha seleccionado los elementos a importar presionar aceptar. Cuando los datos de diseño civil se basan en datos del topográficos, las coordenadas pueden ser muy grandes y desplazarse desde un punto de origen de (0,0). Cargar los datos sin desplazar el origen puede conducir a un comportamiento extraño de la ventana de

visualización y, lo que es más importante, al modelado impreciso debido al error de redondeo. Para evitar estos problemas, siempre utilice *Global Import Shift*.

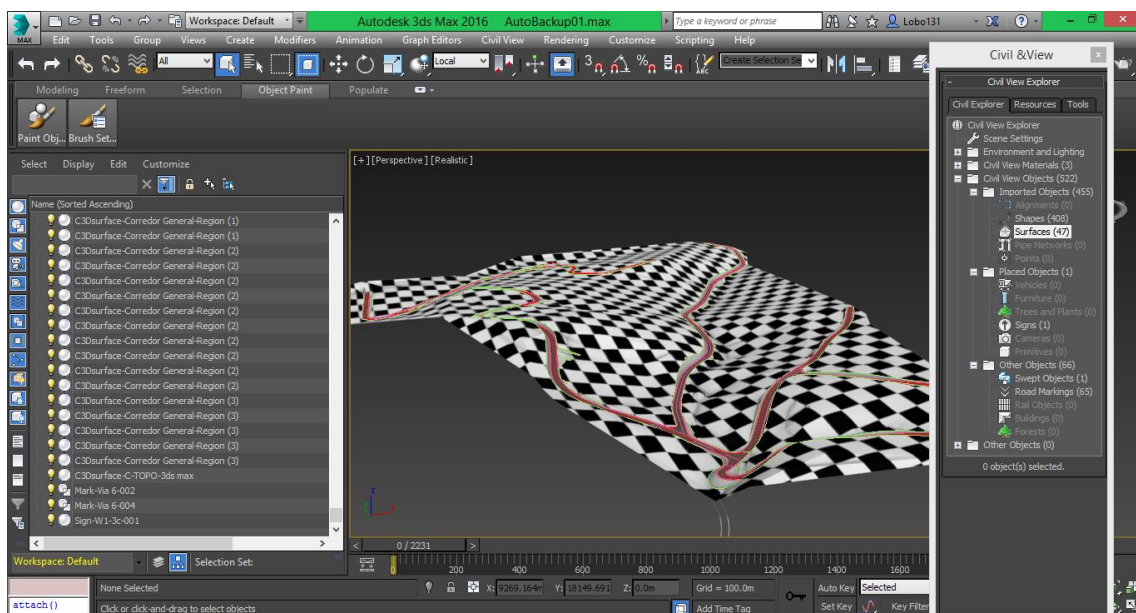
Gráfico N° 174: Ajuste de coordenadas



Fuente: 3ds Max

- Seguido a lo anterior presionar Aceptar en el cual aparecerá una ventana con condiciones de estilo automáticamente presionar en aceptar y se cargará la información.

Gráfico N° 175: Geometría Importada a 3ds Max



Fuente: 3ds Max

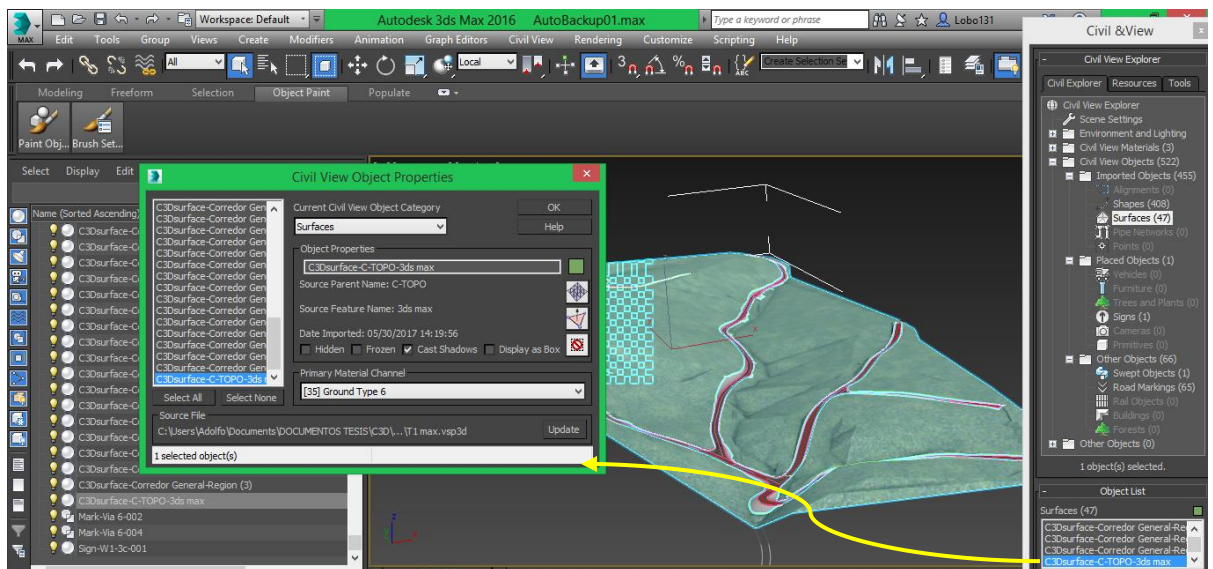
Como se puede ver en la figura anterior, se importó información como: superficie natural y la obra lineal creada.

d. Materiales

Civil View contiene materiales definidos, para acceder de manera rápida basta con:

1. Seleccione el menú Civil View seguido abra Civil View Explorer se mostrará una paleta.
2. Seleccionar el elemento que se desee cambiar al material, en la paleta de exploración rápida aparecerá el nombre de ésta, marcada, dar click derecho e ingresar a menú de propiedades.
3. Asignar el material que corresponda y presionar aceptar.

Gráfico N° 176: Asignación de material



Fuente: 3ds Max

La adición de más contenido en 3D a la escena usando Civil View VSP

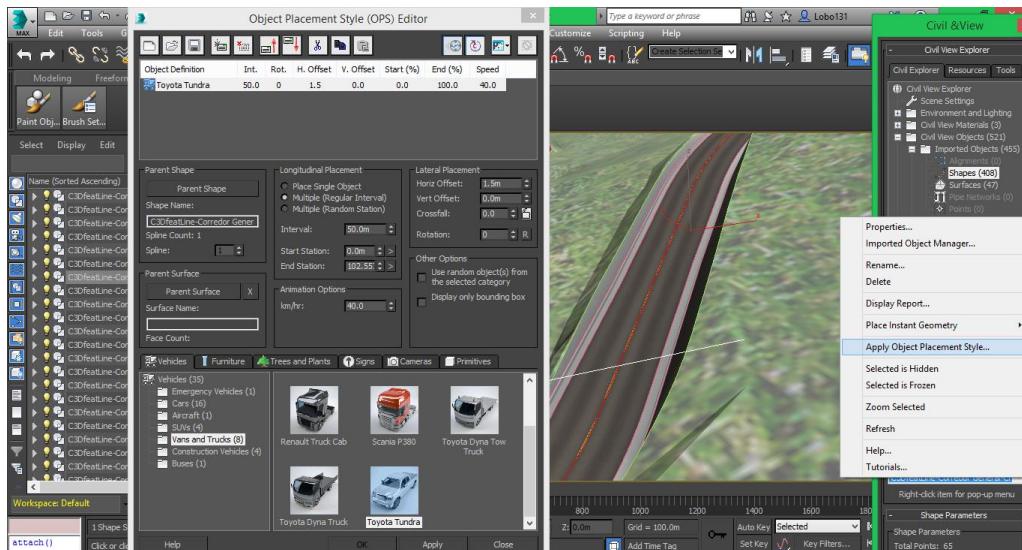
e. Incorporación de elementos a la animación.

De igual forma para asignar un material ya sea autos, arboles señalización etc. se podrá realizar de manera rápida a través de *Civil View Explorer*, solo marcando la línea base del corredor que se importó.

1. Seleccionar la línea característica base del corredor, en el panel de *Civil View Explorer* aparecerá marcada el nombre de la línea característica.

2. Escoger la opción *Apply object Placement Style* (*Aplicar estilo de ubicación de objeto*).

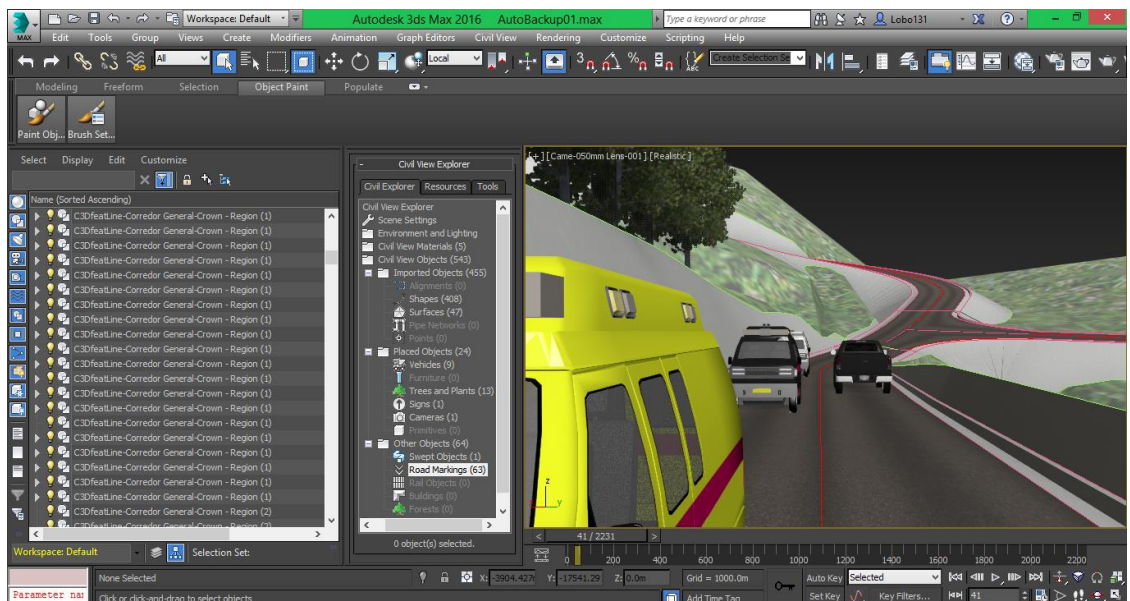
Gráfico N° 177: Agregación de Objetos



Fuente: 3ds Max

3. En el cuadro que aparece presionar *New* (*Nuevo*) y se habilitarán las opciones de agregación de objetos dentro del cual se pueden asignar árboles, tránsito, señalización, cámaras etc., por ejemplo, para agregar el tránsito basta con ir al menú *Vehículos* y se podrá colocar el modelo, velocidad, ubicación respecto a línea base.

Gráfico N° 178: Paleta de Ubicación de objetos



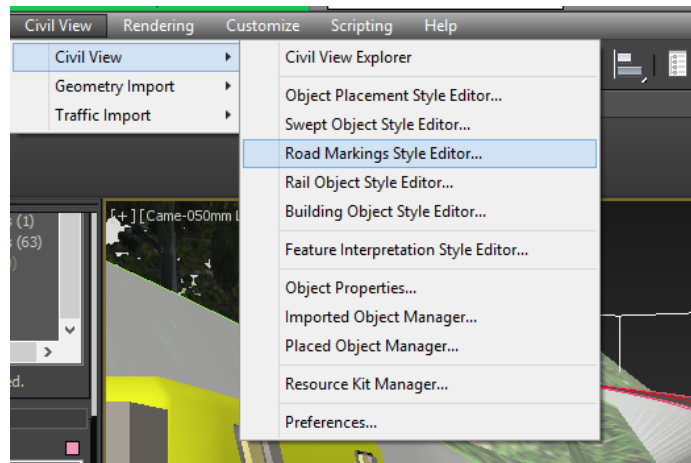
Fuente: 3ds Max

f. Editor de estilos de marcas de carretera

Como complemento se pueden agregar las líneas de señalización horizontal creando una máscara.

1. Click sobre *Civil View* → *Road Maskings Style Editor* (*Editor de estilos de marcas de carretera*).

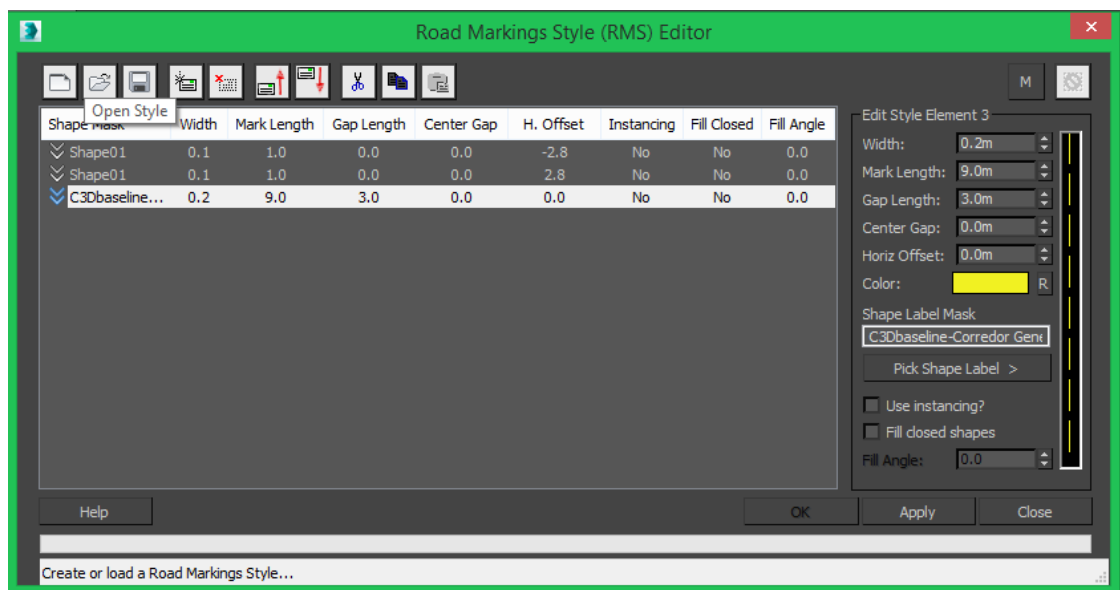
Gráfico N° 179: Estilos de marcas de carretera



Fuente: 3ds Max

2. En la ventana presionar el botón agregar nuevo elemento y configurar ya sea su color o si es segmentada o no, en este caso se tendrá tres líneas (2 laterales de color blanco uniforme y una central de color amarillo segmentada).

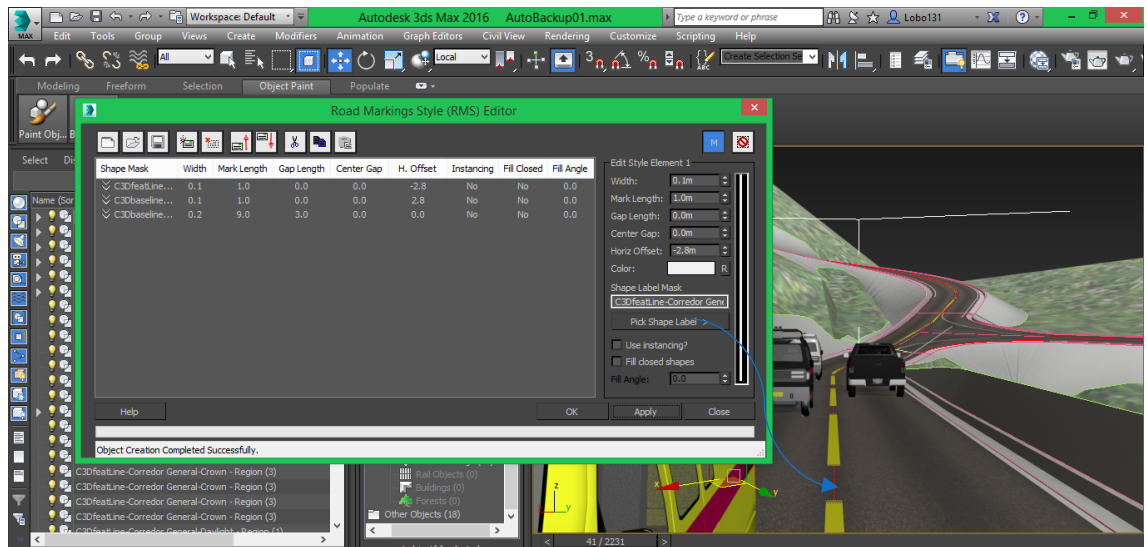
Gráfico N° 180: Paleta de agregar estilos de marcas de carretera



Fuente: 3ds Max

- En el cuadro presionar el botón *Pick shape label* y marcar en el dibujo la línea base a partir de la que se va generar.

Gráfico N° 181: Marcas de carretera

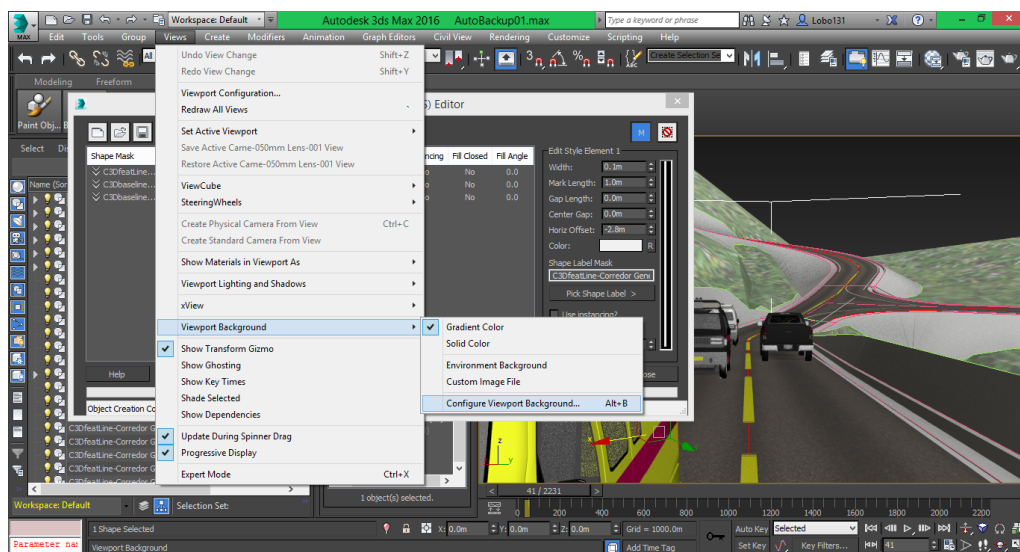


Fuente: 3ds Max

Como se puede ver la animación vial cuenta con varios elementos finalmente para mejorar la animación se puede agregar un fondo de color cielo, para lograr esto solo basta tener una imagen.

- En la barra de herramientas dirigirse a la pestaña *Views (vistas)* → *Viewport Background*. → *Configure Viewport Background (Configurar el fondo de la vista)* como se indica.

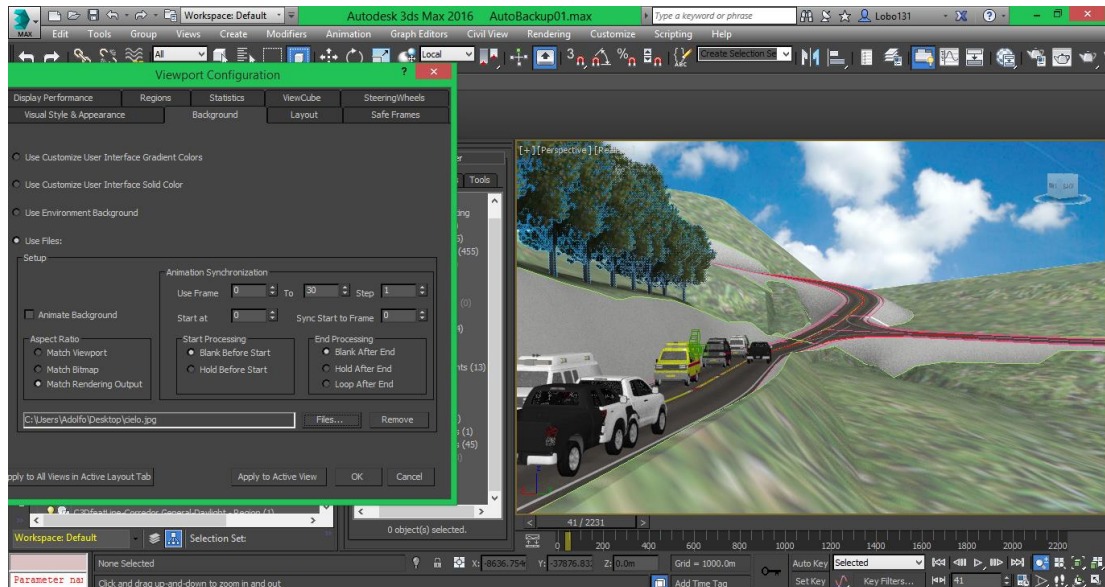
Gráfico N° 182: Configurar el fondo de la vista



Fuente: 3ds Max

5. En la paleta que aparece habilitar la opción *Uses file (usar archivo)* y buscar la ubicación presionando el botón *Files*.

Gráfico N° 183: Fondo de vista



Fuente: 3ds Max.

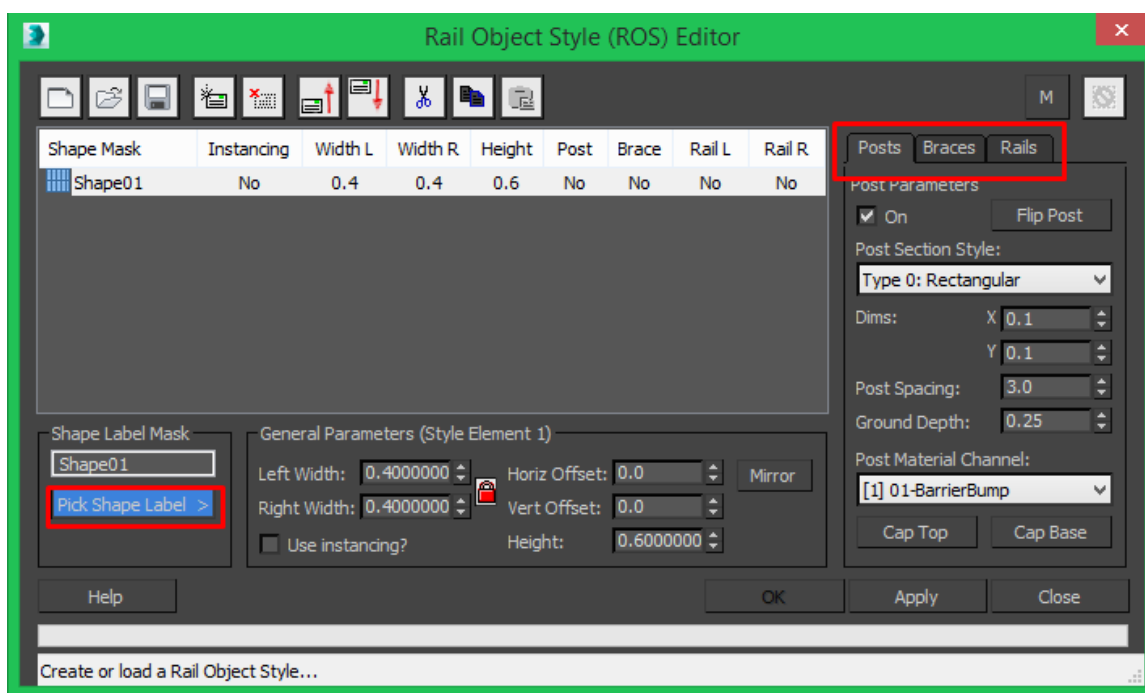
g. Incorporación de Guardavías

Como el caso de los vehículos que se integraron a la escena se puede seleccionar la línea base y partir de esta generar un tipo de Guardavía para ello.

Pasos:

1. En Civil View seleccione *Rail Object Style Editor* e ingrese al menú.
2. En la ventana desplegada asignar un nuevo elemento.
3. Marcar el botón *Pick shape label* y seleccionar la línea base donde se va a constituir la guardavía.
4. Finalmente en la parte de la derecha del menú se encuentra parámetros de configuración de los postes, brazos de enlace (Forma y dimensiones de la parte superior del poste), y la guardavía, y el parte inferior se encuentra dimensiones de ubicación a partir de la línea base.

Gráfico N° 184: Menú para incorporar guardavías



Fuente: 3ds Max.

h. La iluminación de la escena en 3ds Max Design

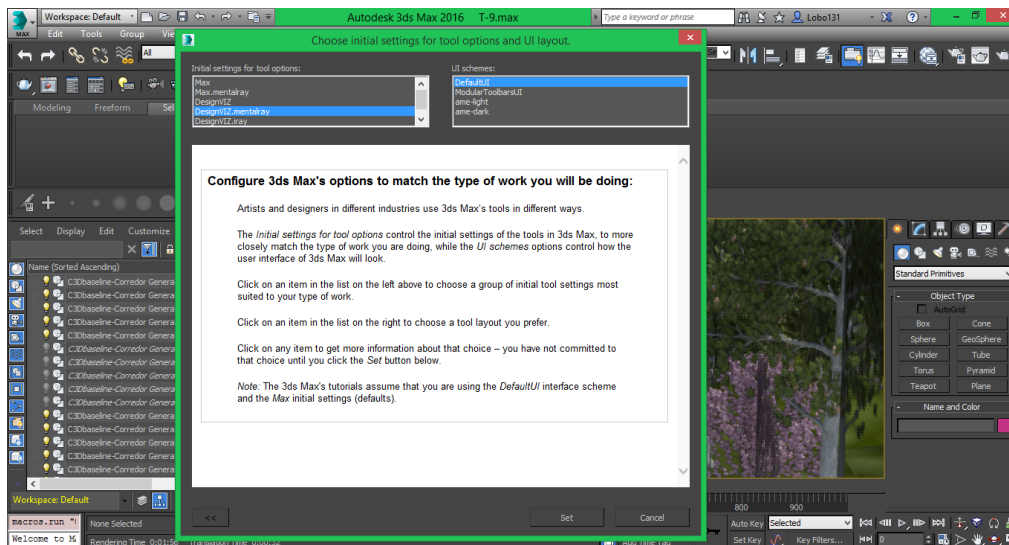
Antes de dictar la visualización, un sistema basado en la luz del día en el renderizador mental ray se añade a la escena para ayudar a simular los efectos de la luz del día, y crea imágenes renderizadas que se ven mucho más realistas. Esto se puede lograr en unos pocos pasos simples a través del panel de Civil View.

Antes de crear un sistema de luz natural, vale la pena revisar algunos ajustes globales en 3ds Max Design para asegurarse de que los incumplimientos de programa apropiados son seleccionados para el tipo de proyecto que está siendo visualizado. [32]

Ajustes iniciales en 3ds Max Design

Con el fin de que coincida más estrechamente con el tipo de trabajo que se lleva a cabo se configura los valores de por defecto. Esto refleja el hecho de que los artistas y diseñadores de diferentes industrias utilizan 3ds Max Design de diferentes maneras.

Gráfico N° 185: Configuración del renderizado por defecto Mental ray



Fuente: 3ds Max.

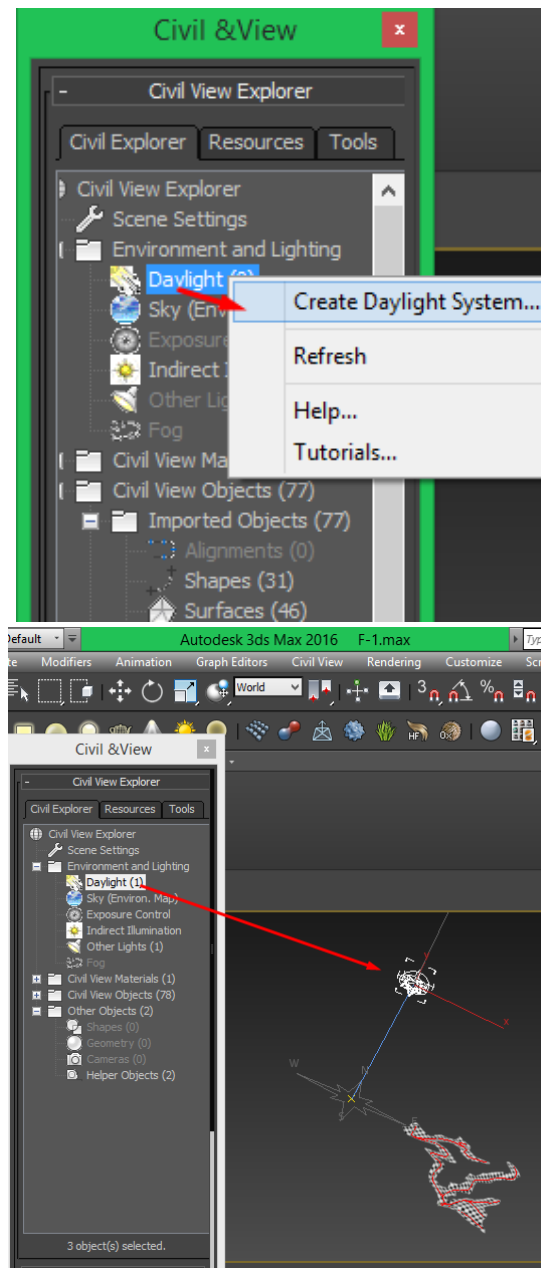
Asegúrese de que DesignVIZ.mentalRay este activo y reinicie el programa. DesignVIZ.mentalRay como el renderizador actual en 3ds Max Design, ayuda a asegurarse de que los sistemas de luz diurna, control de exposición, y los materiales se componen de forma automática a partir de componentes optimizados o específicamente construidas para mental ray. [32]

Con la configuración anterior se procede a crear una luz de iluminación Natural para el proyecto.

Pasos:

1. Desde el panel de Civil View Explored, Click derecho sobre el botón de luz del día (*Daylight*), Crear sistema de luz natural.
2. Después de confirmar las configuraciones recomendadas deben ser activado el Control de la exposición, es decir elegir la posición de destino para su sistema de luz natural en la ventana gráfica. Debido a que los rayos de sol se consideran en paralelo, no importa dónde está el punto del sistema de luz natural.
3. Click derecho aparece el sol el mismo que está restringido de acuerdo con la posición geográfica y el tiempo. El sistema de luz natural se compone de dos componentes - la luz del sol, que ayuda a simular el efecto de la luz directa y un tragaluz que ayuda a simular el fenómeno del mundo real de la luz indirecta creado por la dispersión de la luz solar a través de la atmósfera.

Gráfico N° 186: Adición de una luz Natural en el renderizador Mental ray



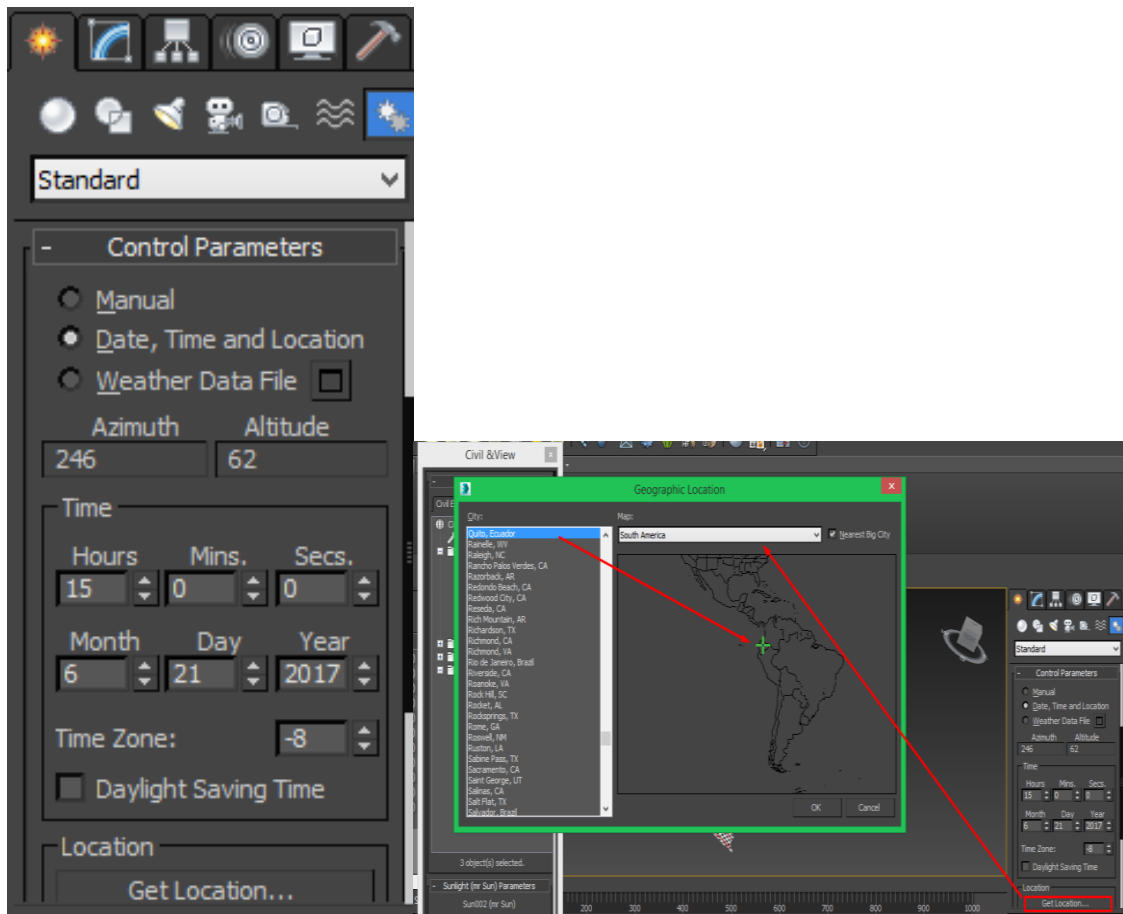
Fuente: 3ds Max.

Para realizar ajustes en el sistema de luz natural, seleccione el icono de sol. Recuerde que este icono es sólo una representación visual en la vista de la orientación del sistema de luz natural. La fuente real del efecto luz del día se considera que es una distancia infinita del modelo.

Ajuste de la hora del día y la ubicación geográfica

Utilice el grupo de controles de tiempo para ayudar a determinar la hora del día y la fecha en la que se va a simular.

Gráfico N° 187: Ajuste de la hora del día y la ubicación geográfica



Fuente: 3ds Max.

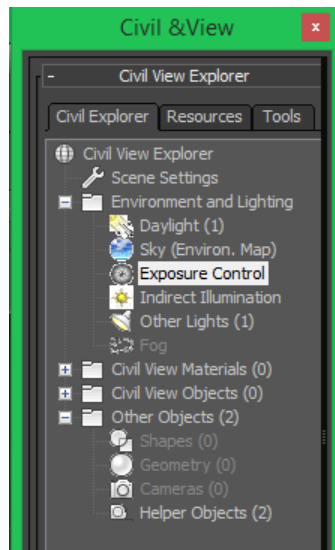
i. Control de exposición

Los controles de exposición de salida permiten ajustar los niveles de salida y la gama de colores de la renderización, igual que al ajustar la exposición de una película. Los controles de exposición son de gran utilidad para las renderizaciones que utilice la radiación o físicamente precisos sistemas de luz diurna.

Pasos:

1. En *Civil View Explored* localize *Environment and lighting* en la cual seleccione *Exposure Control* como ya se indicó esta se asigna, al asignar la luz natural.
2. En ñaparte baja de Civil view aparecerá los botones de exposicion los cuañes aumenran o disminuirán la luz.

Gráfico N° 188: Control de exposición



Fuente: 3ds Max.

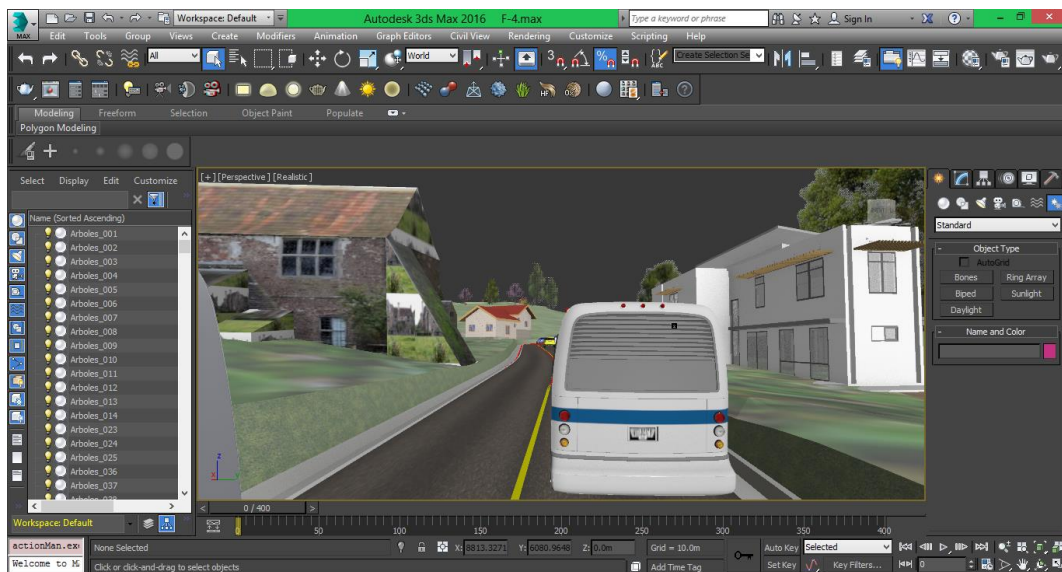
Adición de elementos externos a la escena

Al realizar una escena generalmente es necesario incluir elementos creados con anticipación o descargados de internet como el caso de viviendas u otros.

Pasos:

1. Importe los elementos creados con el menú importar.
2. Los elementos importados aparecen en las coordenadas 0,0,0
3. Seleccione el objeto y arrástrelo con el comando mover a las coordenadas de la escena.

Gráfico N° 189: Integración de elementos externos a la escena



Fuente: 3ds Max.

j. Renderizado

El renderizado es generalmente el proceso final en la creación de una visualización. El renderizado crea imágenes 2D o animaciones basadas en el contenido 3D de una escena. Se da sombra a la geometría 3D utilizando iluminación, materiales y ajustes ambientales: los orígenes del cielo y atmósferas.

El cuadro de diálogo Render de configuración contiene una serie de pestañas que pueden variar dependiendo de la renderizador seleccionado. La ficha Común, como su nombre lo indica, es común a todos los procesadores.

Tamaño de salida

El tamaño de salida lista desplegable proporciona una serie de resoluciones de salida de cine y vídeo estándar y relaciones de aspecto. Los ajustes personalizados se pueden aplicar también en la pestaña anterior.

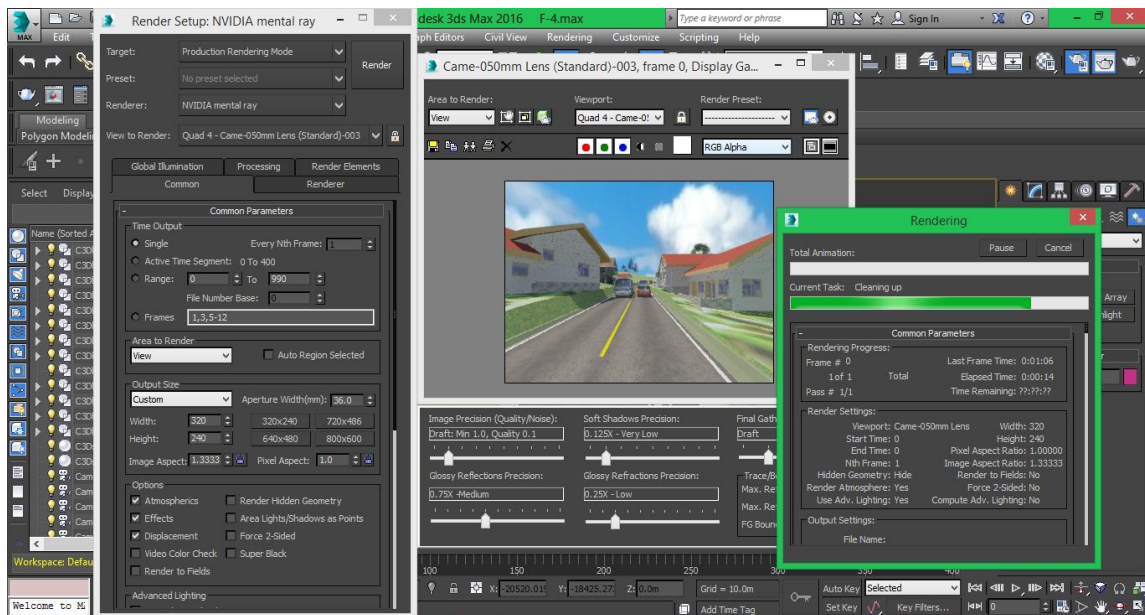
Render Output

Este grupo permite salidas procesadas que se guarda en el disco en un número de formatos de archivo. Incluso si se renderiza una animación, es una buena práctica para hacer a una secuencia de imágenes fijas, utilizando un formato de archivo, PNG, TIF o TGA. Esto ayuda a asegurarse de que la más alta calidad se mantiene durante el proceso que consume más tiempo de producir una animación - representación de 3D

Pasos:

1. Seleccione la configuración de render en la ficha renderización.
2. Dentro del menú establezca parámetros calidad, renderizador, ubicación del archivo etc.
3. Finalmente presione el botón renderizar.

Gráfico N° 190: Configuración de renderización

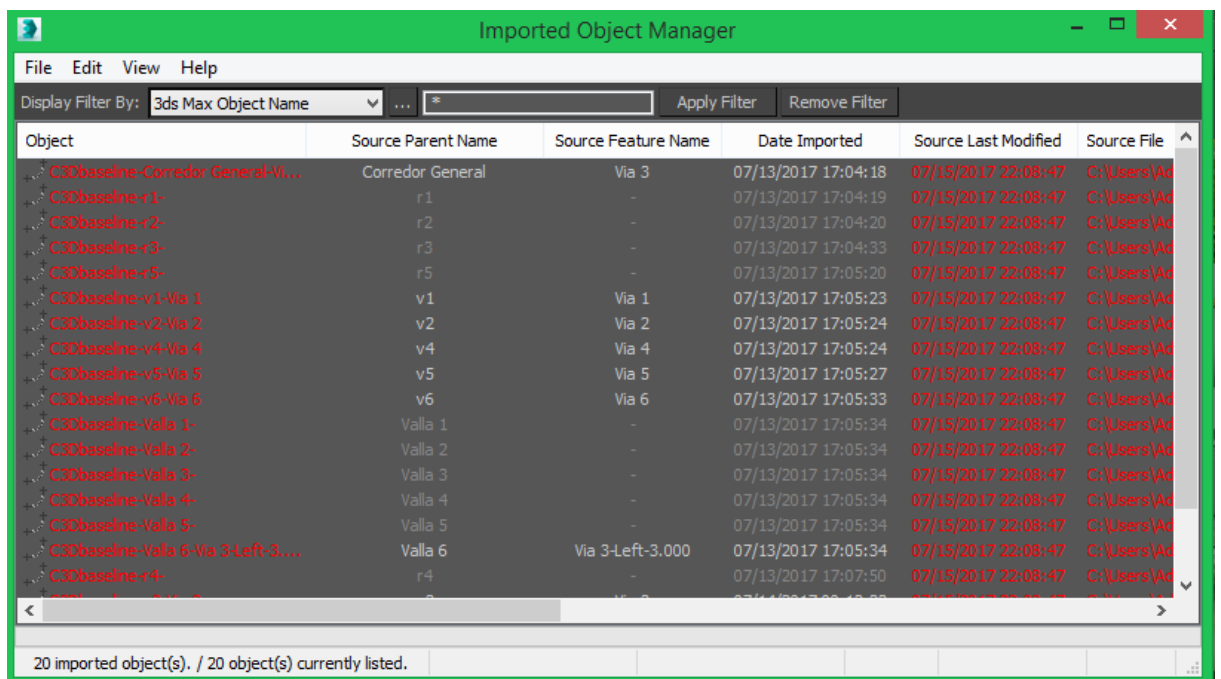


Fuente: 3ds Max.

k. La incorporación de Futuro cambios de diseño.

Una de las ventajas de trabajar con la herramienta Civil View es poder actualizar la geometría si existiese algún cambio en Civil 3D, es decir la geometría se comporta dinámicamente, para ello basta con sobrescribir el archivo .VSP3D y en el Civil View desplegar el menú *Imported Object Manager*, seleccionar y dar a actualizar.

Gráfico N° 191: La incorporación de Futuro cambios de diseño.



Fuente: 3ds Max.

3.2.6 MEDIDAS AMBIENTALES

a. Gestión Ambiental para Proyectos Viales

Al desarrollar un proyecto vial se deben incorporar los criterios ambientales en todas las fases del ciclo de vida, con el claro objeto de evitar los daños sobre el Ambiente y sus recursos, lograr la participación de la ciudadanía.

b. Cumplimiento

Para determinar el respeto de la legislación y reglamentación ambiental existente, se deberá elaborar un plan, durante el nivel de Anteproyecto, y durante el Estudio Definitivo, se deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en la ley para el Plan de Manejo Ambiental y el Estudio de Impacto Ambiental.

c. Caracterización del Medio Ambiente

La necesidad de "Caracterización del Medio Ambiente" o "Línea de Base" tiene como objetivo principal establecer las características y el estado sin proyecto en que se encuentran los distintos componentes del Medio Ambiente. El Contenido Mínimo de la Línea de Base está definido en el TULAS, se entiende como la descripción y diagnóstico detallado del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución.

d. Identificación de Impactos Ambientales

Se entiende por Impacto Ambiental la alteración del Medio Ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad asociada en un área determinada

e. Acciones Generales de un Proyecto Vial que generan Impactos Ambientales.

Con el objeto de identificar los potenciales cambios o transformaciones de los componentes del Medio Ambiente derivados de la ejecución o modificación de un proyecto vial, a continuación, se presenta las actividades que normalmente se ejecutan en un proyecto integral de carreteras. [28]

Clasificación de los Estudios de Impacto Ambiental

- ✓ Categoría A – Proyectos de bajo impacto

- ✓ Categoría B – Proyectos de mediano impacto
- ✓ Categoría C – Proyecto de alto impacto

f. Medidas ambientales

Las Medidas Ambientales son actividades, obras o diseños que tienen como principal objetivo tratar todos aquellos impactos ambientales que, posteriormente a su valoración, resultan importantes o significativos.

- ✓ **Medidas de control y prevención.** - Permiten garantizar que los objetivos y estándares ambientales en la construcción del proyecto vial sean alcanzados, que se generen todos los beneficios esperados y que durante las fases de construcción, operación y mantenimiento cumplan ciertos requisitos.
- ✓ **Medidas de mitigación.** - Son el conjunto de obras físicas, planes específicos o partes del proyecto, que se deben construir o materializar para reducir al mínimo o eliminar totalmente, los impactos negativos del proyecto en el ambiente comprendido dentro en el área de influencia del mismo.
- ✓ **Medidas de rehabilitación ambiental.** - Son las acciones o proyectos a realizarse paralelamente al diseño del proyecto, con el propósito de rehabilitar las zonas degradadas por la construcción en el área de influencia del proyecto.
- ✓ **Medidas de prevención de accidentes y contingencias.** - Son las encaminadas a establecer las acciones para prevenir accidentes y las acciones que se deben tomar cuando ocurren accidentes, desastres, actividad de riesgo que pueden producir efectos negativos, a fin de evitar que los daños sean significativos y los impactos mínimos.
- ✓ **Medidas de Compensación.** - Tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo de igual valor ambiental que el efecto adverso que se requiere compensar. Estas medidas incluirán el remplazo o sustitución de aquellos recursos naturales o elementos ambientales que se puedan afectar y para los cuales no es posible ni mitigar ni reparar y/o restaurar.
- ✓ **Medidas de Prevención de Riesgos Naturales.** - Este tipo de medidas tiene por finalidad evitar o reducir la vulnerabilidad que la incidencia de riesgos naturales pueda tener sobre la población o el Medio Ambiente asociado al proyecto vial a fin de que no aumente hasta niveles no aceptables de tolerancia, con lo cual se hace inaceptable su presencia. Estos riesgos deberán ser detectados durante la identificación y evaluación de los impactos ambientales.

- ✓ **Medidas de integración al desarrollo local.** -En proyectos interinstitucionales o en convenio con otros proyectos con gobiernos locales, estas medidas son aquellas que permiten la integración del proyecto dentro de los programas de desarrollo institucional, local y regional que se pueden llevar a cabo como parte del proyecto.

Las medidas asociadas a los planes de seguimiento y monitoreo generalmente son:

- ✓ **Medidas de investigación y desarrollo.** - En algunos casos de proyectos con incidencia ambiental se pueden proponer este tipo de medidas que generalmente están vinculadas a un seguimiento a través del tiempo, del comportamiento de ciertos parámetros y/o indicadores de la calidad ambiental como resultado de la construcción y operación del proyecto.
- ✓ **Medidas de vigilancia de la calidad ambiental.** - Están constituidas por programas de muestreo y análisis de componentes del proyecto y del ambiente, para establecer si se cumplen o no los estándares de calidad ambiental que se establecen en los reglamentos y leyes vigentes; y, si fuese necesario las que se establezcan para el proyecto.

3.2.7 CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

3.2.5.1.CANTIDADES DE OBRA

El cálculo de cantidades de obra se lo hace en función del estudio preliminar de la carretera, una vez que se dispone de:

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Longitud = 3.584km.

