

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA SEDE
AZOGUES**



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

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO
GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA
ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES”**

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

AUTOR:

MERCEDES YADIRA SIGUENCIA SIGUENCIA

DIRECTOR:

Ing. RÓMULO RICARDO ROMERO GONZÁLEZ, MG.

AZOGUES – ECUADOR

2019

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelito Gilberto Sigüencia Pinos, por haber sido el pilar fundamental de la familia; fomentando ejemplos de superación, entrega y anhelos de triunfo en la vida.

A mis padres, porque creyeron en mí y me impulsaron en los momentos más difíciles de mi carrera y porque el orgullo que sienten por mí fue lo que me hizo llegar hasta el final.

A mi hermana, que con sus palabras de aliento fue mi apoyo incondicional y me dio fortaleza para continuar y poder llegar a la culminación de mi carrera.

A mi sobrino, porque llena de alegría cada día de mi vida.

AGRADECIMIENTO

“Dios... tu amor y tu bondad no tienen fin”.

Mi agradecimiento va dirigido a Dios por darme la vida y brindarme la oportunidad de estar aquí, a mis padres Walter y Geema, a mi hermana Araceli y a mi tío Raúl por fomentar en mí el deseo de superación diario.

De igual manera quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ingeniero Ricardo Romero, quien con sus conocimientos impartidos y su paciencia hizo posible la realización de este documento.

Gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta y mil palabras no alcanzarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos más difíciles.

No los defraudaré y aspiro tener su valioso apoyo.

RESUMEN

La Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y transporte en el Ecuador, en donde se establecen las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los procesos viales de carreteras rurales y autopistas.

En el Ecuador, existe ausencia de normas específicas para la planeación de vías urbanas; por esta razón surge la necesidad de investigar Normativas Internacionales que estén relacionadas con el diseño geométrico vial urbano, para de esta manera establecer parámetros para un diseño geométrico urbano que garanticen la funcionalidad, seguridad, y facilidad de transporte.

Con las recomendaciones de diseño otorgadas por la NEVI-12 se realizó el diseño geométrico de las avenidas Colón, San Antonio y 24 de Mayo; las mismas que se encuentran dentro del perímetro urbano de la ciudad de Cañar, posteriormente se realizó una estimación de los parámetros faltantes por la Norma Ecuatoriana en relación con las Normas Internacionales y se consiguió establecer de manera secuencial parámetros tales como jerarquía de vías urbanas, velocidades de diseño basadas en la clasificación vial, peraltes, geometría del vehículo de diseño, elección correcta del eje de diseño, pendientes máximas y mínimas para proyectos nuevos, ancho de pista considerando el espacio para parada de buses, ciclobandas, bermas, bandejones y zonas peatonales; además se indica la velocidad a utilizar, los radios para separadores centrales y áreas de isletas para el diseño geométrico de una intersección.

Palabras claves: NORMATIVA, DISEÑO, PARÁMETROS, JERARQUÍA, PERALTES, VELOCIDADES, BERMAS.

ABSTRAC



COMUNIDAD
EDUCATIVA AL
SERVICIO DEL PUEBLO

CENTRO DE IDIOMAS

ABSTRACT

The Ecuadorian Road Standard (NEVI-12) is a standard technical instrument applied to the deployment of road and transportation infrastructure in Ecuador, which defines the policies, criteria, procedures and methodologies which must be satisfied in road processes involving rural roads and highways.

In Ecuador, there is a lack of specific standards for planning urban roads; therefore, there is a necessity to research International Standards associated with urban roads geometric design in order to establish parameters for an urban geometric design which guarantees the functionality, safety, and convenience of transportation.

With the design recommendations given by the NEVI-12 the geometric design of the Colón, San Antonio and 24 de Mayo avenues was carried out; which are in the urban perimeter of the city of Cañar, afterwards an estimation of the missing parameters by the Ecuadorian Standard in comparison with the International Standards was carried out and it was possible to establish in a sequential manner parameters such as: hierarchy of urban roads, design speeds based on the road ranking, cambers, geometry of the designed vehicle, correct election of the design axis, maximum and minimum slopes for new projects, track width including the bus stop area, bike lanes, berms, media strips and pedestrian areas; also indicating the speed to be used, radii for central separators and islet areas for the geometric design of a junction.

KEY WORDS: REGULATIONS, DESIGN, PARAMETERS, HIERARCHY, CAMBERS, SPEED, BERMS.

Azogues, 26 de septiembre del 2019

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


Abg. Lilia Urgilés Amoroso, Esp.
COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES



ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| ÍNDICE GENERAL..... | I |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | V |
| ÍNDICE DE IMÁGENES..... | VI |
| CAPITULO I..... | 1 |
| 1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2.1 Delimitación del problema..... | 2 |
| 1.3 Definición de la zona de estudio..... | 3 |
| 1.4 Ubicación general del proyecto..... | 4 |
| 1.5 Justificación..... | 5 |
| 1.6 Objetivos..... | 6 |
| 1.6.1 General..... | 6 |
| 1.6.2 Específicos..... | 6 |
| CAPITULO II..... | 8 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1 Infraestructura: Redes viales y corredores..... | 8 |
| 2.2 Características de los usuarios:..... | 10 |
| 2.2.1 Peatón:..... | 10 |
| 2.2.2 Ciclista:..... | 10 |
| 2.2.3 Conductor:..... | 10 |
| 2.2.4 Pasajero:..... | 10 |
| 2.3 Criterios para el diseño geométrico urbano:..... | 10 |
| 2.3.1 Topografía:..... | 10 |
| 2.3.2 Uso del terreno:..... | 11 |
| 2.3.3 Estudio predial..... | 12 |
| 2.3.4 Tránsito:..... | 12 |
| 2.3.4.1 Volumen de tránsito:..... | 13 |
| 2.3.5 Capacidad:..... | 14 |
| 2.3.6 Velocidad de diseño:..... | 15 |
| 2.3.7 Clasificación nacional de la red vial: E..... | 16 |
| 2.3.7.1 Clasificación por capacidad:..... | 16 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 2.3.7.2 | Clasificación por jerarquía en la red vial urbana:..... | 17 |
| 2.3.7.3 | Clasificación por jerarquía en la red vial en el cantón Cañar:..... | 19 |
| 2.3.8 | Vehículo de diseño:..... | 21 |
| 2.4 | Criterios para el diseño geométrico horizontal..... | 23 |
| 2.4.1 | Alineamiento horizontal:..... | 23 |
| 2.4.1.1 | Selección de la velocidad de diseño:..... | 24 |
| 2.4.1.2 | Elección del eje de diseño:..... | 24 |
| 2.4.1.3 | Sobreelevación o peralte:..... | 25 |
| 2.4.1.4 | Fricción lateral:..... | 26 |
| 2.4.1.5 | Radio mínimos y sus correspondientes grados máximos de curva:..... | 27 |
| 2.4.1.6 | Curvas horizontales de transición:..... | 29 |
| 2.4.1.7 | Sobre anchos en curvas:..... | 31 |
| 2.4.2 | Alineamiento vertical:..... | 32 |
| 2.4.2.1 | Pendientes:..... | 33 |
| 2.4.2.2 | Curvas verticales:..... | 35 |
| 2.4.3 | Sección transversal:..... | 37 |
| 2.4.3.1 | Elementos de la sección transversal..... | 40 |
| 2.4.3.2 | Zonas peatonales:..... | 41 |
| 2.4.3.3 | Espacio para ciclistas:..... | 41 |
| 2.5 | Diseño de intersecciones:..... | 42 |
| 2.5.1 | Definición:..... | 42 |
| 2.5.2 | Criterios generales:..... | 43 |
| 2.5.2.1 | Prioridad de movimientos:..... | 43 |
| 2.5.2.2 | Consistencia con los volúmenes de tránsito:..... | 43 |
| 2.5.2.3 | Sencillez y claridad:..... | 43 |
| 2.5.2.4 | Visibilidad:..... | 43 |
| 2.5.2.5 | Perpendicularidad en las trayectorias:..... | 43 |
| 2.5.2.6 | Paralelismo de las trayectorias cuando existe convergencia o divergencia..... | 44 |
| 2.5.3 | Criterios básicos de diseño:..... | 44 |
| 2.5.4 | Visibilidad en las intersecciones:..... | 44 |
| 2.5.5 | Curvatura para giros:..... | 45 |
| 2.5.6 | Islas:..... | 45 |
| 2.5.7 | Consideraciones:..... | 46 |
| CAPITULO III | | 47 |

| | |
|---|----|
| DISEÑO | 47 |
| 3.1 Ubicación: | 47 |
| 3.2 Diseño Horizontal: | 49 |
| 3.2.1 Velocidad de diseño: | 49 |
| 3.2.2 Velocidad de circulación: | 50 |
| 3.2.4 Distancia mínima de visibilidad de parada..... | 50 |
| 3.2.5 Distancia de frenado..... | 50 |
| 3.2.6 Distancia de visibilidad de parada..... | 51 |
| 3.2.7 Radio mínimo de curvatura horizontal..... | 51 |
| 3.2.8 Peralte..... | 51 |
| 3.2.9 Curvas circulares | 51 |
| 3.2.10 Sobreancho | 52 |
| 3.3 Diseño geométrico vertical: | 52 |
| 3.3.2. Cálculo de pendientes: | 52 |
| 3.3.3 Diferencia algebraica de gradientes: | 53 |
| 3.3.4 Cálculo de Lv: | 53 |
| 3.3.5 Longitud de curva: | 54 |
| 3.4 Diseño geométrico trasversal: | 55 |
| 3.4.1 Ancho de calzada: | 55 |
| 3.4.2 Parterre | 55 |
| 3.4.3 Pendiente transversal..... | 55 |
| 3.3.4 Diseño de intersecciones | 56 |
| 3.3.4.1 Determinación del vehículo de diseño: | 58 |
| 3.3.4.2 Determinación de la velocidad de diseño:..... | 59 |
| 3.3.4.3 Cálculo de distancia de parada: | 59 |
| 3.3.4.4 Ancho de carril:..... | 60 |
| CAPÍTULO IV | 61 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 61 |
| 4.1 Valoración de diseño geométrico horizontal:..... | 61 |
| 4.1.1 Clasificación funcional de las vías: | 61 |
| 4.1.2 Selección de la velocidad de diseño: | 62 |
| 4.1.3 Elección del eje de diseño: | 63 |
| 4.1.4 Peralte:..... | 63 |
| 4.1.5 Fricción lateral: | 64 |

| | |
|--|----|
| 4.1.6 Radios mínimos:..... | 64 |
| 4.2 Valoración de diseño geométrico vertical:..... | 64 |
| 4.2.1 Pendiente mínima:..... | 64 |
| 4.2.1 Pendiente máxima: | 64 |
| 4.3 Valoración de diseño geométrico transversal:..... | 65 |
| 4.3.1 Ancho de pista:..... | 65 |
| 4.3.2 Ancho de bandas de estacionamiento:..... | 66 |
| 4.3.3 Zonas de paradas de buses: | 66 |
| 4.3.4 Anchos de bandejones:..... | 66 |
| 4.3.5 Anchos de bermas: | 66 |
| 4.3.6 Pendiente transversal de la berma: | 67 |
| 4.3.7 Taludes, terraplenes y muros de contención: | 67 |
| 4.3.8 Zonas peatonales: | 67 |
| 4.4 Valoración de diseño geométrico de intersecciones:..... | 67 |
| 4.4.1 Ejes de replanteo: | 67 |
| 4.4.2 Velocidad de diseño: | 67 |
| 4.4.3 Radios mínimos de giro: | 67 |
| 4.4.4 Radios mínimos en intersecciones sin canalizar: | 68 |
| 4.4.5 Ancho de carril de aceleración y desaceleración: | 68 |
| 4.4.6 Ancho de isletas: | 68 |
| 4.4.7 Área de isletas: | 68 |
| 4.4.8 Ancho de separadores centrales: | 68 |
| 4.4.9 Retornos: | 68 |
| CAPÍTULO V | 69 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 72 |
| 5.1 Conclusiones: | 72 |
| 5.2 Recomendaciones:..... | 73 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 74 |
| ANEXOS | 75 |
| A.1 Detalle de alineamiento horizontal..... | 76 |
| A.2 Detalle de alineamiento de curvas horizontales | 77 |
| A.3 Detalle de alineamiento vertical | 78 |
| A.4 Planos | 80 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Coordenadas y longitud de las avenidas 24 de Mayo, San Antonio y Colón. | 3 |
| Tabla 2: Características de los niveles de servicio para carreteras de carriles. | 15 |
| Tabla 3: Velocidad de diseño de referencia Vs Jerarquía de la vía y tipo de terreno | 16 |
| Tabla 4: Clasificación funcional de las vías en base al TPDAd | 17 |
| Tabla 5: Análisis de la longitud del sistema vial principal por jerarquía | 19 |
| Tabla 6: Jerarquización de vías en estudio | 20 |
| Tabla 7: Denominación de carreteras por condiciones orográficas | 21 |
| Tabla 8: Características por tipos de vehículo | 22 |
| Tabla 9: Sobreelevación vs. Tipo de área | 25 |
| Tabla 10: Peraltes máximos | 26 |
| Tabla 11: Coeficientes de fricción lateral máximos | 26 |
| Tabla 12: Radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño | 28 |
| Tabla 13: Radios mínimos. | 29 |
| Tabla 14: Longitudes de desarrollo de la sobreelevación en carreteras de dos carriles, en metros. | 30 |
| Tabla 15: Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) para carreteras tipo C1-C2-C3 | 32 |
| Tabla 16: Pendientes máximas | 33 |
| Tabla 17: Pendientes máximas | 34 |
| Tabla 18: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa | 36 |
| Tabla 19: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava | 36 |
| Tabla 20: Anchos de carril | 39 |
| Tabla 21: Anchos mínimos de ciclorrutas en función de los volúmenes bicicletas/día. | 42 |
| Tabla 22: Proyección del tránsito para el año 2038 | 48 |
| Tabla 23: Velocidad de diseño | 49 |
| Tabla 24: TPDAd de vías principales y secundarias | 57 |
| Tabla 25: Velocidad de diseño para vías urbanas | 62 |
| Tabla 26: Anchos mínimos de la banda de estacionamiento | 66 |
| Tabla 27: Valores de diseño recomendadas para proyectos nuevos de vías urbanas | 69 |
| Tabla 28: Características de intersecciones anulares | 70 |
| Tabla 29: Características de intersecciones de prioridad o semaforizadas | 70 |
| Tabla 30: Trazados mínimos en intersecciones sin canalizar y $v \leq 20$ Km/h | 71 |
| Tabla 31: Distancia de visibilidad de intersecciones | 71 |

ÍNDICE DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen 1: Ubicación general del proyecto - Provincia: Cañar - Cantón: Cañar - Parroquia: Cañar. | 4 |
| Imagen 2: Ilustración esquemática de un tipo de red vial urbana | 9 |
| Imagen 3: Inventario sistema vial urbano | 20 |
| Imagen 4: Vehículo de diseño | 23 |
| Imagen 5: Elementos de diseño para curvas horizontales y velocidades de diseño emax 6% | 31 |
| Imagen 6: Anchos de calzada de la carretera C1 | 40 |
| Imagen 7: Cruce peatonal prioritario. | 41 |
| Imagen 8: Islas direccionales | 45 |
| Imagen 9: Separadoras | 46 |
| Imagen 10: Sección típica adoptada | 55 |
| Imagen 11: Elección del esquema o tipo de intersección | 57 |
| Imagen 12: Vehículo de diseño utilizado en el proyecto | 58 |
| Imagen 13: Visibilidad en intersecciones | 59 |

CAPITULO I

1.1 Introducción

El Ecuador, dispone de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), la misma que establece las políticas, criterios, procedimientos y metodologías que se deben cumplir en los procesos viales; esta normativa no define los parámetros que se deben considerar en un diseño geométrico vial urbano.