Ancho de calzada = 22.90 m

1) 302-1 Desbroce, desbosque y limpieza (Todo el proyecto)

3.584 m de longitud x 20 m de ancho / 10.000

A = 7.16Ha.

2) T01 Replanteo y Nivelación

Longitud vial=3.584 Km

3) 303-2(2) Excavación en suelo

Volumen de Corte= 48,040.22m³

V= 48,040.22m³

4) 308-4(1) Limpieza de derrumbes

Se ha estimado un 5 % del volumen de excavación

V = 0.05 x 48,040.22m³ = **2,402.011m³**.

OBRAS DE CALZADA

5) 308-2(1)b Acabado de Obra Básica Existente

Volumen (acabado de obra) = Longitud de la vía * ancho de calzada Volumen

Volumen (acabado de obra) = 3,584 m * 6 m

Volumen (acabado de obra) = **21,504 m²**

6) 403-1 Sub-base clase III

Volumen Sub-base clase 2=Longitud x Espesor x Ancho x Factor

Factor=1.05

V=3,584 x 0.1 x 6 x 1.05

V = **2,257.92m³**

7) 404-1 Base de agregados Clase II

Volumen **Base de agregados** = Longitud x Espesor x Ancho x Factor

$$V = 6.00 \times 0.10 \times 3,584 \times 1.05$$

$$V = 2,257.92 \text{ m}^3$$

8) 405-3 Capa de rodadura de Hor. Asf. Mezclado en planta de 5.0 cm de espesor

Capa de Rodadura= Ancho x Longitud x. Factor + Intersecciones x Factor

Factor=1.10

$$\text{Capa de Rodadura} = 6 \times 3,584 \times 1.10 + 60 \times 30 \times 1.10$$

$$\text{Total} = 23,852.4 \text{ m}^2$$

9) 405-2(1) Asfalto Rc 250 para riego de adherencia (0,50 lt/m²)

Promedio de uso (Rata = 0.50 lt./m²)

Total= Área x Promedio de uso

$$\text{Total} = 23,852.40 \text{ m}^2 \times 0,50 \text{ L/m}^2 = 11,926.20 \text{ litros.}$$

OBRAS DE ARTE MENOR

307-3(1) b Excavación para cunetas y encauzamientos (laterales)

Unidad m³, se ha calculado con la sección transversal de las cunetas laterales de la vía de 0,3 m².

Volumen= Área Transversal cuneta x Longitud

$$\text{Volumen} = 0.3 * 2 * 3,584 \text{ m} = 2,150.40 \text{ m}^3.$$

10) 503 (3) a Hormigón estructural de cemento Portland clase B (fc= 210 kg/cm²)

De acuerdo a la Tabla N° 60 se tiene el siguiente resumen del hormigón usado para cada embocadura (muros de ala).

Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Observación
Hormigón Simple f'c=210 kg/cm ²	m ³	Ala 1 y 2	2	0.45	2.6	2.34	Ancho Promedio
	m ³	Solera Secc. Cuadrada	1.4	1.8	0.2	0.504	Ancho Promedio
	m ³	Solera Secc. Triangular	1.4	1.4	0.2	0.392	
		Pantalla	2.4	0.45	2.8	3.024	Ancho Promedio
					1.2	-0.509	D Ármico
				Total:	5.751		

Se tienen 4 alcantarillas:

$$V_{TOTAL}=5.751m^3 \times N^{\circ} \text{ ENVOCADURAS}$$

$$V_{TOTAL}=5.751m^3 \times 8$$

$$V_{TOTAL}=46.0 \text{ m}^3$$

11) 508.a Enrocado.

De la Tabla N° 60 se puede obtener un resumen así:

Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volúmen (m3)
Enrocado	m3	Aguas arriba y Abajo	3	4.6	0.5	6.9

$$\text{Volumen} = 6.90 \text{ m}^3 \times N^{\circ}$$

$$\text{Volumen} = 6.90 \text{ m}^3 \times 8$$

$$\text{Volumen} = 55.20 \text{ m}^3$$

12) 606-1(1b) Geotextil No Tejido PAVCO 1600 NT (2.00mm)

De la Tabla N° 60 se tiene

Rubro	Unidad	Ubicación	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)
Geotextil	m2	Enrocado	3	4.6	13.8

$$A = A_{ENBOCADURA} \times N^{\circ} \text{ ENVOCADURA}$$

$$A = 13.80 \text{ m}^2 \times 8$$

$$A = 110.40$$

13) 503 (3) a Hormigón estructural de cemento Portland clase C ($f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$) (cunetas laterales)

$$\text{Volumen} = 0,095m^2 \times (3,584) \text{ m} = 840.81 \text{ m}^3$$

14) 602-(2A) *Tubería de acero corrugado (D=1200 mm; e=2.0mm)

$$L = 50 \text{ m}$$

En el siguiente cuadro se detallan las cantidades de obra para obras de arte menor, tomadas de los estudios hidrológicos – hidráulico

MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

15) 204-(1) Agua para el Control de Polvo

$$\text{Longitud Total} = 3.584 \text{ km}$$

Ancho de Calzada=6.00m

Se establece: Promedio de aplicación por m² (0.90-3.5lt) se obtiene un promedio

Rata de aplicación=**2.20lt/c.m²**

V_{total}=2.20lt x 3584m x 6m

V_{total}=47308.80 m³

16) 310-(1) E Escombreras (Todo el proyecto)

Volumen de bote= Total, de excavación- Total, de relleno

V=48,040.22 m³– 6,110.03m³

V= 41,930.19 m³

17) 309-2(2) Transporte de material de excavación (a sitios de bote)

Volumen a transportar = 41,930.19 m³

Distancia media a botaderos = 2.0 km.

41,930.19 m³x 2 = 83,860.38m³/km.

Total =83,860.38m³/km

SEÑALIZACION

18) 705-(1) Marcas de pavimento (Pintura Blanca o Amarilla)

Se ha considerado pintar tres (3) franjas a lo largo del proyecto

3 x 3,584 = 10,752.00 m

Long. = 10,752.00 m

19) 708-5(1) a Señales a lado de la carretera (0,75 x 0,75 m.)

Estas señales son preventivas. Se ubicarán a la entrada y salida de cada curva.

Se tiene un total de: 22 U.

20) 708-5(1) b-c Señales a lado de la carretera (Octogonal D = 0,75 m.)

Estas señales son reglamentarias. Se ubicarán en Intersecciones.

Se tiene 5 señales.

21) 708-5(1)1 Señales a lado de la carretera (1,20 x 1,60 m.)

Estas señales son informativas. Se ubicarán en los sitios poblados, con las distancias de aproximación del poblado. Luego se tendra 2 señales.

22) 708-5(1) d Señales a lado de la carretera (2,40 x 1,80 m.)

Sobre los pódicos irán dos señales de estas dimensiones. Al tener dos pódicos en este tramo, tendremos 4 señales.

23) 703(1) Guarda caminos.

Se colocarán Guarda caminos en las partes de las curvas peligrosas.

Se ha asumido una longitud de: 80 m.

Long. = 80 m.

24) 709 (4) Delineadores con material reflectivo

En los sitios donde se coloquen los guardas caminos se ubicarán delineadores reflectivos.

Se tendrán 9 U.

25) 707-4(1) Pódicos de señalización de carreteras

Estos pódicos se coloran al inicio y final del proyecto.

Inicio = Un pódico Sector Segovia Alto Inicio Tramo 5

Total = 1 pódicos

3.3 PRESUPUESTO REFERENCIAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



PROYECTO:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

N°	ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
	A	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				83126.2
1	302-1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	7.16	344.22	2464.62
2	T01	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	KM	3.584	912.05	3268.79
3	303-2(2)	EXCAVACION EN SUELO	M3	48040.22	1.50	72060.33
4	308-4(1)	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M3	2402.011	2.22	5332.46
	B	OBRAS DE CALZADA				340601.58
5	308-2(1)	ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE	M2	21504	0.41	8816.64
6	403-1	SUB_BASE CLASE III	M3	2257.92	18.86	42584.37
7	401-1	BASE CLASE II	M3	2257.92	25.93	58547.87
8	405-5	CAPA DE RODADURA DE HOR. ASF. MEZCLADO EN PLANTA (D=5.00 cm)	M2	23852.4	9.31	222065.84
9	405-2(1)	ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACION (1.5 Lt./m2.)	LT	11926.2	0.72	8586.86
	C	OBRAS DE ARTE MENOR				100261.64
10	307-3(1)b	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS LATERALES	M3	2150.4	8.08	17375.23
11	503-(2)a	MURO DE H.S PARA CABEZALES (F' C=210KG/CM2).	M3	46.008	175.76	8086.37
12	508.a	ENROCADO	M3	55.2	28.18	1555.54
13	606-1 (1b)	GEOTEXTIL NO TEJIDO PAVCO 1600 NT (2.00 mm)	M2	110.4	12.39	1367.86
14	503 (3) a	CUNETAS LATERALES H.S (FC=180KG/CM2)	ML	3584	12.75	45696
15	602-(2A)*	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm:e=2.00mm)	M	124.86	209.68	26180.64
	D	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				23630.41
16	204-(1)	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	47.3088	3.16	149.5
17	310-(1)E	ESCOBRERAS	M3	41930.19	0.37	15514.17
18	309-2(2)	TRANSPORTE MATERIAL DE EXCAVACION(TRANSPORTE LIBRE 500m) (A SITIOS DE BOTE)	M3/KM	20965.095	0.38	7966.74
	E	SEÑALIZACION				27920.58
19	705(1)	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA BLANCA O AMARILLA)	ML	10752	0.87	9354.24
20	708-5(1)a	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.	U	22	110.14	2423.08
21	708-5(1)b	SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN , OCTOGONAL D=75 CM.	U	5	113.43	567.15
22	708-5(1)e	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1,20 X 1,60) CM.	U	5	158.84	794.2
23	708-5(1)	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (2,40 X 1,80) CM.	U	5	248.99	1244.95
24	703(1)	GUARDA CAMINOS (PERFIL METÁLICO ONDULADO SIMPLE)	ML	80	86.30	6904
25	709(4)	DELINEADORES CON MATERIAL REFLECTIVO (0,40X0,50)	U	9	32.22	289.98
26	709(4)	PÓRTICOS DE SEÑALIZACIÓN (8.00m)	U	1	6.342.98	6342.98
		COSTO TOTAL				575540.41

SON:

Quinientos setenta y cinco mil quinientos cuarenta dólares con cuarenta y un centavos

ING. XXXXXXX

REPRESENTANTE LEGAL

3.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El cumplimiento de normativas y procedimientos de trabajos regulados, contribuye a llegar a un

a. Desbroce, desbosque y limpieza

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.

Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes

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.

Pago. -La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
302-1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....	Hectárea

b. Replanteo y Nivelación

El Director de las obras aprobará los replanteos de detalle necesarios para la ejecución de la obra, y suministrará al contratista toda la información de que disponga para que aquellos puedan ser realizados.

Demarcación en el terreno de puntos de control del proyecto, necesarios para realizar la obra.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
T01 Replanteo y Nivelación.....	Longitud (m)

c. Excavación en Suelo

El Contratista notificará al Fiscalizador, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Comprenderá la remoción de todos los materiales no incluidos en los numerales 303-2.01.2.1. y 303-2.01.2.2. Todo el material resultante de estas excavaciones que sea adecuado y aprovechable, a criterio del Fiscalizador, deberá ser utilizado para la construcción de terraplenes o rellenos.

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.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
303-2 (2) Excavación en suelo.....	Metro cúbico (m3)

d. Limpieza de Derrumbes 308-4(1)

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.

Medición. - Las cantidades a pagarse serán los m3 de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas del camino.

Pago. La limpieza de derrumbes se pagará al precio contractual para el rubro designado a continuación y que consten en el contrato.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
308-4 (1) Limpieza de derrumbe.....	Metro cúbico (m3)

e. Acabado de la obra básica existente

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.

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.

Pago. - El acabado de la obra básica nueva, tal como se ha indicado en la subsección 308-3, no se pagará en forma directa.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
308-2 (1) Acabado de la obra básica existente.....	Metro cuadrado (m2)

f. Sub_base Clase III

La subbase Clase 3 está formada por agregados gruesos, obtenidos mediante cribado de gravas o roca mezclados con arena natural o material finamente triturado

Medición. - La cantidad a pagarse por la construcción de una sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador medidos en sitio después de la compactación para alcanzar la granulometría especificada.

Pago. - Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
403-1 Sub-base Clase.....	Metro cúbico (m3)

g. Base Clase II

Están constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregados grueso será triturada al menos el 25% en peso.

Medición. - La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador.

Pago. -Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
404-1 Base Clase.....	Metro cúbico (m3)

h. Capa de Rodadura de Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral, si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

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.

Pago. -Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en una de las formas indicadas en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
<i>405-5 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de 5cm. de espesor.....Metro cuadrado (m2)</i>	

i. Asfalto de Imprimación

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificador sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos.

Medición. - Para efectuar el pago por el riego de imprimación deberán considerarse separadamente las cantidades de asfalto y de arena realmente empleadas y aceptadas por el Fiscalizador.

Pago. -Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
<i>405-1 (1) Asfalto MC para imprimación.....Litro (l)</i>	

j. Hormigón estructural de cemento Portland clase B

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.

Medición. - Las cantidades a pagarse por estos trabajos serán los metros cúbicos de hormigón simple o ciclópeo satisfactoriamente incorporados a la obra.

Pago. -Las cantidades determinadas en la forma indicada en la subsección anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
03 (2) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B (*)Metrocúbico (m3)	

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

Medición. -Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas movimiento de Tierras y encauzamientos serán aquellas medidas en la obra por trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados. La unidad de medida será el m³o 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

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
307-3 (1) Excavación para cunetas y encauzamientos.....	Metro cúbico (m3)

k. Tubería de Acero Corrugado de 175 mm)

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos

Medición. -Las cantidades a pagarse por tubería de metal corrugado serán los metros lineales, medidos en la obra, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

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,

<i>No. del Rubro de Pago y Designación</i>	<i>Unidad de Medición</i>
602- (2A)* Tubería de acero corrugado (*).....	Metro lineal (m)

l. Agua para Control de Polvo

Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca.

Procedimientos de Trabajo. - En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Medición. - Se mide en m³ o lts según sea el caso

Pago. - Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
205- (1) Agua para control de polvo.....	Miles de litros

m. Escombreras

Comprende la ubicación, tratamiento y mantenimiento de las zonas denominadas escombreras o botaderos, las cuales recibirán los restos o residuos de cortes en la vía.

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
310- (1) Escombrera.....	Cada una.

n. Marcas Sobre el Pavimento

Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Las marcas 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.

Para franjas sólidas de 10 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

Métodos de medida. - Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera: Método lineal o el método Unitario

Pago. - Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de	Medición
705-(1) Marcas de pavimento (Pintura).....		Metro Lineal (m)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

- Se concluye que la ejecución del proyecto tramos viales Quitocucho_ Segovia Alto es prioritario para fomentar la producción agrícola debido al pésimo estado que se encuentra en la actualidad.
- El estudio de C.B.R a nivel de la subrasante de acuerdo a la norma americana ASTM D 1883-99 arrojó un valor de 11.50 clasificado como regular.
- El proyecto busca mejorar significativamente la calidad de servicio en ámbito vial generando la producción agrícola y ganadera del sector.
- De acuerdo al ensayo de suelos realizado en el laboratorio se pudo constatar que las muestras obtenidas del proyecto presentan en su mayoría un suelo Limo_arenoso en función de clasificación de suelos de la SUCS.
- El tráfico proyectado a 20 años en el proyecto, se calculó en 266 Vehículos el cual está dentro del margen para vías Tipo IV.
- El diseño de pavimento de acuerdo a la Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, en función del tráfico proyectado a 20 años se obtuvo una estructura del pavimento: sub_base 10 cm, base 10cm y una capa de rodadura de 5 cm.
- La topografía del proyecto presenta una orografía montañosa en su mayoría de acuerdo a las recomendaciones de las Normas MOP_2003 y NEVI_12 ésta última presenta límites en porcentaje de pendiente para estipular una clasificación.
- Se consideró una sección típica de 6m de calzada, cunetas de encauzamiento lateras de 70 cm, peralte máximo del 8% y un sobreebanco en curvas de 30cm en función de las recomendaciones de las Normas MOP_2003.

- Se presenta una animación que mejora la interpretación vial antes de construir la carretera, mediante el flujo BIM que facilita de manera sustancial el cambio de información entre diferentes programas y permite controlar el proyecto en cualquier etapa desde cualquier sitio, así como trabajar de manera colaborativa.

3.2 RECOMENDACIONES

- Se deberá como prioridad aplicar las normativas vigentes para el diseño y construcción las cuales garanticen en gran medida la ejecución correcta del proyecto.
- Se deberán colocar guardavías en zonas de alta peligrosidad las cuales resguarden y reintegren el tránsito en caso de accidentes.
- Se recomienda que la señalización sea sumamente adecuada tal que garantice la correcta visibilidad al momento de la ejecución y posterior construcción de la obra procurando no dejar zanjas abiertas.
- Se debe efectuar una socialización del proyecto buscando en ésta un acuerdo favorable entre las partes involucradas dentro de la obra y evitar posteriores inconvenientes que retrasen el avance de la misma.
- En mantenimiento de la obra será imprescindible posterior a la construcción evitando en el deterioro.
- Verificar la calidad de los materiales
- Las obras de drenaje deben ser construidas de acuerdo a lo establecido para garantizar la vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BANCO MUNDIAL, «Proyectos y operaciones,» 09 Abril 2014. [En línea]. Available: <http://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/14/transport-results-profile>. [Último acceso: 11 Noviembre 2016].
- [2] L. A. Veliz, «CAD 24,» 29 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://cad24.wordpress.com/2016/03/29/un-poco-de-historia/>. [Último acceso: 31 Octubre 2016].
- [3] I. Mendèz, «UNIBE,» 10 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://www.unibe.edu.do/es/noticias/sun-2016-04-10-1646/uso-autocad-civil-3d-la-materia-infraestructura-vial>. [Último acceso: 31 Octubre 2016].
- [4] Autodesk, «Autodesk Civil 3D - Civil Design Companion,» 17 Julio 2012. [En línea]. Available: <http://www.autodesk.mx/adsk/servlet/item?siteID=7411870&id=20116577&linkID=8791247>. [Último acceso: 3 Noviembre 2016].
- [5] Autodesk, «Autodesk,» [En línea]. Available: <http://www.autodesk.es/products/autocad-civil-3d/features/visualization-and-analysis/autocad-civil-3d-with-3ds-max>. [Último acceso: 22 Octubre 2016].
- [6] Escuela Profesional de Nuevas tecnologías(CICE), «Autodesk 3ds Max 2017: Novedades,» CICE, 2016. [En línea]. Available: Autodesk 3ds Max 2017: Novedades. [Último acceso: 24 Octubre 2016].
- [7] S. N. D. P. Y. D. DESARROLLO, Plan Nacional del Buen Vivir, Ecuador (primera edición, 11 000 ejemplares) ed., Quito: © Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013, 2013, pp. 18,19.
- [8] A. Villarino Otero, «Ingeniería Tècnica de topografía,» de *Carreteras*, Escuela Politècnica Superior de Àvila, 2010, p. 156/282.
- [9] CÒMITE DE SEGUIMIENTO DE LA POLÍTICA DE COMUNICACION DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CARRETERAS, La carretera en la sociedad del XXI respuestas a nuevos retos, Anzos S.L.: Asociación Española de la Carretera, 2006.
- [10] L. Casanova Matera, Topografía Plana, Meredía: Taller de Publicaciones de Ingeniería,ULA/Meredia, 2002, p. 9.
- [11] Â. Nieto Torres, Topografía, Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1968.

- [12] M. d. T. y. Comunicaciones, Manual de Diseño Geométrico GM, Lima, 2013.
- [13] D. V. Tèran Vargas, LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA RÍO BLANCO – PUCAYACA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR’’, Ambato: Universidad Tecnica de Ambato - Facultad de Ingeniería Civil, 2015.
- [14] T.-. ASTEC, Normas de diseño Geométrico de Carreteras, Quito: Direccion de estudios, 2003.
- [15] P. E. Bravo, Diseño de Carreteras, Bogotá: Carvajal S.A, 1976.
- [16] J. Cárdenas Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, Segunda Edición ed., Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [17] C. Kraemer, J. M. Pardillo, S. Rocci, M. Romana, V. Sanchez Blanco y M. À. De la Val, Ingeniería de Carreteras, vol. I, C. Fernández, Ed., Madrid: MCGRA/INTERRAMERCANA DE ESPAÑA,S.A.U., 2004.
- [18] Asocio:IDISA-CONDISA, «Estudio de Factibilidad y Diseño Final Para el mejoramiento del tramo de la Carretera: LLanos de Colón- LaConcordia Long. 10.20Km,» Asocio:IDISA-CONDISA, Juigalpa-La Libertad, 2008.
- [19] L. Bañón Blázquez y J. Breviá García, Manual de Carreteras, Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A., 2000.
- [20] American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on Geometric Desing of Highways and Streets, 6 th edición ed., Washington, DC 20001: ISBN: 978-1-56051-508-1, 2011.
- [21] Construdata, «Construdata,» 2012. [En línea]. Available: http://www.construdata.com/Bc/Revista_Construdata/Articulos/componentes_de_las_vias.asp. [Último acceso: 30 Diciembre 2016].
- [22] «CUEVA DEL INGENIERO CIVIL,» [En línea]. Available: <http://www.cuevadelcivil.com/2010/03/estudios-geologicos-y-geotecnicos.html>. [Último acceso: 28 Diciembre 2016].
- [23] J. J. A. Ospina, DISEÑO GEOMÉTRICO, Primera ed., Medellín: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2002, p. 531.

- [24] C. Crespo Villalaz, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, 5ª ed., México: Limusa, 2004, pp. 76,77.
- [25] CONSTRUMÁTICA, «CONSTRUMÁTICA,» CONSTRUMÁTICA, [En línea]. Available: <http://www.construmatica.com/construpedia/Bordillo>. [Último acceso: 13 Enero 2017].
- [26] P. Cossi Arocutipá, «Diseño de Pavimentos Flexibles Método AASHTO- 93,» pp. 1-30.
- [27] AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, Design of Pavement Structures, Washington, D.C. 20001: American Association of State Highway, 1993.
- [28] «TUTORIALES EN CIVIL 3D,» [En línea]. Available: <http://www.civil3d.tutorialesaldia.com/redes-de-tuberias-en-civil-3d-%C2%BFconoces-las-reglas-de-diseno/>. [Último acceso: 14 Mayo 2017].
- [29] Autodesk , «Hydraflow Express Extension User's Guide,» 2017.
- [30] R. Graham y L. Holland, Mastering AutoCAD Civil 3D, Toronto: Wiley Publishing, 2012.

ANEXOS

- A. Conteo de Tráfico.
- B. Estudios de Suelo.
- C. Análisis de Precios Unitarios.
- D. Ponderación del Valor Agregado Ecuatoriano
- E. Justificativo Coeficientes De La Fórmula Matemática
- F. Justificativo Coeficiente de Cuadrilla Tipo
- G. Resumen Fórmula Polinómica de Reajuste
- H. Fotografías
- I. Inventario Vial
- J. Mapa de zonificación de intensidades de precipitación del ecuador
- K. Volúmenes de Corte y Relleno
- L. Planos

ANEXO A: Conteo de Tráfico



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Lunes 27 de Enero de 2017

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Egdo. Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHICULOS	TOTAL ACUM.
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	3	0	0	0	0	0	3	6
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	6
7:15 - 7:30	2	0	1	0	0	1	3	7
7:30 - 7:45	4	0	0	0	0	0	4	11
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	2	10
8:00 - 8:15	2	0	0	0	0	0	2	11
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	9
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	1	0	1	0	0	1	2	3
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	2
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	1
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	2
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	3
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	3
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	3
12:30 - 12:45	4	0	0	0	0	0	4	6
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	7
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	6
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	5
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	3	0	0	0	0	0	3	3
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	1	4
14:15 - 14:30	3	0	0	0	0	0	3	7
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	8
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	6
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	6
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	3
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	1
16:15 - 16:30	2	0	0	0	0	0	2	3
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	3
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	4
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	3
17:15 - 17:30	3	0	0	0	0	0	3	4
17:30 - 17:45	2	0	0	0	0	0	2	6
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	6
TOTAL	50	0	2	0	0	2	52	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Martes 28de Enero de 2016

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Egdo. Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCUL	TOTAL ACUM.
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	1	0	0	1	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	0	1	0	0	1	1	3
7:00 - 7:15	1	0	1	0	0	1	2	5
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	5
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	2	6
7:45 - 8:00	3	0	0	0	0	0	3	8
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	7
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	8
8:30 - 8:45	3	0	0	0	0	0	3	9
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	6
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	5
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	3
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	1
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	1
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	2
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	3
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	4
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	4
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	0	2	6
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	4
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	3
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	3
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	2
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	0	2	3
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	3
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	2
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	2
16:15 - 16:30	3	0	0	0	0	0	3	4
16:30 - 16:45	3	0	0	0	0	0	3	6
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	7
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	7
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	5
17:30 - 17:45	3	0	0	0	0	0	3	5
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	0	2	6
TOTAL	44	0	3	0	0	3	47	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Miércoles 01 de Febrero de 2017

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Egdo. Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS UTOMÓVI	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	0	0	1	0	0	1	1	
6:15 - 6:30	3	0	1	0	0	1	4	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	6
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	6
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	0	2	4
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	2	5
7:45 - 8:00	3	0	0	0	0	0	3	8
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	7
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	7
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	6
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	3
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	1
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	3
11:45 - 12:00	3	0	0	0	0	0	3	6
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	7
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	6
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	6
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	3
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	1
14:00 - 14:15	2	0	0	0	0	0	2	3
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	0	2	5
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	6
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	0	2	3
16:15 - 16:30	3	0	0	0	0	0	3	6
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	6
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	6
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	2	6
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	0	2	4
TOTAL	42	0	2	0	0	2	44	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Miércoles 01 de Febrero de 2017

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Egdo. Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUM.
	UTOMÓVI		C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	0	0	1	0	0	1	1	
6:15 - 6:30	3	0	1	0	0	1	4	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	6
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	6
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	0	2	4
7:30 - 7:45	2	0	0	0	0	0	2	5
7:45 - 8:00	3	0	0	0	0	0	3	8
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	7
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	7
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	6
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	3
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	1
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	1
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	3
11:45 - 12:00	3	0	0	0	0	0	3	6
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	7
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	6
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	6
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	3
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	0
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	1
14:00 - 14:15	2	0	0	0	0	0	2	3
14:15 - 14:30	2	0	0	0	0	0	2	5
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	6
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	5
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	2	0	0	0	0	0	2	3
16:15 - 16:30	3	0	0	0	0	0	3	6
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	6
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	6
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	2	6
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	0	2	4
TOTAL	42	0	2	0	0	2	44	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Jueves 02 de Febrero de 2017

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Egdo. Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS UTOMÓVI	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	1
7:00 - 7:15	4	0	0	0	0	0	4	4
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	0	2	6
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	7
7:45 - 8:00	4	0	0	0	0	0	4	11
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	7
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	7
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	7
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	4
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	4
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	2
9:30 - 9:45	0	0	1	0	0	1	1	2
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	2
10:00 - 10:15	2	0	1	0	0	1	3	5
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	5
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	5
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	4
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	3
11:30 - 11:45	3	0	0	0	0	0	3	5
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	5
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0	5
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	3
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	1
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	1
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	2
14:00 - 14:15	2	0	0	0	0	0	2	4
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	2	0	0	0	0	0	2	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	2
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	3
16:15 - 16:30	3	0	0	0	0	0	3	4
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	5
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	6
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	2	7
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	4
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	3
17:45 - 18:00	3	0	0	0	0	0	3	5
TOTAL	43	0	2	0	0	2	45	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Viernes 03 de Febrero de 2017

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Egdo. Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS UTOMÓVI	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCUL	TOTAL ACUM.
			C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	4	0	0	0	0	0	4	
6:45 - 7:00	2	0	1	0	0	1	3	8
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	9
7:15 - 7:30	2	0	1	0	0	1	3	11
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	8
7:45 - 8:00	5	0	0	0	0	0	5	10
8:00 - 8:15	3	0	0	0	0	0	3	12
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	9
8:30 - 8:45	0	0	1	0	0	1	1	9
8:45 - 9:00	3	0	0	0	0	0	3	7
9:00 - 9:15	2	0	0	0	0	0	2	6
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	7
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	7
9:45 - 10:00	2	0	0	0	0	0	2	6
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	0	0	1	0	0	1	1	4
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	3
10:45 - 11:00	3	0	0	0	0	0	3	4
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	5
11:15 - 11:30	4	0	0	0	0	0	4	8
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	8
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	5
12:00 - 12:15	2	0	0	0	0	0	2	6
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	3
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	3
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	3
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	1
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0	1
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	1
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	1
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	2
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	2	0	0	0	0	0	2	3
15:45 - 16:00	3	0	0	0	0	0	3	5
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	5
16:15 - 16:30	4	0	0	0	0	0	4	9
16:30 - 16:45	2	0	0	0	0	0	2	9
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	7
17:00 - 17:15	3	0	0	0	0	0	3	10
17:15 - 17:30	4	0	1	0	0	1	5	11
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	10
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	10
TOTAL	64	0	5	0	0	5	69	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR



PROYECTO: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

FECHA: Sabado 04 de Febrero de 2017

DURACIÓN: 12 horas

REALIZÓ: Ego.Israel Orozco

ESTACIÓN: Única

HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL VEHÍCUL	TOTAL ACUM.
	AUTOMÓVIL		C2P	C2G	C3	TOTAL		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	2	0	0	0	0	0	2	5
7:00 - 7:15	2	0	0	0	0	0	2	5
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	6
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	5
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	4
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	2
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	0	1
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	2
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	1
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	1
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	1
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	0
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:15	0	0	1	0	0	1	1	1
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	2
10:30 - 10:45	2	0	0	0	0	0	2	4
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	4
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	3
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	0
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	1
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	1
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	2
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	2
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0	1
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	1	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	1
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	1
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	0
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	1
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0	1
17:15 - 17:30	2	0	0	0	0	0	2	3
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	2
TOTAL	21	0	1	0	0	1	22	

ANEXO B: Estudio de Suelos



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

Sector: Parroquias- Bolívar Huambaló , Quitocucho-Segovia Alto.

Norma: AASHTO T 217-67

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 07/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing.Mg.Lorena Perez

ABSCISA	T1 Km0+080		T2 Km 0+120		T3 Km 0+740		T4 Km 0+000		T5 Km0+ 462		T6 Km0+180	
	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2	K5-1	K5-2	K6-1	K6-2
Recipiente N° (r)												
Peso recipiente (Wr)	31.40	31.40	57.80	30.80	31.00	30.80	31.40	30.80	31.20	30.20	30.90	31.40
Peso húmedo + recipiente (Wm + Wr)	129.40	125.20	147.00	113.60	121.10	99.70	107.80	113.40	103.40	114.00	107.30	110.00
Peso seco + recipiente (Ws + Wr)	117.80	112.70	134.60	101.80	113.10	93.50	93.40	98.10	92.00	100.70	95.20	97.90
Peso del agua (Ww)	11.60	12.50	12.40	11.80	8.00	6.20	14.40	15.30	11.40	18.60	12.10	18.60
Peso seco (Ws)	86.40	81.30	76.80	71.00	82.10	62.70	62.00	67.30	60.80	70.50	64.30	66.50
Contenido de humedad ((Ww/Ws)*100)(%)	13.43	15.38	16.15	16.62	9.74	9.89	23.23	22.73	18.75	26.38	18.82	27.97
Contenido de humedad promedio (W%)	14.40		16.38		9.82		22.98		22.57		23.39	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T1-Km 0+080

Norma: AASHTO T-87-70

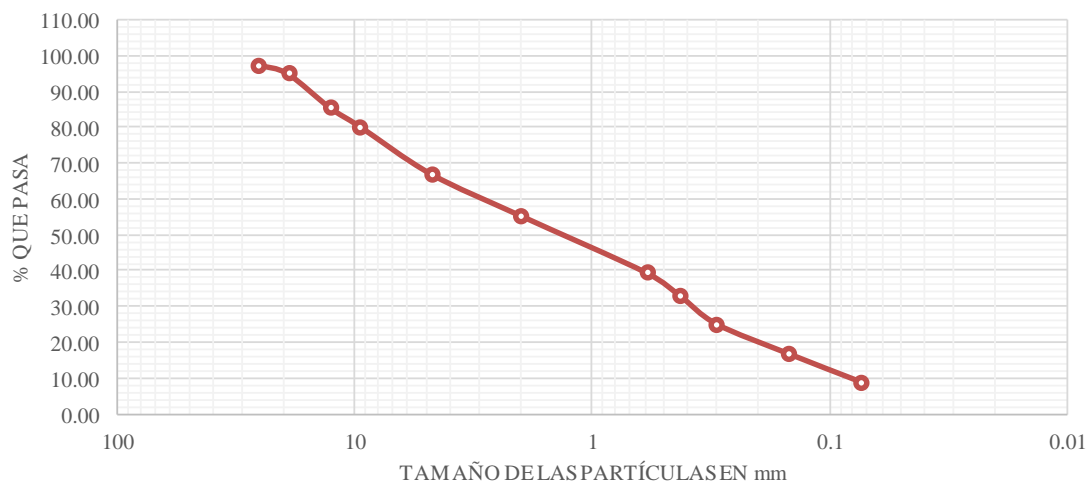
Fecha: 06/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.4	47.9	2.40	97.61
3/4"	19.1	98.1	4.91	95.10
1/2"	12.7	287.5	14.38	85.63
3/8"	9.52	391.6	19.58	80.42
N 4"	4.76	657.8	32.89	67.11
PASA N 4		1342.2	67.11	
N 10	2	113.1	11.64	55.47
N 30	0.59	268	27.59	39.52
N 40	0.425	331.4	34.11	33.00
N 50	0.3	406.5	41.84	25.27
N 100	0.149	487.2	50.15	16.96
N 200	0.074	563.6	58.01	9.10
PASA EL N 200		88.4	9.10	
TOTAL		2000	Clasificación SUCS: Arena Limosa Mal Graduada (SM) Índice plástico (Ip): No plástico (NP)	
PESO ANTES DE LAVADO		658.3		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		652		
TOTAL - DIFERENCIA		6.3		

CURVA GRANULOMÉTRICA





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló

Abscisa: T1 Km 0+080

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 12/12/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Orozco Israel

Método: PROCTOR MODIFICADO

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10	lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	15397	Volumen molde cc:	2315.4	cm ³

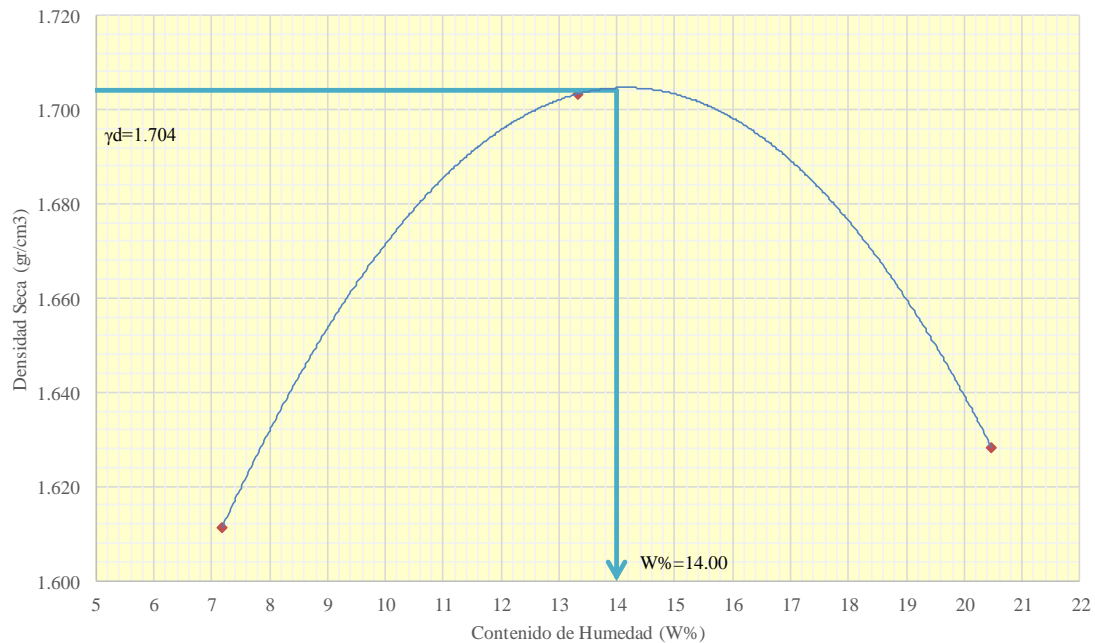
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	5	10	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	300	600	960	1200
P molde + Suelo húmedo	18797	19269	19342	19137
Peso suelo húmedo	4009	4481	4554	4349
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.727	1.930	1.962	1.873

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K3-1	K3-2
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r)	103	119.4	93.4	105.4	90.5	88.6	106.5	110.5
Peso seco + recipiente (W _s +W _r)	97	115	85.7	97	80.5	78.7	92.6	94.7
Peso del recipiente (W _r)	31	31.4	30.6	30.7	31.1	30.9	31.4	31
Peso del agua (W _w)	6	4.4	7.7	8.4	10	9.9	13.9	15.8
Peso suelo seco (W _s)	66	83.6	55.1	66.3	49.4	47.8	61.2	63.7
Contenido de humedad (W%)	9.09	5.26	13.97	12.67	20.24	20.71	22.71	24.80
Contenido de humedad prom (W%)	7.18		13.32		20.48		23.76	
Densidad seca en gr/cm ³	1.611		1.703		1.628		1.514	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T1 Km 0+080

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 10/01/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	19288	19423	19372	19559	19167	19375
Peso Molde	14968	14968	15207	15207	15272	15272
P. Húmedo	4320	4455	4165	4352	3895	4103
Volumen Muestra	2297.85	2297.85	2334.95	2334.95	2341.14	2341.14
Densidad Húmeda	1.880	1.939	1.784	1.864	1.664	1.753
Densidad Seca	1.700	1.732	1.613	1.642	1.505	1.529
Den. Seca Prom.	1.716		1.627		1.517	

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Nº	C1-1	C1-2	C4-1	C2-1	C2-2	C4-2	C3-1	C3-2	C5-1
P. Hum. + Recipiente	143.8	140.8	132.5	131.1	146.2	140.7	141.6	136.4	154.9
P. Seco + Recipiente	133	130.3	121.6	121.5	135.1	127.6	131.1	126.2	139
Peso Recipiente	31	30.8	30.5	30.5	31.1	30.8	30.8	30.8	30.5
Peso Agua	10.8	10.5	10.9	9.6	11.1	13.1	10.5	10.2	15.9
Peso Seco	102	99.5	91.1	91	104	96.8	100.3	95.4	108.5
Contenido Humedad %	10.59	10.55	11.96	10.55	10.67	13.53	10.47	10.69	14.65
Con. Hum. Prom. %	10.57		11.96	10.61		13.53	10.58		14.65
Agua Absorbida %	1.39			2.92			4.07		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R.



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T1 Km 0+080

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 26/02/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

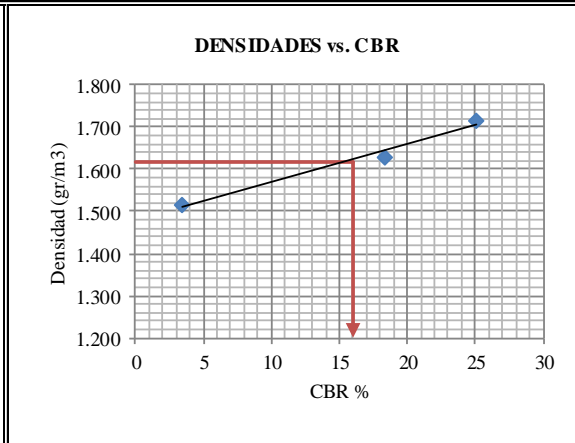
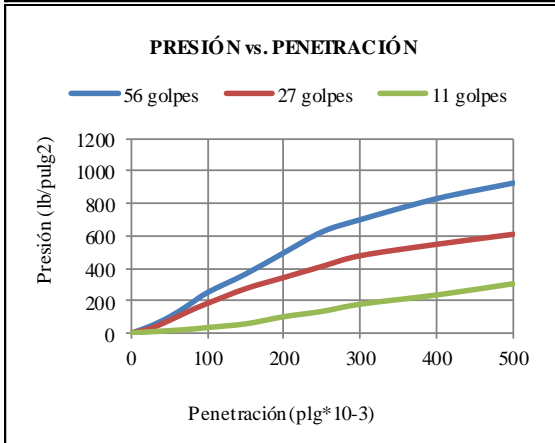
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C						
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2		%			
3-Jan-17	10:20	0	0.000				0.00	0	0.040				0.000				
4-Jan-17	10:10	1	0.000	4.97	0.00	0	0.100	5.02	6.00	1.2	0.000	5.11	0.00	0			
5-Jan-17	10:41	2	0.000		0.00	0	0.100		6.00	1.2	0.000		0.00	0			

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS) Área del pistón = 3 plg² Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)

Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	130.3	43.4		86.2	28.7			25.2	8.4			
1	0	50	300.6	100.2		236.2	78.7			45.2	15.1			
1	30	75	520.3	173.4		400.3	133.4			69	23.0			
2	0	100	753.6	251.2	25.1	550.3	183.4	18.3		102	34.0	34.0	3.4	
3	0	150	1096	365.4		820.6	273.5			170.4	56.8			
4	0	200	1490	496.5	33.1	1026	341.9	22.8		301.3	100.4	100.4	6.7	
5	0	250	1875	625.1		1231	410.2			398.6	132.9			
6	0	300	2100	700.1		1426	475.4			529.6	176.5			
8	0	400	2489	829.7		1636	545.4			698.6	232.9			
10	0	500	2776	925.4		1820	606.7			903.8	301.3			
CBR Corregido					25.1				18.3				3.4	



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	
1.716 gr/cm ³	25.1 %	1.704	gr/cm ³
1.627 gr/cm ³	18.3 %	1.619	gr/cm ³
1.517 gr/cm ³	3.4 %	CBR PUNTUAL	16.00 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T2-Km 0+120

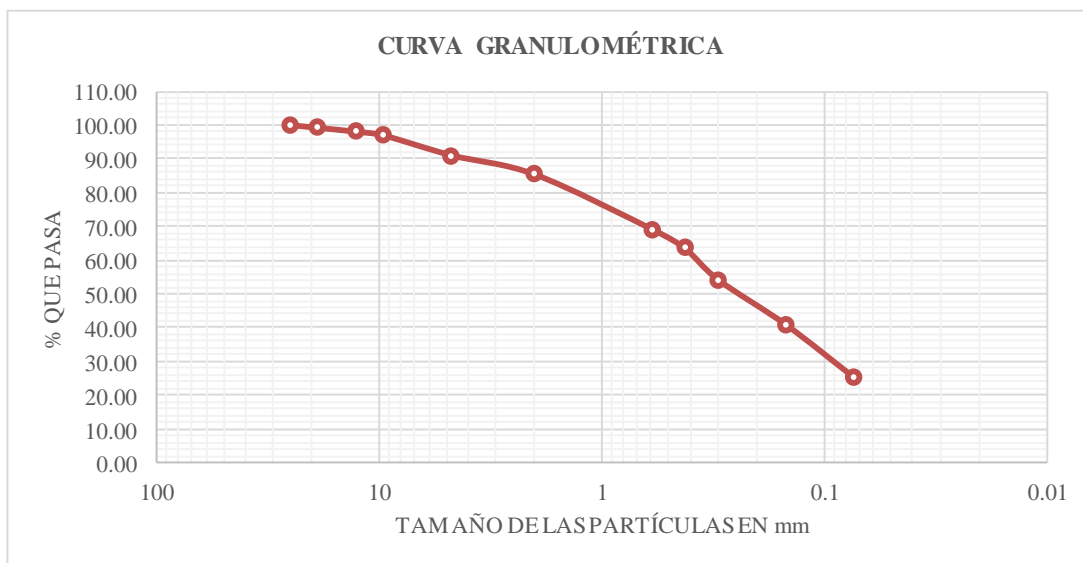
Norma: AASHTO T-87-70

Fecha: 06/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.1	16.4	0.82	99.18
1/2"	12.7	39.8	1.99	98.01
3/8"	9.52	63.2	3.16	96.84
N 4"	4.76	179.2	8.96	91.04
PASA N 4		1820.8	91.04	
N 10	2	54.8	5.70	85.34
N 30	0.59	211.7	22.02	69.02
N 40	0.425	264	27.46	63.58
N 50	0.3	354.1	36.83	54.21
N 100	0.149	481.4	50.07	40.97
N 200	0.074	630	65.53	25.51
PASA EL N 200		245.3	25.51	
TOTAL		2000	Clasificación SUCS: Arena Limosa Mal Graduada (SM) Índice plástico (Ip): No plástico (NP)	
PESO ANTES DE LA VADO		899.5		
PESO DESPUÉS DE LA VADO		875.3		
TOTAL - DIFERENCIA		24.2		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló

Abscisa: T2 Km 0+120

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 12/12/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Orozco Israel

Método: PROCTOR MODIFICADO

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

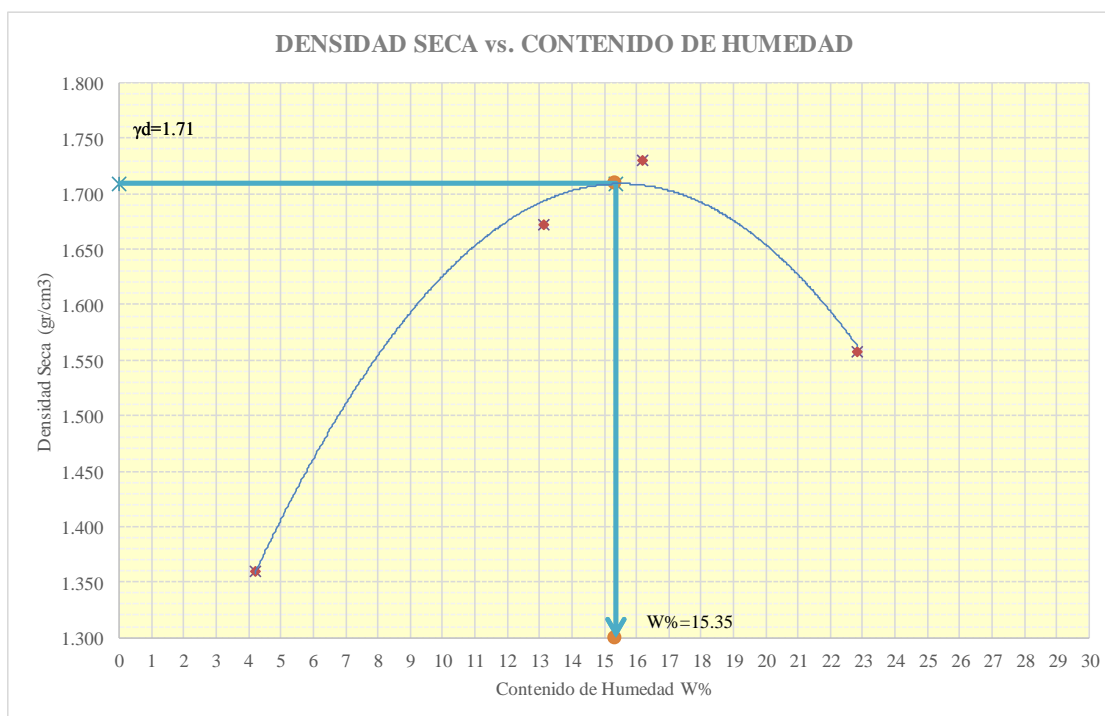
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10	lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	14788	Volumen molde cc:	2315.4	cm ³

1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	5	10	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	300	600	960	1200
P molde + Suelo húmedo	18070	19171	19443	19219
Peso suelo húmedo	3282	4383	4655	4431
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.417	1.893	2.010	1.914

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	72.4	86.2	77.9	83.2	46.8	50.9	59.5	59.9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	70	85	72.3	77.3	43.8	47	53	53.2
Peso del recipiente (Wr)	31	31.1	30.9	31.1	23.2	25.1	24.6	23.8
Peso del agua (Ww)	2.4	1.2	5.6	5.9	3	3.9	6.5	6.7
Peso suelo seco (Ws)	39	53.9	41.4	46.2	20.6	21.9	28.4	29.4
Contenido de humedad (W%)	6.15	2.23	13.53	12.77	14.56	17.81	22.89	22.79
Contenido de humedad prom (W%)	4.19		13.15		16.19		22.84	
Densidad seca en gr/cm ³	1.360		1.673		1.730		1.558	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T2 Km 0+120

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 10/01/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	19199	19337	19337	19529	19237	19465
Peso Molde	14718	14718	14907	14907	14922	14922
P. Húmedo	4481	4619	4430	4622	4315	4543
Volumen Muestra	2299.50	2299.50	2334.91	2334.91	2293.59	2293.59
Densidad Húmeda	1.949	2.009	1.897	1.980	1.881	1.981
Densidad Seca	1.665	1.701	1.601	1.635	1.595	1.633
Den. Seca Prom.	1.683		1.618		1.614	

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Nº	C1-1	C1-2	C4-1	C2-1	C2-2	C4-2	C3-1	C3-2	C5-1
P. Hum. + Recipiente	63	77.9	151.2	71	69.3	171.2	80.1	88.7	203.7
P. Seco + Recipiente	58.8	70.8	132.8	64.8	63.4	146.8	72.4	80.2	173.4
Peso Recipiente	33.4	30.3	31.1	32.2	30.6	30.9	30.4	32	31.2
Peso Agua	4.2	7.1	18.4	6.2	5.9	24.4	7.7	8.5	30.3
Peso Seco	25.4	40.5	101.7	32.6	32.8	115.9	42	48.2	142.2
Contenido Humedad %	16.54	17.53	18.09	19.02	17.99	21.05	18.33	17.63	21.31
Con. Hum. Prom. %	17.03		18.09	18.50		21.05	17.98		21.31
Agua Absorbida %	1.06			2.55			3.32		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R.



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia A)

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T2 Km 0+120

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 26/02/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

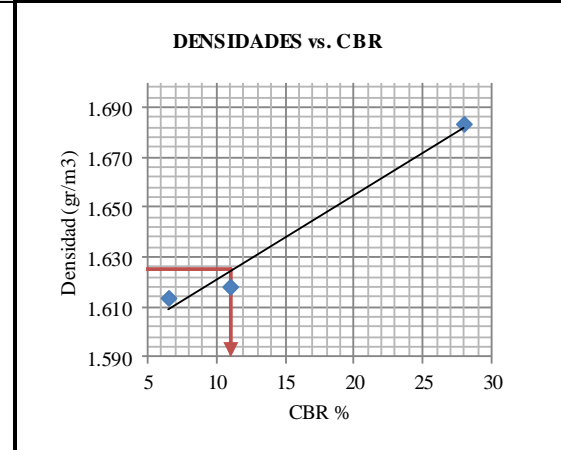
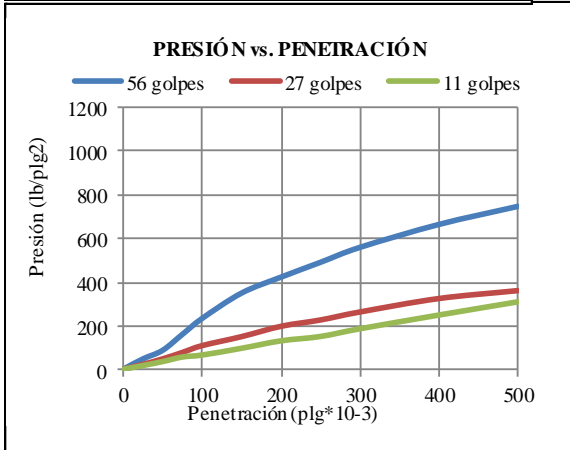
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C			
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%
10-Jan-17	9:20	0	0.020		0.00	0	0.000		0.00	0	0.100		0.00	0
11-Jan-17	9:32	1	0.120	4.97	10.00	2.01	0.000	5.02	0.00	0	0.100	5.11	0.00	0
12-Jan-17	9:25	2	0.120		10.00	2.01	0.100		10.00	1.99	0.100		0.00	0

ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS) Área del pistón = 3 plg2 Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)

Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet.	Q Carga	Presiones		CB R	Q Carga	Presiones		CB R	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.			"10-3	Leída			Corg	Leída			Corg	Leída	
			lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	142.6	47.5			68	22.7			21	17.0		
1	0	50	260.8	86.9			145	48.3			46.2	35.0		
1	30	75	480.6	160.2			235	78.3			76.1	56.0		
2	0	100	700	233.3	233.3	23.3	330.2	110.1	110.1	11.0	112.9	65.0	65.0	6.5
3	0	150	1050	350.0			456.2	152.1			198.8	96.0		
4	0	200	1270.3	423.4	423.4	28.2	600.6	200.2	200.2	13.3	318.1	130.0	130.0	8.7
5	0	250	1474.2	491.4			689.3	229.8			440.1	150.0		
6	0	300	1680.6	560.2			801.2	267.1			556.1	185.4		
8	0	400	1996.4	665.5			989.3	329.8			744.3	248.1		
10	0	500	2245.6	748.5			1100	366.7			925.7	308.6		
CBR Corregido						28.0	98.3			11.0				6.5



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	
1.683 gr/cm3	28.0 %	1.71	gr/cm3
1.618 gr/cm3	11.0 %	1.625	gr/cm3
1.614 gr/cm3	6.5 %	CBR PUNTUAL	11.00 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T-3Km 0+740

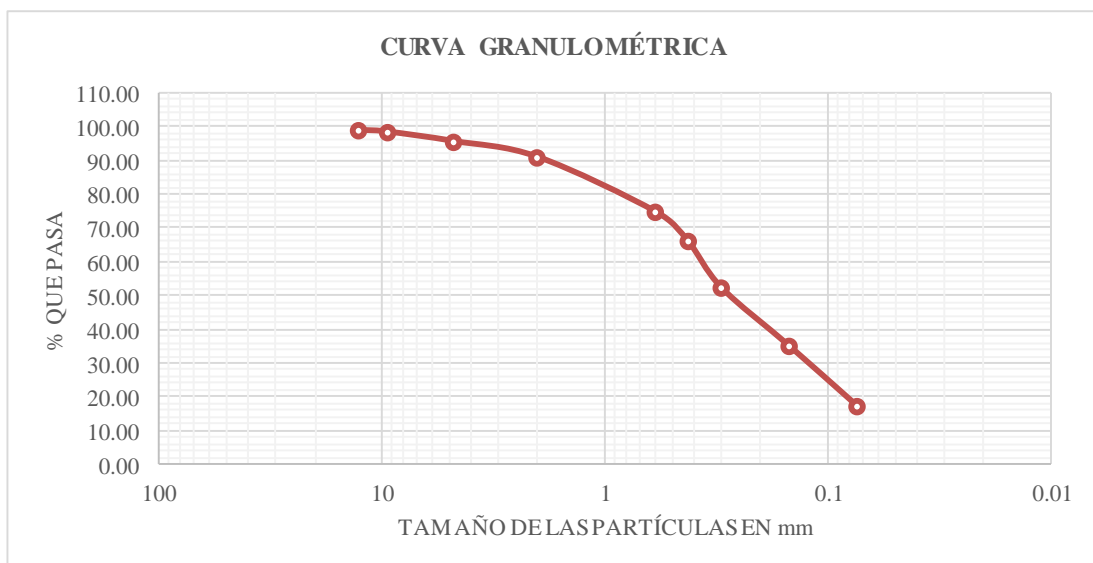
Norma: AASHTO T-87-70

Fecha: 06/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	22.1	1.11	98.90
3/8"	9.52	31.5	1.58	98.43
N 4"	4.76	87.7	4.39	95.62
PASA N 4		1912.3	95.62	
N 10	2	42.3	4.66	90.96
N 30	0.59	189.2	20.82	74.79
N 40	0.425	266.5	29.33	66.28
N 50	0.3	392.3	43.18	52.44
N 100	0.149	548.2	60.34	35.28
N 200	0.074	708.7	78.00	17.61
PASA EL N 200		160	17.61	
TOTAL		2000	Clasificación SUCS: Arena Limosa Mal Graduada (SM) Índice plástico (Ip): No plástico (NP)	
PESO ANTES DE LA VADO		878.1		
PESO DESPUÉS DE LA VADO		868.7		
TOTAL - DIFERENCIA		9.4		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló.

Abscisa: T3 Km 0+740

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 12/12/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egdo. Orozco Israel

Método: PROCTOR MODIFICADO

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	14788	Volumen molde cc:	2315.41 cm ³

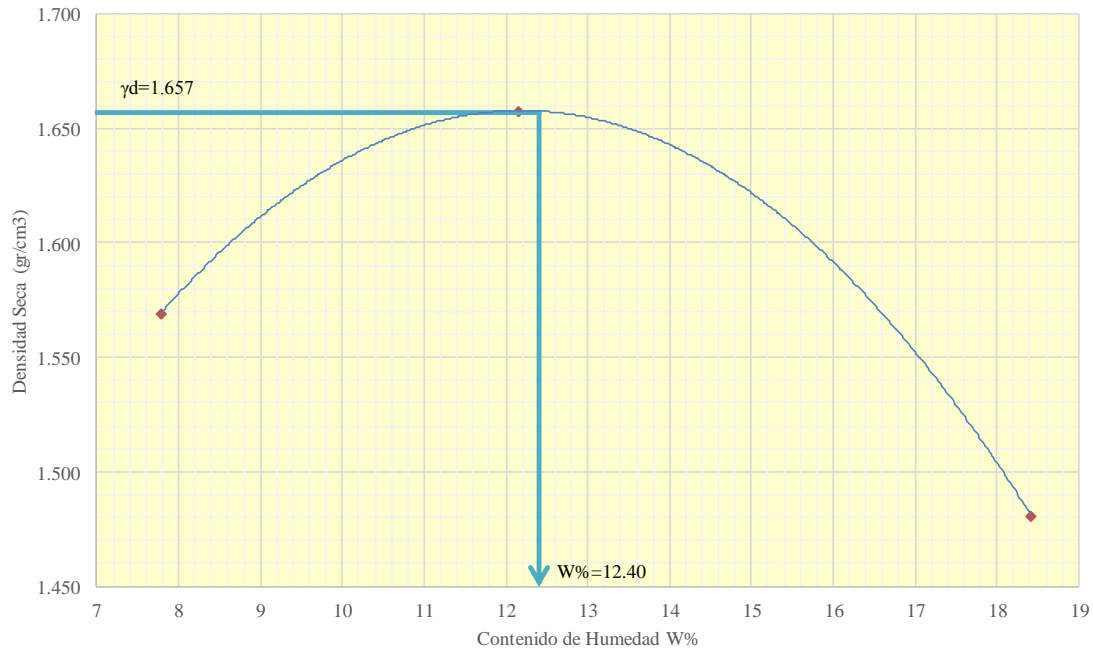
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	10	16	20	20
Humedad inicial añadida en (cc)	600	960	1200	1200
P molde + Suelo húmedo	17052	19093	17195	19027
Peso suelo húmedo	3869	4305	4012	4239
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.691	1.859	1.754	1.831

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K3-1	K3-2
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r)	104	118.4	92.4	106.4	89.5	87.6	105.8	109.5
Peso seco + recipiente (W _s +W _r)	99.2	111.6	85.7	98.2	80.5	78.7	92.6	94.7
Peso del recipiente (W _r)	31.4	31.4	30.6	30.7	31.1	30.9	31.4	31
Peso del agua (W _w)	4.8	6.8	6.7	8.2	9	8.9	13.2	14.8
Peso suelo seco (W _s)	67.8	80.2	55.1	67.5	49.4	47.8	61.2	63.7
Contenido de humedad (W%)	7.08	8.48	12.16	12.15	18.22	18.62	21.57	23.23
Contenido de humedad prom (W%)	7.78		12.15		18.42		22.40	
Densidad seca en gr/cm ³	1.569		1.658		1.481		1.496	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)

Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T3 Km 0+740

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 10/01/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	18882	18990	19085	19277	18820	19083
Peso Molde	14718	14718	14907	14907	14922	14922
P. Húmedo	4164	4272	4178	4370	3898	4161
Volumen Muestra	2299.50	2299.50	2334.91	2334.91	2293.59	2293.59
Densidad Húmeda	1.811	1.858	1.789	1.872	1.700	1.814
Densidad Seca	1.601	1.692	1.592	1.601	1.509	1.529
Den. Seca Prom.	1.647		1.596		1.519	

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	C1-1	C1-2	C4-1	C2-1	C2-2	C4-2	C3-1	C3-2	C5-1
P. Hum. + Recipiente	77.9	74	96.2	83.3	83.9	133.2	84.3	99.3	142.5
P. Seco + Recipiente	72.8	68.9	90.4	77.7	78	118.4	78.4	91.6	125
Peso Recipiente	33.4	30.3	31.1	32.3	30.7	30.8	30.4	31.9	31.2
Peso Agua	5.1	5.1	5.8	5.6	5.9	14.8	5.9	7.7	17.5
Peso Seco	39.4	38.6	59.3	45.4	47.3	87.6	48	59.7	93.8
Contenido Humedad %	12.94	13.21	9.78	12.33	12.47	16.89	12.29	12.90	18.66
Con. Hum. Prom. %	13.08		9.78	12.40		16.89	12.59		18.66
Agua Absorbida %	3.30		4.49		6.06				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R.



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T3 Km 0+740

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 26/02/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

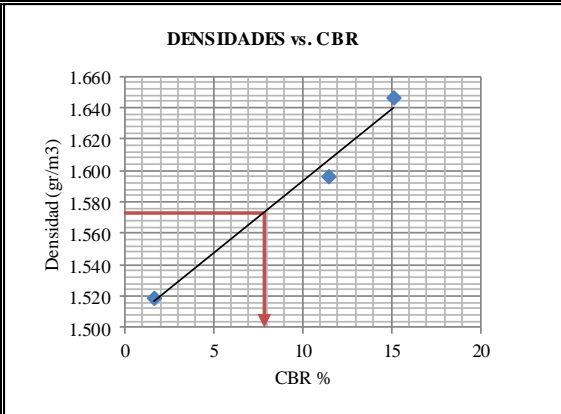
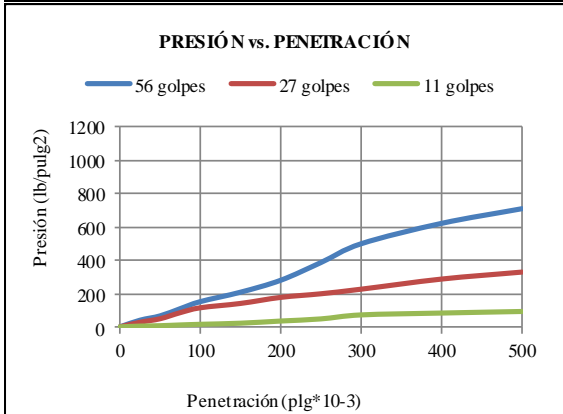
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C			
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%
16-Jan-17	14:20	0	0.000	4.97	0.00	0	0.000	5.02	0.00	0	0.000	5.11	0.00	0
17-Jan-17	14:17	1	0.200		20.00	4.02	0.040		4.00	0.8	0.000		0.00	0
18-Jan-17	14:35	2	0.200		20.00	4.02	0.040		4.00	0.8	0.000		0.00	0

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS) Área del pistón = 3 plg2 Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)

Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %	Q Carga lb	Presiones		CBR %
Min.	Seg.			Leída lb/pulg2	Corg			Leída lb/pulg2	Corg			Leída lb/pulg2	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	120.2	40.1		83	27.7			15.2	5.1			
1	0	50	198.23	66.1		146	48.7			22.3	7.4			
1	30	75	328.2	109.4		255	85.0			36.5	12.2			
2	0	100	455.2	151.7	15.7	343	114.3	114.3	11.4	48.6	16.2	16.2	1.6	
3	0	150	625.2	208.4		535	140.3			69.3	23.1			
4	0	200	840.6	280.2	280.2	731	176.6	176.6	11.8	110.2	36.7	36.7	2.4	
5	0	250	1159.6	386.5		913.4	198.2			150.2	50.1			
6	0	300	1498.6	499.5		1101	225.6			225.3	75.1			
8	0	400	1866	622.0		1443	286.2			260.3	86.8			
10	0	500	2130.3	710.1		1781	328.0			289.9	96.6			
CBR Corregido						15.2			11.4				1.6	



DENSIDADES		RESISTENCIAS	
1.647	gr/cm3	15.2	%
1.596	gr/cm3	11.4	%
1.519	gr/cm3	1.6	%

DENSIDAD MAX	1.656	gr/cm3
95% DE DM	1.573	gr/cm3
CBR PUNTUAL	7.90	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T4 Km 0+000

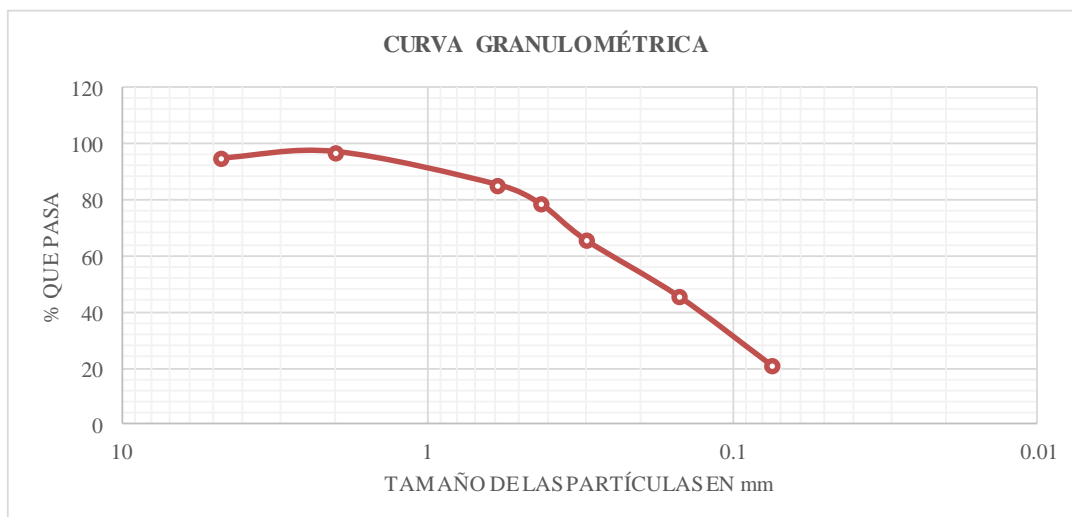
Norma: AASHTO T-87-70

Fecha: 06/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	13.9	0.695	99.305
1/2"	12.7	21.9	1.095	98.905
3/8"	9.52	35.2	1.76	98.24
N 4"	4.76	110.1	5.505	94.495
PASA N 4		1889.9	94.495	
N 10	2	25.9	3.16	96.84
N 30	0.59	121.1	14.79	85.21
N 40	0.425	177.1	21.63	78.37
N 50	0.3	283.3	34.60	65.40
N 100	0.149	446.3	54.51	45.49
N 200	0.074	645.9	78.89	21.11
PASA EL N 200		172.8	21.11	
TOTAL		2000	Clasificación SUCS: Arena Limosa Mal Graduada (SM) Índice plástico (Ip): No plástico (NP)	
PESO ANTES DE LA VADO		832		
PESO DESPUÉS DE LA VADO		818.7		
TOTAL - DIFERENCIA		13.3		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló.

Abscisa: T4 Km 0+000

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 12/12/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egdo. Orozco Israel

Método: PROCTOR MODIFICADO

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	14788 gr	Volumen molde cc:	2315.41 cm ³

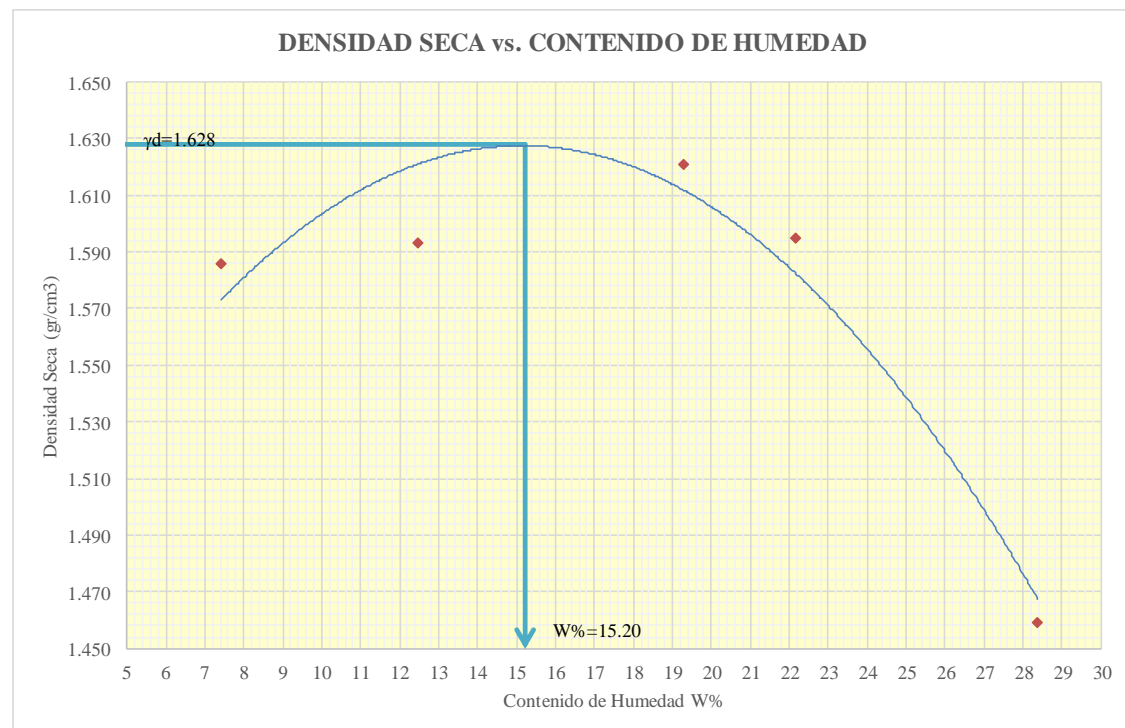
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D	E
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	5	10	16	20	20
Humedad inicial añadida en (cc)	300	600	960	1200	1200
P molde + Suelo húmedo	18734	18937	19265	19301	19126
Peso suelo húmedo	3946	4149	4477	4513	4338
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.704	1.792	1.934	1.949	1.874

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2	K5-1	K5-2
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r)	54.2	71.8	67.7	72.7	93.3	85.8	76.2	58	56.6	81.3
Peso seco + recipiente (W _s +W _r)	52.1	68.6	62.9	67.3	81.9	76.5	66.6	51.9	49.7	69.9
Peso del recipiente (W _r)	23	26.8	24.1	24.2	23.3	27.8	24.6	23.5	24.7	30.8
Peso del agua (W _w)	2.1	3.2	4.8	5.4	11.4	9.3	9.6	6.1	6.9	11.4
Peso suelo seco (W _s)	29.1	41.8	38.8	43.1	58.6	48.7	42	28.4	25	39.1
Contenido de humedad (W%)	7.22	7.66	12.37	12.53	19.45	19.10	22.86	21.48	27.60	29.16
Contenido de humedad prom (W%)	7.44		12.45		19.28		22.17		28.38	
Densidad seca en gr/cm ³	1.586		1.594		1.621		1.595		1.459	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)

Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T4 Km 0+000

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 10/01/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	19532	19682	19222	19423	18923	19209
Peso Molde	15222	15222	14907	14907	14922	14922
P. Húmedo	4310	4460	4315	4516	4001	4287
Volumen Muestra	2299.50	2299.50	2334.91	2334.91	2293.59	2293.59
Densidad Húmeda	1.874	1.940	1.848	1.934	1.744	1.869
Densidad Seca	1.600	1.638	1.574	1.589	1.492	1.528
Den. Seca Prom.	1.619		1.582		1.510	

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	C1-1	C1-2	C4-1	C2-1	C2-2	C4-2	C3-1	C3-2	C5-1
P. Hum. + Recipiente	77.8	75.9	99.9	81.1	82.6	118.2	78.8	79.9	89.2
P. Seco + Recipiente	70.9	69.6	89.1	73.9	75	102.6	71.5	73.3	78.6
Peso Recipiente	31	32.4	30.4	31.9	31.9	30.8	29	33.6	31.1
Peso Agua	6.9	6.3	10.8	7.2	7.6	15.6	7.3	6.6	10.6
Peso Seco	39.9	37.2	58.7	42	43.1	71.8	42.5	39.7	47.5
Contenido Humedad %	17.29	16.94	18.40	17.14	17.63	21.73	17.18	16.62	22.32
Con. Hum. Prom. %	17.11		18.40	17.39		21.73	16.90		22.32
Agua Absorbida %	1.28			4.34			5.42		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R.



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T4 Km 0+000

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 26/02/2017

Realizado por: Ego. Israel Orozco.

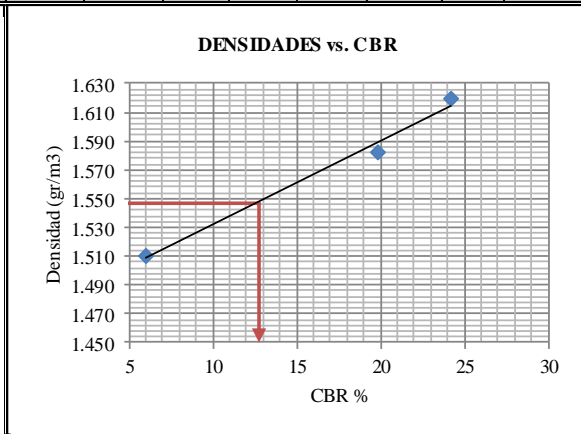
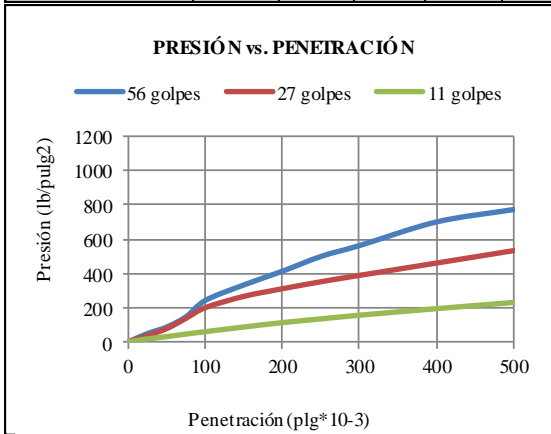
Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C						
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2		%			
8-Feb-17	14:15	0	0.540	4.97	0.00	0	0.489	5.02	0.00	0	0.297	5.11	0.00	0			
9-Feb-17	14:20	1	0.543		0.28	0.06	0.490		0.16	0.03	0.300		0.35	0.07			
10-Feb-17	14:25	2	0.543		0.28	0.06	0.491		0.24	0.05	0.302		0.47	0.09			

ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón = 3 plg2			Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)								
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	145	48.3			110.2	36.7			51	17.0		
1	0	50	260	86.7			230.4	76.8			92.7	30.9		
1	30	75	440.6	146.9			410.2	136.7			138.4	46.1		
2	0	100	726.5	242.2	242.2	24.2	596	198.7	198.7	19.9	181	60.3	60.3	6.0
3	0	150	998.7	332.9			792.6	264.2			265	88.3		
4	0	200	1239.4	413.1	413.1	27.5	926	308.7	308.7	20.6	343	114.3	114.3	7.6
5	0	250	1498.6	499.5			1047.8	349.3			410.2	136.7		
6	0	300	1689.6	563.2			1158.8	386.3			476	158.7		
8	0	400	2104.2	701.4			1374.5	458.2			593.2	197.7		
10	0	500	2321.8	773.9			1590.7	530.2			704.2	234.7		
CBR Corregido						24.2				19.9				6.0



DENSIDADES		RESISTENCIAS		DENSIDAD MAX		95% DE DM		CBR PUNTUAL	
1.619	gr/cm3	24.2	%	1.628	gr/cm3	1.547	gr/cm3	12.70	%
1.582	gr/cm3	19.9	%						
1.510	gr/cm3	6.0	%						



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T5 Km 0+462

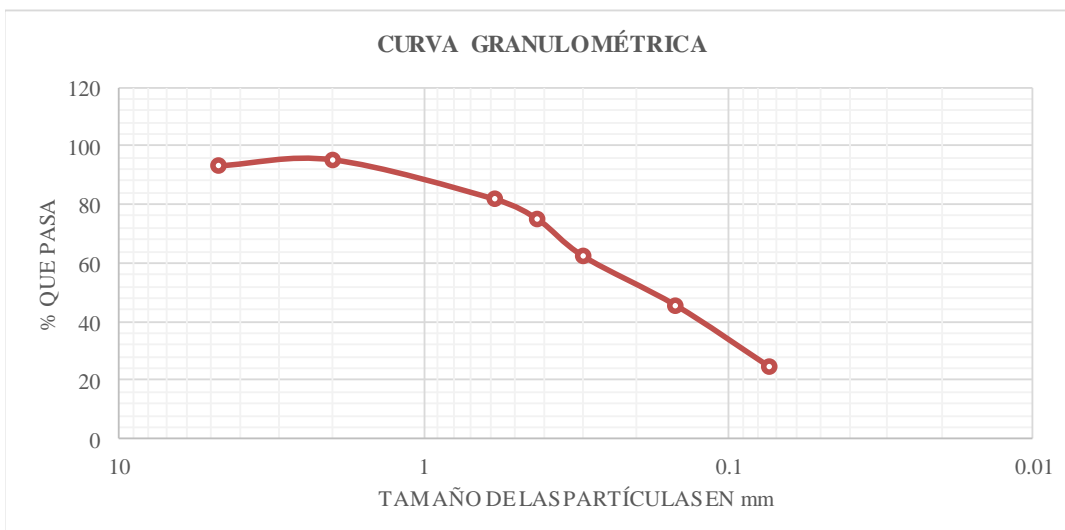
Norma: AASHTO T-87-70

Fecha: 06/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	31.6	1.58	98.42
1/2"	12.7	41.9	2.095	97.905
3/8"	9.52	61.4	3.07	96.93
N 4"	4.76	139.6	6.98	93.02
PASA N 4		1860.4	93.02	
N 10	2	37.7	4.94	95.06
N 30	0.59	139.5	18.26	81.74
N 40	0.425	192.2	25.16	74.84
N 50	0.3	288.7	37.79	62.21
N 100	0.149	416.2	54.48	45.52
N 200	0.074	573.7	75.10	24.90
PASA EL N 200		190.2	24.90	
TOTAL		2000	Clasificación SUCS: Arena Limosa Mal Graduada (SM) Índice plástico (Ip): No plástico (NP)	
PESO ANTES DE LA VADO		776.4		
PESO DESPUÉS DE LA VADO		763.9		
TOTAL - DIFERENCIA		12.5		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló.

Abscisa: T5 Km 0+462

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 12/12/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egdo. Orozco Israel

Método: PROCTOR MODIFICADO

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

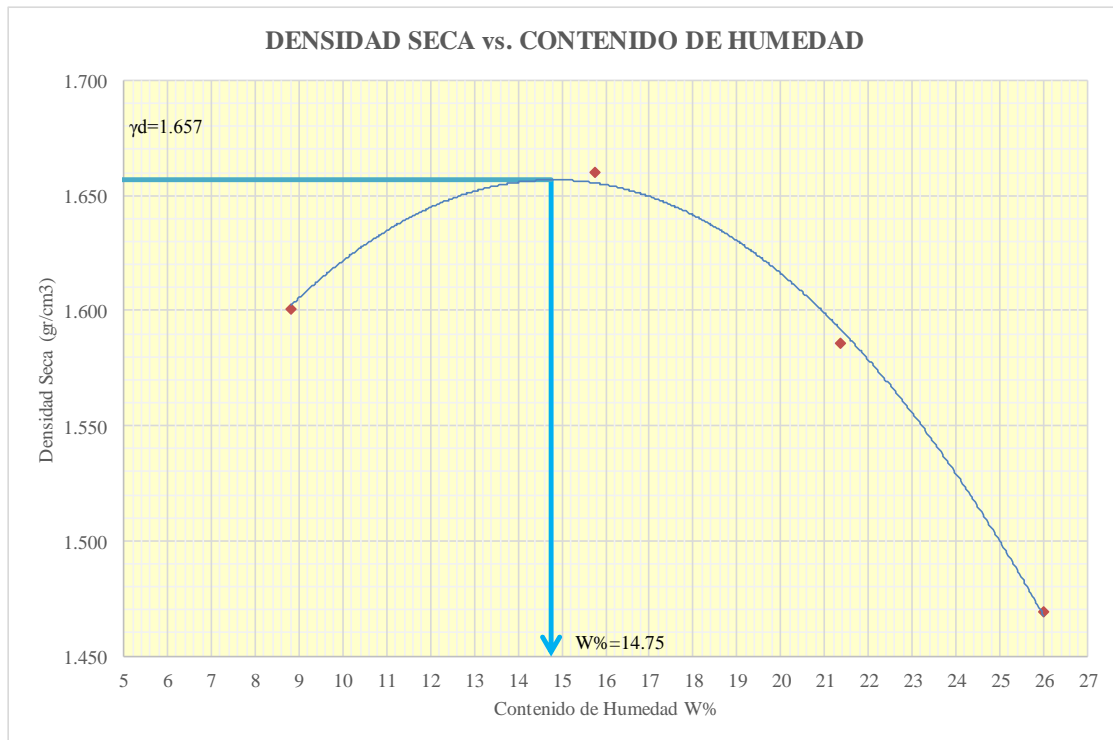
Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10	lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	14788	Volumen molde cc:	2321.51	cm ³

1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DEL LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	5	10	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	300	600	960	1200
P molde + Suelo húmedo	18834	19250	19257	19087
Peso suelo húmedo	4046	4462	4469	4299
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.743	1.922	1.925	1.852

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r)	77.9	66.5	69	76.2	76.1	82.6	89.6	92.5
Peso seco + recipiente (W _s +W _r)	73.8	63.9	63.2	70.8	68.2	73.5	77.5	79.9
Peso del recipiente (W _r)	31.4	31.4	30.9	31	31.1	31	31.4	31
Peso del agua (W _w)	4.1	2.6	5.8	5.4	7.9	9.1	12.1	12.6
Peso suelo seco (W _s)	42.4	32.5	32.3	39.8	37.1	42.5	46.1	48.9
Contenido de humedad (W%)	9.67	8.00	17.96	13.57	21.29	21.41	26.25	25.77
Contenido de humedad prom (W%)	8.83		15.76		21.35		26.01	
Densidad seca en gr/cm ³	1.601		1.660		1.586		1.470	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)

Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T5 Km 0+462

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 10/01/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	19827	19977	19510	19711	19019	19341
Peso Molde	15222	15222	14907	14907	14922	14922
P. Húmedo	4605	4755	4603	4804	4097	4419
Volumen Muestra	2297.85	2297.85	2334.95	2334.95	2341.14	2341.14
Densidad Húmeda	2.004	2.069	1.971	2.057	1.750	1.888
Densidad Seca	1.687	1.689	1.642	1.642	1.469	1.492
Den. Seca Prom.	1.688		1.642		1.480	

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K4-1	K2-1	K2-2	K4-2	K3-1	K3-2	K5-1
P. Hum. + Recipiente	71.3	80.6	99.6	71.9	73.7	132.3	69.9	71.6	136
P. Seco + Recipiente	65.4	73	87	65.4	67.1	111.8	63.3	65.4	114
Peso Recipiente	33	33.8	31.1	32.3	34.8	30.8	31.2	30.5	31.1
Peso Agua	5.9	7.6	12.6	6.5	6.6	20.5	6.6	6.2	22
Peso Seco	32.4	39.2	55.9	33.1	32.3	81	32.1	34.9	82.9
Contenido Humedad %	18.21	19.39	22.54	19.64	20.43	25.31	20.56	17.77	26.54
Con. Hum. Prom. %	18.80		22.54	20.04		25.31	19.16		26.54
Agua Absorbida %	3.74		5.27		7.38				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R.



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T5 Km 0+462

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 26/02/2017

Realizado por: Ego. Israel Orozco.

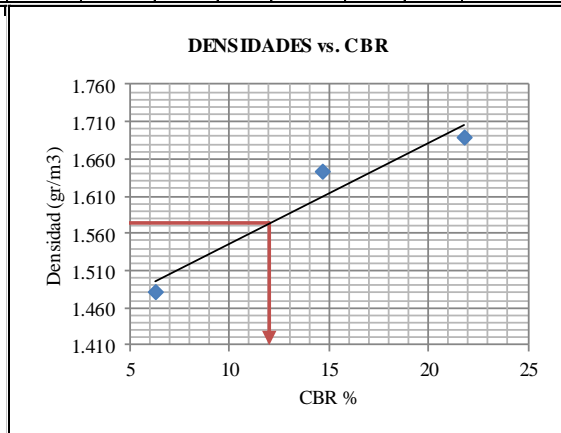
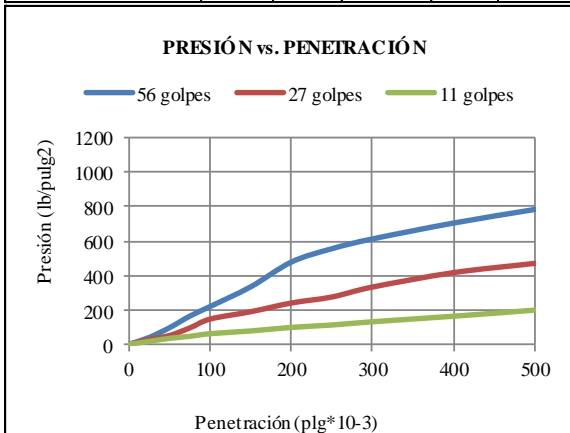
Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Molde Número			A				B				C						
Fecha		Tiempo	Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj		Lect. Dial (plg)	h		Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%	Mues plg.		plg *10-2	%	Mues plg.	plg *10-2		%	Mues plg.	plg *10-2	%
18-Feb-17	14:35	0	0.579	4.97	0.00	0	0.528	5.02	0.00	0	0.315	5.11	0.00	0			
19-Feb-17	14:10	1	0.582		0.27	0.06	0.530		0.24	0.05	0.324		0.92	0.18			
21-Feb-17	14:28	2	0.583		0.39	0.08	0.531		0.27	0.05	0.325		1.02	0.2			

ENSAYO DE CARGA - PENEIRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)			Área del pistón = 3 plg ²			Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)								
Molde Número			A				B				C			
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg ²		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
0	30	25	120	40.0			86.3	28.8			52.3	17.4		
1	0	50	289	96.3			154.2	51.4			106.2	35.4		
1	30	75	489.2	163.1			286.4	95.5			142.3	47.4		
2	0	100	655.2	218.4	218.4	21.8	440.2	146.7	146.7	14.7	189.2	63.1	63.1	6.3
3	0	150	996.5	332.2			568.2	189.4			238.1	79.4		
4	0	200	1425	475.0	475.0	31.7	720.1	240.0	240.0	16.0	301.2	100.4	100.4	6.7
5	0	250	1656	552.0			825.1	275.0			344.6	114.9		
6	0	300	1825	608.4			998.6	332.9			402.5	134.2		
8	0	400	2100	700.0			1250.2	416.7			501.2	167.1		
10	0	500	2335	778.3			1411	470.3			610.3	203.4		
CBR Corregido						21.8				14.7				6.3



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	RESISTENCIA
1.688 gr/cm ³	21.8 %	1.657 gr/cm ³	
1.642 gr/cm ³	14.7 %	95% DE DM	1.574 gr/cm ³
1.480 gr/cm ³	6.3 %	CBR PUNTUAL	12.00 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
GRANULOMETRÍA



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T6 Km 0+180

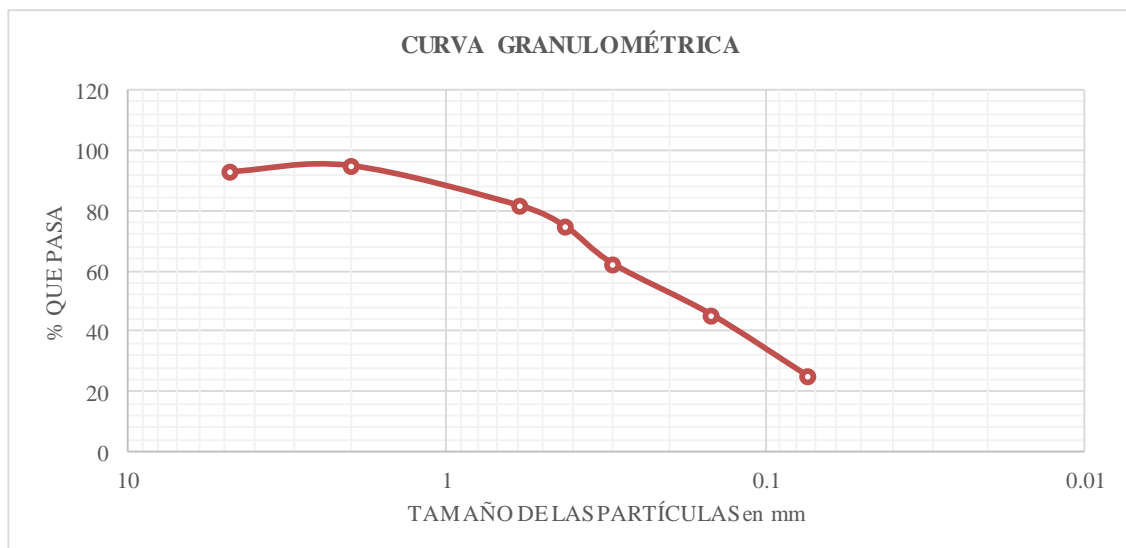
Norma: AASHTO T-87-70

Fecha: 06/12/2016

Realizado por: Egdo. Israel Orozco

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	23.9	1.195	98.805
3/8"	9.52	42.8	2.14	97.86
N 4"	4.76	146.1	7.305	92.695
PASA N 4		1853.9	92.695	
N 10	2	42.5	5.56	94.44
N 30	0.59	193.1	25.28	74.72
N 40	0.425	258.7	33.87	66.13
N 50	0.3	369.7	48.40	51.60
N 100	0.149	334.3	43.76	56.24
N 200	0.074	694.1	90.86	9.14
PASA EL N 200		146.2	19.14	
TOTAL		2000	Clasificación SUCS: Arena Limosa Mal Graduada (SM) Índice plástico (Ip): No plástico (NP)	
PESO ANTES DE LA VADO		860.25		
PESO DESPUÉS DE LA VADO		840.3		
TOTAL - DIFERENCIA		19.95		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló.

Abscisa: T6 Km 0+180

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Fecha: 12/12/2016

Norma: AASHTO T-180

Realizado por: Egdo. Orozco Israel

Método: PROCTOR MODIFICADO

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Perez

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Número de golpes:	56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs
Altura de caída:	18"	Peso del molde:	14788	Volumen molde cc:	2321.51 cm ³

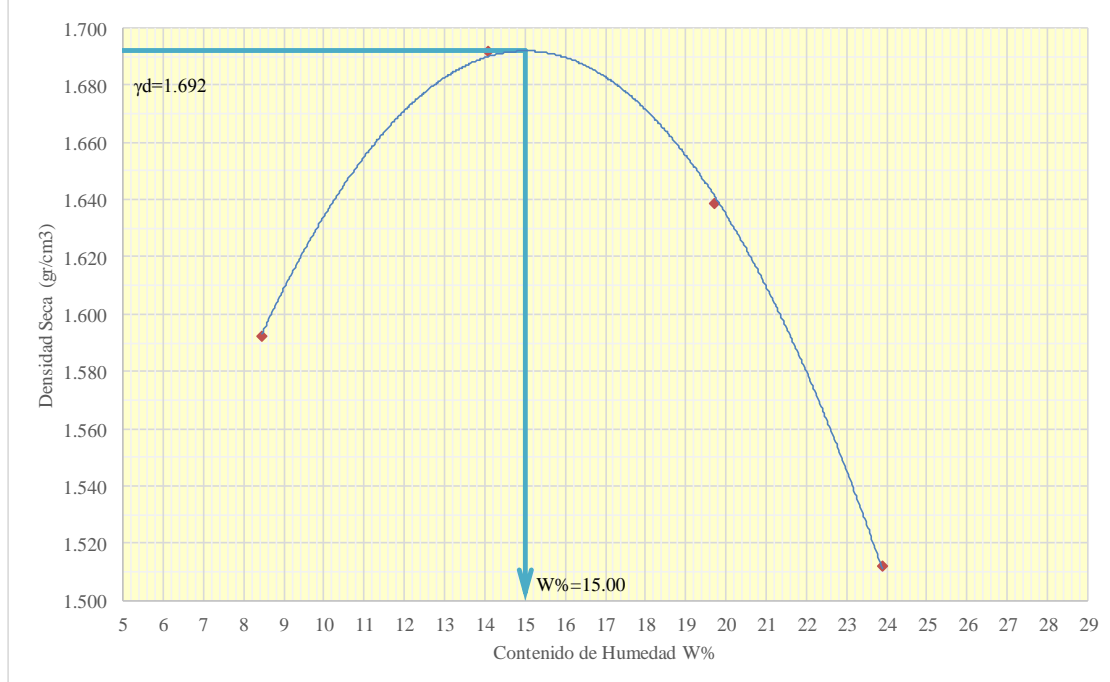
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	A	B	C	D
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida en %	5	10	16	20
Humedad inicial añadida en (cc)	300	600	960	1200
P molde + Suelo húmedo	18797	19269	19342	19137
Peso suelo húmedo	4009	4481	4554	4349
Densidad húmeda en gr/cm ³	1.727	1.930	1.962	1.873

2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2
Peso húmedo + recipiente (W _m +W _r)	56.8	77.5	63.9	69.4	79.1	71.7	82	73.7
Peso seco + recipiente (W _s +W _r)	54.9	73.7	60	64.5	71.1	65.1	72.2	65.5
Peso del recipiente (W _r)	31.4	30.6	31.3	30.8	31.2	31	31.4	31
Peso del agua (W _w)	1.9	3.8	3.9	4.9	8	6.6	9.8	8.2
Peso suelo seco (W _s)	23.5	43.1	28.7	33.7	39.9	34.1	40.8	34.5
Contenido de humedad (W%)	8.09	8.82	13.59	14.54	20.05	19.35	24.02	23.77
Contenido de humedad prom (W%)	8.45		14.06		19.70		23.89	
Densidad seca en gr/cm ³	1.592		1.692		1.639		1.512	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (CBR)

Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T6 Km 0+180

Norma: ASTM D 1883-99

Fecha: 10/01/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	A		B		C	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes por capa	56		27		11	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
P. Hum. + Molde	19667	19799	19312	19632	19169	19521
Peso Molde	15222	15222	14907	14907	14922	14922
P. Húmedo	4445	4577	4405	4725	4247	4599
Volumen Muestra	2297.85	2297.85	2334.95	2334.95	2341.14	2341.14
Densidad Húmeda	1.934	1.992	1.887	2.024	1.814	1.964
Densidad Seca	1.650	1.641	1.600	1.626	1.536	1.552
Den. Seca Prom.	1.646		1.613		1.544	

2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	K1-1	K1-2	K4-1	K2-1	K2-2	K4-2	K3-1	K3-2	K5-1
P. Hum. + Recipiente	86.5	101.2	72.6	99.4	82.1	102	90.7	89.1	114
P. Seco + Recipiente	78.4	91.4	65.3	89.5	74.2	88	82.1	80.3	96.6
Peso Recipiente	31.5	34.4	31.1	33.2	30.7	30.8	33.9	32.3	31.1
Peso Agua	8.1	9.8	7.3	9.9	7.9	14	8.6	8.8	17.4
Peso Seco	46.9	57	34.2	56.3	43.5	57.2	48.2	48	65.5
Contenido Humedad %	17.27	17.19	21.35	17.58	18.16	24.48	17.84	18.33	26.56
Con. Hum. Prom. %	17.23		21.35	17.87		24.48	18.09		26.56
Agua Absorbida %	4.11		6.60		8.48				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE C.B.R.



Proyecto: Diseño geométrico de los tramos viales que unen los sectores Quitocucho y Segovia Alto.

Sector: Parroquias Bolívar y Huambaló - Caseríos Quitocucho Segovia Alto.

Ubicación: Cantón San Pedro de Pelileo.

Abscisa: T6 Km 0+180

Norma: ASTM D 1883-99

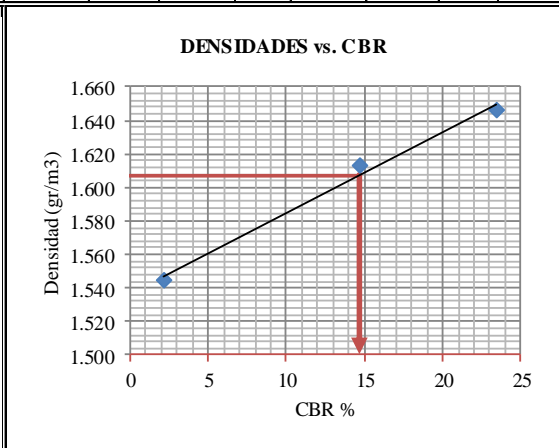
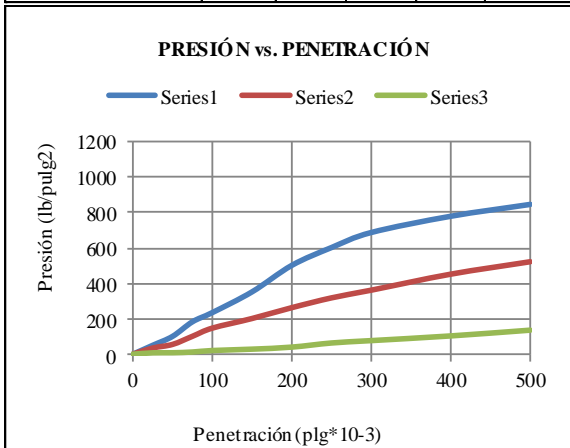
Fecha: 26/02/2017

Realizado por: Egdo. Israel Orozco.

Aprobado por: Ing. Mg. Lorena Pérez.