Es evidente que nuestro país, no dispone de normas específicas que contribuyan para la planeación y diseño de vías urbanas a pesar de que las calles tienen un papel determinante en la estructura estética urbana y algunos aspectos medioambientales; además contribuyen con el crecimiento y desarrollo de una ciudad.

Este proyecto de investigación está estructurado de acuerdo a dos ejes temáticos: el principal que corresponde al diseño geométrico con lo señalado por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) y el complementario que establece los criterios y procedimientos para un diseño geométrico vial urbano otorgado por Normativas Internacionales. Con la fusión de estas Normativas se conseguirá establecer una secuencia de procedimientos, criterios y parámetros coherentes que permitan generar un análisis del diseño geométrico horizontal, vertical, transversal y de intersecciones en diferentes calles de la zona urbana del cantón Cañar.

El empleo del programa Civil 3D facilitará ampliamente la aplicación de los conceptos en todas las fases del diseño.

El propósito de esta investigación es brindar lineamientos y criterios para que un proyecto vial urbano sea eficiente, económico, seguro, y de alta calidad técnica;

aportando desde la escala urbana con una movilidad sostenible y ofreciendo al lector una fácil comprensión de los parámetros que involucran un diseño geométrico urbano.

1.2 Formulación del problema

Desde el año 1993 por medio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, se actualizaron las regulaciones técnicas emitidas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE), las mismas que ayudaron a la formulación de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) que constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de la infraestructura vial y transporte en el Ecuador, en esta normativa se fundamentan los procedimientos, criterios, metodologías y políticas, que se tiene que efectuar en los procesos viales. Por lo tanto, la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12) consigue atender los requerimientos del diseño geométrico de carreteras.

En el Ecuador, existe ausencia de normas específicas para la planificación de vías urbanas, es por esta razón que surge la necesidad de establecer de manera secuencial los criterios y parámetros para un diseño geométrico urbano empleando como referencia normativas desarrolladas por otros países conjuntamente con la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12).

Con la determinación de parámetros y criterios para un diseño geométrico urbano se conseguirá un proyecto eficiente, seguro, económico y que esté acorde a las condiciones físicas de un proyecto urbano, conforme las normativas nacionales e internacionales defina sus parámetros.

1.2.1 Delimitación del problema

El Ecuador no posee una guía de diseño geométrico urbano, siendo esta una razón imprescindible para que en esta investigación se consiga establecer los parámetros que

cumplan un diseño tridimensional de alta calidad técnica, mediante los criterios definidos por normativas.

El alcance de este proyecto de investigación es establecer una secuencia de procedimientos, criterios y parámetros que permitan generar un análisis del diseño geométrico horizontal, vertical, transversal y de intersecciones a partir de normativas nacionales e internacionales.

1.3 Definición de la zona de estudio

El presente proyecto analizará los parámetros para un diseño vial, para lo cual se considerará la investigación de normas de diseño nacionales e internacionales y la respectiva aplicación a las avenidas 24 de Mayo, San Antonio y Colón que se encuentran dentro de la zona urbana del cantón Cañar, las mismas que tiene dos carriles de circulación.

La tabla 1 muestra las coordenadas UTM WGS84 de inicio y fin del proyecto; así como su altitud y la longitud de diseño de cada avenida.

Tabla 1: Coordenadas y longitud de las avenidas 24 de Mayo, San Antonio y Colón.

| | INICIO | | FIN | | Altitud m.s.n.m | Longitud de diseño (Km) |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------------|
| | Coordenadas UTM Este | Coordenadas UTM Norte | Coordenadas UTM Este | Coordenadas UTM Norte | | |
| Av. 24 de Mayo | 729543.28 | 9716737.72 | 729268.31 | 9717735.31 | 3140 | 1.199 |
| Av. San Antonio | 729106.07 | 9716307.45 | 729105.69 | 9716308.06 | 3146 | 0.85 |
| Av. Colón | 729364.65 | 9716561.02 | 729664.43 | 9715795.63 | 3170 | 0.58 |

Elaboración: Autor

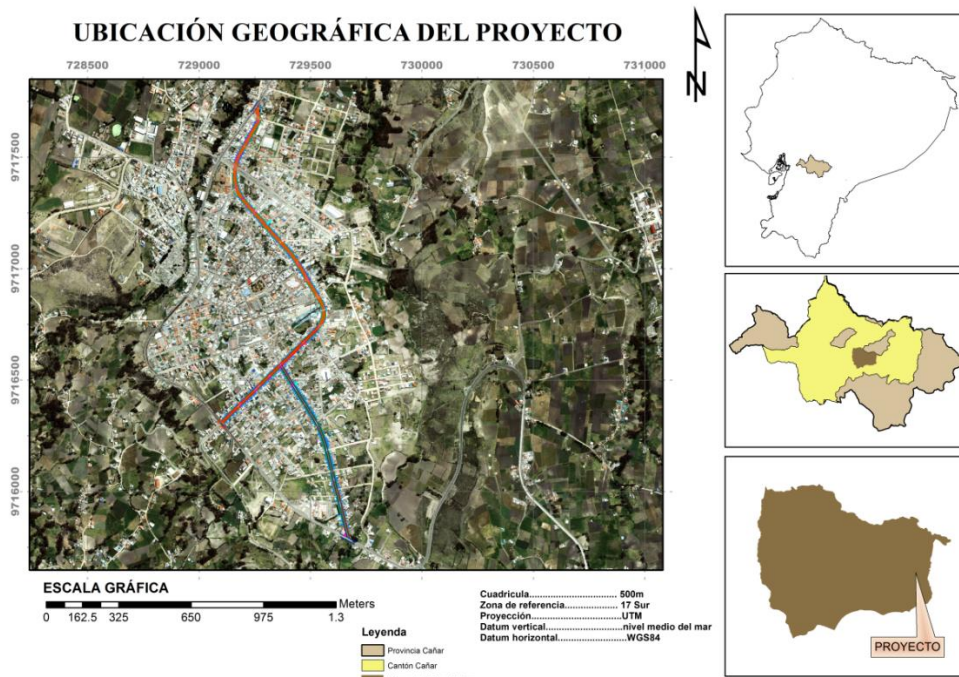
1.4 Ubicación general del proyecto

El cantón Cañar se ubica al sur del Ecuador, pertenece a la provincia del Cañar y su extensión territorial es 1935.46 km², representando el 47.13% de la provincia; de esta manera se considera el cantón con mayor extensión dentro de la misma. Las coordenadas UTM longitud 678000 a 750800 y latitud 9696000 a 9755600 de zona 17sur elipsoide y datum de referencia WGS-84.

El (GADICC, PDOT, 2011) indica que el cantón Cañar presenta una altimetría extrema que va desde los 100msnm en la parte costera, hasta los 4500msnm en la sierra andina.

El cantón Cañar está conformado por una parroquia urbana y por once parroquias rurales; la parroquia urbana cuenta con 13407 habitantes, que constituye el 22.60% de la población total del cantón.

Imagen 1: Ubicación general del proyecto - Provincia: Cañar - Cantón: Cañar - Parroquia: Cañar.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cañar

En la imagen N°1, se indica la zona de estudio delimitada por provincia, cantón y parroquia urbana.