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO														
Molde Número			A				B			C				
Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj		Lect. Dial (plg)	h	Esponj	
Día y Mes	Hora	Días		Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%		Mues plg.	plg *10-2	%
22-Feb-17	14:35	0	0.579		0.00	0	0.528		0.00	0	0.315		0.00	0
23-Feb-17	14:10	1	0.582	0.00	0.27	0.06	0.530	0.00	0.24	0.05	0.324	0.00	0.92	0.18
24-Feb-17	14:28	2	0.583		0.39	0.08	0.531		0.27	0.05	0.325		1.02	0.2

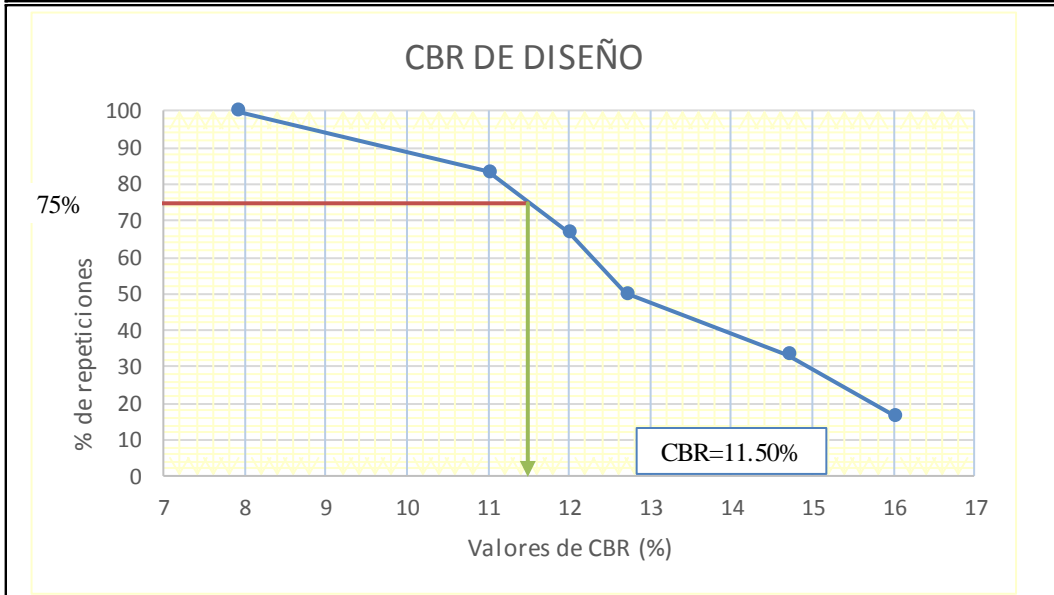
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN														
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				Área del pistón = 3 plg2				Velocidad de carga = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)						
Molde Número			A				B			C				
Tiempo		Penet. "10-3	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CBR %	Q Carga lb	Presiones lb/pulg2		CBR %
Min.	Seg.			Leída	Corg			Leída	Corg			Leída	Corg	
		0	0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0	30	25	150	50.0			104	34.7			24	8.0		
1	0	50	301	100.3			165.6	55.2			25.6	8.5		
1	30	75	546.3	182.1			302.5	100.8			38.6	12.9		
2	0	100	701.2	233.7	233.7	23.4	440.2	146.7	146.7	14.7	65.2	21.7	21.7	2.2
3	0	150	1050	350.1			602.3	200.8			89.2	29.7		
4	0	200	1496	498.8	498.8	33.3	785.6	261.9	261.9	17.5	125.6	41.9	41.9	2.8
5	0	250	1797	598.9			950.6	316.9			198.5	66.2		
6	0	300	2050	683.4			1080.6	360.2			240.5	80.2		
8	0	400	2324	774.5			1350.6	450.2			323.6	107.9		
10	0	500	2523	841.1			1560.2	520.1			425.6	141.9		
CBR Corregido						23.4				14.7				2.2



DENSIDADES	RESISTENCIAS
1.646 gr/cm3	23.4 %
1.613 gr/cm3	14.7 %
1.544 gr/cm3	2.2 %

DENSIDAD MAX	1.692	gr/cm3
95% DEDM	1.607	gr/cm3
CBR PUNTUAL	14.70	%

DISTRIBUCIÓN DE CBR					
ABSCISA	A	B	C	A	Valores de CBR obtenidos de ensayos
Abscisa: T3 Km 0+740	7.90	6	100	B	Número de CBR iguales o mayores
Abscisa: T2 Km 0+120	11.00	5	83.333	C	Porcentaje de CBR iguales o mayores
Abscisa: T5 Km 0+462	12.00	4	66.667	Observaciones:	
Abscisa: T4 Km 0+000	12.70	3	50	Percentil para hallar la resistencia de diseño es:	
Abscisa: T6 Km 0+180	14.70	2	33.333	75 %	
Abscisa: T1 Km 0+080	16.00	1	16.667		
Serie para graficar el CBR de diseño					
x	0	11.5	11.5	11.5	
y	75	75	0	75	



Conclusión: El CBR de diseño del proyecto es 11.5 %

ANEXO C: Análisis de Precios Unitarios

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

HOJA: 1 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: HA

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Tractor de oruga 200 hp	1.00	35.0000	35.00000	1.80000	63.00000
Cargadora frontal	1.00	40.0000	40.00000	1.80000	72.00000
Volquete de 12 m3	1.00	37.5000	37.50000	1.80000	67.50000
Motosierra	1.00	4.5000	4.50000	1.80000	8.10000
Herramientas manuales (5% M.O.)					3.63087

SUBTOTAL (M)

214.23087

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	7	3.41	23.87000	1.80000	42.96600
CHOFER: Volquetas	1	5.00	5.00000	1.80000	9.00000
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	1.80000	0.68940
Op. de Tractor carriles o ruedas (bulldozer, topador, roturador, malacate, trailla)	1	3.82	3.82000	1.80000	6.87600
Op. de Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	1	3.82	3.82000	1.80000	6.87600
Operador de equipo liviano	1	3.45	3.45000	1.80000	6.21000

SUBTOTAL (N)

72.61740

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		286.84827
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20.00%	57.36965
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		344.22
VALOR OFERTADO		344.22

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
REPLANTEO Y NIVELACIÓN

HOJA: 2 DE 26

DETALLE:
Se utilizará aparatos topográficos de precisión

UNIDAD: KM

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					18.42100
Equipo topográfico	1.00	10.0000	10.00000	26.00000	260.00000
SUBTOTAL (M)					278.42100

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cadenero	3	3.45	10.35000	26.00000	269.10000
Topógrafo 2: titulo exper. mayor a 5 años(Estr.Oc.C1)	1	3.82	3.82000	26.00000	99.32000
SUBTOTAL (N)					368.42000

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Estacas-varios	global.	60.0000	0.2200	13.20000
Mojón	U.	10.0000	10.0000	100.00000
SUBTOTAL (O)				113.20000

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		760.04100
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	152.01
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		912.05
VALOR OFERTADO		912.05

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
EXCAVACION EN SUELO

HOJA: 3 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Tractor de oruga 245 hp	1.00	68.0000	68.00000	0.00500	0.34000
Excavadora de orugas 340LC 247 HP	1.00	45.0000	45.00000	0.00500	0.22500
Motoniveladora 14G	1.00	45.0000	45.00000	0.00500	0.22500
Rodillo Vibratorio liso 11.5 TON	1.00	35.0000	35.00000	0.00500	0.17500
Tanquero 300 GL	1.00	18.7500	18.75000	0.00500	0.09375
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.00923

SUBTOTAL (M) 1.06798

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	1	3.83	3.83000	0.00500	0.01915
Op. de Tractor carriles o ruedas (bulldozer. topador. roturador. malacate. trailla)	1	3.82	3.82000	0.00500	0.01910
Op. de Excavadora	1	3.82	3.82000	0.00500	0.01910
CHOFER: Tanqueros	1	5.00	5.00000	0.00500	0.02500
Peón	6	3.41	20.46000	0.00500	0.10230

SUBTOTAL (N) 0.18465

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.25263
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	0.25
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.50
VALOR OFERTADO	1.50

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
LIMPIEZA DE DERRUMBES

HOJA: 4 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cargadora frontal	1.00	40.0000	40.00000	0.01250	0.50000
Volquete de 12 m3	2.00	37.5000	75.00000	0.01250	0.93750
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.01954

SUBTOTAL (M) 1.45704

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	1	3.83	3.83000	0.01250	0.04788
Op. de Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	0.1	3.82	0.38200	0.01250	0.00478
Peón	5	3.41	17.05000	0.01250	0.21313
CHOFER: Volquetas	2	5.00	10.00000	0.01250	0.12500

SUBTOTAL (N) 0.39078

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1.84782
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	0.36956
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.22
VALOR OFERTADO	2.22

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE

HOJA: 5 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M2

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Motoniveladora 14G	1.00	45.0000	45.00000	0.00286	0.12870
Rodillo Vibratorio liso 11.5 TON	1.00	35.0000	35.00000	0.00286	0.10010
Tanquero 300 GL	1.00	18.7500	18.75000	0.00286	0.05363
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.00281

SUBTOTAL (M) 0.28524

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.00286	0.00110
Op. de Motoniveladora	1	3.82	3.82000	0.00286	0.01093
Op. Rodillo autopropulsado	1	3.64	3.64000	0.00286	0.01041
CHOFER: Tanqueros	1	5.00	5.00000	0.00286	0.01430
Peón	2	3.41	6.82000	0.00286	0.01951

SUBTOTAL (N) 0.05624

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		0.34148
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	0.07
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.41
VALOR OFERTADO		0.41

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
SUB_BASE CLASE 3

HOJA: 6 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.04250
Motoniveladora 14G	1.00	45.0000	45.00000	0.02700	1.21500
Rodillo Vibratorio liso 11.5 TON	1.00	35.0000	35.00000	0.02700	0.94500
Tanquero 300 GL	0.10	18.7500	1.87500	0.02700	0.05063
Volquete de 8 m3	1.00	20.0000	20.00000	0.02700	0.54000

SUBTOTAL (M) 2.79313

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.02700	0.01034
Op. de Motoniveladora	1	3.82	3.82000	0.02700	0.10314
Op. Rodillo autopropulsado	1	3.64	3.64000	0.02700	0.09828
CHOFER: Tanqueros	1	5.00	5.00000	0.02700	0.13500
Peón	4	3.41	13.64000	0.02700	0.36828
CHOFER: Volquetas	1	5.00	5.00000	0.02700	0.13500

SUBTOTAL (N) 0.85004

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Sub-Base clase 3	m3	1.2000	10.0000	12.00000
Agua-	m3	0.0300	2.5000	0.07500

SUBTOTAL (O) 12.07500

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		15.71817
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	3.14
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		18.86
VALOR OFERTADO		18.86

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
BASE CLASE II

HOJA: 7 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.04766
Motoniveladora 14G	1.00	45.0000	45.00000	0.02700	1.21500
Rodillo Vibratorio liso 11.5 TON	1.00	35.0000	35.00000	0.02700	0.94500
Tanquero 300 GL	1.00	18.7500	18.75000	0.02700	0.50625
Cargadora frontal	1.00	40.0000	40.00000	0.02700	1.08000
Volquete de 8 m3	1.00	20.0000	20.00000	0.02700	0.54000

SUBTOTAL (M)

4.33391

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.02700	0.01034
Op. de Motoniveladora	1	3.82	3.82000	0.02700	0.10314
Op. Rodillo autopropulsado	1	3.64	3.64000	0.02700	0.09828
Op. de Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	1	3.82	3.82000	0.02700	0.10314
CHOFER: Tanqueros	1	5.00	5.00000	0.02700	0.13500
Peón	4	3.41	13.64000	0.02700	0.36828
CHOFER: Volquetas	1	5.00	5.00000	0.02700	0.13500

SUBTOTAL (N)

0.95320

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Agua-	m3	0.0300	2.5000	0.07500
Base Clase 2	m3.	1.2500	13.0000	16.25000

SUBTOTAL (O)

16.32500

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		21.61211
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	4.32
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		25.93
VALOR OFERTADO		25.93

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
CAPA DE RODADURA DE HOR. ASF. MEZCLADO EN PLANTA (D=5.00 cm)

HOJA: 8 DE 26

DETALLE: UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Planta asfáltica	1.00	120.0000	120.00000	0.00339	0.40680
Cargadora frontal	1.00	40.0000	40.00000	0.00339	0.13560
Terminadora de asfalto	1.00	80.0000	80.00000	0.00339	0.27120
Rodillo liso vibratorio doble tambor	1.00	25.6000	25.60000	0.00339	0.08678
Rodillo liso tandem	1.00	30.0000	30.00000	0.00339	0.10170
Caldero Calentador de Asfalto	1.00	7.1000	7.10000	0.00339	0.02407
Generador electrico 275 HP 210KW	1.00	11.4700	11.47000	0.00339	0.03888
Volquete de 8 m3	1.00	20.0000	20.00000	0.00339	0.06780
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.01176

SUBTOTAL (M) 1.14460

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.5	3.83	1.91500	0.00339	0.00649
Op. Responsable de la planta asfáltica	1	3.64	3.64000	0.00339	0.01234
Op. de Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	1	3.82	3.82000	0.00339	0.01295
Op. Acabadora de pavimento asfáltico	1	3.64	3.64000	0.00339	0.01234
Op. Rodillo autopropulsado	1	3.64	3.64000	0.00339	0.01234
Peón	14	3.41	47.74000	0.00339	0.16184
CHOFER: Volquetas	1	5.00	5.00000	0.00339	0.01695

SUBTOTAL (N) 0.23525

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Asfalto AP-3	KG	8.2500	0.4000	3.30000	
Agregado fino para asfaltos	M3	0.0400	13.5000	0.54000	
Diesel	Lt.	2.2700	0.2589	0.58770	
Aditivo para asfaltos	lt	0.3000	4.0000	1.20000	
Ripio triturado	m3.	0.0500	15.0000	0.75000	

SUBTOTAL (O) 6.37770

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		7.75755
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	1.55
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		9.31
VALOR OFERTADO		9.31

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACION (1.5 Lt./m2.)

HOJA: 9 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: LT

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.00198
Escoba autopropulsada	1.00	17.1700	17.17000	0.00160	0.02747
Distribuidora de asfalto	1.00	70.0000	70.00000	0.00160	0.11200

SUBTOTAL (M) 0.14145

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	1	3.83	3.83000	0.00160	0.00613
Op. de Barredora autopropulsada	1	3.64	3.64000	0.00160	0.00582
Op. Distribuidor de asfalto	1	3.64	3.64000	0.00160	0.00582
Peón	4	3.41	13.64000	0.00160	0.02182

SUBTOTAL (N) 0.03960

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Asfalto	Lt.	1.0500	0.3500	0.36750
Diesel gl	Gl	0.0500	1.0800	0.05400

SUBTOTAL (O) 0.42150

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		0.60255
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	0.12
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.72
VALOR OFERTADO		0.72

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS LATERALES

HOJA: 10 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.10627
Excavadora de orugas 340LC 247 HP	1.00	45.0000	45.00000	0.10000	4.50000

SUBTOTAL (M) **4.60627**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.10000	0.03830
Op. de Excavadora	1	3.82	3.82000	0.10000	0.38200
Peón	5	3.41	17.05000	0.10000	1.70500

SUBTOTAL (N) **2.12530**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		6.73157
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	1.35
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		8.08
VALOR OFERTADO		8.08

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
MURO DE H.S PARA CABEZALES (F'C=210KG/CM2).

HOJA: 11 DE 26

DETALLE: UNIDAD: M3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.24716
Concretera	1.00	3.1000	3.10000	0.14286	0.44287
Vibrador	1.00	2.4500	2.45000	0.14286	0.35001

SUBTOTAL (M) 1.04004

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	7	3.41	23.87000	0.14286	3.41007
Albañil	2	3.45	6.90000	0.14286	0.98573
Carpintero	1	3.45	3.45000	0.14286	0.49287
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	3.82	0.38200	0.14286	0.05457

SUBTOTAL (N) 4.94324

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Arena Gruesa	m3.	0.7800	12.0000	9.36000	
Ripio triturado	m3.	0.9550	15.0000	14.32500	
Agua	Lt.	230.0000	0.0014	0.32200	
Cemento	kg.	375.0000	0.1600	60.00000	
Aditivo plastocrete 161 HE	kg.	1.1000	1.2700	1.39700	
Lubricante	lt.	1.0000	1.5000	1.50000	
Tablas de encofrado 0.30 x 2.40	u	8.0000	2.5800	20.64000	
Alfajias 7x7x2.50 cm	u	4.6000	1.5000	6.90000	
Clavos	KG.	1.0000	3.8000	3.80000	
Pingos	m	18.0000	1.2300	22.14000	
Alambre de amarre	kg.	0.0500	2.0700	0.10350	

SUBTOTAL (O) 140.48750

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		146.47078
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	29.29
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		175.76
VALOR OFERTADO		175.76

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
ENROCADO

HOJA: 12 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.64188

SUBTOTAL (M) 0.64188

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	3.41	6.82000	1.25000	8.52500
Albañil	1	3.45	3.45000	1.25000	4.31250

SUBTOTAL (N) 12.83750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Piedra	m3.	1.0000	10.0000	10.00000

SUBTOTAL (O) 10.00000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		23.47938
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	4.70
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		28.18
VALOR OFERTADO		28.18

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
GEOTEXTIL NO TEJIDO PAVCO 1600 NT (2.00 mm)

HOJA: 13 DE 26

DETALLE: UNIDAD: M2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.41080
SUBTOTAL (M)					0.41080

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1	3.45	3.45000	0.80000	2.76000
Peón	2	3.41	6.82000	0.80000	5.45600
SUBTOTAL (N)					8.21600

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Geotextil no tejido pavco 1600NT	m2.	1.0000	1.7000	1.70000
SUBTOTAL (O)				1.70000

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL (P)				

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		10.32680
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	2.07
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12.39
VALOR OFERTADO		12.39

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm,e=2.00mm)

HOJA: 15 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.08926
Excavadora de orugas 340LC 247 HP	1.00	45.0000	45.00000	0.06250	2.81250

SUBTOTAL (M) 2.90176

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	4	3.41	13.64000	0.06250	0.85250
Albañil	2	3.45	6.90000	0.06250	0.43125
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82000	0.06250	0.23875
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.06250	0.02394
Op. de Excavadora	1	3.82	3.82000	0.06250	0.23875

SUBTOTAL (N) 1.78519

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm e=2.00mm)	M	1.0100	168.3600	170.04360

SUBTOTAL (O) 170.04360

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		174.73055
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	34.95
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		209.68
VALOR OFERTADO		209.68

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
CUNETAS LATERALES H.S (FC=180KG/CM2)

HOJA: 14 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.14643
Concretera	0.20	3.1000	0.62000	0.14286	0.08857
Vibrador	0.20	2.4500	0.49000	0.14286	0.07000

SUBTOTAL (M) 0.30501

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1	3.45	3.45000	0.14286	0.49287
Peón	5	3.41	17.05000	0.14286	2.43576

SUBTOTAL (N) 2.92863

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Arena Gruesa	m3.	0.0500	12.0000	0.60000
Grava	m3.	0.0630	12.0000	0.75600
Agua	Lt.	11.2000	0.0014	0.01568
Cemento	kg.	19.6000	0.1600	3.13600
Tablas de encofrado	u.	0.8000	1.8000	1.44000
Alfajjas 7x7x2.50 cm	u	0.9000	1.5000	1.35000
Clavos	KG.	0.0250	3.8000	0.09500

SUBTOTAL (O) 7.39268

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		10.62632
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	2.13
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12.75
VALOR OFERTADO		12.75

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm,e=2.00mm)

HOJA: 15 DE 26

DETALLE: UNIDAD: M

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.08926
Excavadora de orugas 340LC 247 HP	1.00	45.0000	45.00000	0.06250	2.81250

SUBTOTAL (M) 2.90176

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	4	3.41	13.64000	0.06250	0.85250
Albañil	2	3.45	6.90000	0.06250	0.43125
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82000	0.06250	0.23875
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.06250	0.02394
Op. de Excavadora	1	3.82	3.82000	0.06250	0.23875

SUBTOTAL (N) 1.78519

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm e=2.00mm)	M	1.0100	168.3600	170.04360

SUBTOTAL (O) 170.04360

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		174.73055
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	34.95
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		209.68
VALOR OFERTADO		209.68

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
AGUA PARA CONTROL DE POLVO

HOJA: 16 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camión Cisterna	1.00	16.0000	16.00000	0.03000	0.48000

SUBTOTAL (M) **0.48000**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CHOFER: Tanqueros	1	5.00	5.00000	0.03000	0.15000

SUBTOTAL (N) **0.15000**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Agua para control de polvo	m3.	1.0000	2.0000	2.00000

SUBTOTAL (O) **2.00000**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2.63000
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	0.53
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.16
VALOR OFERTADO	3.16

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
ESCOMBRERAS

HOJA: 17 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Tractor de oruga 245 hp	1.00	68.0000	68.00000	0.00303	0.20604
Retroexcavadora	1.00	20.0000	20.00000	0.00303	0.06060

SUBTOTAL (M) **0.26664**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.00303	0.00116
Op. de Tractor carriles o ruedas (bulldozer, topador, roturador, malacate, trailla)	1	3.82	3.82000	0.00303	0.01157
Op. de Retroexcavadora	1	3.82	3.82000	0.00303	0.01157
Peón	2	3.41	6.82000	0.00303	0.02066

SUBTOTAL (N) **0.04497**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	0.31161
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	0.06
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.37
VALOR OFERTADO	0.37

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
TRANSPORTE MATERIAL DE EXCAVACIÓN(TRANSPORTE LIBRE 500m) (A SITIOS DE BOTE)

HOJA: 18 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: M3/KM

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Volquete de 12 m3	1.00	37.5000	37.50000	0.00750	0.28125
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.00188

SUBTOTAL (M) 0.28313

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CHOFER: Volquetas	1	5.00	5.00000	0.00750	0.03750

SUBTOTAL (N) 0.03750

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL (O)

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		0.32063
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	0.06
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.38
VALOR OFERTADO		0.38

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA BLANCA O AMARILLA)

HOJA: 19 DE 26

DETALLE: UNIDAD: ML

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Franjadora	1.00	6.3100	6.31000	0.00143	0.00902
Camioneta 80 Hp	1.00	6.6100	6.61000	0.00143	0.00945
Camioncito 110 Hp	1.00	9.6000	9.60000	0.00143	0.01373
Bomba De Limpieza (Agua A Presion)	0.25	2.2100	0.55250	0.00143	0.00079
Escoba Mecanica Autopropulsada	1.00	14.7200	14.72000	0.00143	0.02105
Señales Preventivas (Conos Y Rotulos)	1.00	1.1000	1.10000	0.00143	0.00157
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.00348

SUBTOTAL (M) 0.05910

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.00143	0.00055
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	3.82	3.82000	0.00143	0.00546
Op. de Barredora autopropulsada	1	3.64	3.64000	0.00143	0.00521
Pintor	2	3.45	6.90000	0.00143	0.00987
Operador de equipo liviano	3	3.45	10.35000	0.00143	0.01480
CHOFER: Otros camiones	2	5.00	10.00000	0.00143	0.01430
Peón	4	3.41	13.64000	0.00143	0.01951

SUBTOTAL (N) 0.06969

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Pintura alto trafico	lt	0.0650	7.3900	0.48035
Microesferas reflectivas	Kg	0.0600	1.9000	0.11400

SUBTOTAL (O) 0.59435

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		0.72314
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	0.14
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.87
VALOR OFERTADO		0.87

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.

HOJA: 20 DE 26

DETALLE: UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.66667	0.64000
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.12733

SUBTOTAL (M) 0.76734

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador de concretera rodante	1	3.82	3.82000	0.66667	2.54668

SUBTOTAL (N) 2.54668

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.	U	1.0000	80.0000	80.00000
Hormigón simple de 180	m3.	0.0640	132.3000	8.46720

SUBTOTAL (O) 88.46720

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		91.78122
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	18.36
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		110.14
VALOR OFERTADO		110.14

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.

HOJA: 20 DE 26

DETALLE: UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.66667	0.64000
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.12733

SUBTOTAL (M) **0.76734**

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador de concretera rodante	1	3.82	3.82000	0.66667	2.54668

SUBTOTAL (N) **2.54668**

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.	U	1.0000	80.0000	80.00000
Hormigón simple de 180	m3.	0.0640	132.3000	8.46720

SUBTOTAL (O) **88.46720**

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		91.78122
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	18.36
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		110.14
VALOR OFERTADO		110.14

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN , OCTOGONAL D=75 CM.

HOJA: 21 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.66669	0.64002
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.25811

SUBTOTAL (M) **0.89813**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.66669	0.25534
CHOFER: Otros camiones	0.1	5.00	0.50000	0.66669	0.33335
Albañil	1	3.45	3.45000	0.66669	2.30008
Peón	1	3.41	3.41000	0.66669	2.27341

SUBTOTAL (N) **5.16218**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN OCTOGONAL D=75 CM.	U	1.0000	80.0000	80.00000
Hormigón simple de 180	m3.	0.0640	132.3000	8.46720

SUBTOTAL (O) **88.46720**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		94.52751
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	18.91
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		113.43
VALOR OFERTADO		113.43

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1,20 X 1,60) CM.

HOJA: 22 DE 26

DETALLE: UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.66667	0.64000
Herramientas manuales (5% M.O.)	2.00				0.38844

SUBTOTAL (M) 1.02844

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.66667	0.25533
CHOFER: Otros camiones	0.2	5.00	1.00000	0.66667	0.66667
Albañil	1	3.45	3.45000	0.66667	2.30001
Peón	2	3.41	6.82000	0.66667	4.54669

SUBTOTAL (N) 7.76871

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1.20 X 1.60) CM.	U	1.0000	120.0000	120.00000
Hormigón simple de 180	m3.	0.0270	132.3000	3.57210

SUBTOTAL (O) 123.57210

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	132.36925
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	26.47
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	158.84
VALOR OFERTADO	158.84

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1,20 X 1,60) CM.

HOJA: 22 DE 26

DETALLE: UNIDAD: U

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.66667	0.64000
Herramientas manuales (5% M.O.)	2.00				0.38844

SUBTOTAL (M) 1.02844

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.66667	0.25533
CHOFER: Otros camiones	0.2	5.00	1.00000	0.66667	0.66667
Albañil	1	3.45	3.45000	0.66667	2.30001
Peón	2	3.41	6.82000	0.66667	4.54669

SUBTOTAL (N) 7.76871

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1.20 X 1.60) CM.	U	1.0000	120.0000	120.00000
Hormigón simple de 180	m3.	0.0270	132.3000	3.57210

SUBTOTAL (O) 123.57210

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	132.36925
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	26.47
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	158.84
VALOR OFERTADO	158.84

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
GUARDA CAMINOS (PERFIL METÁLICO ONDULADO SIMPLE)

HOJA: 24 DE 26

DETALLE: **UNIDAD:** **ML**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.26247	0.25197
Herramientas manuales (5% M.O.)					0.15293

SUBTOTAL (M) **0.40490**

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.26247	0.10053
CHOFER: Otros camiones	0.2	5.00	1.00000	0.26247	0.26247
Albañil	1	3.45	3.45000	0.26247	0.90552
Peón	2	3.41	6.82000	0.26247	1.79005

SUBTOTAL (N) **3.05856**

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Hormigón simple de 210 Kg/cm2	m3.	0.0470	160.0000	7.52000	
Postes galvanizados	m	0.5300	22.6070	11.98171	
Perfil Galvanizado para Guardavias	m	1.0000	30.0000	30.00000	
Terminales guardavia	u	1.0500	15.0000	15.75000	
Pernos de sujecion	global	4.0000	0.8000	3.20000	

SUBTOTAL (O) **68.45171**

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	71.91517
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	14.38
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	86.30
VALOR OFERTADO	86.30

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
PÓRTICOS DE SEÑALIZACIÓN (8.00m)

HOJA: 26 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	3.00000	2.88000
Señales Preventivas (Conos Y Rotulos)	0.20	1.1000	0.22000	3.00000	0.66000
Cabezal 230 hp con plataforma	0.20	6.0480	1.20960	3.00000	3.62880
Herramientas manuales (5% M.O.)					5.95455

SUBTOTAL (M) 13.12335

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	3.00000	1.14900
Op. de Grúa puente de elevación	0.2	3.82	0.76400	3.00000	2.29200
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de mas de 4 Toneladas (Estr. Oc. C1)	0.2	5.00	1.00000	3.00000	3.00000
Albañil	1	3.45	3.45000	3.00000	10.35000
Peón	10	3.41	34.10000	3.00000	102.30000

SUBTOTAL (N) 119.09100

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
PORTICOS DE SEÑALIZACIÓN (L= 16.00 M) (*)	U	1.0000	5,000.0000	5,000.00000
Hormigón simple de 210 Kg/cm2	m3.	0.9600	160.0000	153.60000

SUBTOTAL (O) 5,153.60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		5,285.81435
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	1,057.16
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		6,342.98
VALOR OFERTADO		6,342.98

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
DELINEADORES CON MATERIAL REFLECTIVO (0,40X0,50)

HOJA: 25 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	0.05000	0.04800
Herramientas manuales (5% M.O.)	1.00				0.01926

SUBTOTAL (M) **0.06726**

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	0.05000	0.01915
CHOFER: Otros camiones	0.1	5.00	0.50000	0.05000	0.02500
Peón	2	3.41	6.82000	0.05000	0.34100

SUBTOTAL (N) **0.38515**

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
DELINEADORES CON MATERIAL REFLECTIVO (0.40X0.50)	U	1.0000	20.0000	20.00000
Hormigón simple de 210 Kg/cm2	m3.	0.0400	160.0000	6.40000

SUBTOTAL (O) **26.40000**

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	26.85241
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	5.37
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	32.22
VALOR OFERTADO	32.22

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:
PÓRTICOS DE SEÑALIZACIÓN (8.00m)

HOJA: 26 DE 26

DETALLE:

UNIDAD: U

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Camioncito 110 Hp	0.10	9.6000	0.96000	3.00000	2.88000
Señales Preventivas (Conos Y Rotulos)	0.20	1.1000	0.22000	3.00000	0.66000
Cabezal 230 hp con plataforma	0.20	6.0480	1.20960	3.00000	3.62880
Herramientas manuales (5% M.O.)					5.95455

SUBTOTAL (M) 13.12335

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de obra	0.1	3.83	0.38300	3.00000	1.14900
Op. de Grúa puente de elevación	0.2	3.82	0.76400	3.00000	2.29200
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de mas de 4 Toneladas (Estr. Oc. C1)	0.2	5.00	1.00000	3.00000	3.00000
Albañil	1	3.45	3.45000	3.00000	10.35000
Peón	10	3.41	34.10000	3.00000	102.30000

SUBTOTAL (N) 119.09100

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
PORTICOS DE SEÑALIZACIÓN (L= 16.00 M) (*)	U	1.0000	5,000.0000	5,000.00000
Hormigón simple de 210 Kg/cm2	m3.	0.9600	160.0000	153.60000

SUBTOTAL (O) 5,153.60000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL (P)

Estos precios no incluyen IVA

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)		5,285.81435
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%	1,057.16
OTROS INDIRECTOS		
COSTO TOTAL DEL RUBRO		6,342.98
VALOR OFERTADO		6,342.98

XXXXXXXXXXXX
OFERENTE

ANEXO D: Ponderación del Valor Agregado Ecuatoriano

ENTIDAD CONTRATANTE

DEPARTAMENTO

OBRA: PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA

Ponderación del Valor Agregado Ecuatoriano

Nro. RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO US\$	COSTO TOTAL US\$	PESO RELATIVO DEL RUBRO	AGREGADO ECUATORIANO PONDERADO DEL RUBRO	AGREGADO ECUATORIANO PONDERADO
						(%) R = G / M	(%) VAE	(%) AEP = R * VAE
					134.527.21			
302-1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	7.16	344.22	2,464.62	0.428%	36.00%	0.154%
T01	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	KM	3.58	912.05	3,268.79	0.568%	66.80%	0.374%
303-2(2)	EXCAVACION EN SUELO	M3	48,040.22	1.50	72,060.33	12.520%	18.50%	2.316%
308-4(1)	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M3	2,402.01	2.22	5,332.46	0.927%	42.50%	0.394%
B	OBRAS DE CALZADA							
308-2(1)	ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE	M2	21,504.00	0.41	8,816.64	1.532%	23.60%	0.362%
403-1	SUB_BASE CLASE III	M3	2,257.92	18.86	42,584.37	7.399%	82.60%	6.112%
401-1	BASE CLASE II	M3	2,257.92	25.93	58,547.87	10.173%	81.10%	8.250%
405-5	CAPA DE RODADURA DE HOR. ASF. MEZCLADO EN PLANTA (D=5.00 cm)	M2	23,852.40	9.31	222,065.84	38.584%	69.00%	26.623%
405-2(1)	ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACION (1.5 LL/m2.)	LT	11,926.20	0.72	8,586.86	1.492%	71.50%	1.067%
C	OBRAS DE ARTE MENOR							
307-3(1)b	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS LATERALES	M3	2,150.40	8.08	17,375.23	3.019%	33.20%	1.002%
503-2(a)	MURO DE H.S PARA CABEZALES (F'C=210KG/CM2).	M3	46.01	175.76	8,086.37	1.405%	95.80%	1.346%
508.a	ENROCADO	M3	55.20	28.18	1,555.54	0.270%	100.00%	0.270%
606-1 (1b)	GEOTEXTIL NO TEJIDO PAVCO 1600 NT (2.00 mm)	M2	110.40	12.39	1,367.86	0.238%	83.50%	0.198%
503 (3) a	CUNETAS LATERALES H.S (F'C=180KG/CM2)	ML	3,584.00	12.75	45,696.00	7.940%	97.60%	7.749%
602-(2A)*	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm.e=2.00mm)	M	124.86	209.68	26,180.64	4.549%	40.00%	1.820%
D	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES							
204-(1)	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	47.31	3.16	149.50	0.026%	81.70%	0.021%
310-(1)E	ESCOMBRERAS	M3	41,930.19	0.37	15,514.17	2.696%	14.40%	0.388%
309-2(2)	TRANSPORTE MATERIAL DE EXCAVACIÓN(TRANSPORTE LIBRE 500m) (A SITIOS DE BOTE)	M3/KM	20,965.10	0.38	7,966.74	1.384%	47.40%	0.656%
E	SEÑALIZACION							
705(1)	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA BLANCA O AMARILLA)	ML	10,752.00	0.87	9,354.24	1.625%	10.40%	0.169%
708-5(1)a	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.	U	22.00	110.14	2,423.08	0.421%	47.00%	0.198%
708-5(1)b	SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN , OCTOGONAL D=75 CM.	U	5.00	113.43	567.15	0.099%	48.50%	0.048%
708-5(1)c	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1,20 X 1,60) CM.	U	5.00	158.84	794.20	0.138%	45.10%	0.062%
708-5(1)	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (2,40 X 1,80) CM.	U	5.00	248.99	1,244.95	0.216%	47.60%	0.103%
703(1)	GUARDA CAMINOS (PERFIL METÁLICO ONDULADO SIMPLE)	ML	80.00	86.30	6,904.00	1.200%	48.80%	0.585%
709(4)	DELINEADORES CON MATERIAL REFLECTIVO (0,40X0,50)	U	9.00	32.22	289.98	0.050%	55.10%	0.028%
709(4)	PÓRTICOS DE SEÑALIZACIÓN (8.00m)	U	1.00	6,342.98	6,342.98	1.102%	43.10%	0.475%
					575,540.41	100.00%		60.770%

PORCENTAJE DE PARTICIPACION NACIONAL MINIMA PPNM (%):

60.77%

ANEXO F: Justificativo Coeficiente de Cuadrilla Tipo

PROYECTO: ESTUDIOS DEFINITIVOS TRAMOS VIALES BOLÍVAR_HUAMBALÓ
 UBICACIÓN : PELILEO
 ELABORÓ :
 FECHA: 08-06-2017

Nº	RUBRO	UNID	CANT	MANO DE OBRA		Estructura ocupacional B3		Estructura ocupacional C1		Estructura ocupacional C2		Estructura ocupacional E2	
				COSTO UNIT	COSTO TOT	COSTO UNIT	COSTO TOT	COSTO UNIT	COSTO TOT	COSTO UNIT	COSTO TOT	COSTO UNIT	COSTO TOT
302-1	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	7.16	72.6174	519.941	0.6894	4.936	22.752	162.904			49.176	352.100
T01	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	KM	3.58	368.42	1.320.417			99.32	355.963			269.1	964.454
303-2(2)	EXCAVACION EN SUELO	M3	48,040.22	0.18465	8,870.627	0.01915	919.970	0.0632	3,036.142			0.1023	4,914.515
308-4(1)	LIMPIEZA DE DERRUMBES	M3	2,402.01	0.39078	938.658	0.047875	114.996	0.129775	311.721			0.213125	511.929
B	OBRAS DE CALZADA												
308-2(1)	ACABADO DE LA OBRA BASICA EXISTENTE	M2	21,504.00	0.05624	1,209.385	0.0010954	23.555	0.0252252	542.443	0.0104104	223.865	0.0195052	419.440
403-1	SUB_BASE CLASE 3	M3	2,257.92	0.85004	1,919.322	0.010341	23.349	0.37314	842.520	0.09828	221.908	0.36828	831.547
401-1	BASE CLASE 3	M3	2,257.92	0.95318	2,152.204	0.010341	23.349	0.47628	1,075.402	0.09828	221.908	0.36828	831.547
405-5	CAPA DE RODADURA DE HOR. ASF. MEZCLADO EN PLANTA (D=5.00 cm)	M2	23,852.40	0.23525	5,611.277	0.0064919	154.847	0.0298998	713.182	0.0370188	882.987	0.1618386	3,860.239
405-2(1)	ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACION (1.5 Lt/m2.)	LT	11,926.20	0.0396	472.278	0.006128	73.084			0.011648	138.916	0.021824	260.277
C	OBRAS DE ARTE MENOR												
307-3(1)b	EXCAVACION PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTOS LATERALES	M3	2,150.40	2.1253	4,570.245	0.0383	82.360	0.382	821.453			1.705	3,666.432
503-(2)a	MURO DE H.S PARA CABEZALES (F' C=210KG/CM2).	M3	46.01	4.94324	227.429			0.0545725	2.511			4.8886692	224.918
508.a	ENROCADO	M3	55.20	12.8375	708.630							12.8375	708.630
606-1 (1b)	GEOTEXTIL NO TEJIDO PAVCO 1600 NT (2.00 mm)	M2	110.40	8.216	907.046							8.216	907.046
503 (3) a	CUNETAS LATERALES H.S (FC=180KG/CM2)	ML	3,584.00	2.92863	10,496.210							2.92863	10,496.210
602-(2A)*	TUBERIA DE ACERO CORRUGADO (D=1200mm:e=2.00mm)	M	124.86	1.78519	222.899	0.0239375	2.989	0.4775	59.621			1.28375	160.289
D	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES												
204-(1)	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	M3	47.31	0.15	7.096			0.15	7.096				
310-(1)E	ESCOBRERAS	M3	41,930.19	0.04497	1,885.601	0.0011605	48.660	0.0231492	970.650			0.0206646	866.471
309-2(2)	TRANSPORTE MATERIAL DE EXCAVACIÓN (TRANSPORTE LIBRE 500m) (A SITIOS DE BOTE)	M3/KM	20,965.10	0.0375	786.191			0.0375	786.191				
E	SEÑALIZACION												
705(1)	MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA BLANCA O AMARILLA)	ML	10,752.00	0.06969	749.307	0.0005477	5.889	0.0197626	212.487	0.0052052	55.966	0.0441727	474.945
708-5(1)a	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA (DE PREVENCIÓN 75 X 75) CM.	U	22.00	2.54668	56.027			2.5466794	56.027				
708-5(1)b	SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN , OCTOGONAL D=75 CM.	U	5.00	5.16218	25.811	0.2553423	1.277	0.333345	1.667			4.5734934	22.867
708-5(1)e	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (1,20 X 1,60) CM.	U	5.00	7.76871	38.844	0.2553346	1.277	0.66667	3.333			6.8467009	34.234
708-5(1)	SEÑALES AL LADO DE LA CARRETERA INFORMATIVAS (2,40 X 1,80) CM.	U	5.00	9.3224	46.612	0.3064	1.532	0.8	4.000			8.216	41.080
703(1)	GUARDA CAMINOS (PERFIL METÁLICO ONDULADO SIMPLE)	ML	80.00	3.05856	244.685	0.100526	8.042	0.26247	20.998			2.6956669	215.645
709(4)	DELINEADORES CON MATERIAL REFLECTIVO (0,40X0,50)	U	9.00	0.38515	3.466	0.01915	0.172	0.025	0.225			0.341	3.069
709(4)	PÓRTICOS DE SEÑALIZACIÓN (8.00m)	U	1.00	119.091	119.091	1.149	1.149	5.292	5.292			112.65	112.650
	COSTO TOTAL												
					44,109.299		1,491.433		9,991.828		1,745.550		30,880.534

ANEXO H: Fotografías
Condiciones Actuales de las Vías



Ensayo de suelos





ANEXO I: Inventario vial



INVENTARIO VIAL



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS DE VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AUTOCAD CIVIL 3D Y 3DS MAX”

AUTOR:

Egdo. ISRAEL SALVADOR OROZCO QUINGA

TRAMO I				
ABSCIS A	ANCHO DE VIA	SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	OBSERVACIONES
0+000	6.47	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN
0+100	3.8	TIERRA	REGULAR	
0+200	5.78	TIERRA	REGULAR	
0+230	6.8	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN
0+300	6.7	TIERRA	REGULAR	
0+357	6.7	ASFATO	MUY BUENO	INTERSECCIÓN

TRAMO II				
ABSCIS A	ANCHO DE VIA	SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	OBSERVACIONES
0+000	4.69	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN
0+100	4.24	TIERRA	REGULAR	ACEQUIA
0+200	4.02	TIERRA	REGULAR	ACEQUIA
0+300	3.88	TIERRA	REGULAR	ACEQUIA
0+358	6.7	TIERRA	MALO	INTERSECCIÓN TRAMO 3

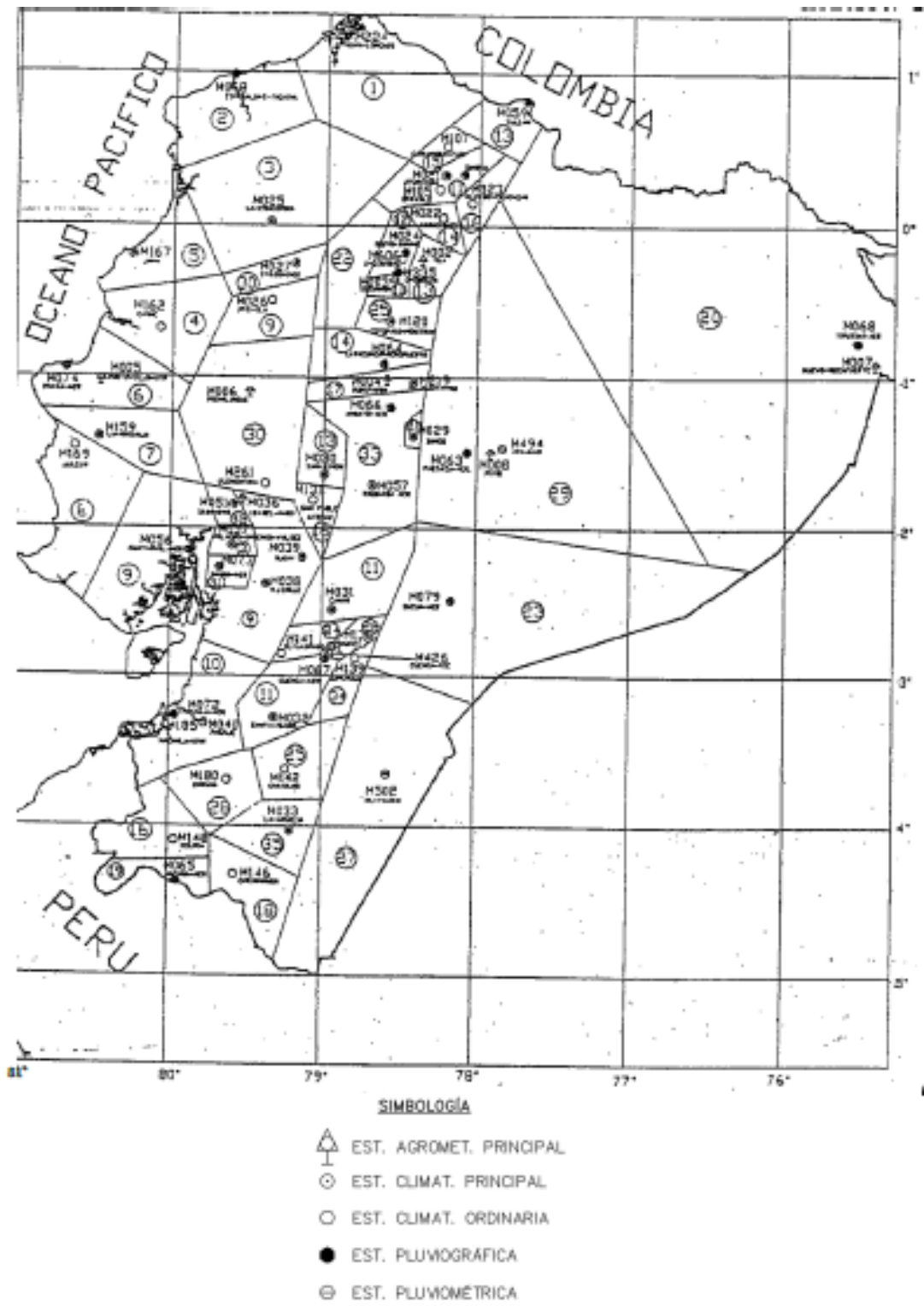
TRAMO III				
ABSCIS A	ANCHO DE VIA	SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	OBSERVACIONES
0+000	6.2	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN VIA BOLÍVAR -QUERO
0+100	5.05	TIERRA	REGULAR	
0+145	4.86	TIERRA	MALO	INTERSECCIÓN TRAMO 2
0+200	4.6	TIERRA	REGULAR	
0+300	5.48	TIERRA	REGULAR	
0+314	6.18	TIERRA	REGULAR	INTERSECCION VÍA ASFALTADA
0+400	4.03	TIERRA	REGULAR	
0+500	4.56	TIERRA	REGULAR	
0+600	4.91	TIERRA	REGULAR	
0+700	4.26	TIERRA	REGULAR	
0+800	4.4	TIERRA	REGULAR	
0+900	4.24	TIERRA	REGULAR	
0+956	4.05	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN TRAMO 4
1+000	4.78	TIERRA	REGULAR	
1+100	4.4	TIERRA	REGULAR	
1+200	4.35	TIERRA	REGULAR	
1+300	4.35	TIERRA	REGULAR	
1+367	5.2	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN VÍA HUAMBALO -QUERO

TRAMO IV				
ABSCIS A	ANCHO DE VIA	SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	OBSERVACIONES
0+000	6.38	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN VIA ASFALTADA
0+100	5.73	TIERRA	REGULAR	QUEBRADA
0+200	5.19	TIERRA	REGULAR	QUEBRADA
0+300	5.8	TIERRA	REGULAR	QUEBRADA
0+400	4.63	TIERRA	MALO	QUEBRADA
0+500	6.04	TIERRA	MALO	QUEBRADA
0+600	4.93	TIERRA	MALO	QUEBRADA
0+700	4.79	TIERRA	MALO	QUEBRADA
0+800	4.8	TIERRA	MALO	QUEBRADA
0+900	4.87	TIERRA	MALO	QUEBRADA
1+000	5.65	TIERRA	MALO	QUEBRADA
1+030	5.7	TIERRA	MALO	INTERSECCIÓN TRAMO 3

TRAMO V				
ABSCIS A	ANCHO DE VIA	SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	OBSERVACIONES
0+000	4.34	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN TRAMO 3
0+100	4.8	TIERRA	REGULAR	
0+162	4.8	ASFATO	MUY BUENO	INTERSECCIÓN VÍA ASFALTADA HUAMBALÓ-QUERO

TRAMO V				
ABSCIS A	ANCHO DE VIA	SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	OBSERVACIONES
0+000	5.61	TIERRA	REGULAR	INTERSECCIÓN TRAMO 3
0+100	3.61	TIERRA	REGULAR	
0+200	5.51	TIERRA	MALO	
0+285	5.5	ASFATO	BUENO	INTERSECCIÓN VÍA ASFALTADA HUAMBALÓ-QUERO

ANEXO J: Mapa de zonificación de intensidades de precipitación del ecuador



Fuente: Instituto nacional de hidrología y meteorología INAMHI, 1999

ANEXO M: Volúmenes de Corte y Relleno

PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS DE VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AUTOCAD CIVIL 3D Y 3DS MAX”

AUTOR: Egdo. ISRAEL SALVADOR OROZCO QUINGA

Alineamiento: Via 1

Start Sta: 0+000.00

End Sta: 0+363.17

ESTACIÓN	Área de Corte (m2.)	Volumen de Corte (m3)	Área De Relleno (m2.)	Volumen de Relleno (m3)	Acumulado Volumen de Corte (m3)	Acumulado Volumen de Relleno (m3)	Volumen Transportado (m3)
0+000.00	2.87	0	0	0	0	0	0
0+020.00	8.11	109.85	0	0	109.85	0	109.85
0+040.00	4.11	122.18	0	0	232.03	0	232.03
0+050.00	4.74	43.82	0	0	275.85	0	275.85
0+060.00	6.7	56.75	0	0	332.61	0	332.6
0+080.00	9.66	163.61	0	0	496.21	0	496.21
0+090.00	9.22	94.63	0	0	590.85	0	590.84
0+100.00	7.72	84.32	0	0	675.17	0	675.16
0+110.00	6.61	71.21	0	0	746.38	0	746.38
0+120.00	4.5	55.22	0	0	801.6	0	801.59
0+140.00	4.93	94.19	0	0	895.79	0	895.78
0+150.00	5.1	49.36	0	0	945.15	0	945.14
0+160.00	6.26	55.53	0	0	1,000.68	0	1,000.67
0+180.00	4.79	109.65	0	0	1,110.33	0	1,110.32
0+190.00	11.41	81.11	0	0	1,191.44	0	1,191.44
0+200.00	12.33	118.2	0	0	1,309.64	0	1,309.63
0+210.00	12.85	124.91	0	0	1,434.55	0	1,434.54
0+220.00	10.44	115.47	0	0	1,550.02	0	1,550.02
0+230.00	3.68	69.6	0.19	1.03	1,619.62	1.04	1,618.59
0+240.00	3.17	33.34	2.73	15.36	1,652.96	16.4	1,636.56
0+260.00	3.75	69.25	0.87	35.99	1,722.21	52.39	1,669.83
0+280.00	20.41	241.59	0	8.66	1,963.80	61.04	1,902.76
0+290.00	25.53	230.41	0	0	2,194.22	61.04	2,133.17
0+300.00	23.92	246.13	0	0	2,440.35	61.04	2,379.30
0+310.00	8.62	158.84	0	0	2,599.19	61.04	2,538.15
0+320.00	1.3	46.45	6.68	39.06	2,645.64	100.1	2,545.54
0+340.00	0	12.85	19.44	262.57	2,658.50	362.68	2,295.82
0+360.00	0.63	6.31	0.24	196.74	2,664.81	559.42	2,105.39
0+363.17	2.1	4.33	0.04	0.43	2,669.14	559.86	2,109.28

Alineamiento: Via 2

Start Sta: 0+000.00

End Sta: 0+369.99

ESTACIÓ N	Área de Corte (m2.)	Volumen de Corte (m3)	Área De Relleno (m2.)	Volumen de Relleno (m3)	Acumulad o Volumen de Corte (m3)	Acumulad o Volumen de Relleno (m3)	Volumen Transportad o (m3)
0+000.00	1.03	0	2.06	0	0	0	0
0+020.00	3.28	43.17	0	20.63	43.17	20.63	22.54
0+040.00	12.68	159.56	0	0	202.74	20.63	182.1
0+050.00	14.27	134.04	0	0	336.78	20.63	316.14
0+060.00	12.9	134.49	0	0	471.27	20.63	450.63
0+070.00	7.24	99.23	0	0	570.5	20.63	549.86
0+080.00	0.29	36.93	3.92	20.46	607.43	41.1	566.33
0+090.00	2.89	15.88	0	20.46	623.31	61.56	561.75
0+100.00	2.38	26.35	0	0	649.67	61.56	588.11
0+120.00	6.79	91.66	0.11	1.05	741.33	62.61	678.72
0+130.00	6.37	65.75	1.05	5.79	807.08	68.4	738.68
0+140.00	4.48	53.81	0.64	8.46	860.9	76.86	784.03
0+160.00	3.98	84.69	0	6.38	945.59	83.24	862.35
0+180.00	12.39	163.72	0	0	1,109.31	83.25	1,026.06
0+200.00	9.41	218	0	0	1,327.31	83.25	1,244.06
0+220.00	2.44	118.48	0.01	0.07	1,445.78	83.32	1,362.47
0+240.00	0.19	26.35	0.35	3.54	1,472.13	86.85	1,385.28
0+260.00	3.32	35.15	0.01	3.59	1,507.28	90.44	1,416.84
0+280.00	6.71	100.33	0	0.12	1,607.62	90.56	1,517.06
0+300.00	5.65	123.67	0	0	1,731.29	90.56	1,640.73
0+310.00	3.69	46.79	0	0	1,778.08	90.56	1,687.52
0+320.00	2.36	30.47	0.33	1.59	1,808.55	92.15	1,716.40
0+340.00	3.59	59.61	1.08	14.02	1,868.16	106.17	1,761.99
0+360.00	1.76	53.54	0	10.83	1,921.70	117	1,804.69
0+369.99	0.61	11.86	0.23	1.14	1,933.56	118.15	1,815.41

Alineamiento: Via 3

Start Sta: 0+000.00

End Sta: 0+978.39

ESTACION	Área de Corte (m2.)	Volumen de Corte (m3)	Área De Relleno (m2.)	Volumen de Relleno (m3)	Acumulado Volumen de Corte (m3)	Acumulado Volumen de Relleno (m3)	Volumen Transportado (m3)
0+000.00	16.76	0	0	0	0	0	0
0+020.00	5.1	218.63	1.68	16.84	218.63	16.84	201.79
0+040.00	2.05	71.5	3.28	49.6	290.13	66.44	223.69
0+060.00	2.25	43.01	4.46	77.33	333.13	143.77	189.37
0+080.00	0.32	25.75	3.47	79.26	358.88	223.03	135.86
0+100.00	1.61	19.32	1.03	44.95	378.2	267.98	110.23
0+120.00	1.05	26.85	0.09	10.07	405.05	278.05	127.01
0+130.00	1.69	13.37	0	0.41	418.43	278.45	139.97
0+140.00	0.88	13.06	0.1	0.37	431.48	278.83	152.65
0+160.00	0.57	14.46	1.25	13.53	445.94	292.36	153.59
0+180.00	11.4	119.69	0	12.51	565.63	304.87	260.76
0+200.00	5.09	164.85	0.4	3.95	730.48	308.82	421.66
0+220.00	17.19	222.76	0	3.95	953.24	312.78	640.46
0+240.00	20.1	370.34	0	0	1,323.58	312.78	1,010.80
0+250.00	18.67	187.68	0	0	1,511.25	312.78	1,198.48
0+260.00	49.55	329.73	0	0	1,840.99	312.78	1,528.21
0+270.00	47.43	473.01	0	0	2,314.00	312.78	2,001.22
0+280.00	38.79	424.47	0	0	2,738.47	312.78	2,425.69
0+300.00	28.48	671.86	0	0	3,410.33	312.78	3,097.56
0+320.00	26.04	540.62	0	0	3,950.95	312.78	3,638.17
0+330.00	20.17	228.44	0	0	4,179.39	312.78	3,866.62
0+340.00	9.87	148.17	1.02	5.42	4,327.56	318.2	4,009.36
0+350.00	2.93	62.63	3.73	25.1	4,390.19	343.3	4,046.89
0+360.00	0.59	16.97	7.33	57.98	4,407.16	401.29	4,005.88
0+380.00	0.1	6.64	9.78	177.14	4,413.80	578.43	3,835.38
0+390.00	0.05	0.69	9.06	99.04	4,414.49	677.47	3,737.03
0+400.00	0.04	0.38	6.43	84.91	4,414.87	762.38	3,652.49
0+420.00	1.62	16.34	0.21	68.48	4,431.21	830.86	3,600.34
0+440.00	12.1	137.16	0	2.08	4,568.37	832.94	3,735.42
0+460.00	25.08	371.76	0	0	4,940.12	832.94	4,107.18
0+480.00	29.94	550.13	0	0	5,490.25	832.94	4,657.30
0+500.00	34.35	642.83	0	0	6,133.07	832.94	5,300.13
0+510.00	34.04	338.22	0	0	6,471.29	832.94	5,638.35
0+520.00	36.27	347.97	0	0	6,819.26	832.94	5,986.32
0+530.00	37.7	372.21	0	0	7,191.47	832.94	6,358.53
0+540.00	41.43	406.87	0	0	7,598.35	832.94	6,765.40
0+560.00	42.49	842.34	0	0	8,440.69	832.94	7,607.74

0+580.00	45.24	877.28	0	0	9,317.97	832.94	8,485.02
0+590.00	44.76	446.35	0	0	9,764.31	832.94	8,931.37
0+600.00	50.86	467.76	0	0	10,232.07	832.94	9,399.13
0+610.00	54.15	514.26	0	0	10,746.33	832.94	9,913.39
0+620.00	57.18	545.38	0	0	11,291.72	832.94	10,458.77
0+630.00	54.89	549.67	0	0	11,841.39	832.94	11,008.44
0+640.00	41.6	474.03	0	0	12,315.41	832.94	11,482.47
0+650.00	33.33	366.78	0	0	12,682.19	832.94	11,849.25
0+660.00	26.99	293.61	0.44	2.38	12,975.81	835.33	12,140.48
0+680.00	24.82	515.48	0	4.51	13,491.29	839.83	12,651.46
0+700.00	19.72	445.38	2.85	28.55	13,936.67	868.38	13,068.29
0+720.00	18.23	379.41	0.08	29.34	14,316.08	897.72	13,418.36
0+730.00	18.97	185.99	0	0.4	14,502.07	898.11	13,603.96
0+740.00	21.92	207.7	0	0	14,709.77	898.11	13,811.65
0+750.00	20.49	215.34	0	0	14,925.11	898.11	14,027.00
0+760.00	16.48	187.74	0	0	15,112.85	898.11	14,214.74
0+770.00	13.73	153.82	0.54	2.66	15,266.67	900.78	14,365.90
0+780.00	10.79	124.79	0.72	6.14	15,391.46	906.92	14,484.54
0+790.00	13.06	120.66	0	3.48	15,512.12	910.4	14,601.72
0+800.00	14.35	138.34	0	0	15,650.46	910.4	14,740.06
0+810.00	13.4	140.05	8.43	39.52	15,790.51	949.91	14,840.59
0+820.00	11.44	125.5	3.76	57.5	15,916.01	1,007.41	14,908.60
0+830.00	10.77	112.26	1.11	23.34	16,028.27	1,030.75	14,997.52
0+840.00	10.97	109.71	0.07	5.71	16,137.98	1,036.46	15,101.52
0+850.00	10.19	106.11	0.03	0.48	16,244.09	1,036.94	15,207.14
0+860.00	7.97	90.78	0.77	3.97	16,334.87	1,040.91	15,293.95
0+880.00	4.39	123.6	1.8	25.71	16,458.47	1,066.63	15,391.84
0+890.00	5.44	48.56	0.55	12	16,507.04	1,078.63	15,428.40
0+900.00	4.72	50.23	0.32	4.45	16,557.26	1,083.09	15,474.17
0+910.00	3.68	41.61	0.28	3.05	16,598.87	1,086.14	15,512.73
0+920.00	2.28	29.39	1.86	10.91	16,628.26	1,097.05	15,531.21
0+940.00	0.48	27.66	2.18	40.42	16,655.91	1,137.46	15,518.45
0+960.00	0	4.81	11.79	139.69	16,660.72	1,277.15	15,383.57

Alineamiento: Via 4

Start Sta: 0+000.00

End Sta: 0+161.39

ESTACIÓ N	Área de Corte (m2.)	Volumen de Corte (m3)	Área De Relleno (m2.)	Volumen de Relleno (m3)	Acumulad o Volumen de Corte (m3)	Acumulad o Volumen de Relleno (m3)	Volumen Transportad o (m3)
0+000.00	3.31	0	0	0	0	0	0
0+020.00	14.25	175.57	0	0	175.57	0	175.57
0+040.00	21.35	356.06	0	0	531.63	0	531.63
0+050.00	23.64	224.8	0	0	756.43	0	756.43
0+060.00	25.19	244.02	0	0	1,000.45	0	1,000.45
0+070.00	25.3	252.29	0	0	1,252.74	0	1,252.74
0+080.00	23.2	242.49	0	0	1,495.23	0	1,495.23
0+100.00	16.19	393.9	0	0	1,889.13	0	1,889.13
0+120.00	9.39	255.74	0	0	2,144.87	0	2,144.87
0+140.00	4.11	134.95	0.05	0.46	2,279.82	0.46	2,279.36
0+160.00	0.79	49.04	2.07	21.19	2,328.87	21.65	2,307.21
0+161.39	0.69	1.03	2.28	3.02	2,329.90	24.68	2,305.22

Alineamiento: Via 5

Start Sta: 0+000.00

End Sta: 0+688.33

ESTACIÓ N	Área de Corte (m2.)	Volumen de Corte (m3)	Área De Relleno (m2.)	Volumen de Relleno (m3)	Acumulad o Volumen de Corte (m3)	Acumulad o Volumen de Relleno (m3)	Volumen Transportad o (m3)
0+000.00	0	0	0	0	0	0	0
0+020.00	14.88	148.79	0	0	148.79	0	148.79
0+040.00	16.49	313.69	0	0	462.48	0	462.48
0+050.00	19.64	181.52	0	0	644.01	0	644.01
0+060.00	17.52	187.33	0	0	831.34	0	831.34
0+070.00	16.22	170.28	0	0	1,001.62	0	1,001.62
0+080.00	14.74	156.4	0	0	1,158.02	0	1,158.02
0+090.00	9.89	124.86	0.48	2.31	1,282.88	2.31	1,280.57
0+100.00	8.75	93.18	0.23	3.53	1,376.06	5.84	1,370.22
0+120.00	14.97	235.47	0	2.3	1,611.53	8.14	1,603.39
0+130.00	19.66	171.1	0	0	1,782.64	8.14	1,774.50
0+140.00	17.35	184.47	0	0	1,967.10	8.14	1,958.96
0+150.00	13.63	154.93	0	0	2,122.03	8.14	2,113.89
0+160.00	9.13	113.8	0	0.02	2,235.82	8.16	2,227.67

0+170.00	5.77	74.49	0.61	3.08	2,310.31	11.24	2,299.08
0+180.00	5.78	58.29	1	8.01	2,368.60	19.25	2,349.35
0+190.00	4.95	54.84	1.69	13.15	2,423.44	32.4	2,391.04
0+200.00	5.31	52.48	3.78	26.67	2,475.92	59.07	2,416.85
0+210.00	4.47	49.42	4.47	40.93	2,525.34	99.99	2,425.34
0+220.00	2.66	35.65	2.49	34.81	2,560.99	134.8	2,426.18
0+230.00	3.03	28.43	0	12.45	2,589.41	147.25	2,442.16
0+240.00	11.06	70.44	0	0	2,659.86	147.25	2,512.61
0+250.00	12.89	117.71	0	0	2,777.57	147.25	2,630.32
0+260.00	14.84	136.16	0	0	2,913.73	147.25	2,766.48
0+270.00	17.78	160.2	0	0	3,073.93	147.25	2,926.67
0+280.00	22.33	197.15	0	0	3,271.08	147.25	3,123.83
0+290.00	23.22	223.88	0	0	3,494.96	147.25	3,347.71
0+300.00	22.45	224.67	0	0	3,719.63	147.25	3,572.38
0+320.00	25.9	483.58	0	0	4,203.21	147.25	4,055.96
0+340.00	22.35	482.57	0	0	4,685.79	147.25	4,538.54
0+350.00	20.09	214.62	0	0	4,900.40	147.25	4,753.15
0+360.00	11.54	162.82	0	0	5,063.22	147.25	4,915.97
0+380.00	1.42	131.25	0.55	5.36	5,194.47	152.61	5,041.86
0+400.00	0	14.17	17.29	178.41	5,208.64	331.02	4,877.62
0+420.00	0	0	59.58	765.15	5,208.64	1,096.17	4,112.47
0+430.00	0	0	77.28	700.21	5,208.64	1,796.38	3,412.26
0+440.00	0	0	2.52	417.51	5,208.64	2,213.89	2,994.75
0+450.00	22.73	133.77	1.73	18.59	5,342.41	2,232.48	3,109.93
0+460.00	30.86	290.02	3.1	20.85	5,632.42	2,253.33	3,379.09
0+480.00	39.83	704.7	0	31.08	6,337.12	2,284.42	4,052.70
0+490.00	37.19	334.71	0	0	6,671.83	2,284.42	4,387.41
0+500.00	25.83	284.07	0	0	6,955.90	2,284.42	4,671.48
0+520.00	25.57	510.62	0	0	7,466.52	2,284.42	5,182.10
0+540.00	25.86	514.28	0	0	7,980.80	2,284.42	5,696.38
0+560.00	28.61	543.7	0	0	8,524.50	2,284.42	6,240.08
0+570.00	25.83	270.69	0	0	8,795.19	2,284.42	6,510.77
0+580.00	18.45	220.38	0	0	9,015.56	2,284.42	6,731.15
0+590.00	10.01	141.54	0	0	9,157.10	2,284.42	6,872.69
0+600.00	8.16	90.44	0	0	9,247.54	2,284.42	6,963.12
0+620.00	7.39	155.51	0	0	9,403.05	2,284.42	7,118.63
0+640.00	0.14	75.26	0.98	9.85	9,478.31	2,294.27	7,184.04
0+660.00	0.56	7.01	1.45	24.32	9,485.32	2,318.58	7,166.74
0+680.00	2.77	33.29	0	14.47	9,518.61	2,333.06	7,185.56
0+687.77	1.54	16.72	0.01	0.02	9,535.33	2,333.08	7,202.26

Alineamiento: Via 6

Start Sta: 0+000.00

End Sta: 1+023.79

ESTACIÓ N	Área de Corte (m2.)	Volume n de Corte (m3)	Área De Rellen o (m2.)	Volume n de Relleno (m3)	Acumulad o Volumen de Corte (m3)	Acumulado Volumen de Relleno (m3)	Volumen Transportad o (m3)
0+000.00	1.14	0	1.82	0	0	0	0
0+020.00	0.95	20.9	5.41	72.32	20.9	72.32	-51.42
0+040.00	2.28	32.31	1.01	64.2	53.21	136.52	-83.32
0+060.00	4.59	68.76	0	10.05	121.96	146.58	-24.61
0+070.00	3.07	38.34	0	0	160.3	146.58	13.72
0+080.00	1.82	24.44	0.02	0.09	184.74	146.66	38.08
0+090.00	0.11	9.62	0.23	1.23	194.36	147.89	46.47
0+100.00	0.62	3.63	0.19	2.1	197.99	149.99	48
0+120.00	7.2	78.22	0	1.9	276.21	151.89	124.32
0+140.00	14.01	212.12	0	0	488.34	151.89	336.44
0+160.00	7.72	217.33	0	0	705.67	151.89	553.78
0+170.00	18.49	131.67	0	0	837.34	151.89	685.45
0+180.00	25.1	218.92	0	0	1,056.26	151.89	904.37
0+190.00	29.59	274.63	0	0	1,330.89	151.89	1,179.00
0+200.00	36.11	330.15	0	0	1,661.04	151.89	1,509.15
0+210.00	41.43	390.16	0	0	2,051.20	151.89	1,899.31
0+220.00	43.74	429.06	0	0	2,480.25	151.89	2,328.36
0+240.00	34.87	788.7	0	0	3,268.95	151.89	3,117.06
0+250.00	25.16	300.17	0	0	3,569.12	151.89	3,417.23
0+260.00	17.36	209.21	1.73	8.94	3,778.33	160.83	3,617.49
0+270.00	17.74	172.49	0.95	13.86	3,950.81	174.69	3,776.12
0+280.00	20.82	189.54	0	4.92	4,140.35	179.61	3,960.74
0+290.00	24.48	222.97	0	0	4,363.33	179.61	4,183.72
0+300.00	26.08	249.14	0	0	4,612.47	179.61	4,432.86
0+310.00	26.15	257.18	0.51	2.64	4,869.65	182.25	4,687.41
0+320.00	26.26	257.76	0.08	3.05	5,127.41	185.3	4,942.11
0+330.00	23.81	246.31	0	0.42	5,373.72	185.72	5,188.00
0+340.00	23.6	233.61	0	0	5,607.34	185.72	5,421.61
0+360.00	23.97	475.75	0	0.01	6,083.09	185.73	5,897.36
0+380.00	22.75	467.29	0	0	6,550.38	185.73	6,364.65
0+400.00	20.85	436.03	0	0	6,986.41	185.73	6,800.68
0+420.00	16.55	374	0	0	7,360.41	185.73	7,174.68
0+440.00	10.66	272.12	2.18	21.82	7,632.53	207.55	7,424.98
0+450.00	17.06	139.19	1.8	19.76	7,771.72	227.31	7,544.41
0+460.00	21.33	195.83	1.23	14.38	7,967.55	241.68	7,725.86
0+470.00	20.96	214.76	0	5.77	8,182.31	247.45	7,934.86
0+480.00	24.76	231.5	0	0	8,413.81	247.45	8,166.36
0+490.00	24.7	250.51	0	0	8,664.32	247.45	8,416.87

0+500.00	20.38	227.87	0	0	8,892.18	247.45	8,644.73
0+520.00	16.25	366.31	0.26	2.58	9,258.49	250.04	9,008.45
0+540.00	7.67	239.19	2.26	25.14	9,497.68	275.18	9,222.51
0+560.00	3.55	111.82	5.66	79.71	9,609.51	354.88	9,254.63
0+570.00	5.78	46.21	7.83	68.61	9,655.72	423.49	9,232.23
0+580.00	5.24	54.58	7.98	80.44	9,710.30	503.94	9,206.36
0+590.00	6.76	59.47	4.34	62.61	9,769.77	566.55	9,203.22
0+600.00	8.52	76.41	3.34	38.42	9,846.17	604.97	9,241.20
0+620.00	11.29	198.05	0.97	43.13	10,044.22	648.1	9,396.12
0+640.00	20.15	314.37	0	9.72	10,358.60	657.82	9,700.78
0+660.00	16.36	365.1	0	0	10,723.70	657.82	10,065.88
0+680.00	11.23	275.94	0	0	10,999.64	657.82	10,341.82
0+700.00	9.27	205.04	0.01	0.14	11,204.68	657.96	10,546.72
0+710.00	14.79	121.09	0	0.07	11,325.76	658.03	10,667.73
0+720.00	19.42	173.17	0	0	11,498.94	658.03	10,840.90
0+730.00	14.74	173.55	1.06	5.21	11,672.49	663.25	11,009.24
0+740.00	15.36	153.42	0.59	8.08	11,825.91	671.33	11,154.58
0+750.00	17.16	165.4	1.15	8.46	11,991.31	679.8	11,311.52
0+760.00	16.29	168.19	0.19	6.61	12,159.50	686.41	11,473.10
0+780.00	11.65	279.41	0	1.87	12,438.91	688.27	11,750.64
0+800.00	9.81	214.66	0.91	9.08	12,653.57	697.36	11,956.22
0+820.00	5.76	155.68	4.31	52.23	12,809.25	749.59	12,059.66
0+840.00	12.03	177.89	3.44	77.51	12,987.14	827.1	12,160.03
0+860.00	15.3	268.21	1.03	45.85	13,255.34	872.95	12,382.39
0+870.00	16.21	151.89	0	5.42	13,407.23	878.37	12,528.87
0+880.00	18.47	167.6	0	0	13,574.84	878.37	12,696.47
0+890.00	19.35	183.32	0	0	13,758.15	878.37	12,879.79
0+900.00	18.51	189.28	0	0	13,947.43	878.37	13,069.07
0+920.00	13.41	319.2	11.17	111.67	14,266.64	990.04	13,276.59
0+940.00	7.08	201.8	13.15	250.9	14,468.44	1,240.94	13,227.49
0+950.00	6.15	63.86	10.03	122.5	14,532.30	1,363.44	13,168.86
0+960.00	7.61	66.6	3.59	71.7	14,598.90	1,435.14	13,163.75
0+970.00	7.6	73.83	4.89	44.54	14,672.72	1,479.68	13,193.04
0+980.00	7.94	75.52	4.81	50.85	14,748.25	1,530.54	13,217.71
1+000.00	3.76	116.09	5.6	105.64	14,864.34	1,636.17	13,228.16
1+020.00	0.96	47.23	10.49	160.93	14,911.57	1,797.11	13,114.46

ANEXO L: PLANOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO: **VÍAS QUITOCUCHO-SECOVIA ALTO**
 PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO 1 KM+0+000 - KM+0+367.17
 PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO 2 KM+0+369.99 - KM+0+369.99

ESCALA: H 1:1000 V 1:100
 HOJA: 1 DE 4
 PRESUPUESTO
 FECHA: Julio - 2017
 DIBUJADO: ISRAEL OROZCO

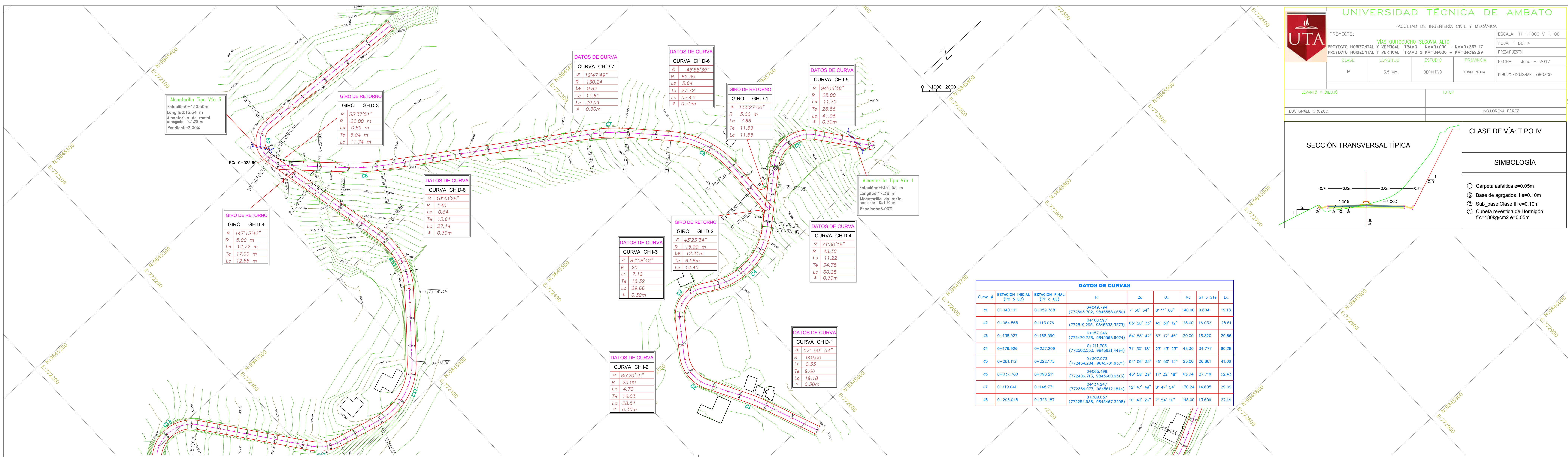
LEVANTO Y DIBUJO: ISRAEL OROZCO
 TUTOR: ING. LORENA PEREZ

CLASE DE VÍA: TIPO IV

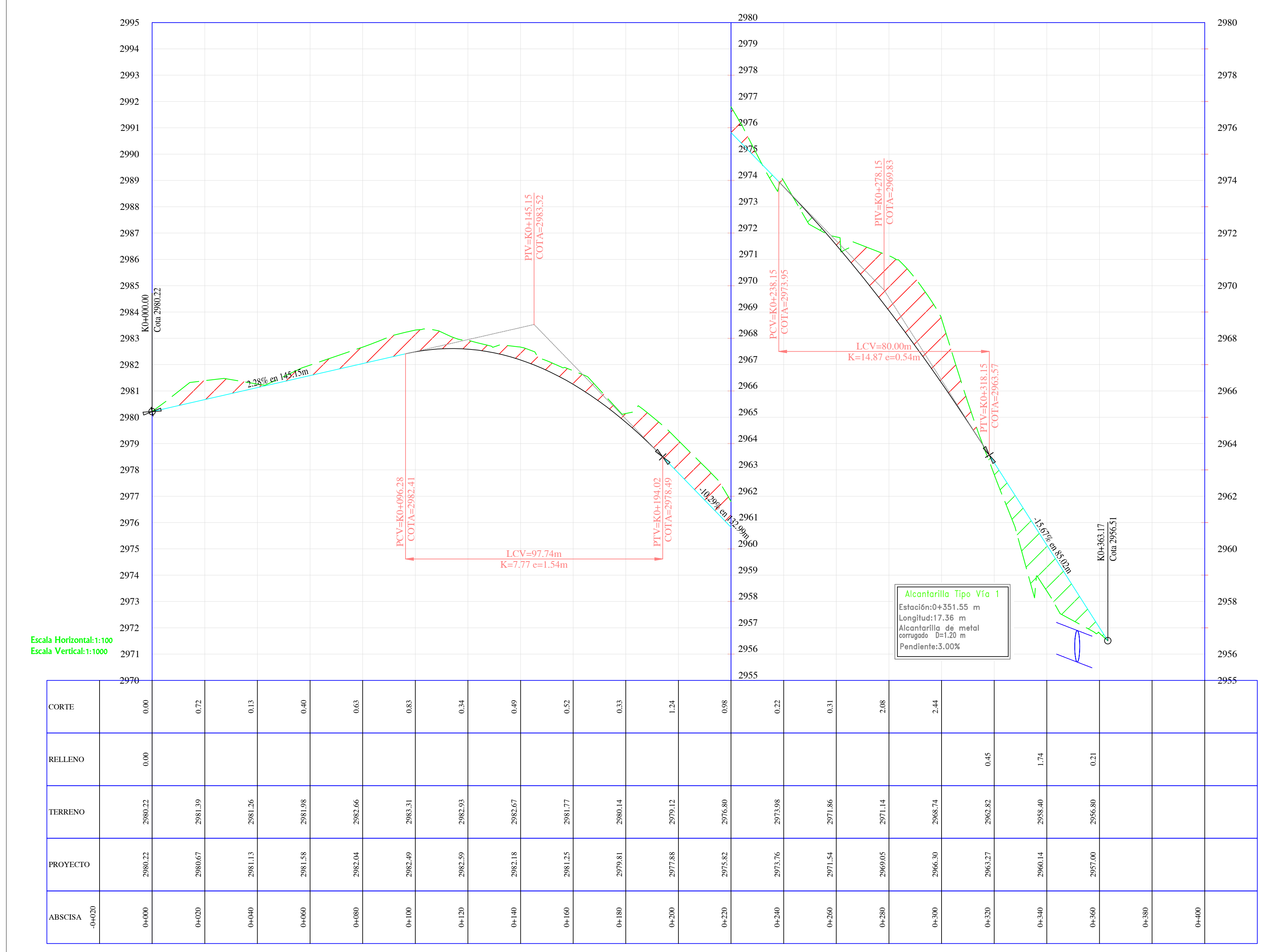
SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA

SIMBOLOGÍA

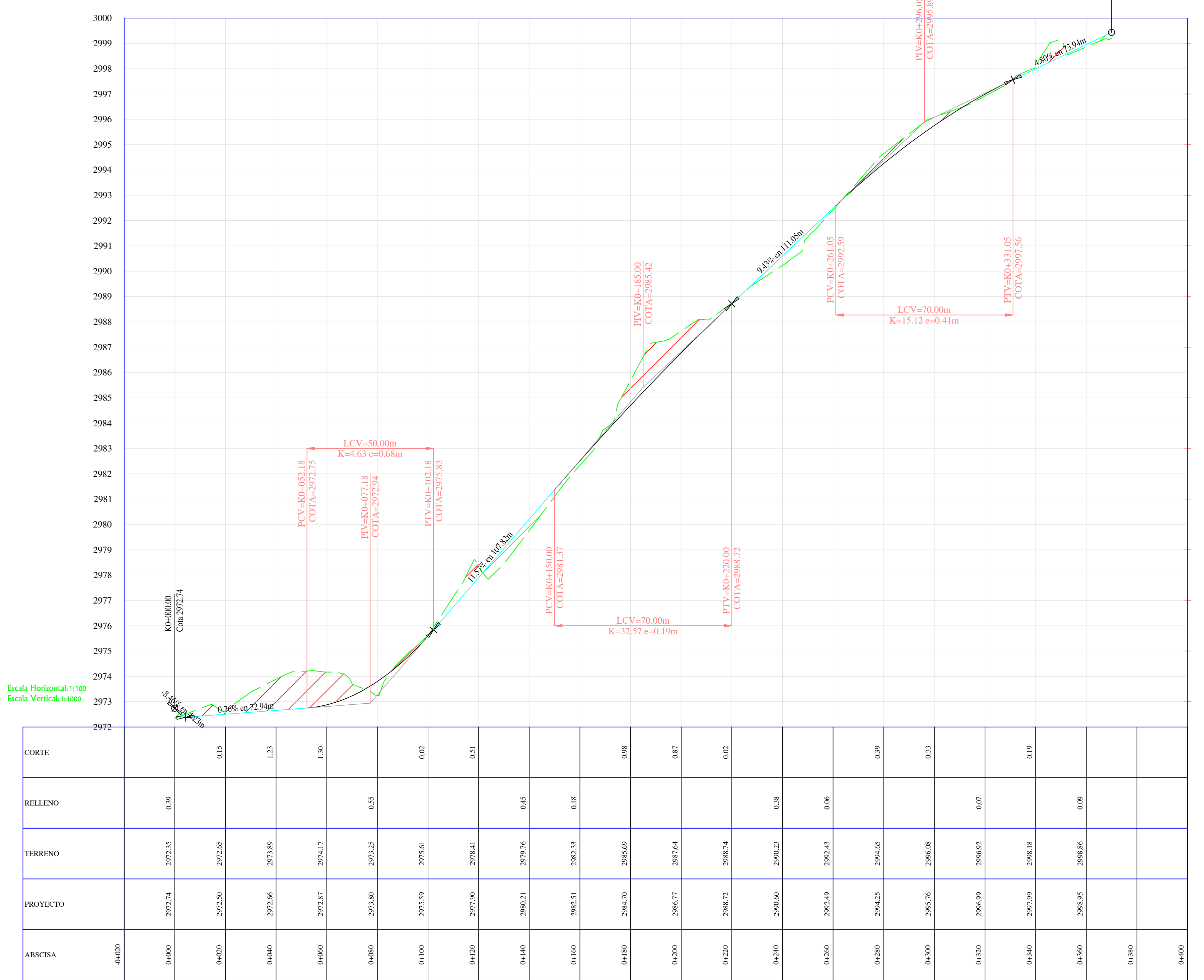
- ① Carpeta asfáltica e=0.05m
- ② Base de agitados II e=0.10m
- ③ Sub_base Clase III e=0.10m
- ④ Cuneta revestida de Hormigón r=180kg/cm² e=0.05m

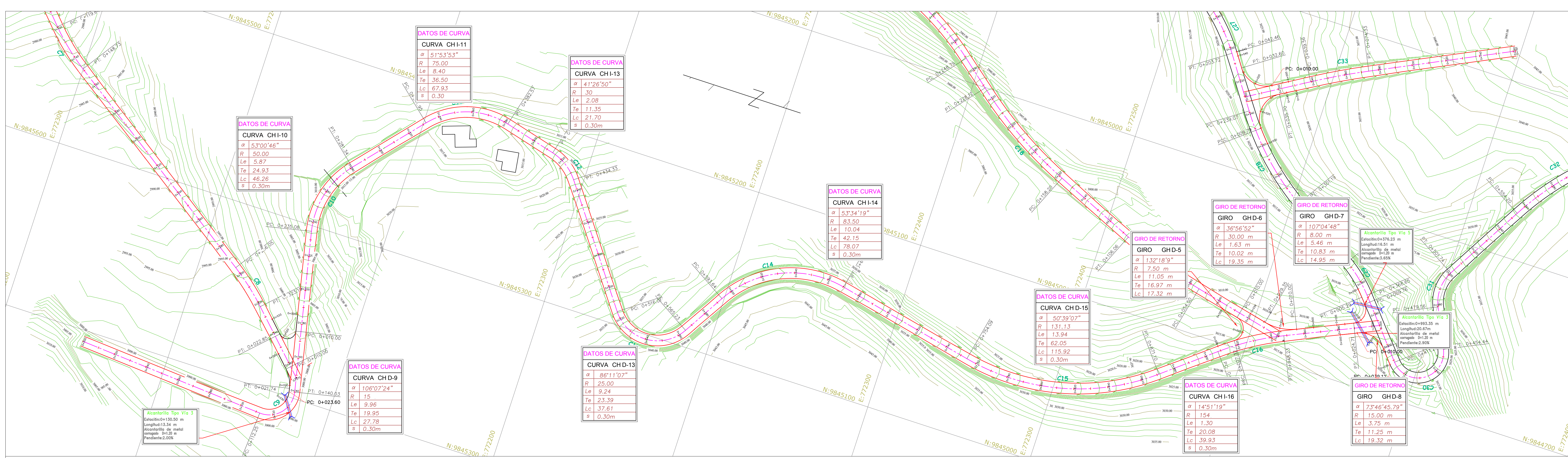


PERFIL VIA 1 ABCISA 0+00 A 0+363.17



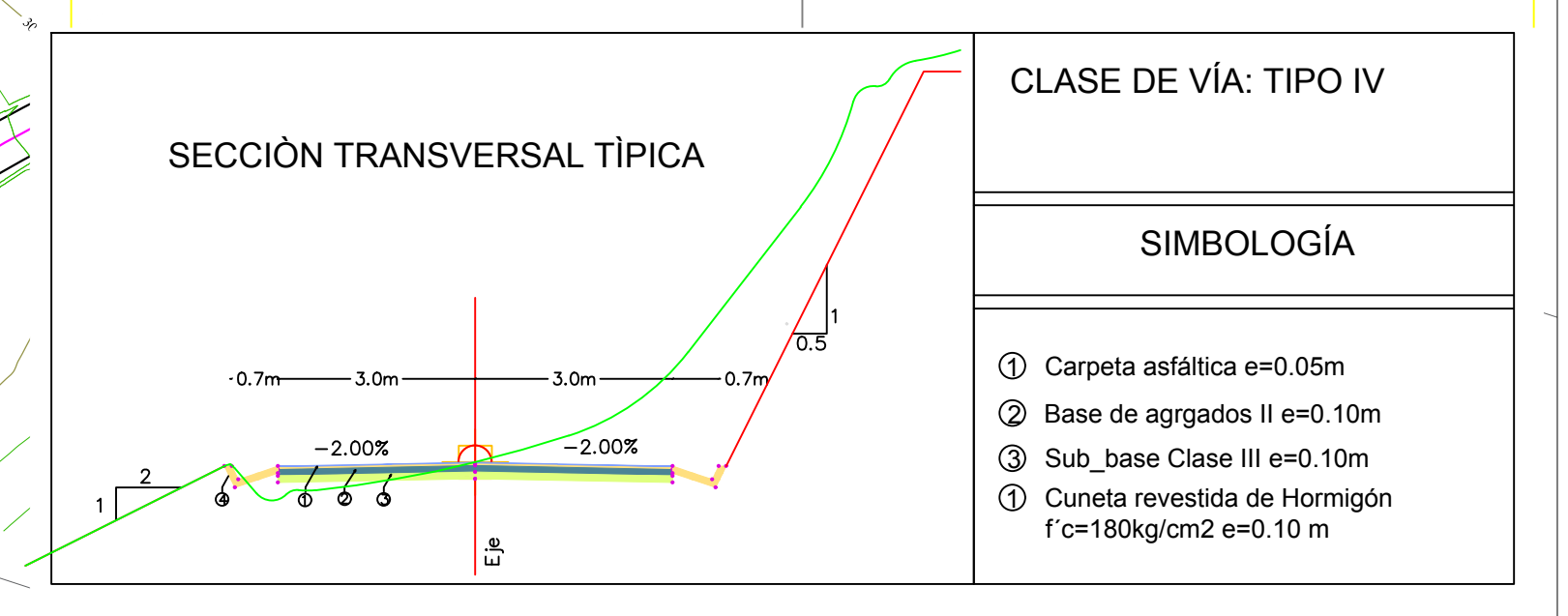
PERFIL VIA 2 ABCISA 0+00 A 0+369.99





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 PROYECTO: VIAS QUITOCUCHO-SEGOWA ALTO
 PROYECTO: HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO 3 KM+0+000 - KM+1+0+476
 ESCALA: H: 1:1000 V: 1:100
 HOJA: 2 DE 4
 PRESUPUESTO
 FECHA: Julio - 2017
 DIBUJANTE: ISRAEL OROZZO

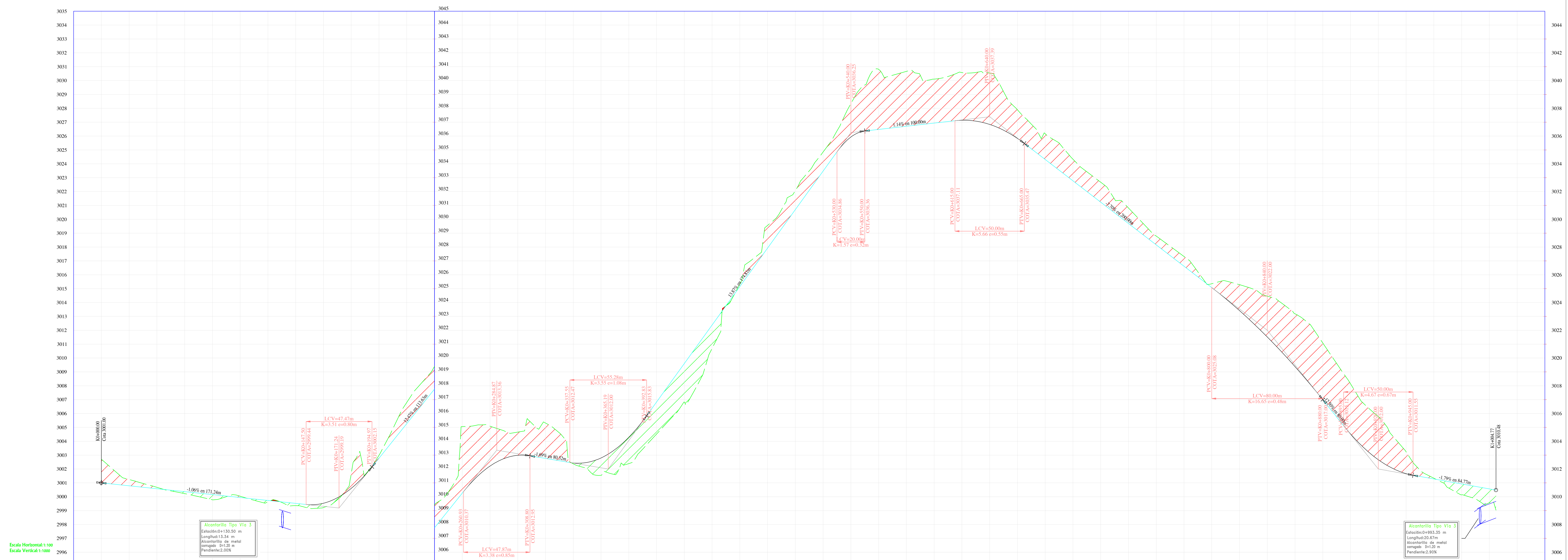
LEVANTO Y DIBUJO: EDUIGRAEL OROZZO
 TUTOR: ING. LORENA PÉREZ



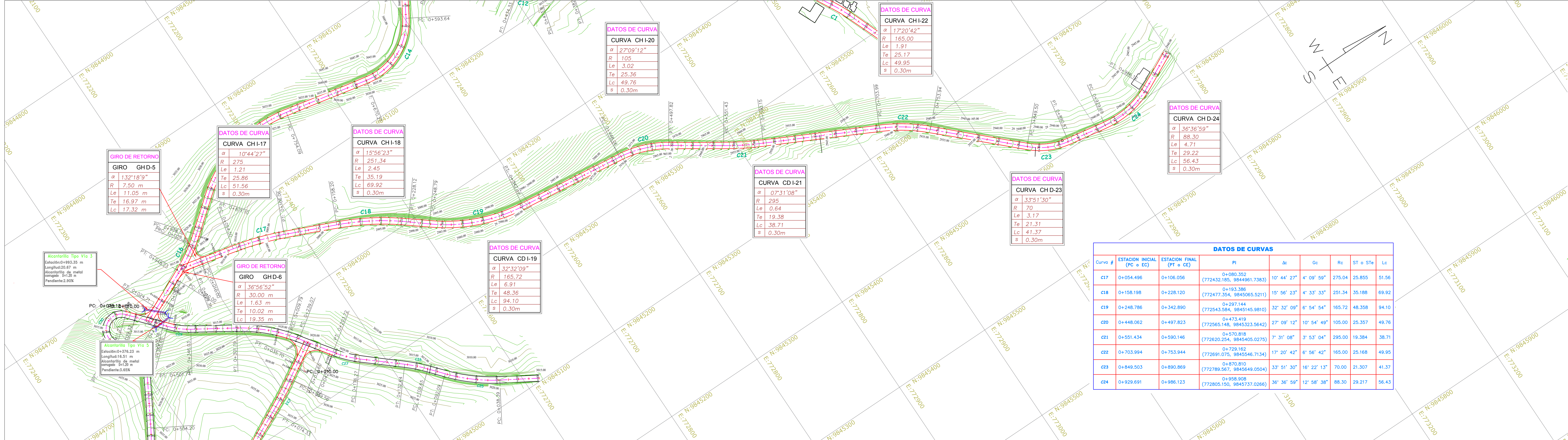
DATOS DE CURVAS

Curva #	ESTACION INICIAL (PI o EC)	ESTACION FINAL (PT o CA)	R	α	Gc	Rc	ST o ST'	Lc
C9	0+112.246	0+140.029	(772186.314, 8845418.7224)	106° 07' 24"	76° 23' 40"	50.00	19.950	27.78
C10	0+235.076	0+281.338	(772231.050, 8845448.0946)	53° 00' 46"	22° 55' 06"	50.00	24.936	46.26
C11	0+331.950	0+382.569	(772399.614, 8845380.1180)	63° 40' 42"	25° 09' 35"	45.55	28.283	50.62
C12	0+413.874	0+434.331	(772381.841, 8845312.1461)	39° 04' 12"	38° 11' 50"	30.00	10.644	30.46
C13	0+516.009	0+565.227	(772377.286, 8845258.1285)	112° 47' 59"	45° 50' 12"	25.00	37.628	49.22
C14	0+593.635	0+670.269	(772371.897, 8845178.6126)	71° 15' 33"	18° 35' 51"	61.62	44.161	76.63
C15	0+754.586	0+871.097	(772310.910, 8844992.1493)	51° 07' 41"	8° 44' 20"	131.13	62.724	117.01
C16	0+908.299	0+948.227	(772407.469, 8844998.9217)	14° 51' 19"	7° 26' 28"	154.00	20.077	39.93

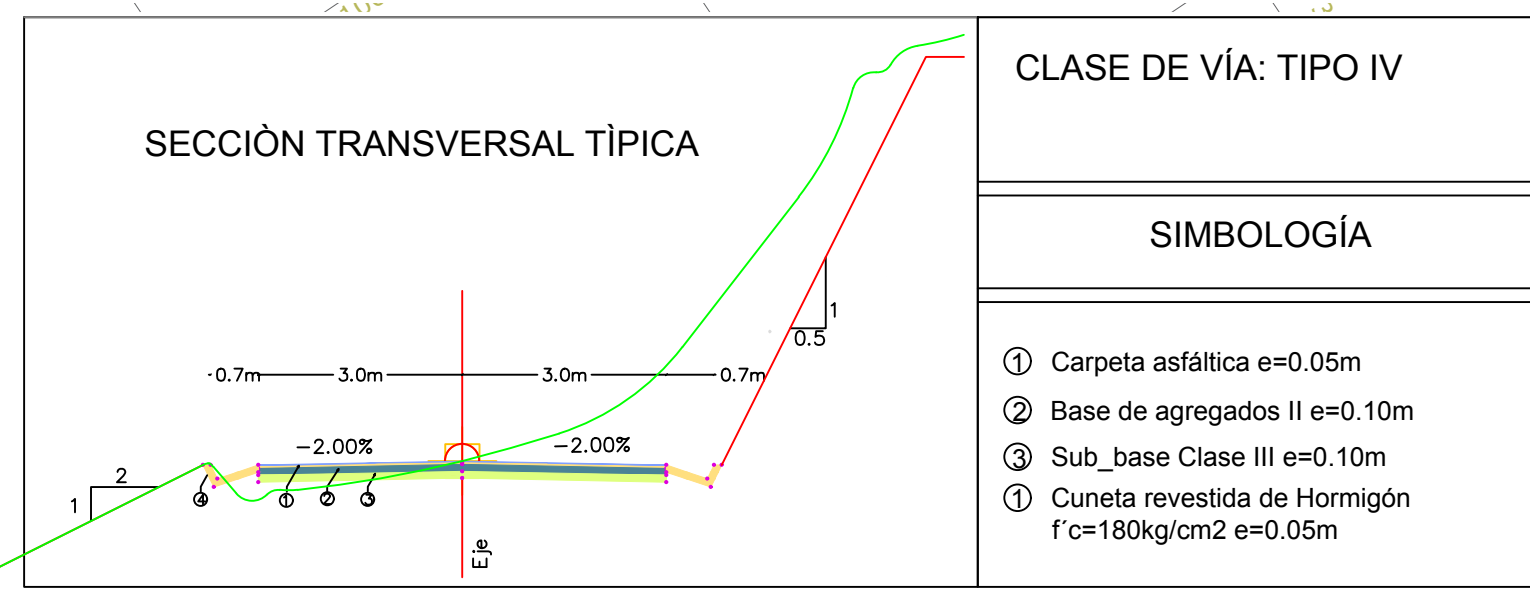
PERFIL VÍA 3 ABCISA 0+00 A 1+04.77



ABCISA	CORTE	BELLENO	TERRENO	PROYECTO
0+00	1.71	0.65	0.10	0.09
0+10	0.65	0.14	0.37	0.09
0+20	0.10	0.14	0.37	0.09
0+30	0.10	0.14	0.37	0.09
0+40	0.10	0.14	0.37	0.09
0+50	0.10	0.14	0.37	0.09
0+60	0.10	0.14	0.37	0.09
0+70	0.10	0.14	0.37	0.09
0+80	0.10	0.14	0.37	0.09
0+90	0.10	0.14	0.37	0.09
1+00	0.10	0.14	0.37	0.09
1+04.77	0.10	0.14	0.37	0.09