1.5 Justificación

La investigación se lleva a cabo, debido a la ausencia de una Normativa Ecuatoriana que defina los parámetros y criterios del diseño geométrico urbano; cabe recalcar que la Normativa Ecuatoriana Vial (NEVI-12) facilita los criterios y requerimientos para un diseño de carreteras de gran magnitud y con un orden jerárquico distinto al de una planeación urbana; por esta razón es imprescindible disponer de criterios y procedimientos que garanticen la funcionalidad, seguridad, y facilidad de transporte; ajustándose a nuestro medio en topografía, tránsito, tipo de vehículo, entre otros aspectos (GADICC, PDOT, 2011)

Generalmente el diseño y la construcción de las redes viales que presentan las ciudades en el Ecuador, no están fundamentados por criterios técnicos de un diseño y planeación urbano, lo que genera inseguridad a los usuarios y aumenta significativamente los accidentes de tránsito. (GADICC, PDOT, 2011)

El estudio en mención servirá para analizar los parámetros de diseño vial urbano (tipo de vehículo, velocidad de diseño, velocidad de operación, velocidad específica, velocidad reglamentaria, sobreamanchos, correlación con otras vías, número de carriles), en base a la Normativa Ecuatoriana y variables que presentan regulaciones técnicas Internacionales de Vialidad; de esta manera se conseguirá formular recomendaciones para obtener un proyecto correcto en donde el tráfico de los vehículos sea favorable y la circulación de los peatones sea segura. (GADICC, PDOT, 2011)

1.6 Objetivos

1.6.1 General

Determinar los parámetros necesarios que involucran el diseño geométrico, mediante la aplicación de la Normativa Ecuatoriana y las variables que presentan las Normas Internacionales para el caso de vías urbanas.

1.6.2 Específicos

- Establecer los fundamentos teóricos y parámetros técnicos para el diseño geométrico urbano.
- Elaborar el diseño geométrico horizontal, vertical, transversal y de intersecciones de diferentes calles urbanas, mediante la aplicación del software Civil 3D, en base a los criterios de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12).
- Analizar los parámetros de diseño geométrico entre la Norma Ecuatoriana Vial y Normativas Internacionales para el caso de vías urbanas.
- Proponer conclusiones y recomendaciones acordes a los criterios definidos entre las Normativas de Diseño Geométrico Nacional e Internacional.

1.7 Hipótesis

Los parámetros y criterios del diseño geométrico vial urbano que se establecieron, permitirán mejorar la elaboración de proyecciones urbanas en el Ecuador.

1.8 Metodología

Para cumplir con los objetivos planteados es necesario desarrollar las siguientes actividades:

- Investigar criterios que rigen el diseño geométrico urbano, otorgado por normativas internacionales.

- Recabar información otorgada por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12), para realizar el diseño geométrico de diferentes calles urbanas, mediante el empleo del software Civil 3D.

- Con los resultados obtenidos por el software se podrá visualizar de manera precisa los parámetros que no cumplen con el diseño.

- Mediante el análisis correcto de los parámetros de diseño, se permitirá establecer de manera secuencial recomendaciones y conclusiones para conseguir un proyecto correcto.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO

2.1 Infraestructura: Redes viales y corredores

Vía Urbana: Son aquellas que atraviesan demarcando áreas urbanas que se encuentran consolidadas o su construcción se encuentra prevista por un plan de ordenamiento territorial (PDOT) para conseguir una ampliación; estas vías ayudan a transitar, desplazarse y acceder a predios adyacentes a los vehículos y personas. Estas vías son utilizadas parcial o totalmente por el tráfico urbano. (Sánchez et al., 2013).

Sistemas funcionales de zonas urbanas: AASHTO (2011) establece que en zonas urbanas se dispone de cuatro sistemas funcionales; arteriales principales, secundarios, colectoras y calles locales.

Sistema urbano arterial principal: En este sistema se debe considerar la población que existe en el lugar de diseño, estas zonas deben tener una población menor de 50.000 habitantes, las arterias pueden ser limitadas en número y en extensión; esto se debe primordialmente al número y composición de los viajes que sirve (Sánchez et al., 2013).

“En zonas urbanizadas, este sistema da continuidad a todas las arterias rurales que interceptan el límite urbano” (AASHTO, 2011, pág. 9)

Sistema urbano arterial secundario de calles: Este sistema tiene la capacidad de conectarse y aumentar el tráfico del sistema arterial urbano principal. Aquí se incluyen directamente todas las arterias que no se catalogan como principales, pudiendo llevar rutas de ómnibus locales y brindar continuidad intercomunitaria sin ingresar a los barrios identificables. (AASHTO, 2011).

Sistema urbano de calles colectoras: Ayuda a la circulación de tránsito en sectores residenciales, zonas comerciales e industriales. La diferencia que existe con el anterior es que las instalaciones del sistema colector recogen el tránsito de las calles locales, barrios residenciales y lo canaliza hacia el sistema arterial (AASHTO, 2011)

En este sistema también se puede considerar las rutas de ómnibus. Existen lugares en donde debido a la densidad del tránsito y gran desarrollo, el sistema colector urbano puede formar parte de la grilla de calles (AASHTO, 2011).

Sistema urbano de calles locales: Este sistema comprende todas las instalaciones que no forman parte de los anteriores, con este sistema se puede acceder directamente a las tierras colindantes y conectarse a las calles de orden superior. El nivel de movilidad es bajo y llevan el tránsito generado en las mismas calles y no dispone de rutas de ómnibus. (AASHTO, 2011).

La longitud de las calles de este sistema representa un gran porcentaje de la longitud total de las calles que conforman la ciudad (Sánchez et al., 2013).

Imagen 2: Ilustración esquemática de un tipo de red vial urbana



Fuente: (Sánchez et al., 2013)Pg. 23

2.2 Características de los usuarios:

En proyectos de diseño geométrico vial, es indispensable considerar los actores que formarán parte de la infraestructura propuesta, de esta manera lo que se quiere diseñar debe satisfacer la mayor parte de las necesidades de los usuarios de la vía, siendo: el conductor, peatón, ciclista y pasajero. (Sánchez et al., 2013).

2.2.1 Peatón: Es la persona que transita por la ciudad, se puede incluir aquí a los minusválidos. El peatón es el principal protagonista de las actividades urbanas, pero también es el más vulnerable; y es el principal factor que se debe tomar en cuenta cuando se empieza con el diseño vial (MINVU, 2009)

2.2.2 Ciclista: Persona que se traslada en una bicicleta, el mismo que se considera como un transporte individual y es estimulado solamente por la fuerza humana sin incrementar la contaminación. (MINVU, 2009)

2.2.3 Conductor: Es el actor primordial del tránsito motorizado, siendo así que el proyectista debe considerar algunos factores que afectan a los diseños; dichos factores son: la visión, el tiempo de percepción y reacción, etc. (MINVU, 2009)

2.2.4 Pasajero: En este grupo se encuentran los que utilizan el transporte público para su desplazamiento, haciendo uso de las terminales de transporte público. Se considera importante determinar los volúmenes de pasajeros en espera, esto tiene una variación dependiendo del sistema de transporte, tipo de paradas, tipo de bus, forma de pago, etc. (Sánchez et al., 2013)

2.3 Criterios para el diseño geométrico urbano:

2.3.1 Topografía: La topografía es un parámetro fundamental para el diseño geométrico de una vía; está directamente relacionada con la proyección horizontal,

pendientes, distancias de visibilidad y secciones transversales (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

Para determinar las características geométricas de la vía en estudio se lo hace en función de las características topográficas del terreno, pudiendo ser terreno llano, ondulado y montañoso. (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

En terrenos planos se pueden diseñar calles rectas, pero se pueden realizar cambios de dirección para llegar al lugar deseado o para evitar la creación de puentes; existe problemas de diseño en este tipo de terreno, tales como el drenaje por pendientes bajas intersecciones a diferente nivel y monotonía en el viaje (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

A nivel de pre factibilidad se puede trabajar con imágenes satelitales u ortofotos, siendo su precisión igual a la de una carta topográfica IGM, pero para realizar el diseño definitivo se deberá llevar a cabo un levantamiento planimétrico que contenga (viviendas, accesos de garaje, ductos telefónicos, pozos de alcantarillado, muros, árboles, señaléticas, bordillos, veredas etc.) y un levantamiento altimétrico con nivelación de todos los detalles antes mencionados (Sánchez et al., 2013).