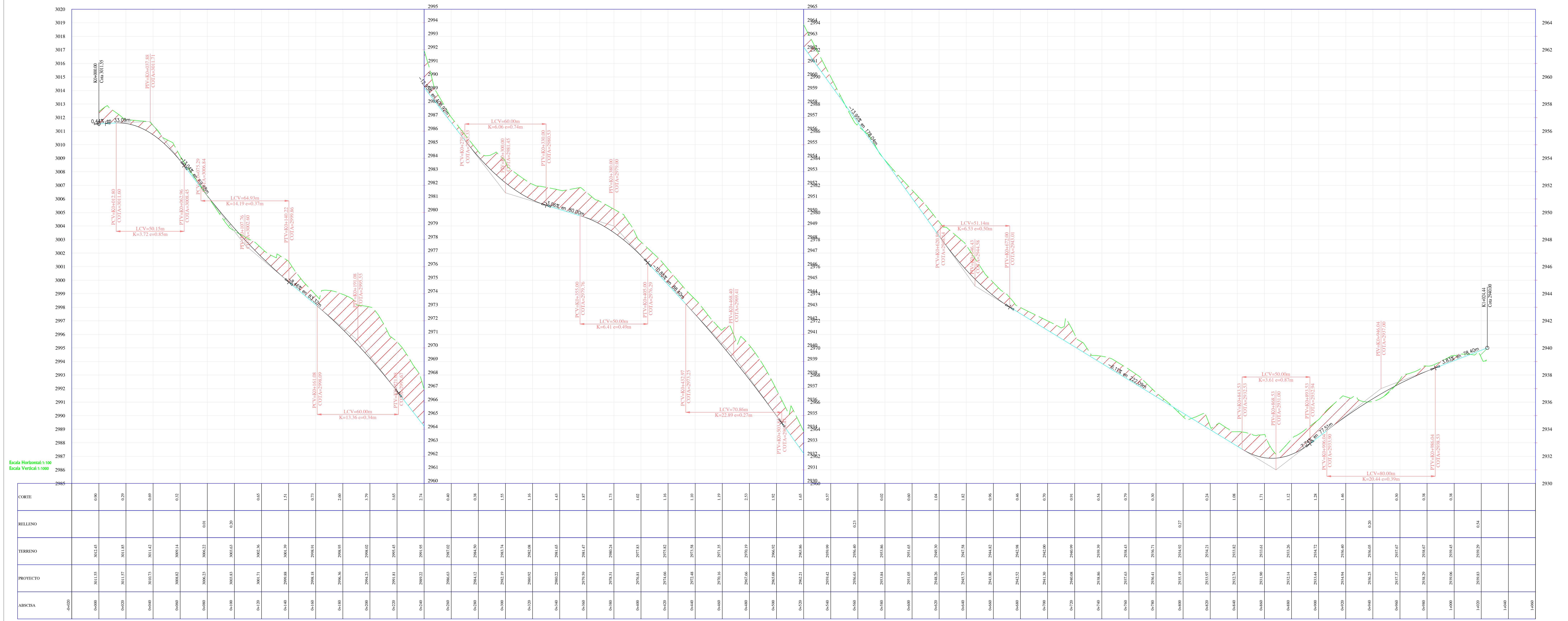
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 PROYECTO: VÍAS QUITOCUCHO-SEGOVIA ALTO
 PROYECTO HORIZONTAL Y VERTICAL TRAMO 6 KM+0+000 - KM+1+023.79
 ESCALA: H: 1:1000 V: 1:100
 HOJA: 3 DE: 4
 PRESUPUESTO: FECHA: Julio - 2017
 DIBUJADO: ISRAEL OROZCO
 TUTOR: ING. LORENA PÉREZ



DATOS DE CURVAS

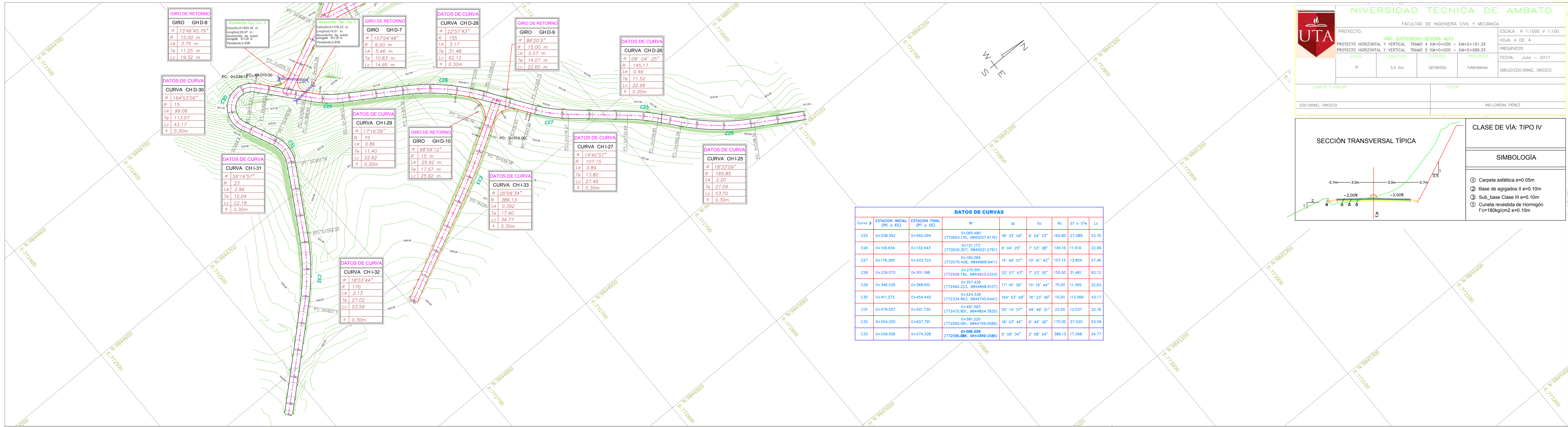
Curva #	ESTACION INICIAL (PI ± IC)	ESTACION FINAL (PI ± FC)	PI	Δ	Ac	Gc	Rc	ST ± STa	Lc
C17	0+054.496	0+106.056	0+080.352	10° 44' 27"	4° 09' 50"	275.04	25.855	51.56	
C18	0+156.198	0+228.120	0+192.159	15° 56' 23"	4° 35' 35"	251.34	30.186	69.92	
C19	0+246.796	0+342.890	0+294.793	32° 32' 09"	6° 54' 54"	165.72	48.358	94.10	
C20	0+448.062	0+497.823	0+472.942	27° 09' 12"	10° 04' 49"	105.00	26.357	49.76	
C21	0+551.434	0+550.146	0+550.790	7° 31' 08"	3° 53' 04"	295.00	19.384	38.71	
C22	0+703.994	0+753.944	0+728.969	17° 20' 45"	6° 56' 42"	165.00	25.168	49.95	
C23	0+848.503	0+890.869	0+870.610	33° 51' 30"	16° 22' 15"	70.00	21.307	41.57	
C24	0+928.891	0+986.123	0+957.507	36° 36' 59"	12° 58' 38"	88.30	29.217	56.43	

PERFIL VÍA 6 ABCISA 0+00 A 1+023.79

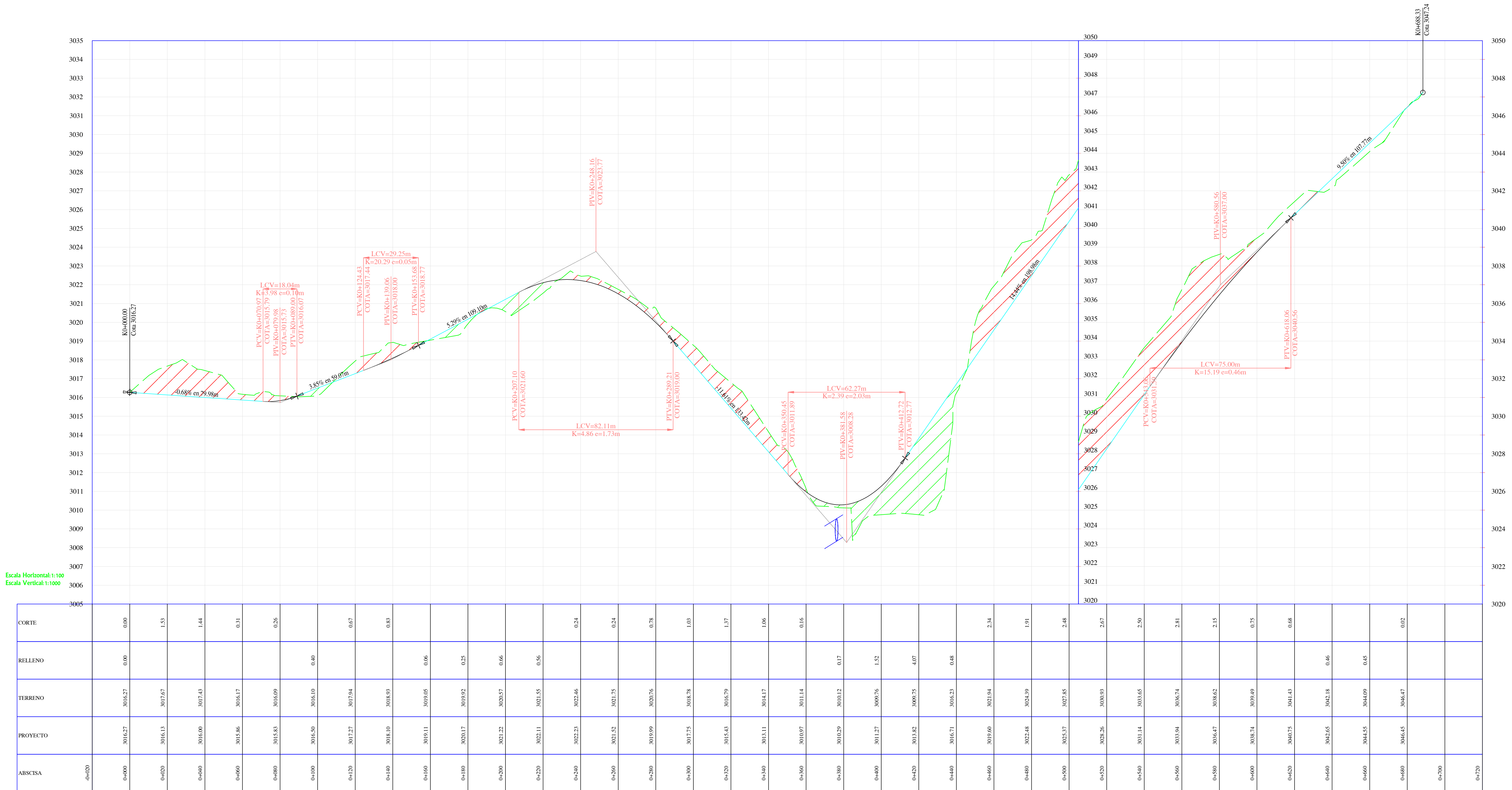


Escala Horizontal: 1:100
 Escala Vertical: 1:1000

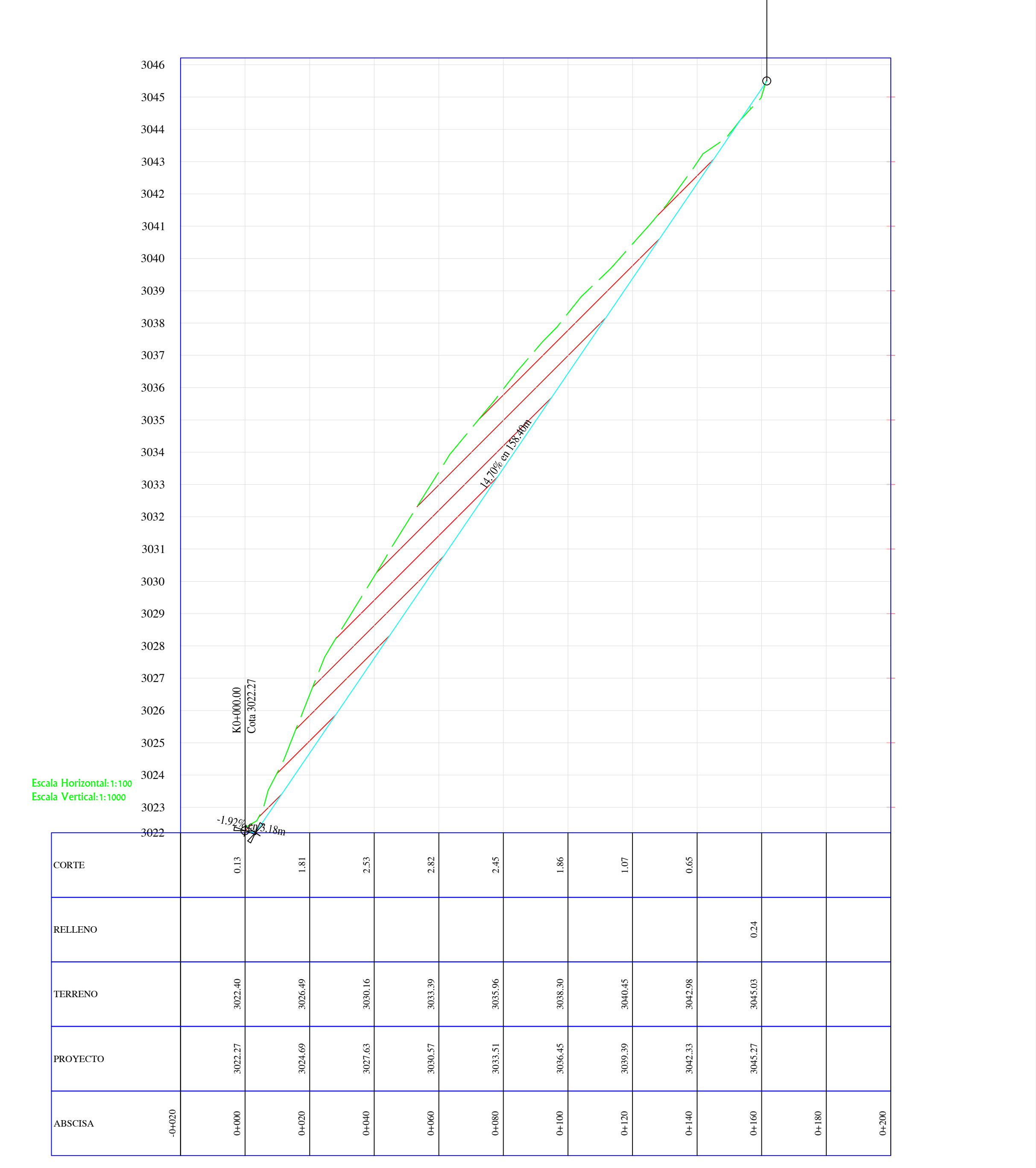
ABCISA	CORTE	RELLENO	TERRENO	PROYECTO
0+000	0.00		2913.45	2913.45
0+020	0.29		2911.85	2911.57
0+040	0.69		2911.42	2910.73
0+060	0.32		2909.14	2908.82
0+080	0.01		2906.22	2906.23
0+100	0.20		2903.63	2903.83
0+120	0.65		2902.36	2901.71
0+140	1.51		2901.39	2900.38
0+160	0.73		2898.81	2898.18
0+180	2.60		2898.95	2898.36
0+200	3.79		2898.02	2898.23
0+220	3.65		2895.45	2891.81
0+240	2.95		2891.95	2889.52
0+260	0.40		2887.02	2886.63
0+280	0.38		2884.50	2884.12
0+300	1.15		2881.74	2881.39
0+320	1.16		2882.08	2881.52
0+340	1.43		2881.65	2881.52
0+360	1.87		2881.47	2879.59
0+380	1.73		2886.24	2878.51
0+400	1.02		2877.83	2876.81
0+420	1.16		2875.82	2874.66
0+440	1.10		2871.58	2872.58
0+460	1.19		2871.35	2870.16
0+480	2.53		2870.19	2867.96
0+500	1.02		2866.92	2865.00
0+520	1.65		2861.86	2862.21
0+540	0.57		2859.99	2859.62
0+560	0.02	0.23	2856.40	2856.63
0+580	0.02		2853.86	2853.84
0+600	0.60		2851.65	2851.10
0+620	1.04		2849.30	2848.26
0+640	1.82		2847.58	2845.75
0+660	0.96		2844.82	2843.86
0+680	0.46		2842.98	2842.52
0+700	0.70		2842.00	2841.30
0+720	0.91		2840.99	2840.08
0+740	0.54		2839.39	2838.86
0+760	0.79		2838.43	2837.51
0+780	0.80		2838.71	2838.41
0+800	0.37		2834.92	2833.19
0+820	0.24		2834.21	2833.95
0+840	1.08		2833.82	2832.74
0+860	1.71		2833.61	2831.90
0+880	1.12		2833.26	2832.14
0+900	1.28		2834.72	2833.44
0+920	1.46		2836.40	2834.04
0+940	0.20		2836.05	2836.25
0+960	0.90		2837.67	2837.57
0+980	0.38		2838.67	2838.29
1+000	0.38		2839.45	2839.06
1+020	0.54		2839.29	2839.83
1+040				2839.51
1+060				



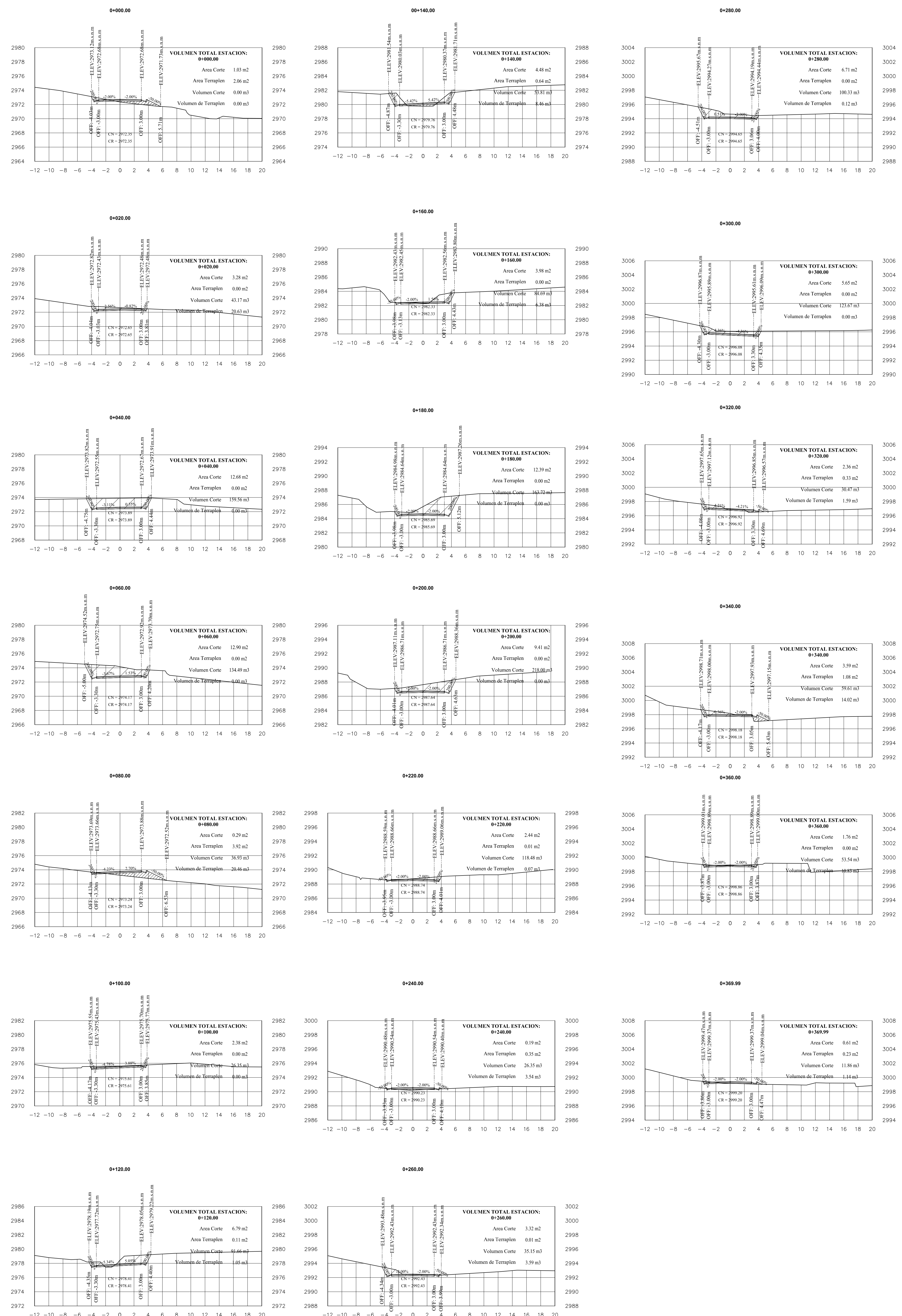
PERFIL VÍA 5 ABCISA 0+00 A 0+688.33



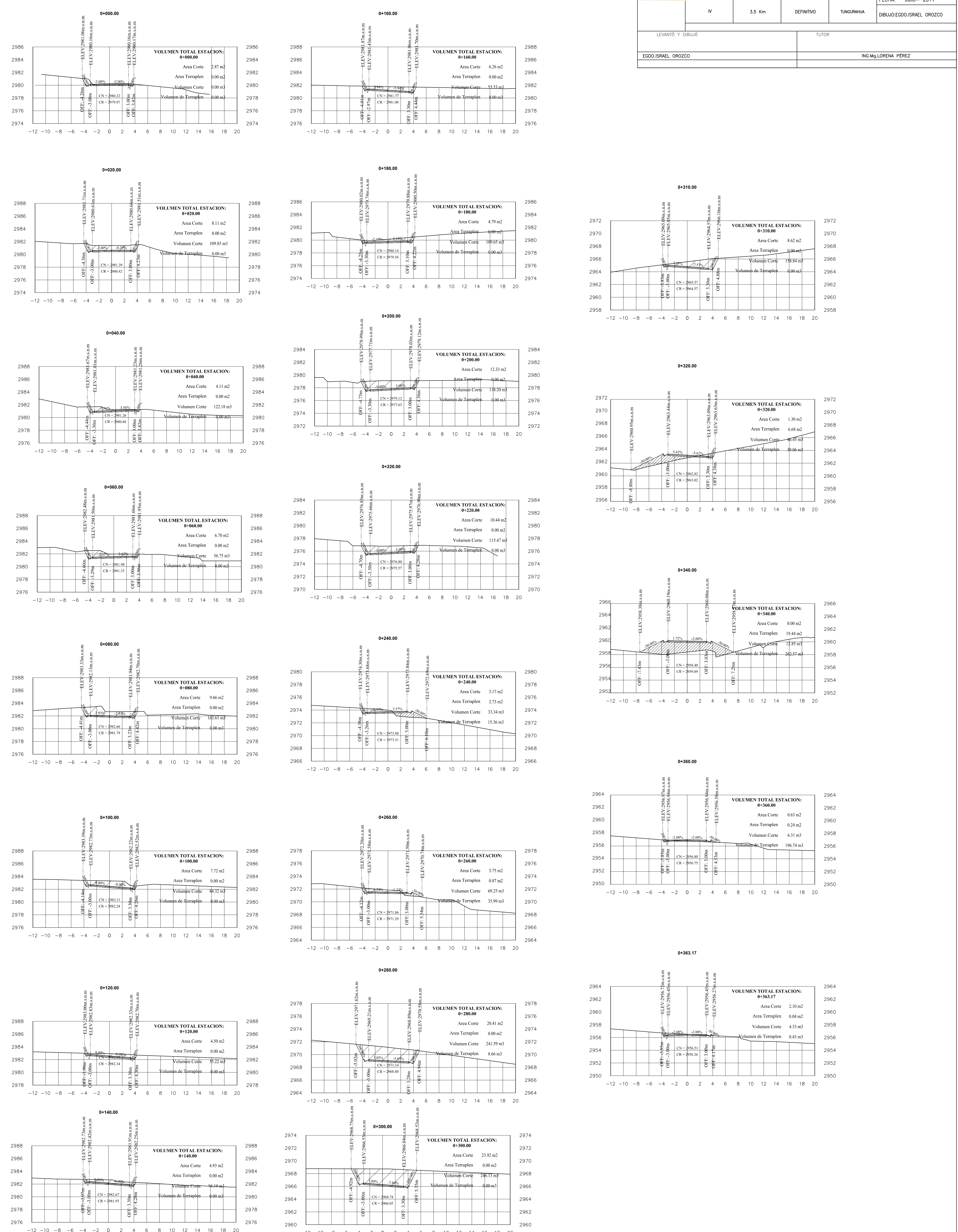
PERFIL VÍA 4 ABCISA 0+00 A 0+161.39



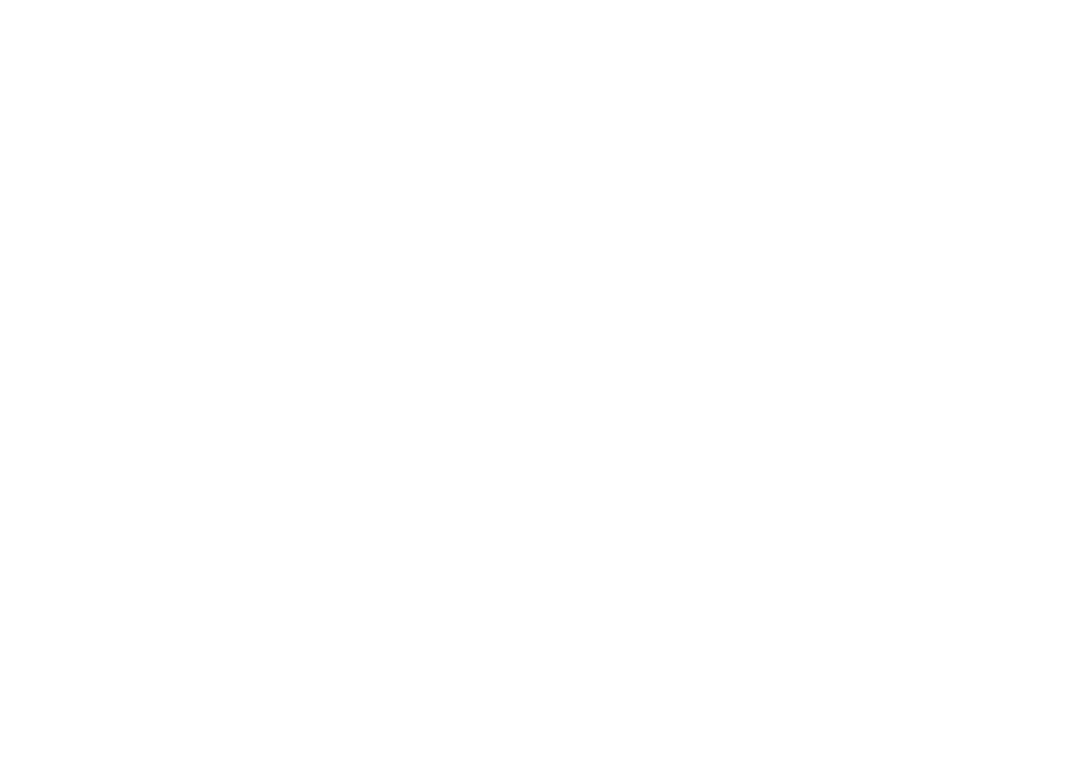
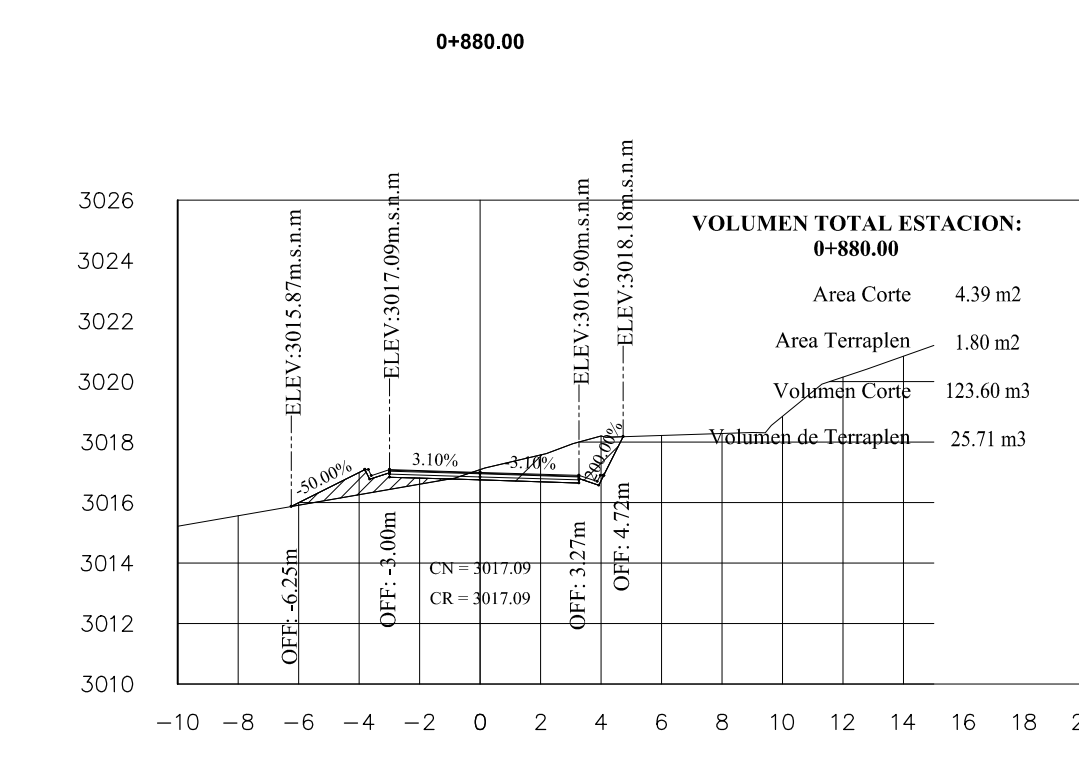
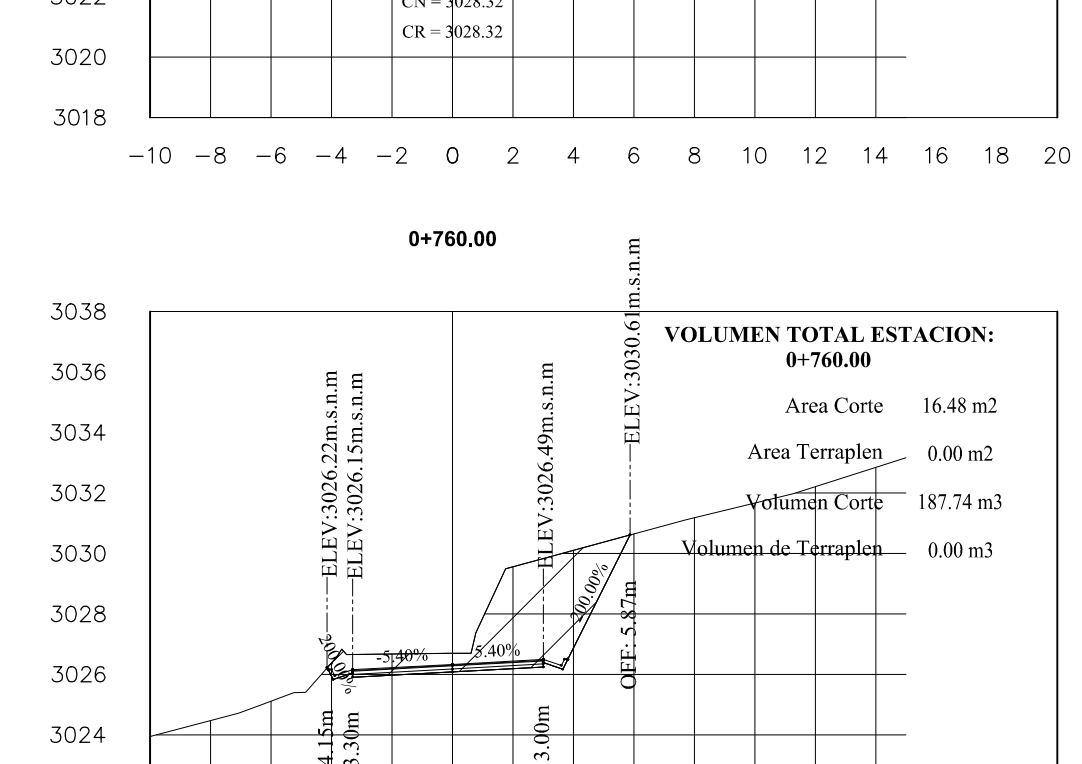
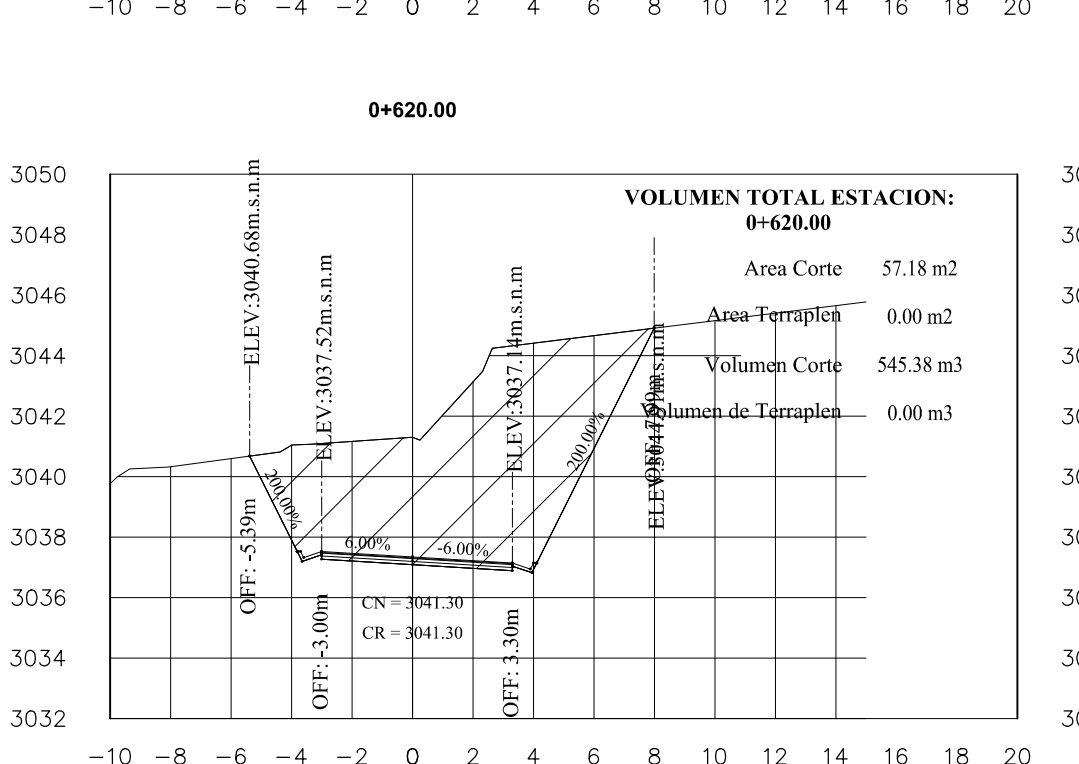
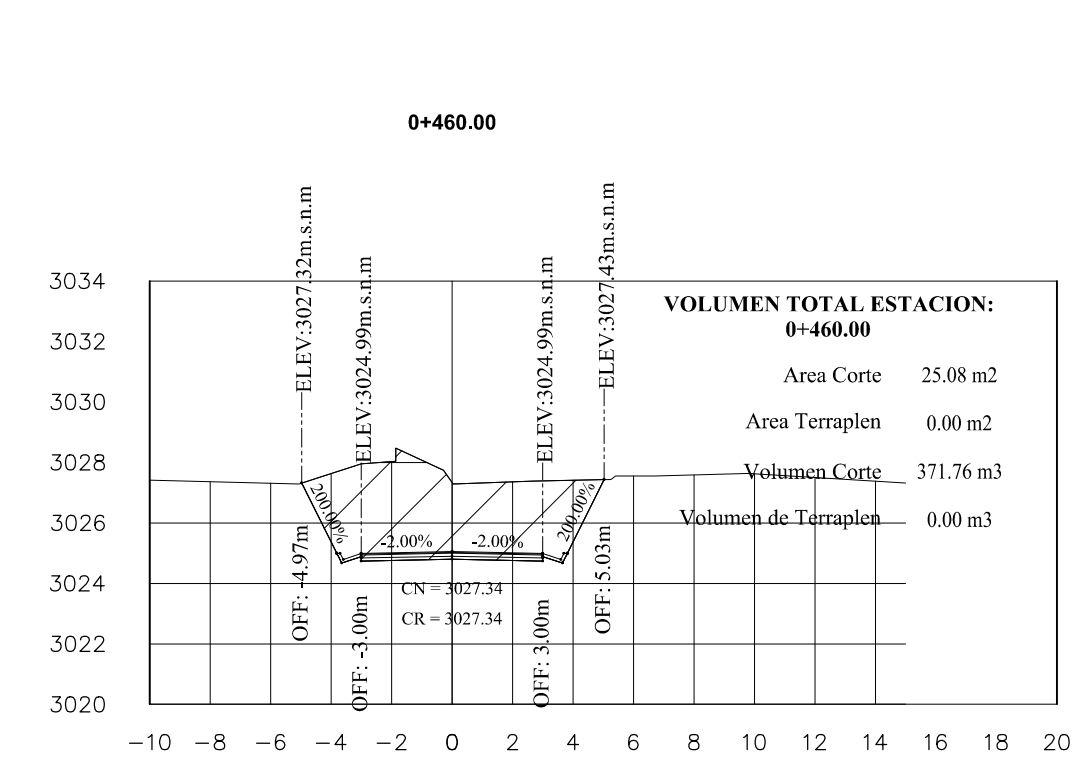
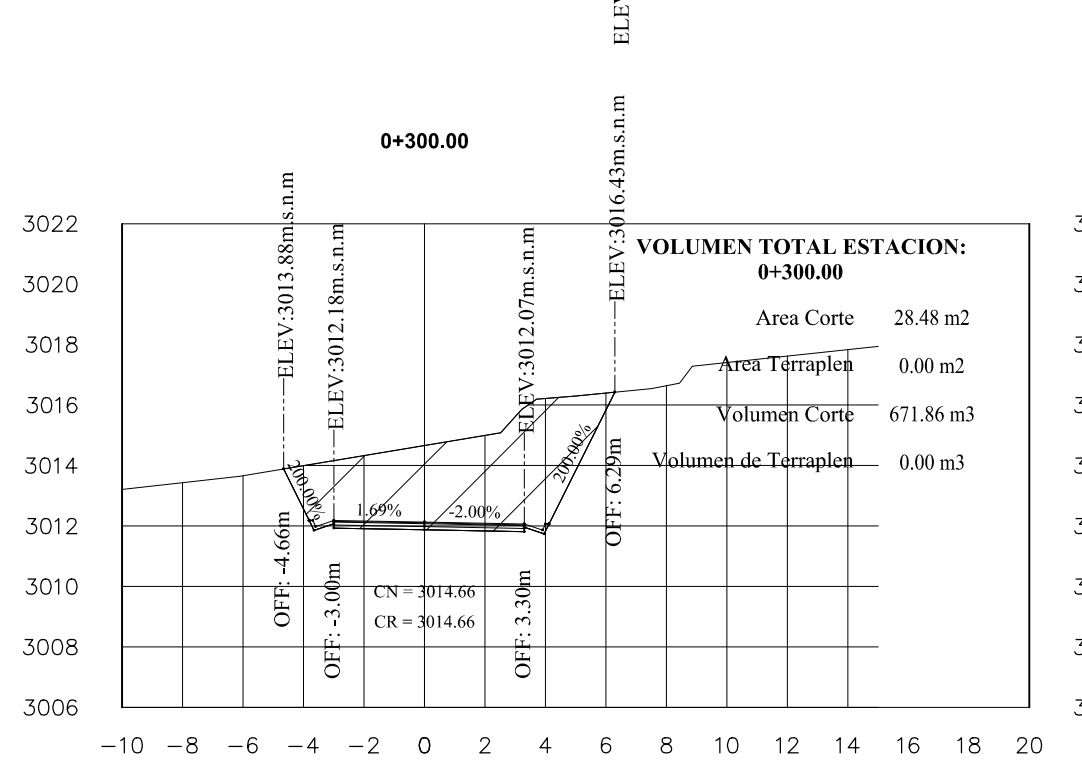
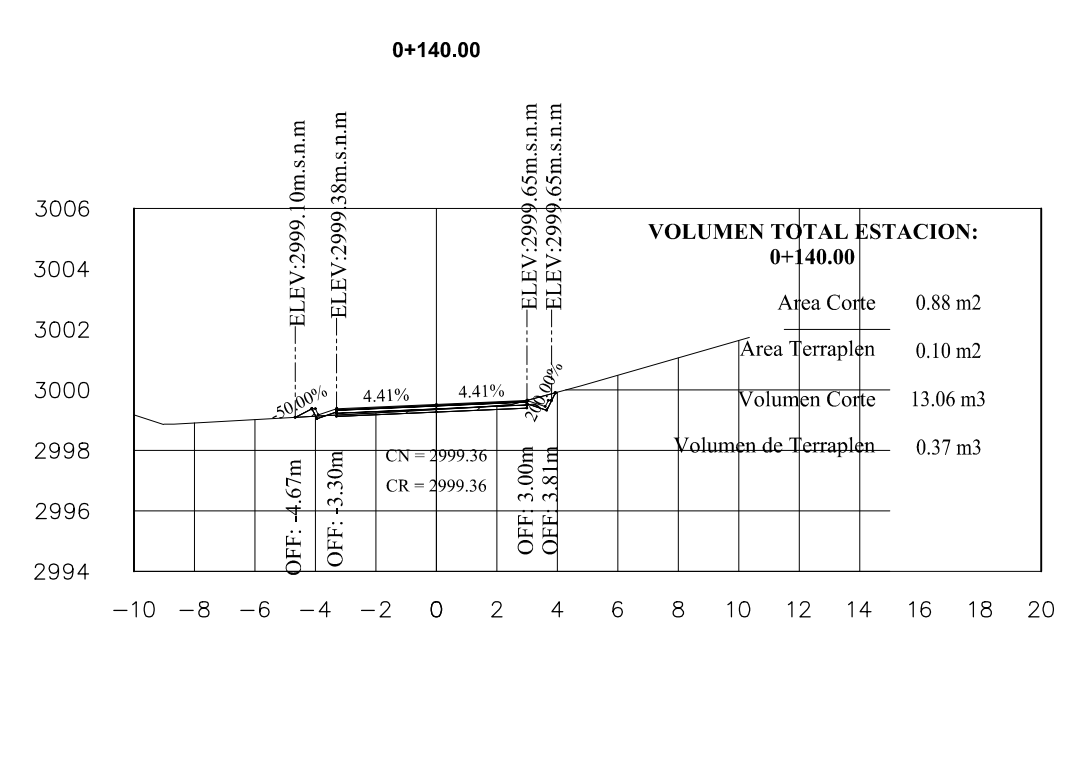
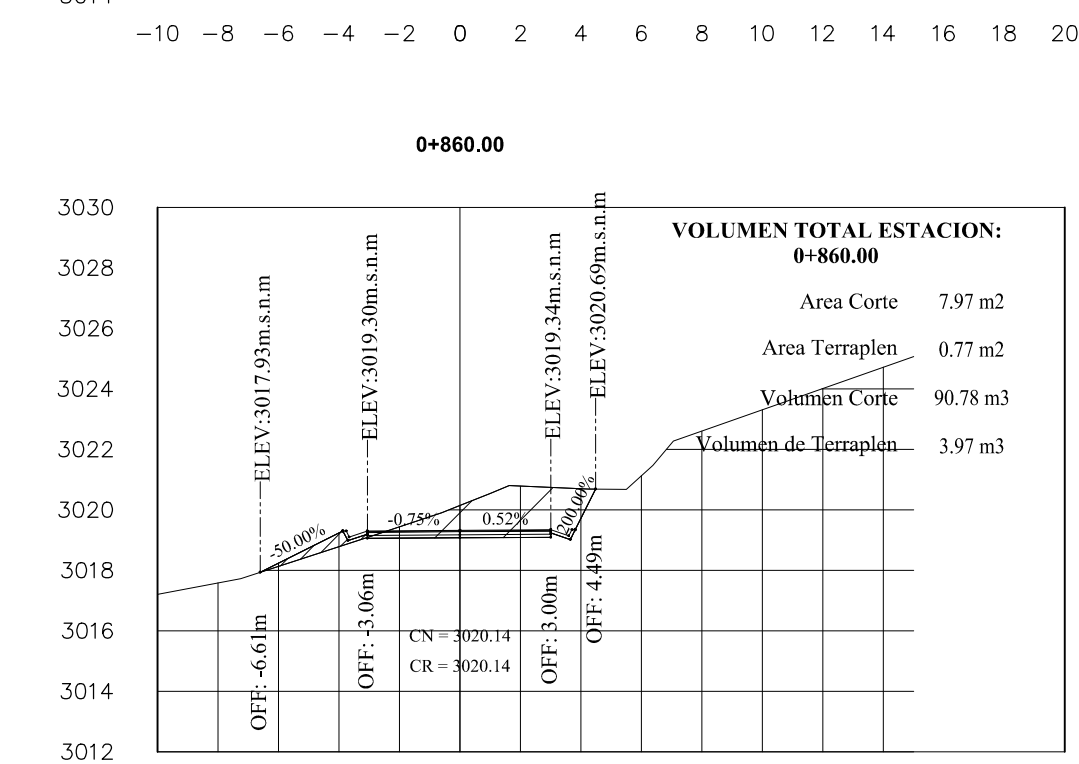
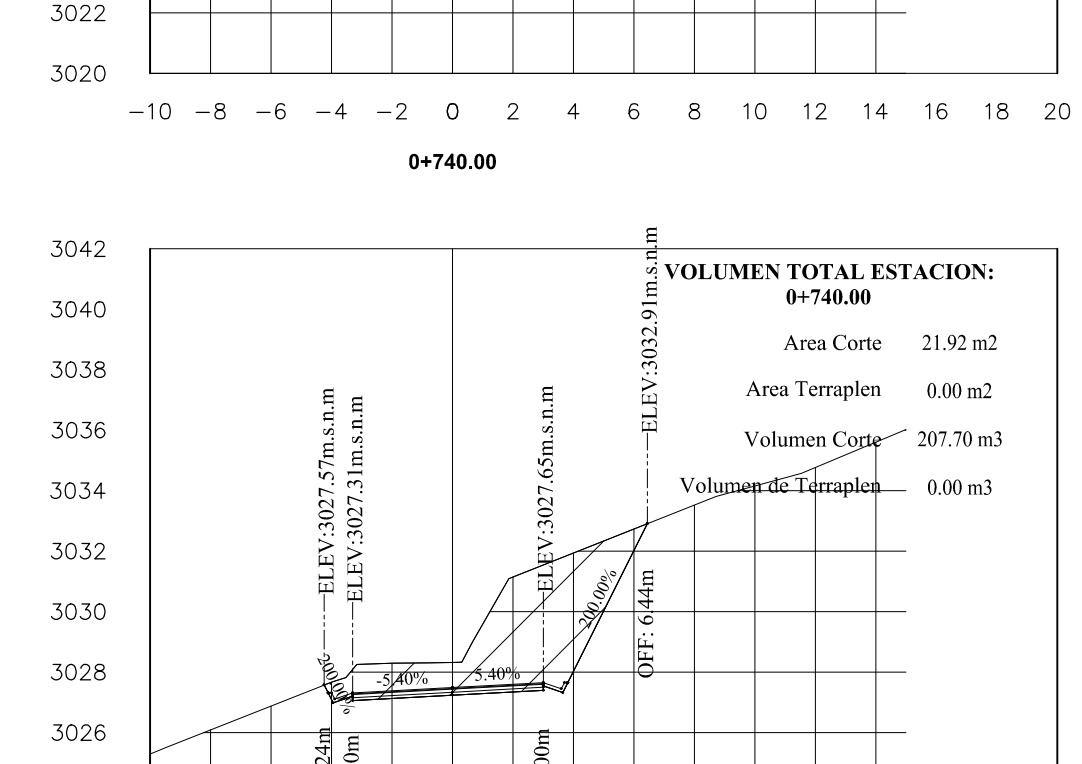
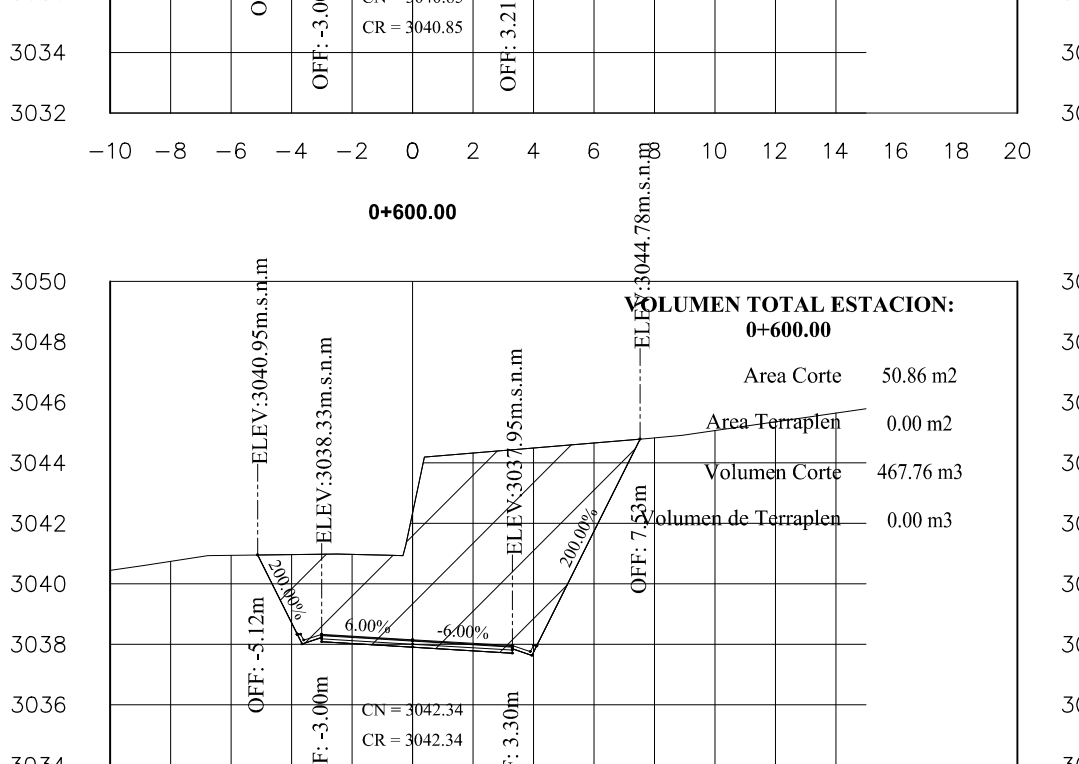
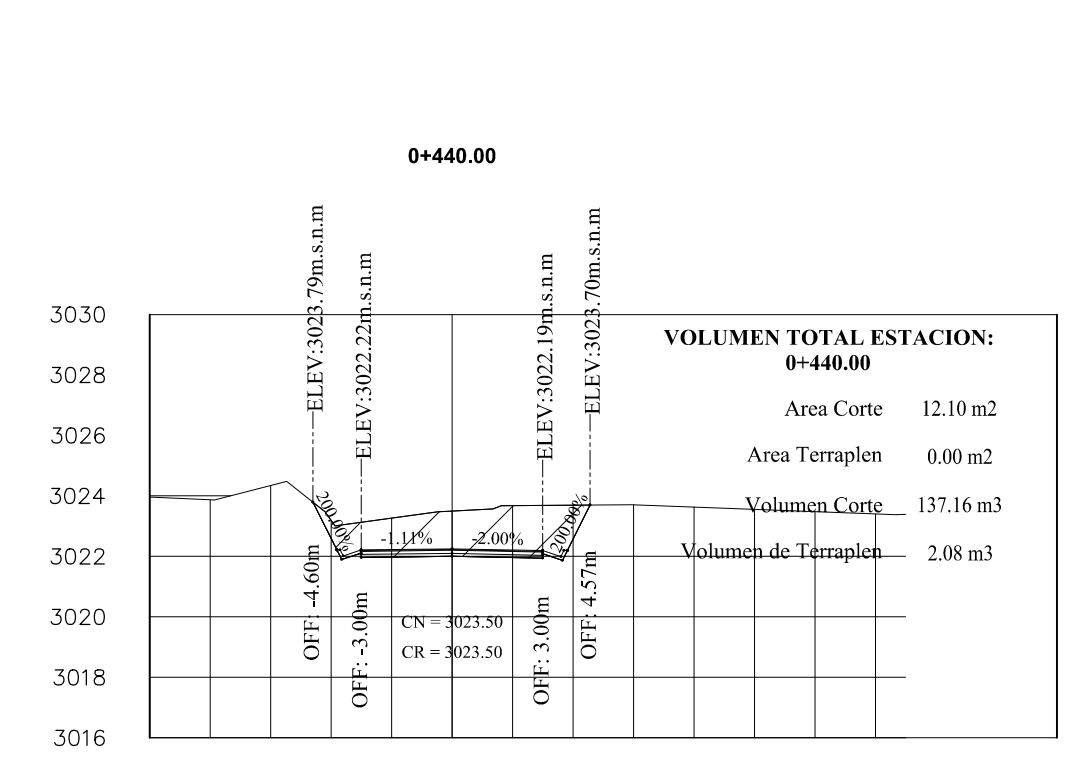
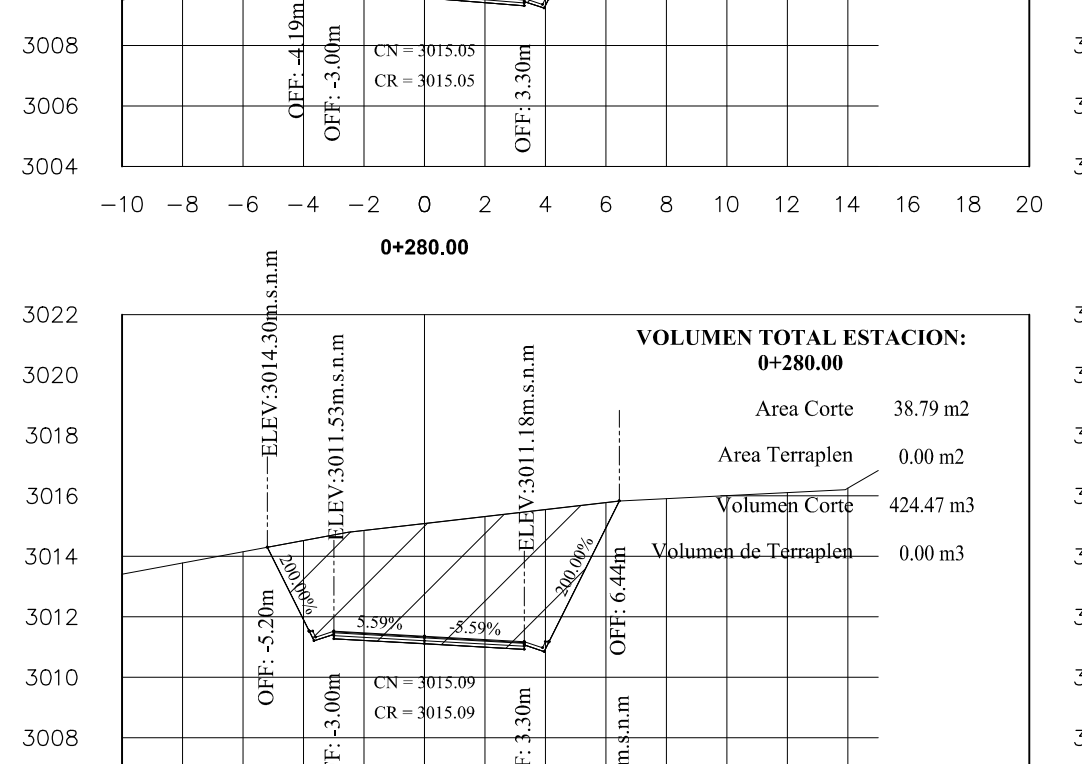
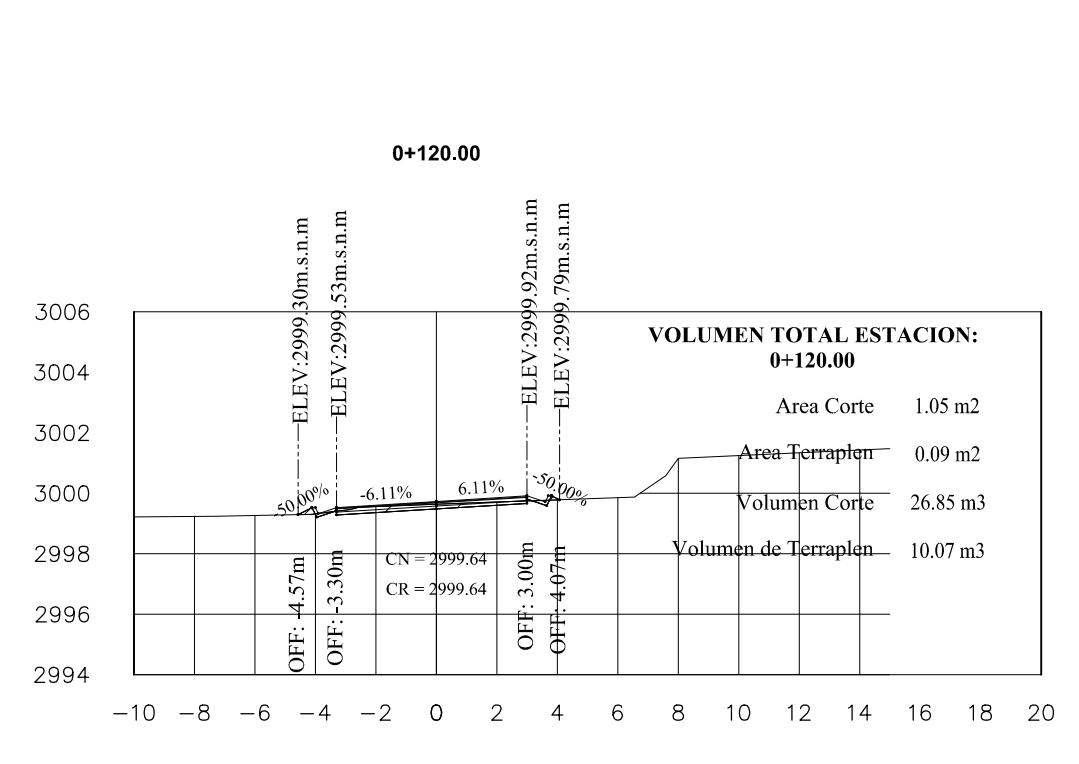
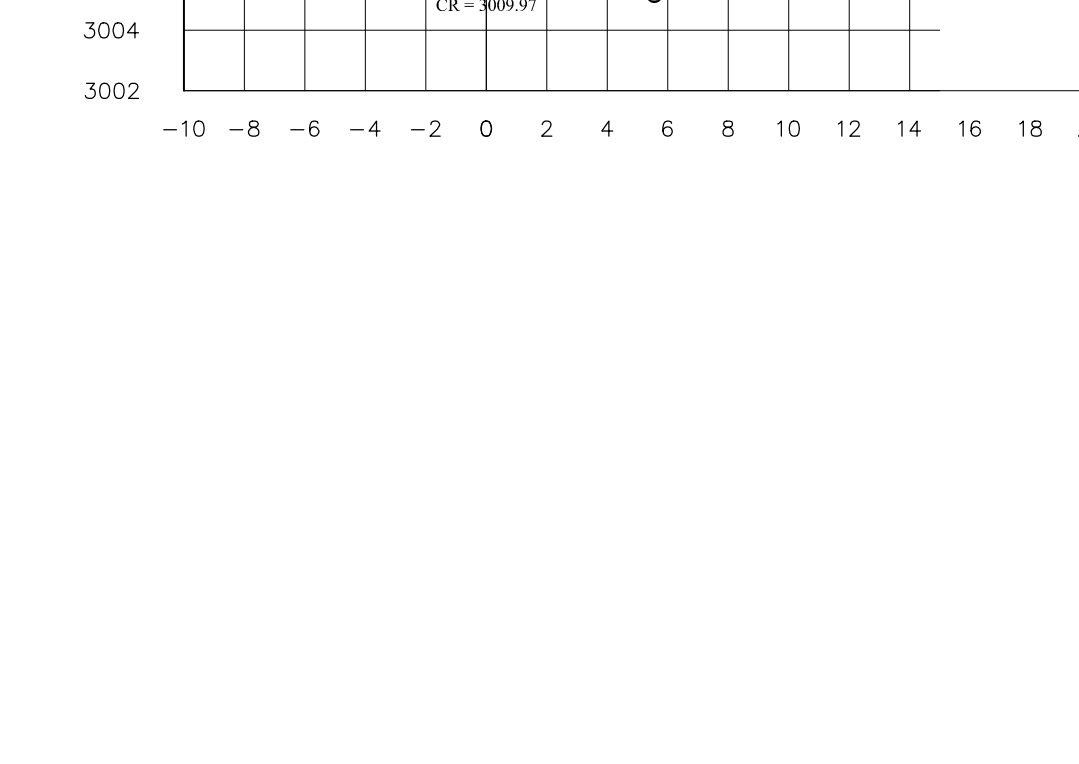
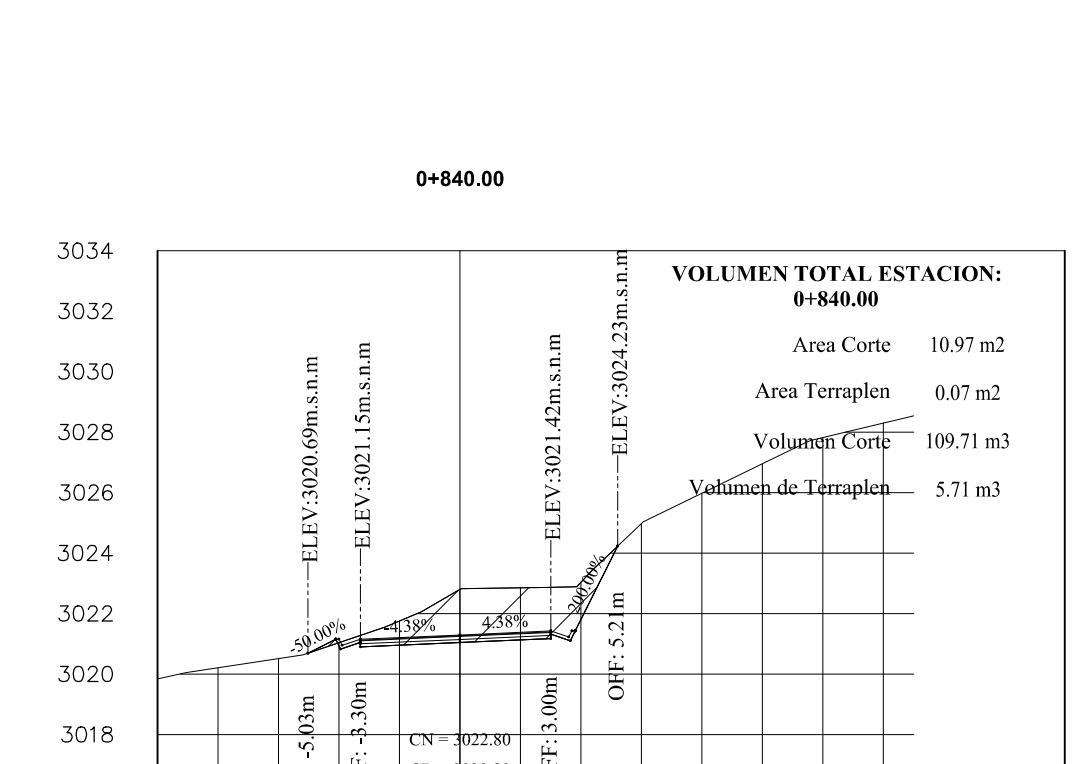
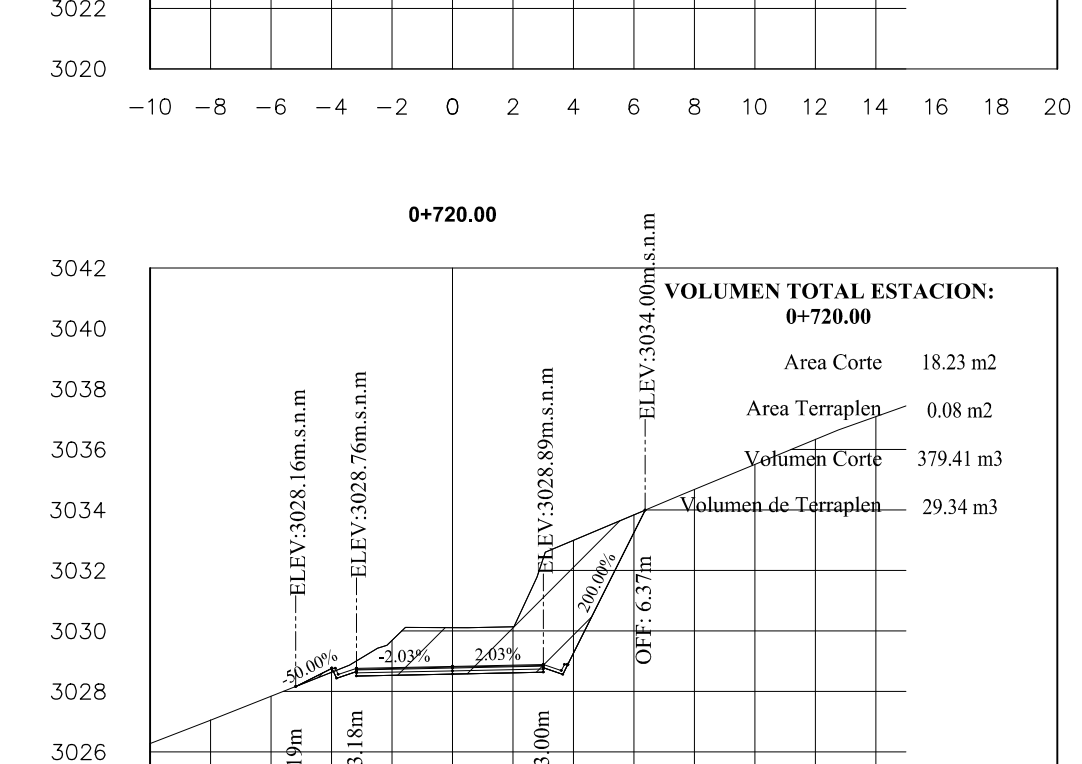
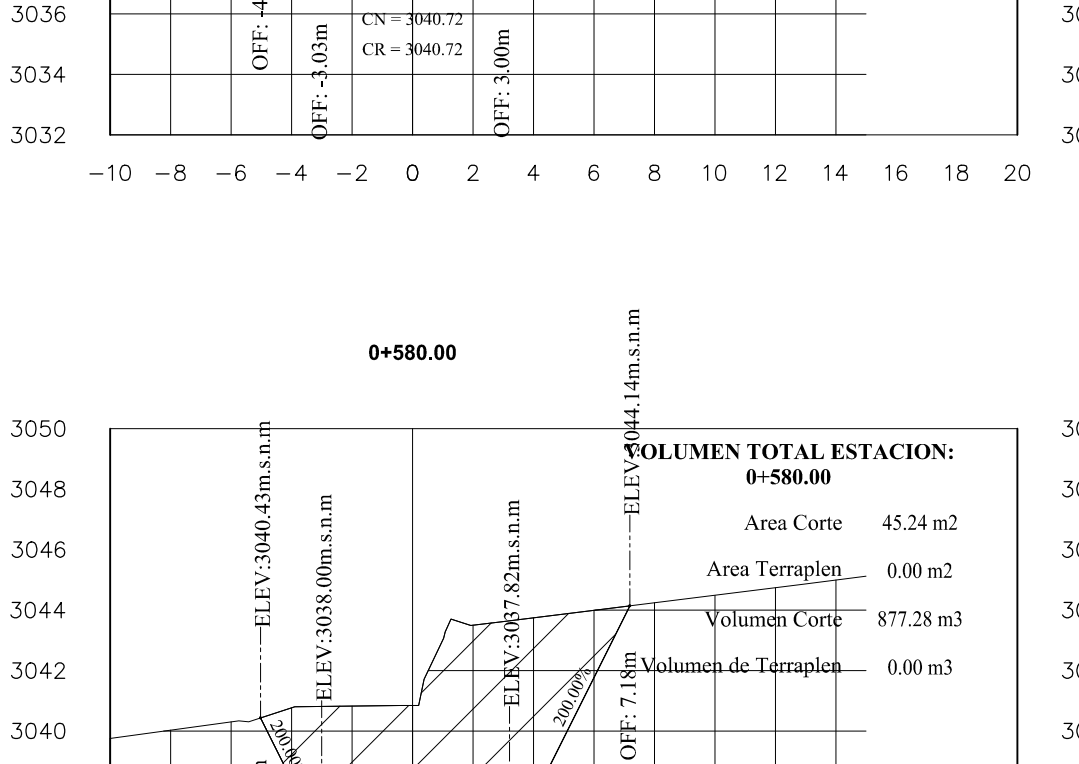
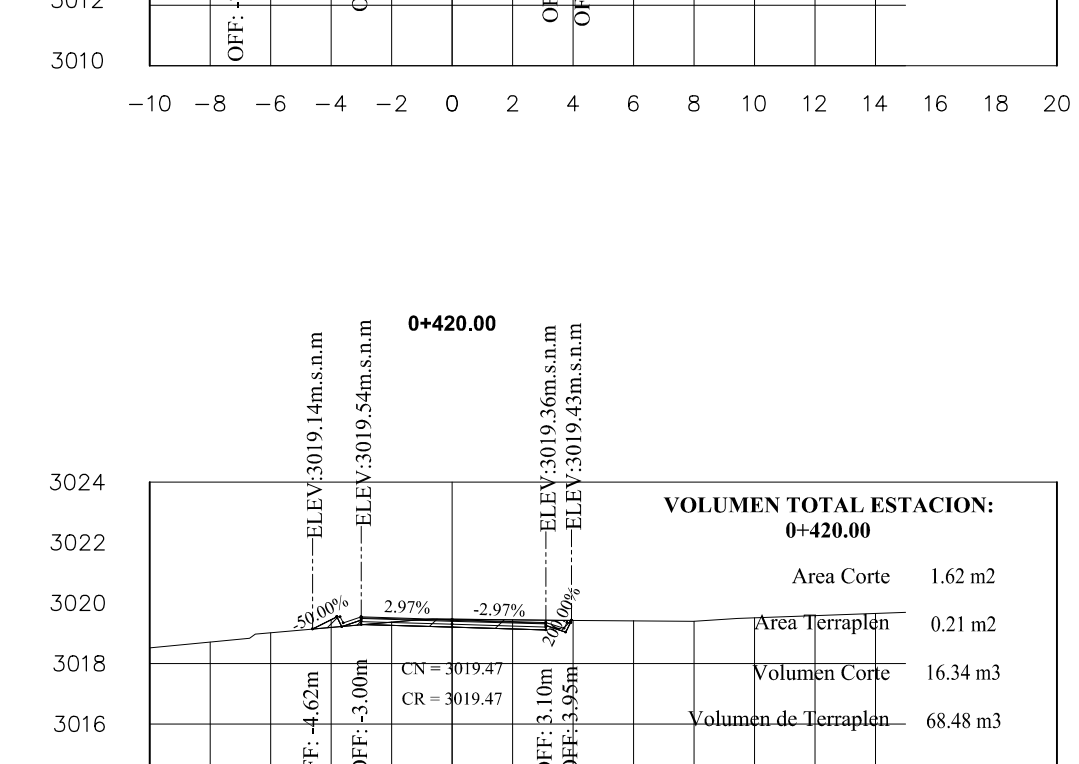
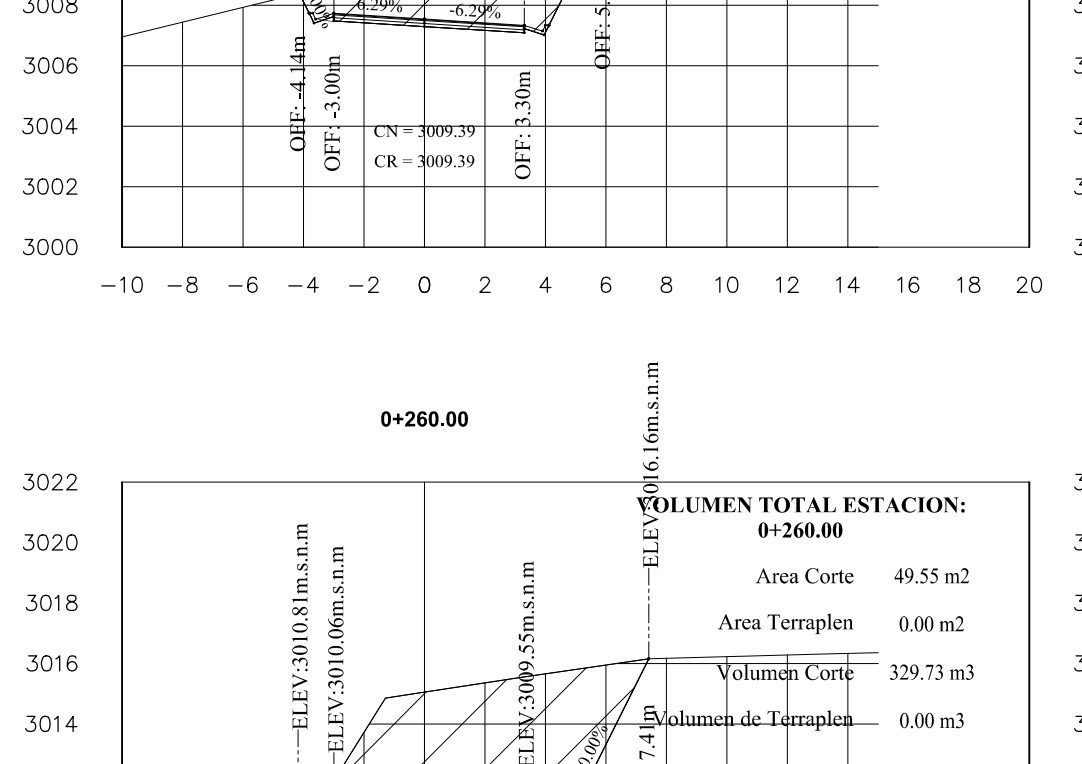
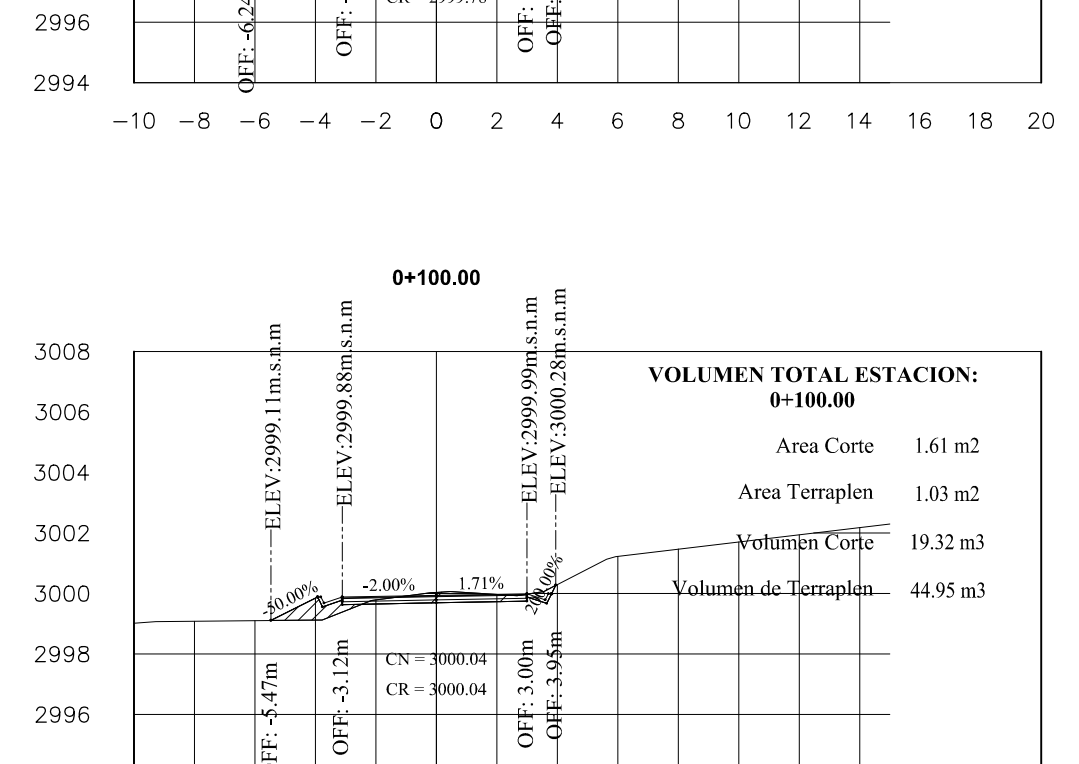
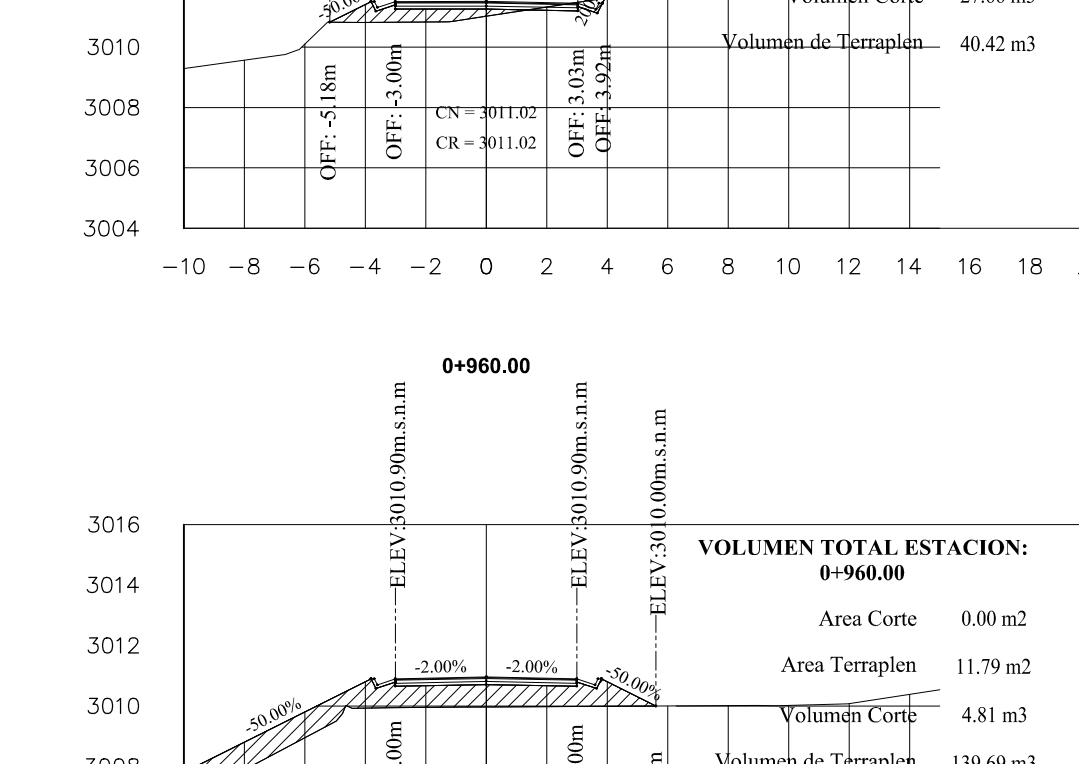
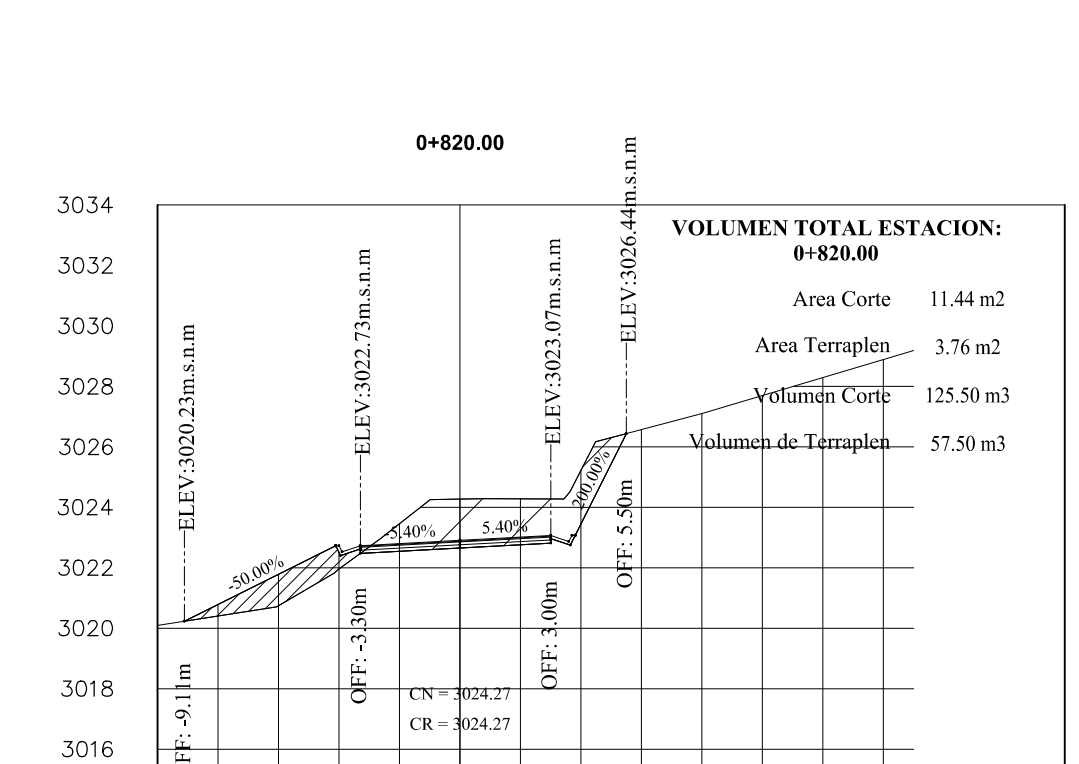
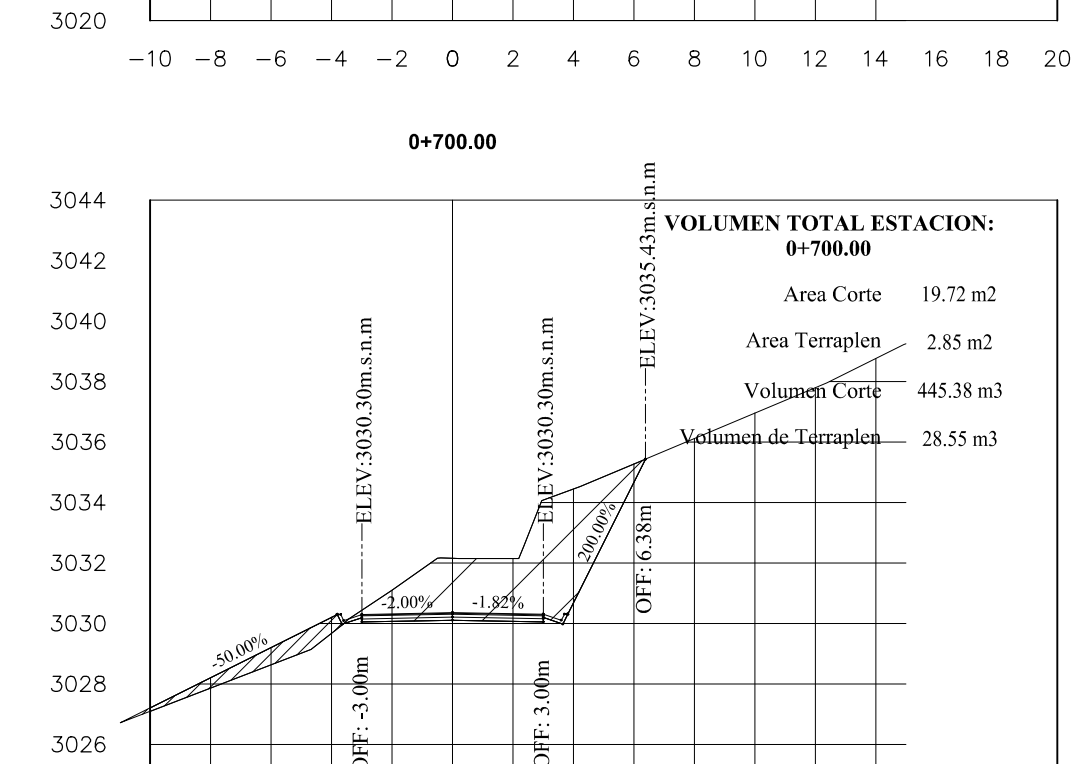
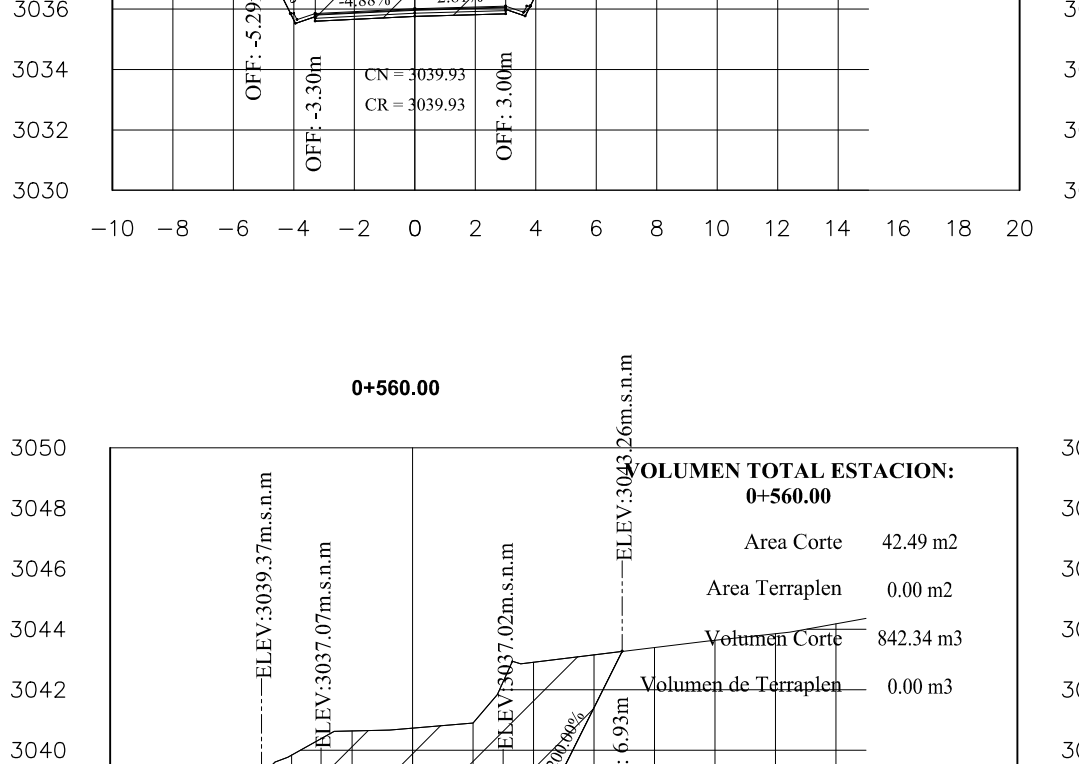
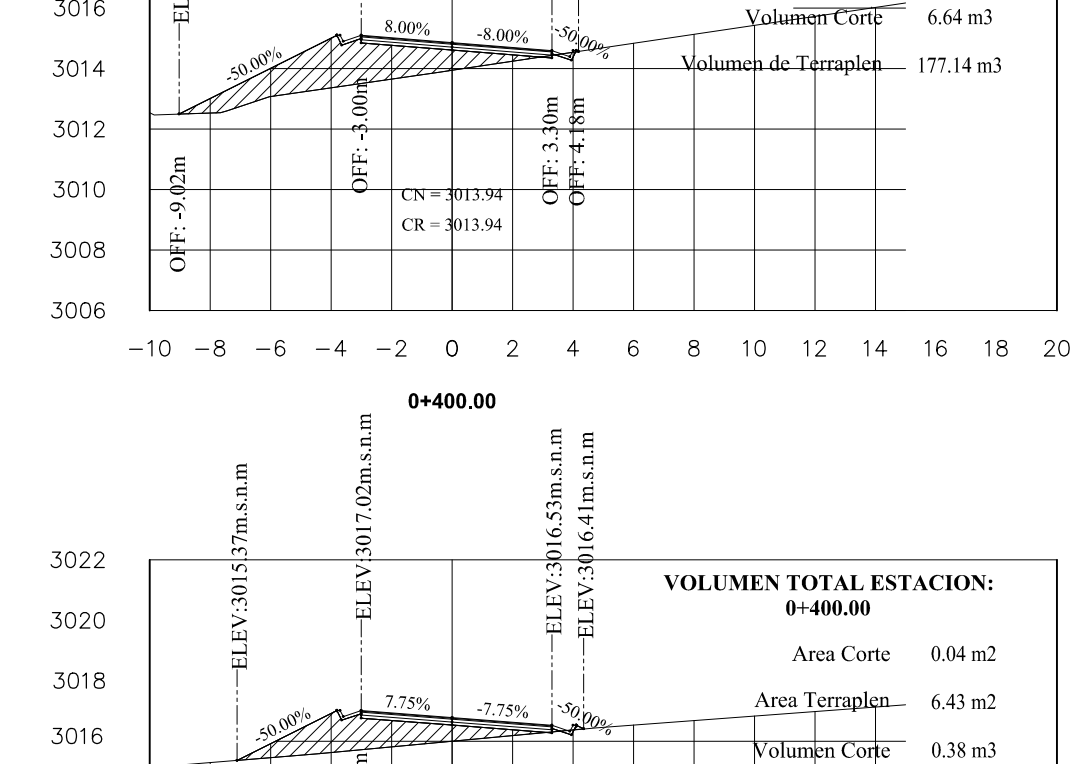
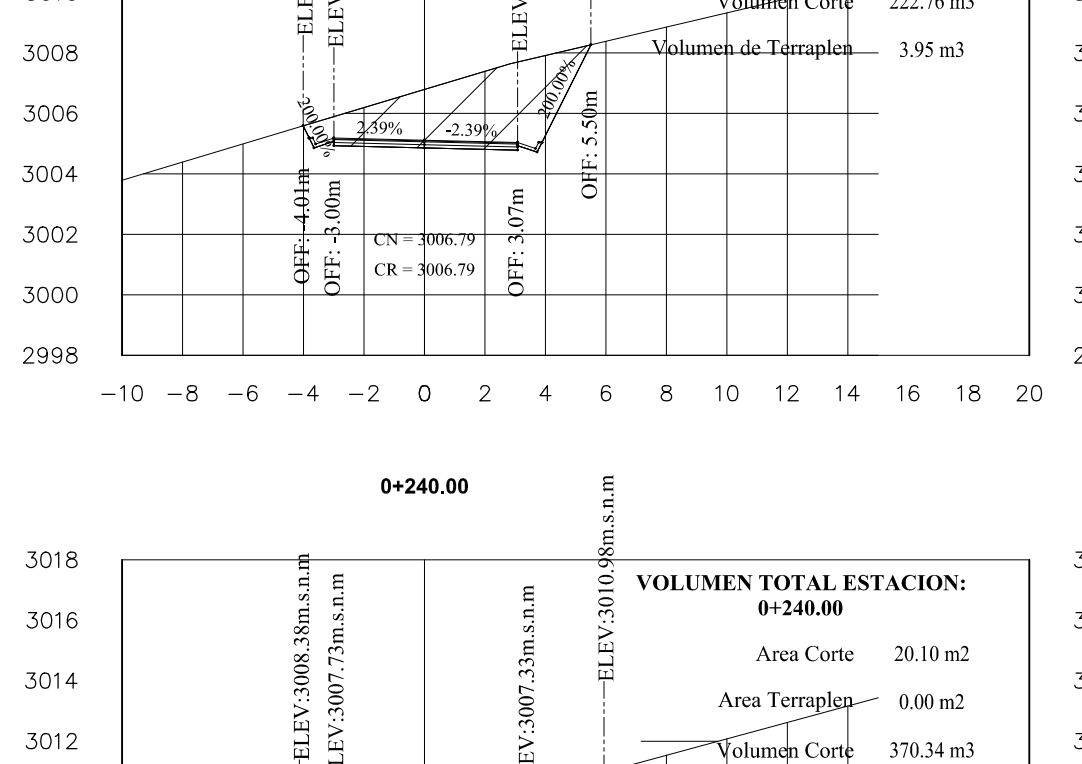
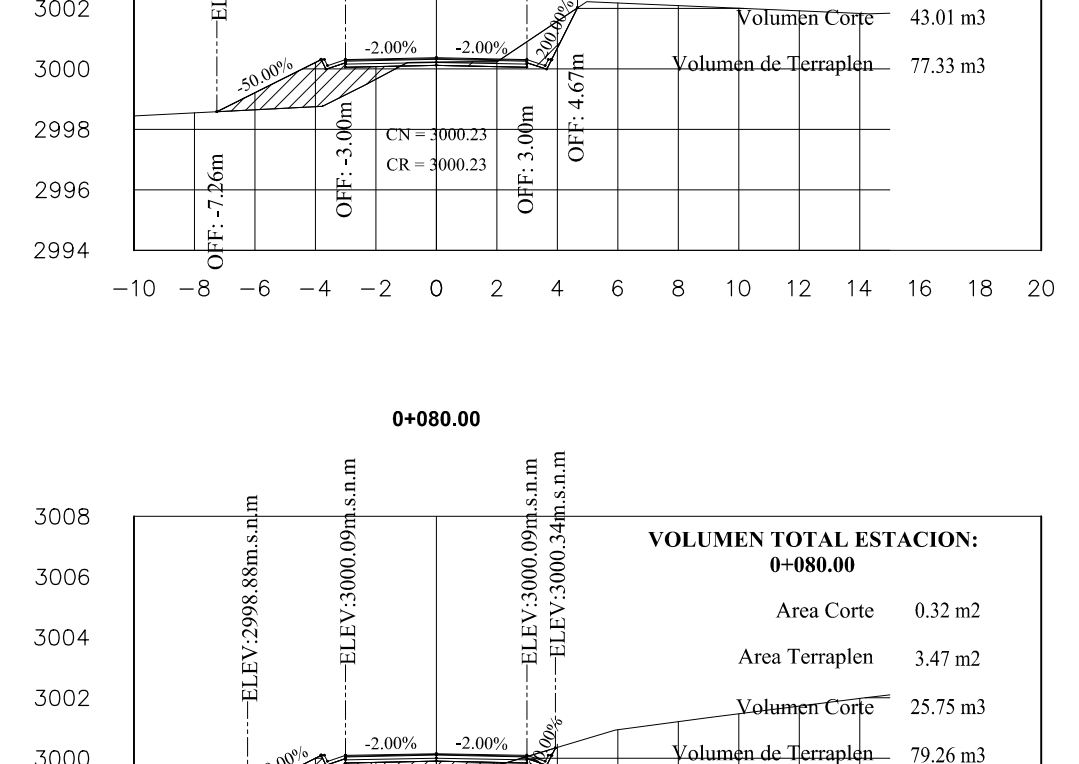
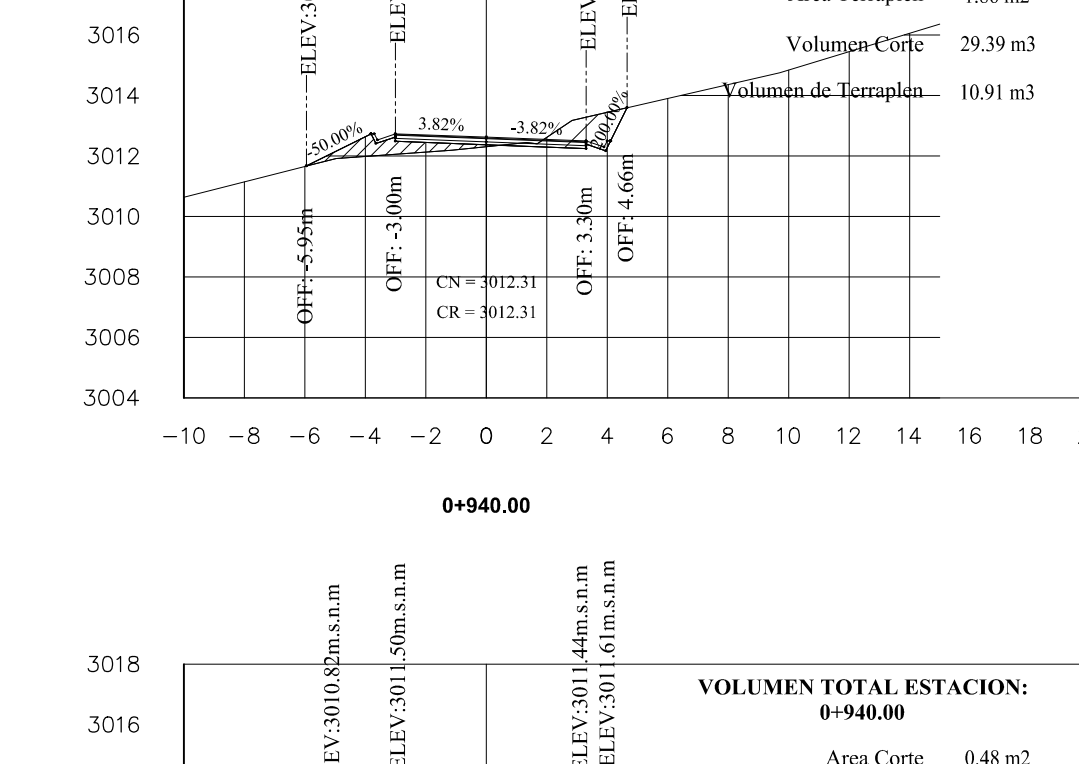
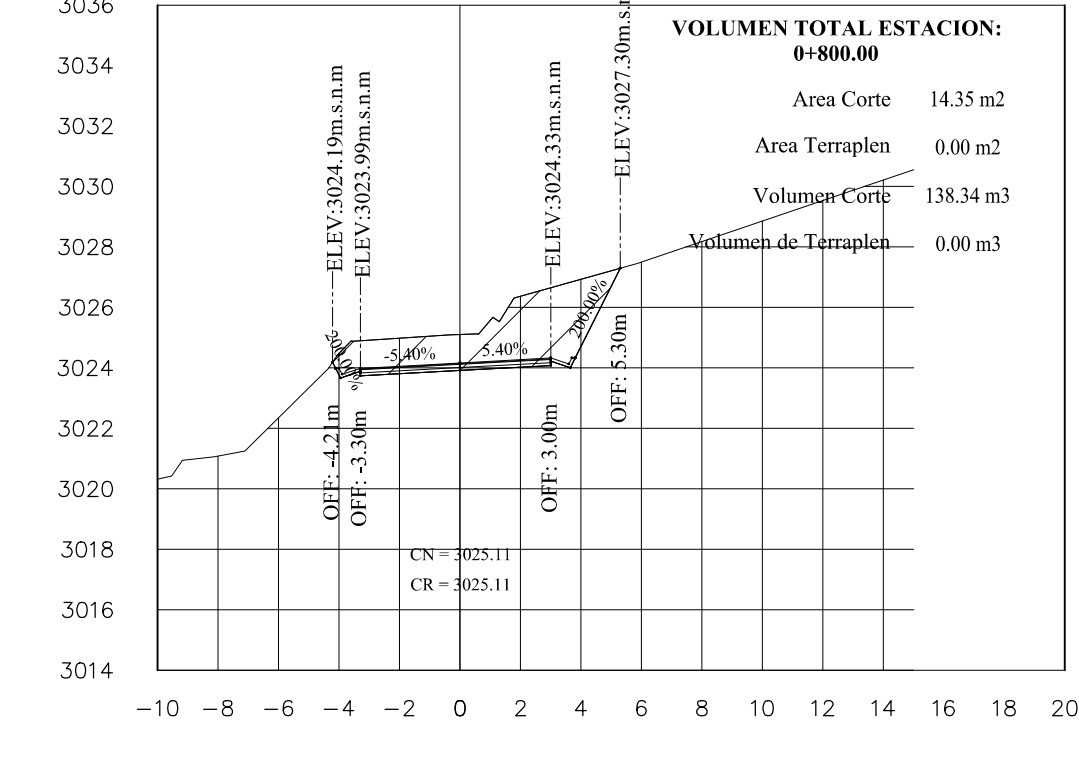
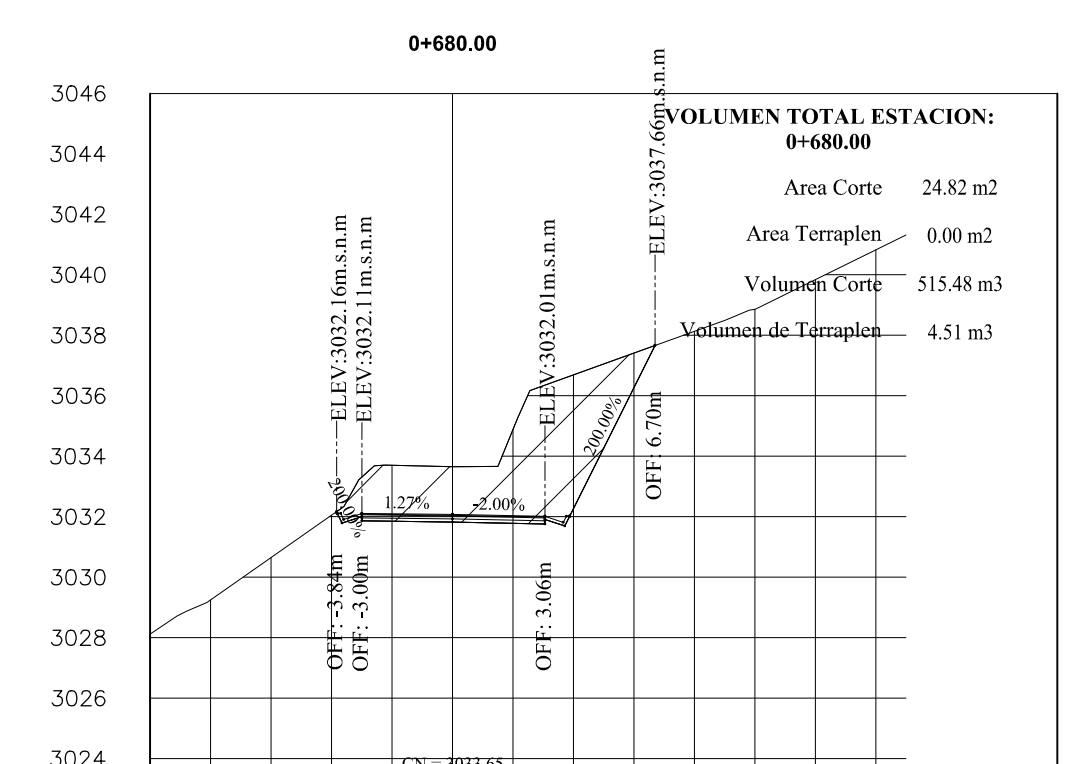
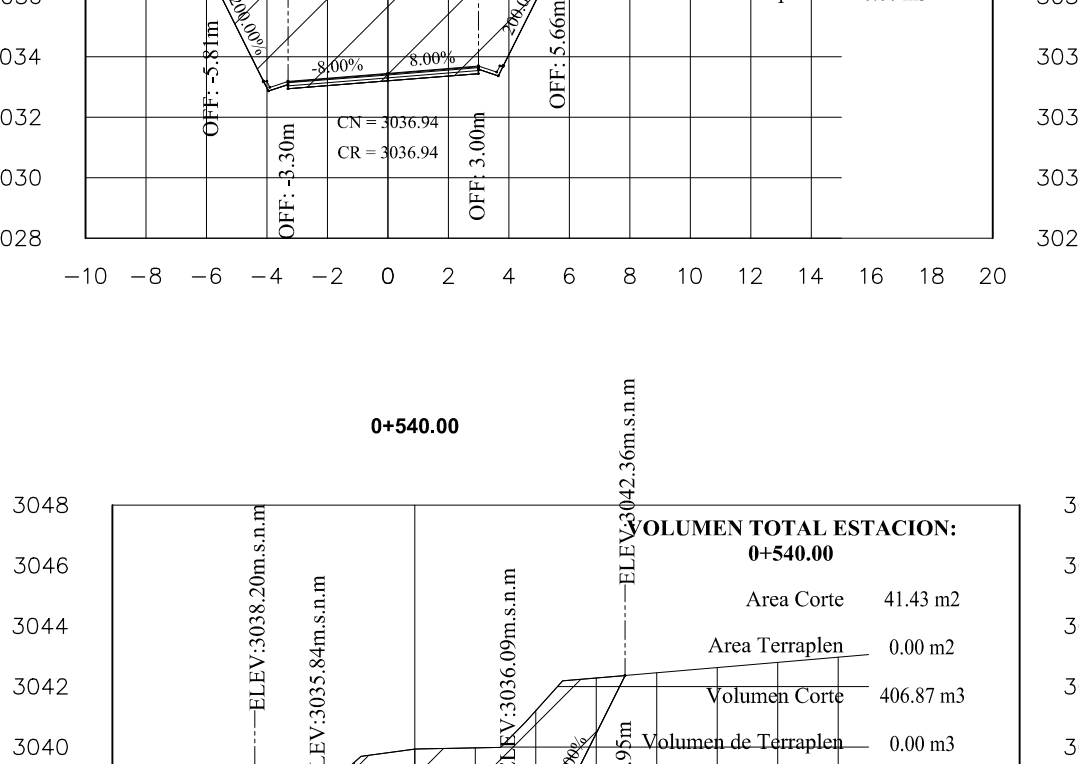