La velocidad está directamente relacionada con la topografía del terreno, de esta manera se considera que para el diseño geométrico vial se establece una velocidad alta en terrenos llanos, un valor medio para vías en terrenos ondulados y un valor bajo para vías en terreno montañoso (MTOPI, 2003).

2.3.2 Uso del terreno: Se debe determinar la actividad a la que se dedique la zona en la que se va emplazar el proyecto (agricultura, comercio, residencial, recreativa, etc.); debido a que esto incide en el diseño de la vía por la cantidad de tránsito y el movimiento peatonal (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

En zonas urbanas el diseño vial tiene que poseer un mayor número de movimientos de volteo, intersecciones con mayor frecuencia, facilidad para el desenvolvimiento correcto de peatones, espacios para estacionamiento de vehículos, velocidades menores a las de autopistas. Todo lo anterior mencionado se debe aplicar tratando de provocar la menor cantidad de impactos sociales debido a que en una ciudad existe conglomeración poblacional. (MINVU, 2009).

2.3.3 Estudio predial Cuando el proyecto se encuentre en la fase de factibilidad se debe disponer un informe en el que contenga las áreas expuestas a afección debido a las propuestas de diseño vial; así como también una descripción de los inmuebles afectados y la magnitud de cada afección. Esta información debe ser presentada de manera ordenada, siguiendo la abscisa inicial de cada vía. La información anterior nos ayudará a iniciar con el ordenamiento predial y solicitar retiros de viviendas si es el caso (Sánchez et al., 2013).

2.3.4 Tránsito: Para el diseño de una carretera se debe poseer de datos reales de tránsito (conjunto de vehículos y usuarios que circulan o circularán por la misma); los datos de tránsito indicarán para que nivel de servicio se realizará la proyección de la vía y de esta manera se relaciona directamente con las características geométricas de diseño. Los datos de tránsito vehicular y peatonal es del número de vehículos o volúmenes por cada día del año y también por horas del día (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Además se debe realizar la proyección del tráfico para el año horizonte para tener información del tráfico futuro al que estará sometida la vía; esta predicción puede ser de 15 a 20 años (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

Para el diseño de una intersección, se recomienda tener datos detallados estadísticamente del número de accidentes de tránsito que se producen y además esquemas de las colisiones generadas; los mismos que ayudarán para tener mejores ambientes geométricos de la intersección (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

2.3.4.1 Volumen de tránsito: Existen varios conceptos para determinar el volumen de tránsito, los mismos que se indican a continuación:

- ✓ **Tránsito promedio diario:** Su abreviación es TPDA, es el tránsito total que circula por una carretera durante un año dividido por 365, lo que representa el volumen de tránsito promedio por día. Este valor es esencial para dimensionar los elementos estructurales y funcionales de la vía (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Para un estudio definitivo se debe tener un registro del conteo manual por lo menos de 7 día seguidos durante una semana (Chávez, 2005)

- ✓ **Volumen de hora pico:** Se considera el volumen de tránsito que transita por una vía en la hora de tráfico con mayor intensidad (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).
- ✓ **Proyección de tránsito:** Las carreteras nuevas se deben diseñar con el tráfico proyectado al año horizonte, el volumen esperado para cada año es mayor que el año anterior; el tráfico futuro se deriva del tráfico actual y del crecimiento esperado del parque automotor o crecimiento poblacional (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Se recomienda para el caso de vías urbanas, la proyección de tránsito se debe basar en la relación de la posible demanda vehicular con variables socio-económicas y urbanísticas (MINVU, 2009).

(GADICC, Plan de movilidad, 2013), Manifiesta que la tasa de crecimiento del parque automotor es del 2.00% anual, siendo esta cifra mayor a la tasa de crecimiento poblacional, que para esta ciudad es de 1.23%.

En el área urbana del cantón Cañar, el número de vehículos por vivienda se encuentra en un rango de 1.15 a 1.50 (GADICC, Plan de movilidad, 2013).

- ✓ **Composición del flujo:** La geometría y los pesos de los vehículos que hay en el parque automotor se modifican en cada región, por lo que se recomienda que al efectuar un diseño vial urbano se elija el vehículo con las mayores exigencias; debido a que algunas veces no coinciden con los vehículos tipo catalogados en la normativa de cada país (MINVU, 2009).

2.3.5 Capacidad: Este es otro parámetro que controla el diseño vial; hace referencia a la destreza que se visualiza en la vía para adecuar el tránsito, puede ser en condiciones de flujo ininterrumpido para carreteras rurales y flujo interrumpido para vías en zonas pobladas (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Cuando el volumen de tránsito en una carretera es menor que su capacidad, los conductores pueden movilizarse más rápidamente; por el contrario si el volumen de tráfico es mayor que el importe de la capacidad de la vía se dice que existe congestión en la misma y todos los vehículos deberán viajar a la misma velocidad (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

Tabla 2: Características de los niveles de servicio para carreteras de carriles.

| NIVEL DE SERVICIO | CONDICIÓN DE FLUJO | VELOCIDAD MÁXIMA DE CIRCULACIÓN | VOLUMEN DE SERVICIO |
|-------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------|
| A | Flujo libre | 100 km/h | 500 vph |
| B | Flujo estable | 80 km/h | 1200 vph |
| C | Flujo estable | 65 km/h | 2000 vph |
| D | Flujo casi inestable | 55 km/h | 2400 vph |
| E | Flujo inestable | 45 km/h | 2800 vph |
| F | Flujo forzado | 40 km/h | Variable (0 a máx) |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.60

2.3.6 Velocidad de diseño: Es la máxima velocidad que un vehículo puede tener en un determinado tramo de la vía, con esta velocidad puede circular con seguridad sobre un camino siempre que las condiciones climáticas y de tránsito sean favorables (INVIAS, 1998).

La (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) manifiesta que, la velocidad que el conductor tenga al momento de conducir por una vía, está ligada a la capacidad que tenga el conductor y el vehículo; así como también de las condiciones que se indican a continuación:

- ✓ Condiciones físicas y topográficas del terreno
- ✓ Características de la vía y sectores vecinos
- ✓ Condiciones climáticas del tiempo
- ✓ Los volúmenes de tránsito
- ✓ Uso del suelo
- ✓ Nivel funcional de la vía
- ✓ Capacidad y niveles de servicio
- ✓ Cantidad de interferencias y áreas de actividad adyacente
- ✓ Zonas escolares
- ✓ Presencia de volúmenes peatonales y/o ciclistas

El proyectista deberá seleccionar una velocidad de diseño preliminar, basándose en la categoría de las vías y el tipo de terreno de acuerdo a la tabla 3:

Tabla 3: Velocidad de diseño de referencia Vs Jerarquía de la vía y tipo de terreno

| JERARQUÍA DE LA VIA | TIPO DE TERRENO | | |
|-------------------------|-----------------|----------|-----------|
| | PLANO | ONDULADO | MONTAÑOSO |
| Arterial principal | 100-120* | 80-100* | 60-80 |
| Arterial complementaria | 80-100* | 60-80 | 40-60 |
| Vías intermedias | 40-60 | 30-40 | 20-30 |
| Vías locales | 30-40 | 20-30 | 10-20 |

Nota: Aplica solo para anchos de carril mayores o iguales a 3.50m

Fuente: (Corporación Andina de Fomento, Instituto de Desarrollo Urbano y Universidad Nacional de Colombia, 2013) Pg. 109

2.3.7 Clasificación nacional de la red vial: En el Ecuador se clasifican principalmente por:

Clasificación por capacidad (Función del TPDA)

- ✓ Capacidad - función del TPDA-
- ✓ Categoría en la red vial
- ✓ Circunstancias orográficas
- ✓ Número de calzadas
- ✓ Superficie de rodadura

2.3.7.1 Clasificación por capacidad: A continuación se indica la tabla 4 en la que se clasifica la vía dependiendo del tráfico promedio diario anual al año horizonte.

Tabla 4: Clasificación funcional de las vías en base al TPDA_d

| Descripción | Clasificación funcional | Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año horizonte | |
|---------------------------------|-------------------------|---|-----------------|
| | | Límite inferior | Límite superior |
| Autopista | AP2 | 80000 | 120000 |
| | AP1 | 50000 | 80000 |
| Autovía o carretera multicarril | AV2 | 26000 | 50000 |
| | AV1 | 8000 | 26000 |
| Carretera de 2 carriles | C1 | 1000 | 8000 |
| | C2 | 500 | 1000 |
| | C3 | 0 | 500 |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.64

C1: Carretera de mediana capacidad

C2: Carretera convencional básica y camino básico

C3: Camino agrícola/ forestal

2.3.7.2 Clasificación por jerarquía en la red vial urbana: La clasificación por jerarquía en la red vial aporta a la organización territorial y creación de planes de movilidad (MINVU, 2009)

De acuerdo a normativas internacionales; las vías urbanas que son para el movimiento vehicular, se clasifican en expresas, troncales, colectoras, de servicio y locales (MINVU, 2009).

2.3.7.2.1 Vía expresa: Establece relaciones intercomunales entre las áreas urbanas y a nivel regional, su velocidad de diseño varía entre 80 y 100Km/h. El flujo que predomina es automóviles, con presencia de vehículos de carga, se recomienda que los cruces con otras vías sean a diferente nivel. Existe prohibición de estacionamiento y debe tener aceras a cada lado con un ancho mínimo de 4 metros (MINVU, 2009)

2.3.7.2.2 Vía troncal: Enlaza los sectores urbanos de una ciudad, su velocidad de diseño se encuentra entre 50 y 80 Km/h. El flujo que prevalece son los buses y los automóviles, los cruces con otras vías puede ser a cualquier nivel siempre y cuando se mantenga la preferencia sobre esta vía. Prohibición absoluta de estacionamiento y debe tener aceras a cada lado con un ancho mínimo de 3.5 metros (MINVU, 2009)

2.3.7.2.3 Vía colectora: Es la encargada del tránsito entre la residencia y los centros de empleo y de servicio. La velocidad con la que se diseña puede variar entre 40Km/h y 50 km/h, el flujo que predomina son los automóviles, los cruces con otras vías puede ser a nivel siempre y cuando se mantenga la preferencia sobre esta vía (MINVU, 2009).

Queda a criterio del proyectista si se puede prohibir el estacionamiento de vehículos y debe tener aceras a cada lado con un ancho mínimo de 3 metros (MINVU, 2009).

2.3.7.2.4 Vía de servicio: Vía principal para centros o sub-centros urbanos, permite la accesibilidad a los servicios y al comercio. Su velocidad con la que se diseña varía de 30 - 40 km/h, el flujo que predomina son los buses, los cruces con otras vías puede ser a nivel siempre y cuando se mantenga la preferencia sobre esta vía. Permite el estacionamiento de vehículos en ella siempre que exista la zona delimitada y debe tener aceras a cada lado con un ancho mínimo de 2.5 metros (MINVU, 2009).

2.3.7.2.5 Vía de servicio: Establece las relaciones entre las vías antes mencionadas y el correcto acceso a las viviendas. Su velocidad para diseñarla es de 20 - 30 km/h, el flujo que predomina son los automóviles, los cruces con otras vías puede ser a nivel siempre y cuando se mantenga la preferencia sobre esta vía. Permite el

estacionamiento de vehículos en ella y debe tener aceras a cada lado con un ancho mínimo de 2 metros (MINVU, 2009).

2.3.7.3 Clasificación por jerarquía en la red vial en el cantón Cañar: El plan de movilidad del cantón Cañar, procedió a inventariar las vías que se encuentran en un área de conflicto; debido a que alberga usos de suelo que generan gran número de viajes diarios por parte de la población (GADICC, Plan de movilidad, 2013).

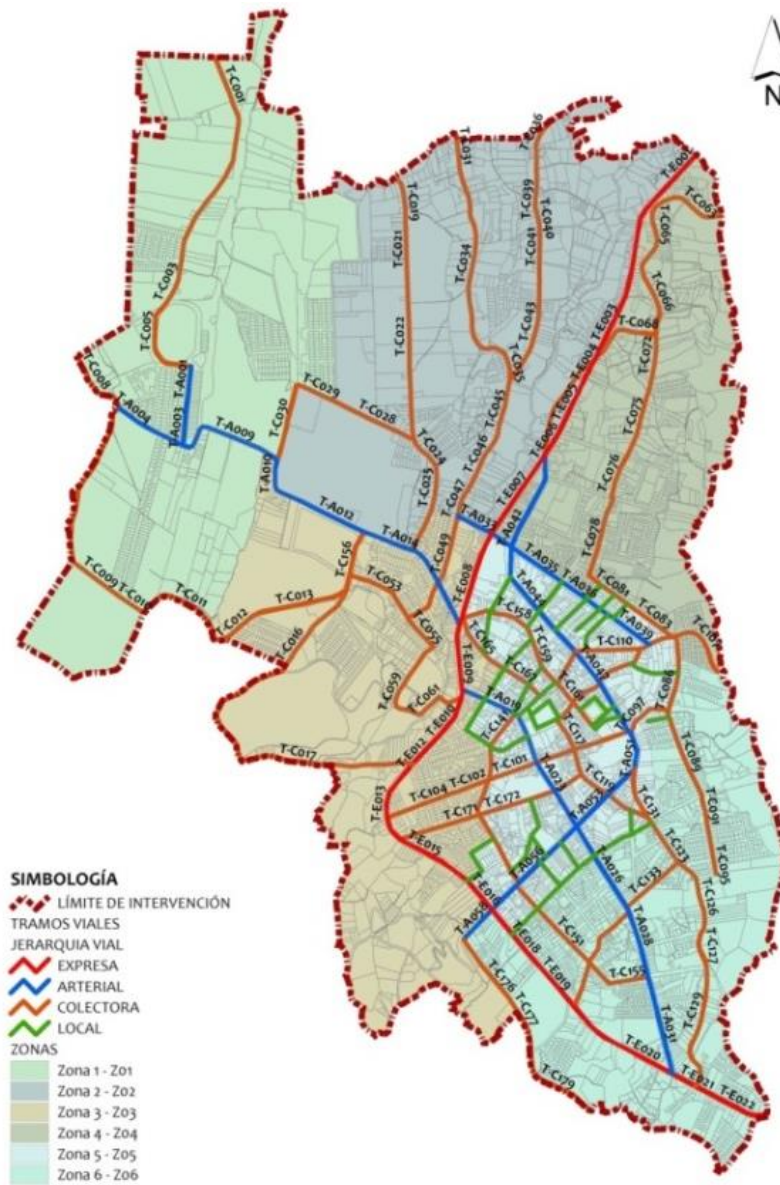
A continuación se muestra la tabla 5 en la que se puede visualizar la longitud del sistema vial principal por jerarquía vial y por zonas de planificación:

Tabla 5: Análisis de la longitud del sistema vial principal por jerarquía

| ZONAS DE PLANIFICACIÓN | EXPRESA | | ARTERIAL | | COLECTORA | | LOCAL | |
|------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
| Zona 1 | - | - | 856,22 | 14,73 | 2511,34 | 12,26 | - | - |
| Zona 2 | 710,84 | 17,90 | 299,02 | 5,14 | 4424,88 | 21,61 | - | - |
| Zona 3 | 1054,12 | 26,55 | 750,20 | 12,90 | 3998,80 | 19,52 | - | - |
| Zona 4 | 677,16 | 17,05 | 318,89 | 5,49 | 1974,68 | 9,64 | - | - |
| Zona 5 | 508,91 | 12,82 | 2715,14 | 46,70 | 4598,41 | 22,45 | 4133,78 | 100,00 |
| Zona 6 | 1019,44 | 25,68 | 874,18 | 15,04 | 2972,38 | 14,51 | - | - |
| TOTAL | 3970,45 | 100,00 | 5813,65 | 100,00 | 20480,49 | 100,00 | 4133,78 | 100,00 |

Fuente: Grupo de consultoría Ciudad viva

Imagen 3: Inventario sistema vial urbano



Fuente: Grupo de consultoría Ciudad viva

Tabla 6: Jerarquización de vías en estudio

| Vías en estudio | Jerarquía |
|-----------------|--------------|
| Av. 24 de Mayo | Vía Arterial |
| Av. San Antonio | Vía Arterial |
| Av. Colón | Vía Arterial |

Elaboración: Autor

La (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) clasifica a las vías por la orografía del terreno, visualizándose:

Tabla 7: Denominación de carreteras por condiciones orográficas

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

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.69

2.3.8 Vehículo de diseño: (AASHTO, 2011) afirma que para un correcto diseño vial se tiene que considerar el vehículo que presente los requerimientos más significativos, siendo aquel que usará la vía con mayor periodicidad, de esta manera se conseguirá determinar los aspectos más críticos en el diseño y se determinará la configuración geométrica de la vía.

Se considera que los vehículos que circulan por las vías urbanas, están consignados a distintos usos en función de su peso, potencia, dimensiones y maniobrabilidad, de esta manera condicionan las características del diseño geométrico y resistencia del pavimento. (Chávez, 2005)

La (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) tiene una clasificación general de automotores; siendo vehículos livianos y vehículos pesados.

Dentro de los vehículos livianos se incluye a las motocicletas, automóviles y camionetas, con capacidad de hasta 8 pasajeros y ruedas sencillas en el eje trasero (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

A continuación, se presenta la tabla 8 que indica las características por tipos de vehículos.

Tabla 8: Características por tipos 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 |
| Radio mínimo 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: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.38

- ✓ Vehículo liviano (A): A1- motocicletas, A2- automóviles.
- ✓ Buses y busetas (B)
- ✓ Camiones (C): C1- dos ejes, C2- camiones o tracto camiones de 2 ejes
- ✓ Remolques (R)

Hay que considerar que para la determinación de los mínimos radios de giro, se asume que el vehículo se traslada a una velocidad de 15kph (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Dentro del área urbana hay que considerar el vehículo de emergencia (V.E), siendo este el vehículo de los bomberos y la ambulancia; el vehículo de los bomberos se puede clasificarlo dentro de un camión C2 por la distancia que existe entre los ejes (Sánchez et al., 2013)

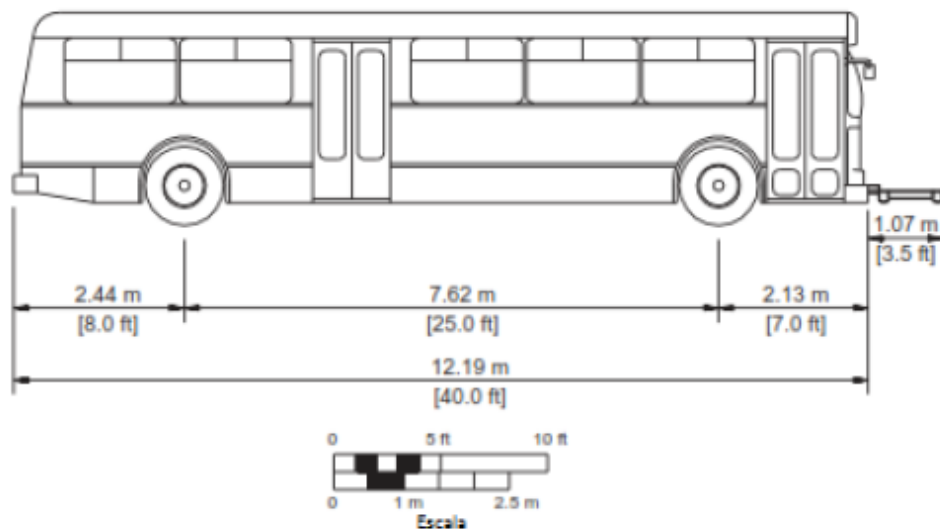
Estos tipos de vehículos hacen que el diseñador tenga precaución con los radios de giro y sobreanchos; además debe garantizarse que la geometría vial esté correctamente vinculada con las trayectorias de los vehículos de emergencia para que la circulación sea ligera y no genere conflictos de tráfico (Sánchez et al., 2013).

El manual de diseño geométrico de vías urbanas (Chávez, 2005), manifiesta que para un correcto diseño se deberá tener presente las siguientes recomendaciones:

La anchura del vehículo elegido para la proyección está ligada carril de circulación, ancho de las bermas, sobreaño en curvas y en el ancho destinado a estacionamientos. (Chávez, 2005)

Debido a que las vías que se están estudiando, se encuentran dentro de la jerarquía de vías arteriales, el tipo de vehículo de diseño que circulará por las mismas es un bus de 40 pasajeros, con una longitud de 12.19m, ancho 2.59m, voladizo delantero 2.44m, voladizo trasero 2.13m, distancias entre ejes 7.62m.

Imagen 4: Vehículo de diseño



Fuente: AASHTO -2011

2.4 Criterios para el diseño geométrico horizontal

2.4.1 Alineamiento horizontal: El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial, el eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas (Cárdenas, Diseño Geométrico de carreteras, 2013)

El alineamiento horizontal obedece al relieve del terreno, hidrología de la zona, drenaje, características de la sub-rasante, entre otras.

Para proyectar un diseño planimétrico se empieza desde la realización de ejes de diseño, a partir de esto se enlazan los demás elementos que lo conforman. Hay que considerar que las secciones características de cada tipo de vía están ligadas al Plan de Ordenamiento Territorial PDOT de cada ciudad. Para que una vía urbana satisfaga las necesidades de los usuarios, se debe obtener la información necesaria del lugar en el que se emplazará el proyecto para determinar las zonas de conflicto y las restricciones presentes por construcciones existentes, redes de servicios públicos, pasos peatonales a desnivel, semaforización, ubicación y estacionamientos de transporte público, entre otros

En el diseño horizontal de una vía urbana, el proyectista debe chequear todas y cada una de las limitantes encontradas antes, durante el proceso y posteriormente de la elaboración de su eje; para ello es importante seguir secuencialmente un procedimiento que ayude a la elaboración del eje de diseño y cumpla con los requerimientos (Corporación Andina de Fomento, Instituto de Desarrollo Urbano y Universidad Nacional de Colombia, 2013).

2.4.1.1 Selección de la velocidad de diseño: Con el tráfico proyectado al año horizonte y la topografía del terreno se puede clasificar a la vía dentro de la jerarquización vial y de esta manera determinar la velocidad de diseño para el corredor vial.

2.4.1.2 Elección del eje de diseño: Para definir el eje de diseño se tiene que precisar el ancho de la vía y obedecer al PDOT para determinar la cantidad de carriles que se proyectará.