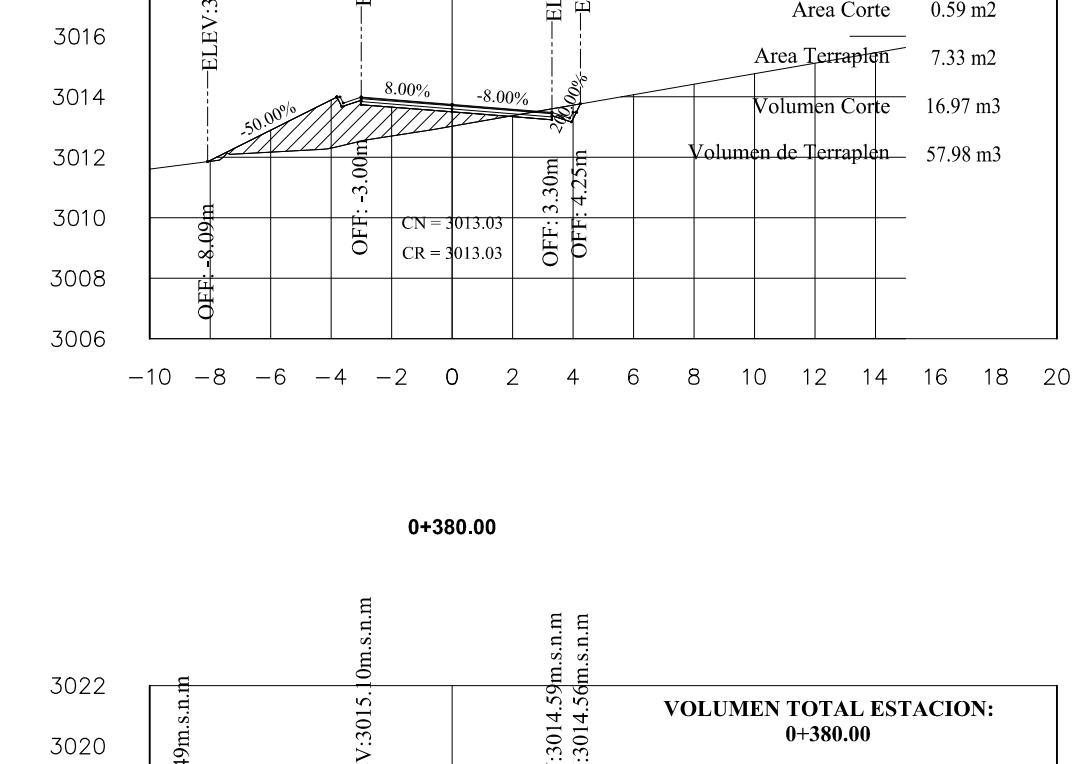
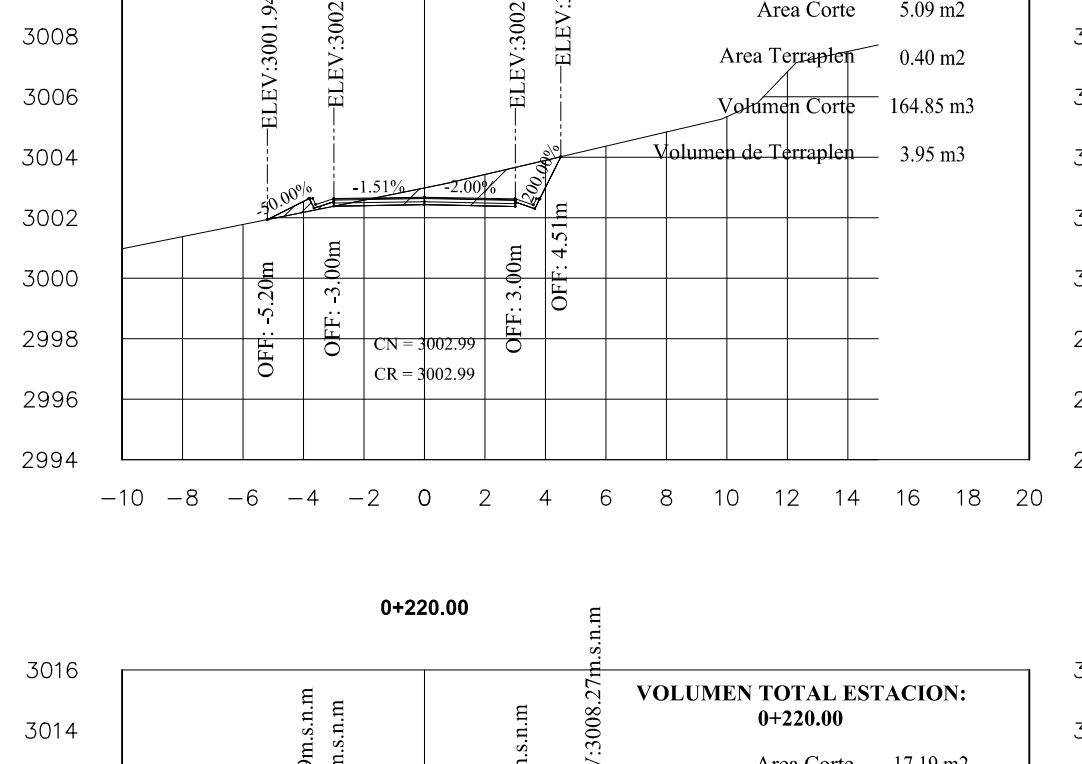
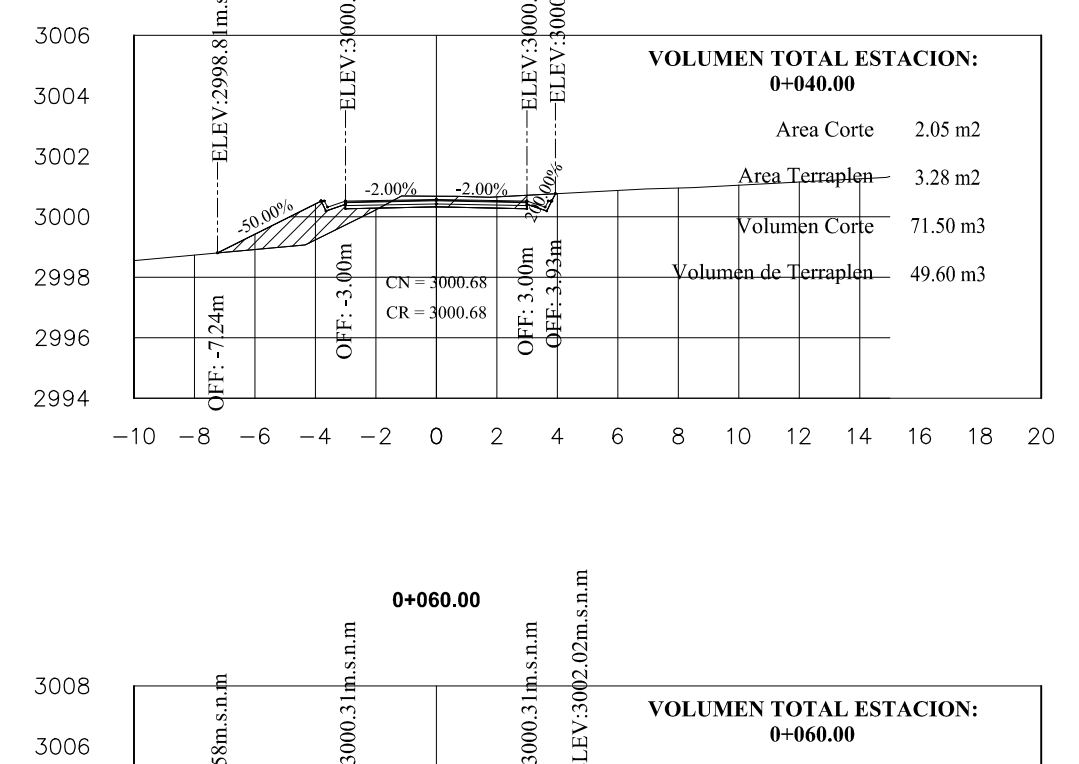
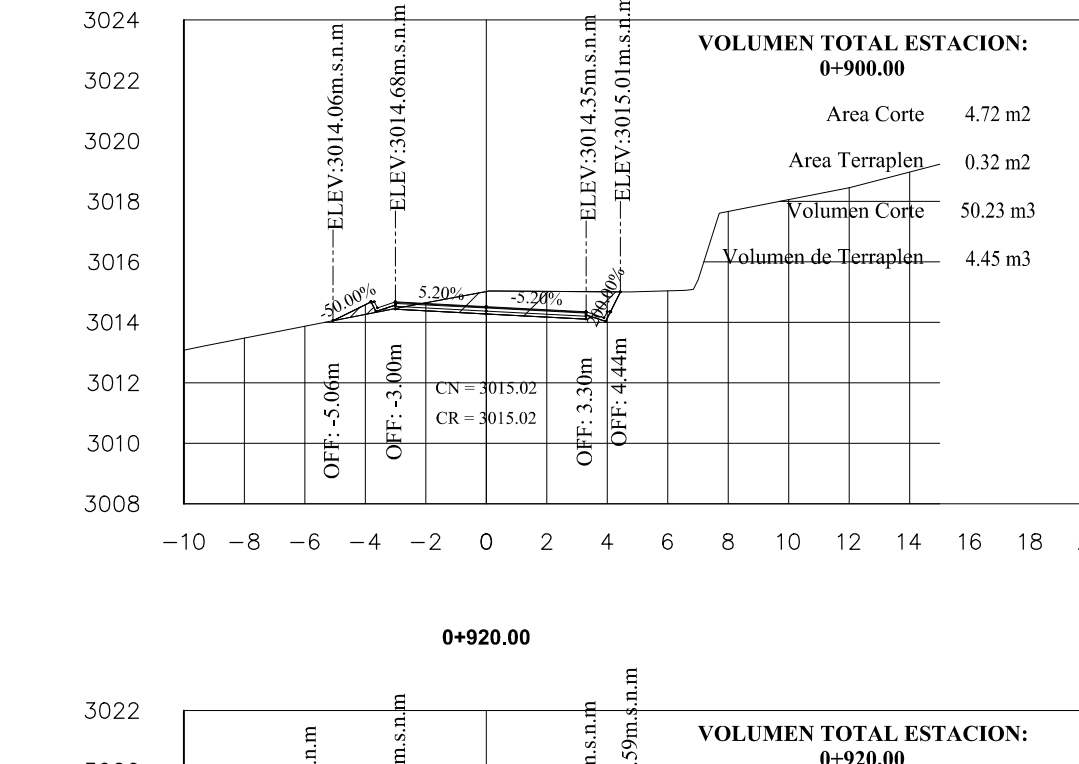
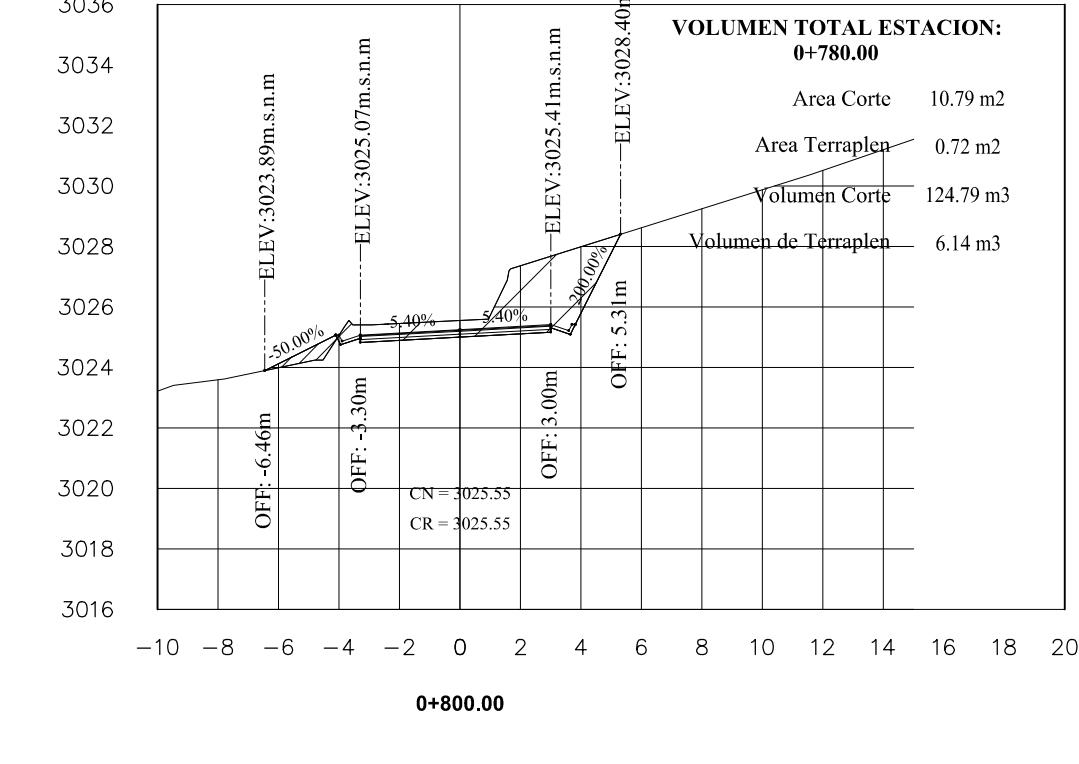
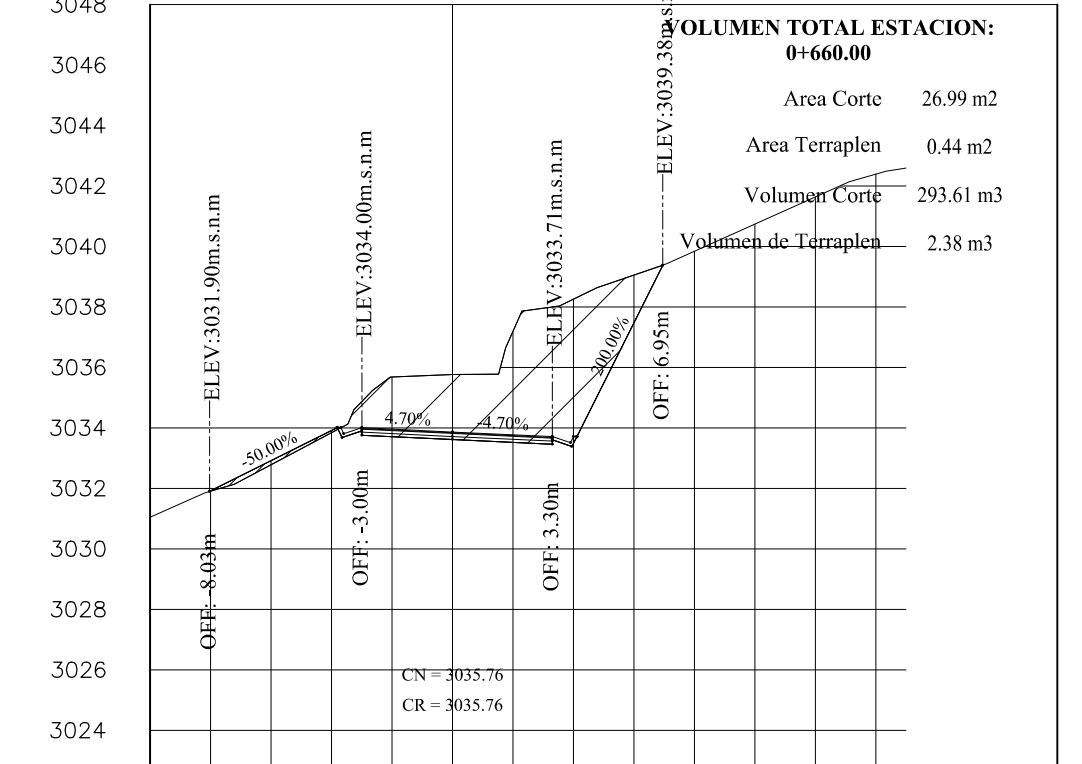
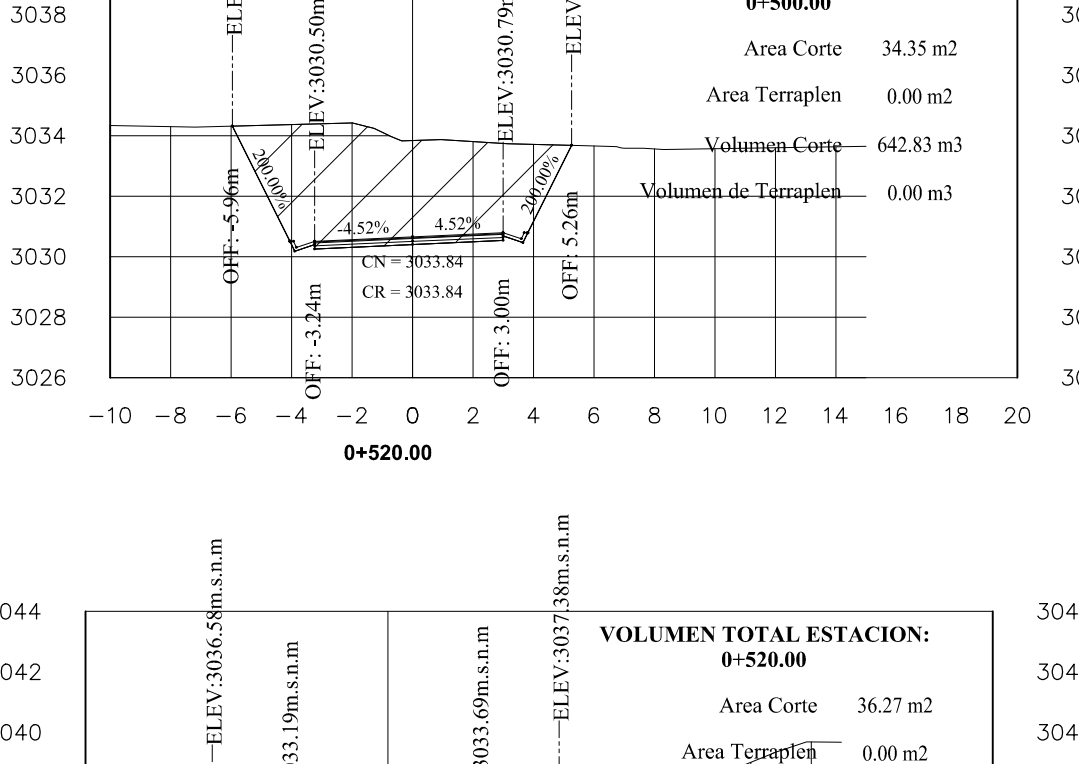
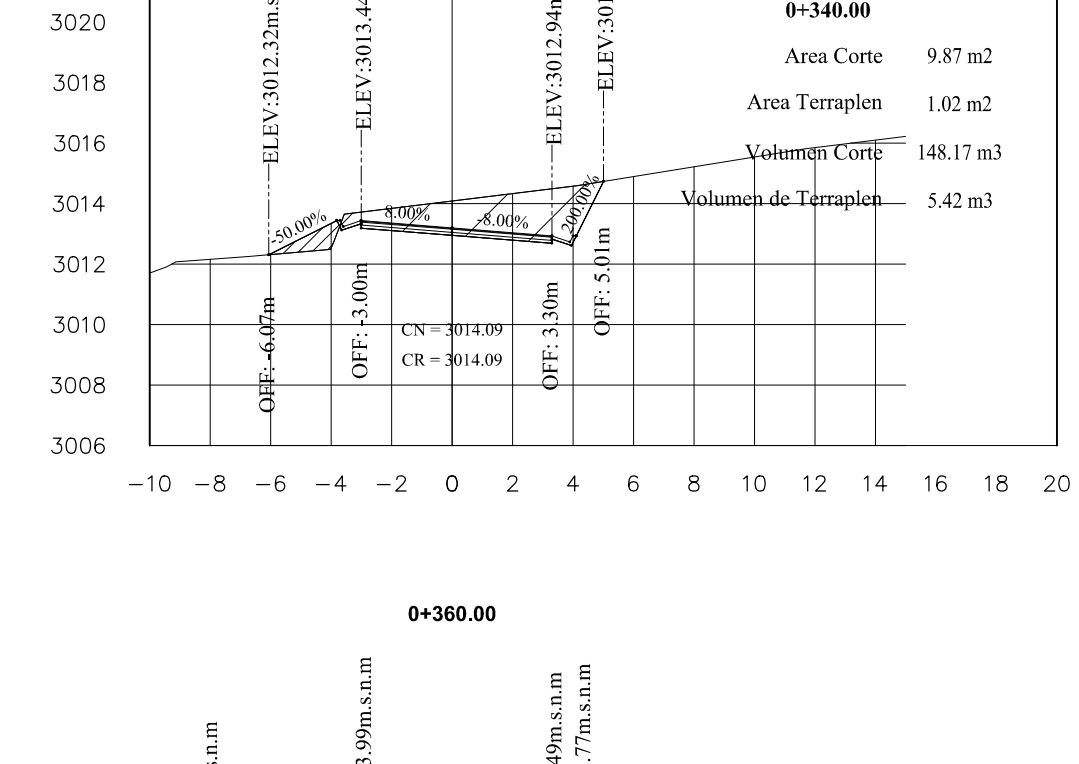
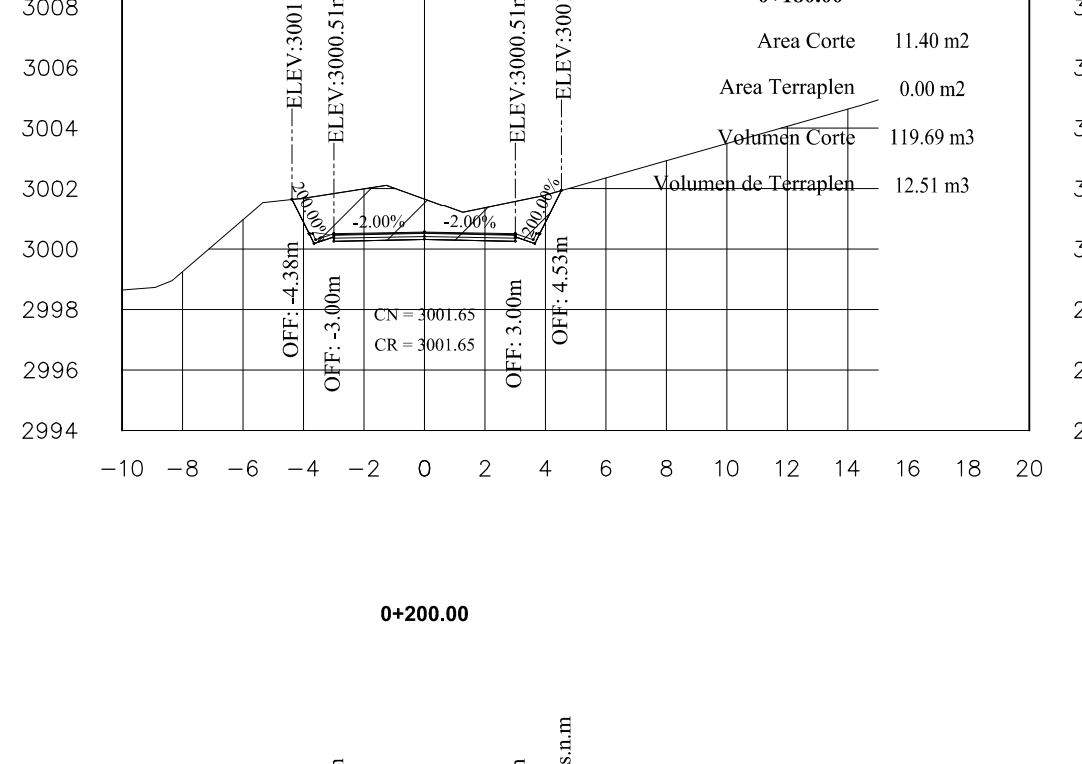
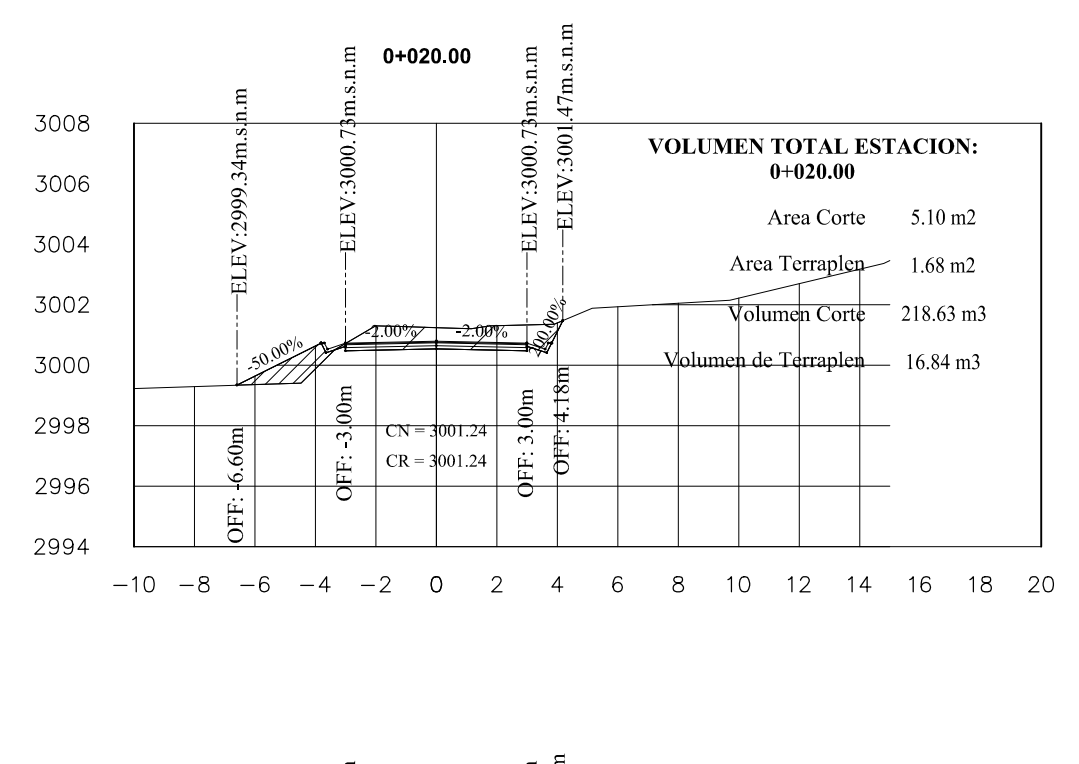
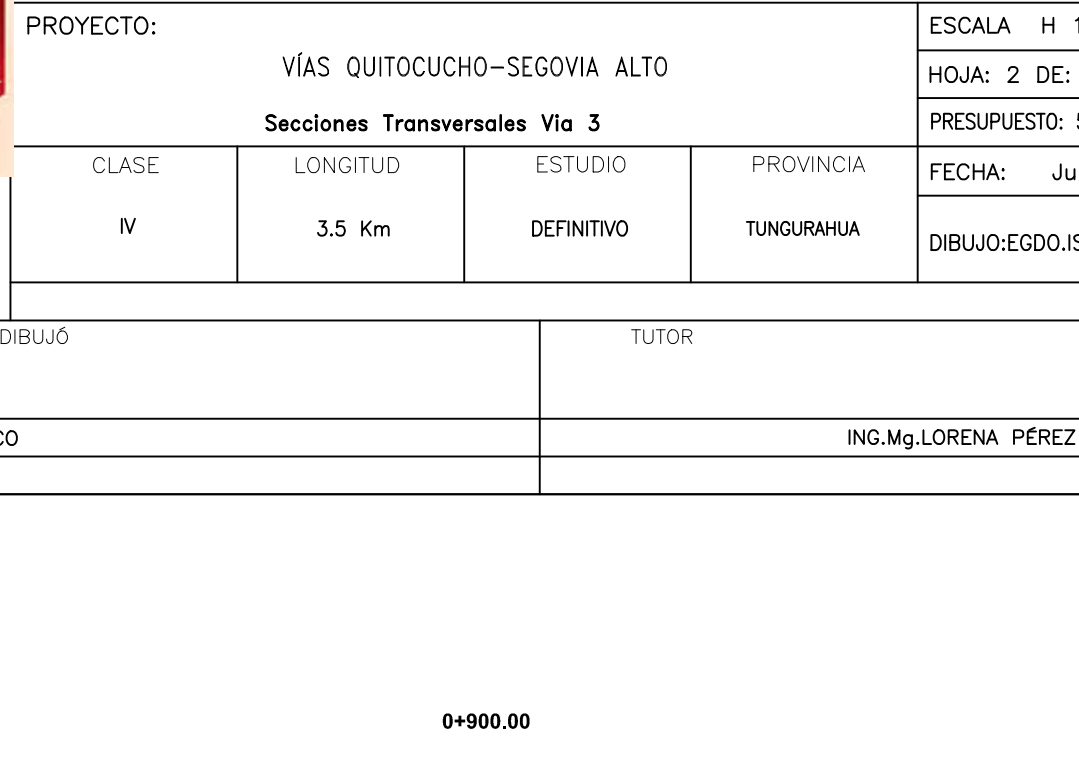
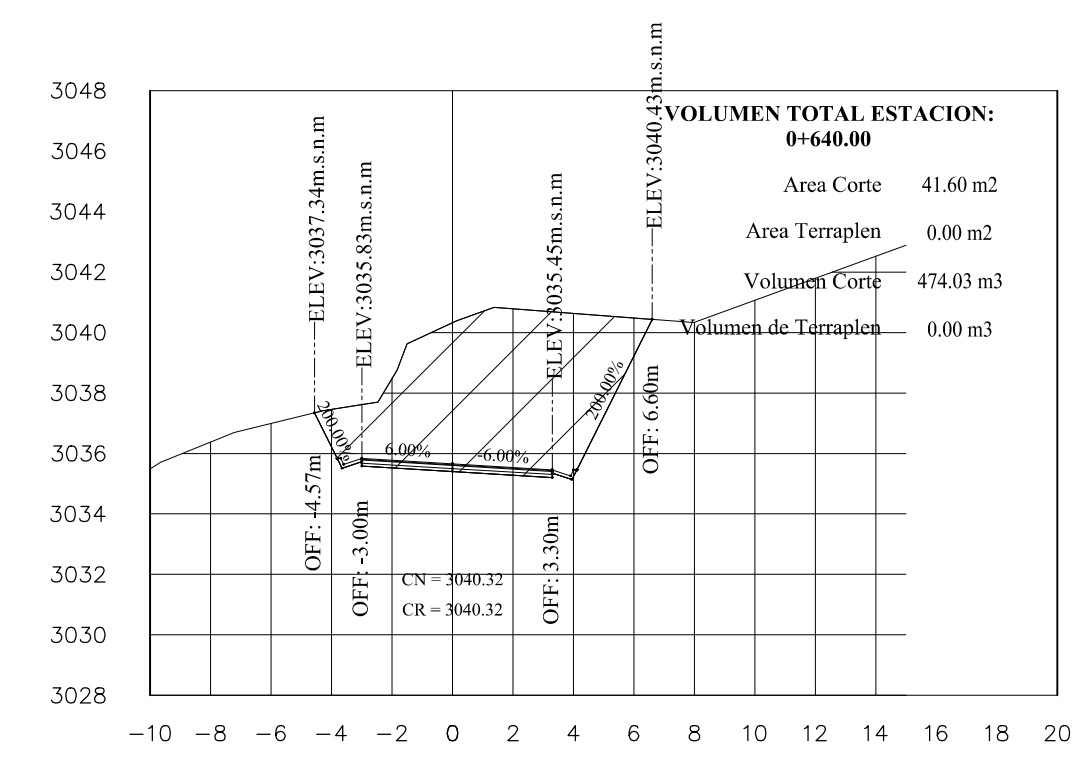
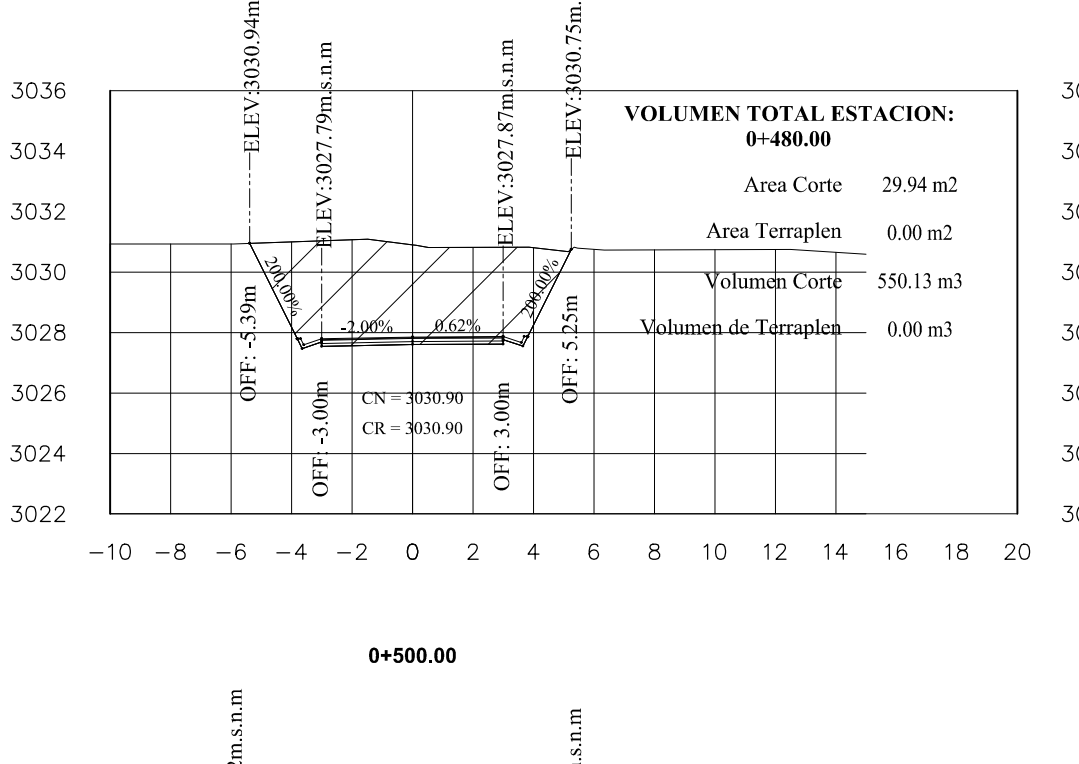
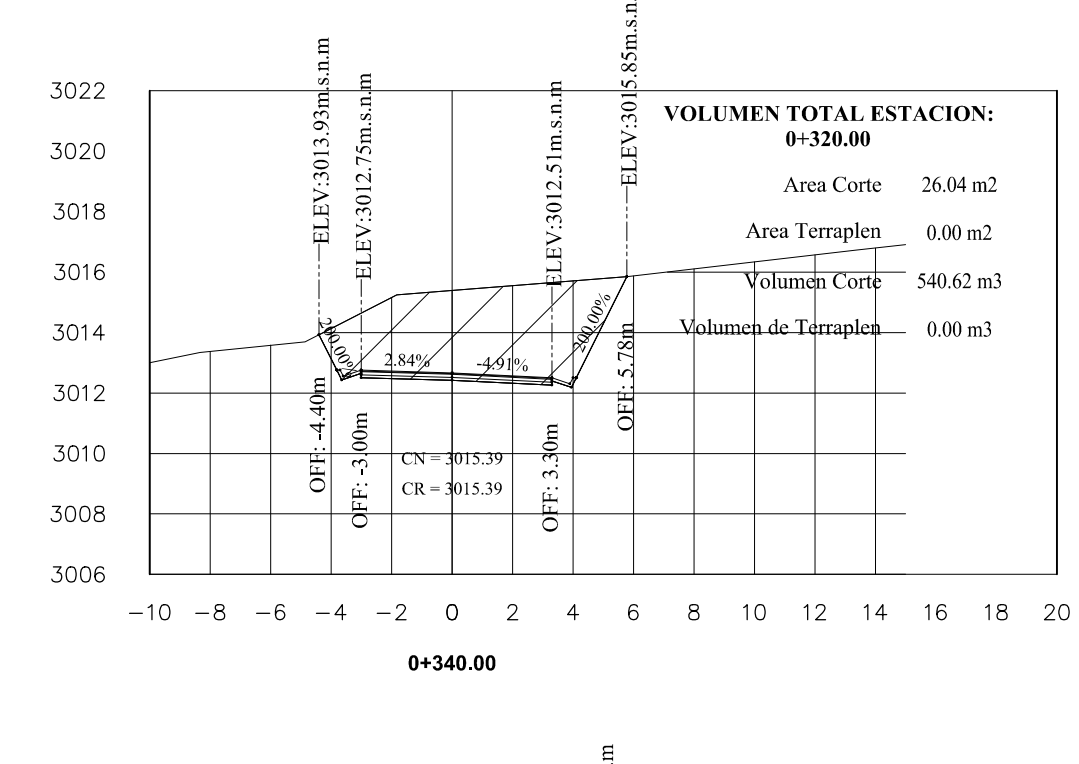
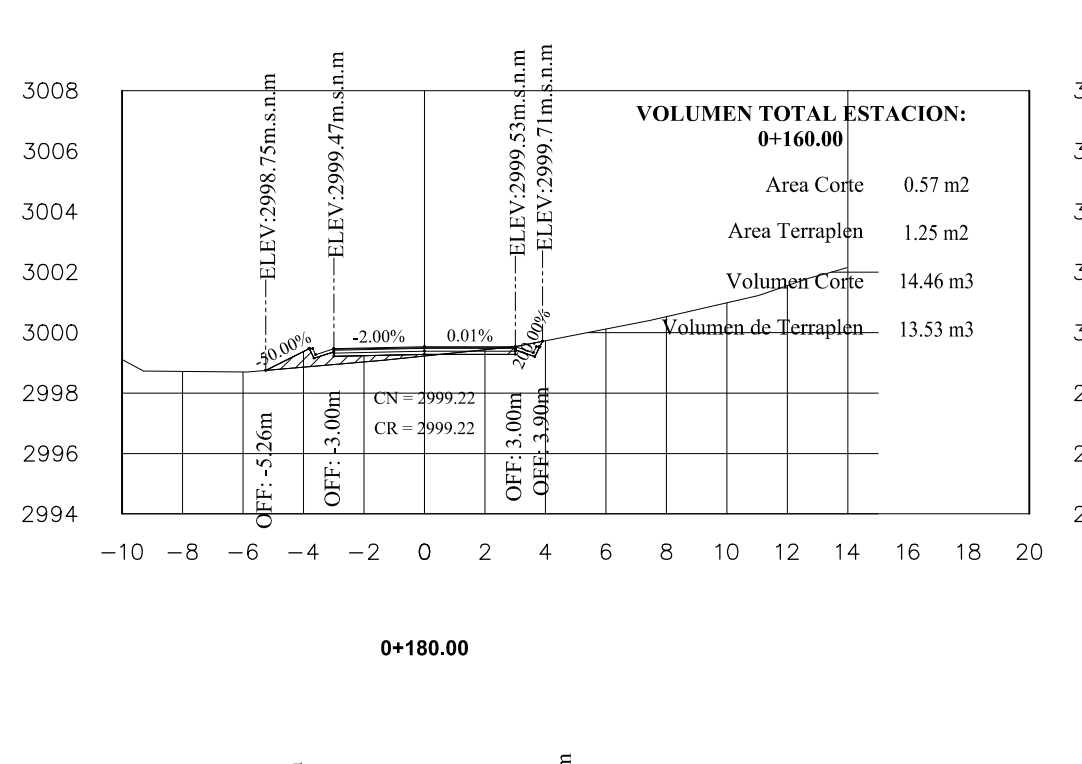
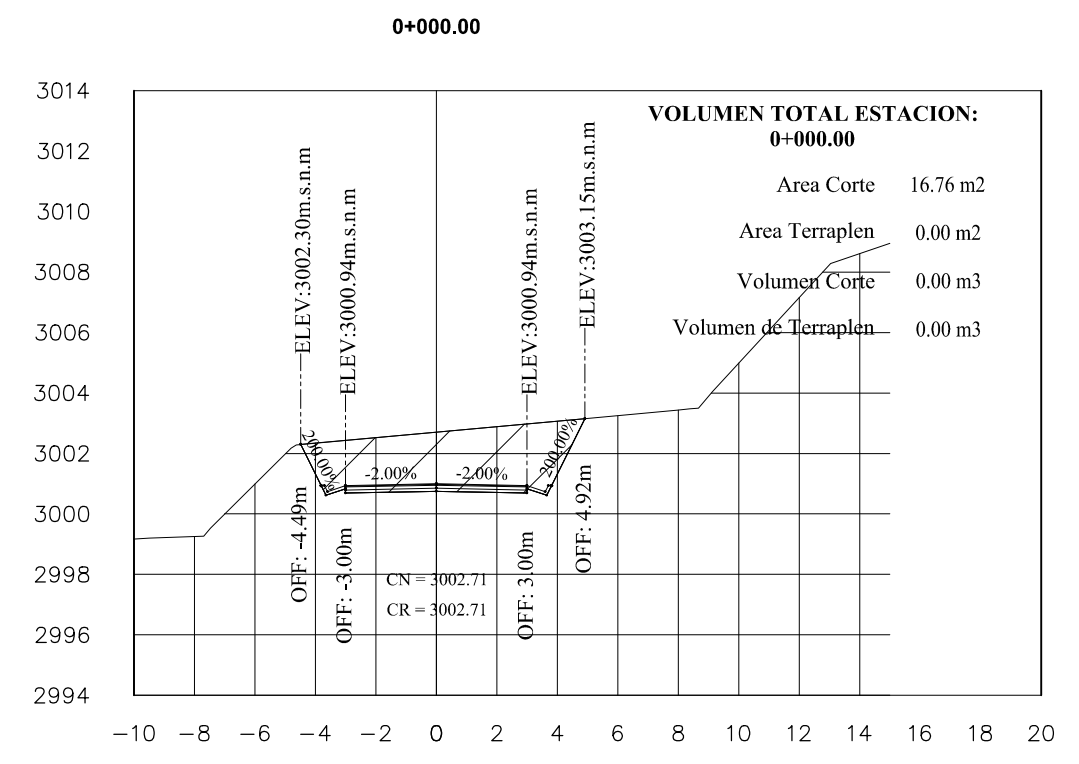
Secciones Transversales Tramo 1



Secciones Transversales Tramo 2



	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA			ESCALA: H 1:1000 V 1:100
	PROYECTO: VIAS QUITOCUCHO-SEGOVIA ALTO			
	Secciones Transversales Via 1 y2			
	CLASE: IV	LONGITUD: 3.5 km	ESTUDIO: DEFINITIVO	PROVINCIA: TUNJUNAHUA
LEVANTO Y DIBUJO: EDDO ISRAEL OROZCO		TUTOR: ING. M. LORENA PEREZ		



Secciones Transversales Tramo 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		ESCALA: H 1:1000 V 1:100	
PROYECTO: VIAS QUITOCUCHO-SEGOVIA ALTO		H.O.J.A.: 3 DE: 4		PRESUPUESTO: 575.540,41 \$	
CLASE: IV	ESTUDIO: DEFINITIVO	LONGITUD: 3,5 Km	PROVINCIA: TUNAJUNGA	FECHA: Julio - 2017	
LEVANTO Y DIBUJO: EDDO ISRAEL OROZCO			TUTOR: ING. MG. LORENA PEREZ		



Secciones Transversales Tramo 4