Si se va a diseñar una vía continua, se debe diseñar un eje por calzada vehicular (corresponde a la línea de demarcación por carril) (Sánchez et al., 2013)

2.4.1.3 Sobreelevación o peralte: Las características que se deben considerar son el clima de la zona, el tipo de área a intervenir, circunstancias del terreno y la periodicidad con la que circulan los vehículos. La sobreelevación se conoce con la letra “e” y se debe usar cuando un carro viaje en una curva cerrada a una velocidad que se tenga determinada, ayudando a equilibrar las fuerzas centrífugas y la consecuencia de la fricción que se provoca entre el neumático y la capa de rodadura (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

La (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) recomienda que el peralte debe encontrarse entre el 4% y 6%, sin embargo existe una tabla que clasifica a la sobreelevación de acuerdo tipo de área en donde se emplazará el proyecto.

Tabla 9: Sobreelevación vs. Tipo de área

| Tasa de sobreelevación “e” en (%) | Tipo de área |
|-----------------------------------|-----------------|
| 10 | Rural montañosa |
| 8 | Rural plana |
| 6 | Suburbana |
| 4 | Urbana |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.40

En áreas rurales los peraltes ayudan a tener seguridad al momento de conducir y se puede reducir el radio, pero por el contrario en áreas urbanas la sobreelevación se debe utilizar con cautela porque se obtiene dificultad para un correcto emplazado físico de la vía y las zonas que lo rodean (Sánchez et al., 2013).

En áreas urbanas los peraltes máximos que se recomienda son 4% y 6%, pero hay que considerar si la vía tiene acceso a predios en ese tramo; en vías arteriales que se tiene velocidades de proyección mayores o iguales a 30km/h el peralte máximo tiene

que ser 4% siempre que no exista separadores que delimiten las calzadas vehiculares, se admite 6% cuando existen separadores que ayudan absorber diferencias de altura (Sánchez et al., 2013).

(MINVU, 2009) Manifiesta que las vías que tienen velocidades menores se les otorgan el valor del peralte menor.

Tabla 10: Peraltes máximos

| Categoría | p. Máx deseable | P,máx tolerable |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| Locales y servicio | 4% | 4% |
| Colectoras y troncales | 4% | 6% |
| Vías expresas | 6% | 8% |

Fuente: Manual de vialidad urbana (MINVU, 2009) Pg. 150

2.4.1.4 Fricción lateral: El estado en el que se encuentren los neumáticos, las condiciones de la superficie de rodadura y la velocidad del vehículo es lo que se considera para este caso (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

(AASHTO, 2011) Indica factores de fricción lateral para tres clases de carreteras, los mismos que varían entre 0.17 -0.10, se encuentran inversamente a la velocidad para carreteras rurales y urbanas.

Tabla 11: Coeficientes de fricción lateral máximos

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| V (km/h) | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 5 | 100 |
| t (%) | 31 | 28 | 25 | 23 | 21 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 |

Fuente: Manual de vialidad urbana (MINVU, 2009) Pg. 147

Por el contrario se conoce como bombeo a la inclinación mínima que debe tener la superficie de rodadura para proveer el correcto drenaje superficial, se recomienda que la inclinación mínima debe ser 2% pero preferencialmente debe ser de 2.5%; esta

inclinación puede mantenerse sin variación en todo el ancho de la calzada, la misma que se conoce como “bombeo único” o “a una agua”; también se acepta la discontinuidad en el eje de simetría, procediendo a verter la una mitad de las aguas lluvia hacia uno de sus bordes y la otra mitad hacia la orilla opuesta; lo que se conoce como “bombeo doble” o “a dos aguas”. Es importante recordar que el bombeo se presenta en alineaciones rectas, pero si es necesario se puede diseñar cuando se desarrolla la curva circular; siempre que las circunstancias dinámicas lo permitan (MINVU, 2009)

2.4.1.5 Radios mínimos y sus correspondientes grados máximos de curva:

Los radios mínimos se consideran como los valores al límite que puede poseer una curva para la velocidad con la que se diseña; tiene una relación con el peralte y la fricción lateral (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Cuando se dispone del valor del peralte, se pueden calcular los radios mínimos de curvatura horizontal con la utilización de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{v^2}{127(e+f)} \quad \text{Ec.1}$$

Dónde:

R: Radio mínimo de curva en metros

e: Tasa de sobreelevación en fracción decimal

f: Factor de fricción lateral

V: velocidad de diseño, en Km/h

El grado de curvatura G_c es el ángulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 20 metros, se representa por la siguiente ecuación:

$$G_c = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec. 2}$$

Tabla 12: Radios mínimos y grados máximos de curvas horizontales para distintas velocidades de diseño

| Velocidad de diseño (Km/h) | Factor de fricción máxima | Peralte máximo 4% | | | Peralte máximo 6% | | |
|----------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|----------------|-------------------|-------------|----------------|
| | | Radio (m) | | Grado de curva | Radio (m) | | Grado de curva |
| | | Calculado | Recomendado | | Calculado | Recomendado | |
| 30 | 0.17 | 33.70 | 35 | 32°44' | 30.8 | 30 | 38°12' |
| 40 | 0.17 | 60.00 | 60 | 19°06' | 54.8 | 55 | 20°50' |
| 50 | 0.16 | 98.40 | 100 | 11°28' | 89.5 | 90 | 12°44' |
| 60 | 0.15 | 149.20 | 150 | 7°24' | 135 | 135 | 8°29' |
| 70 | 0.14 | 214.30 | 215 | 5°20' | 192.9 | 195 | 5°53' |
| 80 | 0.14 | 280.00 | 280 | 4°05' | 252 | 250 | 4°35' |
| 90 | 0.13 | 375.20 | 375 | 3°04' | 335.7 | 335 | 3°25' |
| 100 | 0.12 | 492.10 | 490 | 2°20' | 437.4 | 435 | 2°38' |
| 110 | 0.11 | 635.20 | 635 | 1°48' | 560.4 | 560 | 2°03' |
| 120 | 0.09 | 872.20 | 870 | 1°19' | 755.9 | 775 | 1°29' |

| Velocidad de diseño (Km/h) | Factor de fricción máxima | Peralte máximo 6% | | | Peralte máximo 8% | | |
|----------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|----------------|-------------------|-------------|----------------|
| | | Radio (m) | | Grado de curva | Radio (m) | | Grado de curva |
| | | Calculado | Recomendado | | Calculado | Recomendado | |
| 30 | 0.17 | 28.30 | 30 | 38°12' | 26.2 | 25 | 45°50' |
| 40 | 0.17 | 50.40 | 50 | 22°55' | 46.7 | 45 | 25°28' |
| 50 | 0.16 | 82.00 | 80 | 14°19' | 75.7 | 75 | 15°17' |
| 60 | 0.15 | 123.20 | 120 | 9°33' | 113.4 | 115 | 9°58' |
| 70 | 0.14 | 175.40 | 175 | 6°33' | 160.8 | 160 | 7°10' |
| 80 | 0.14 | 229.10 | 230 | 4°59' | 210 | 210 | 5°27' |
| 90 | 0.13 | 303.70 | 305 | 3°46' | 277.3 | 275 | 4°10' |
| 100 | 0.12 | 393.70 | 395 | 2°54' | 357.9 | 360 | 3°11' |
| 110 | 0.11 | 501.50 | 500 | 2°17' | 453.7 | 455 | 2°31' |
| 120 | 0.09 | 667.00 | 665 | 1°43' | 596.8 | 595 | 1°56' |

Fuente: A Policy on Geometric Desig of Highways and Streets, 1994 p. 156

Hay que recordar los criterios para utilizar los valores el radio mínimo en el diseño horizontal:

- ✓ Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada
- ✓ En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- ✓ En intersecciones entre caminos entre sí.

✓ En vías urbanas.

Cuando se aplique los radios mínimos se debe considerar en la situación más desfavorable el ancho de la calzada, (vehículo circulando por una pista interior); siendo el radio de la curvatura menor que el mínimo, si existe una disconformidad del 10% del valor del radio de la curva en el respectivo eje, se debe proceder a realizar un incremento al último valor sin reducir el peralte. (MINVU, 2009).

Tabla 13: Radios mínimos.

| | | V | Radios mínimos según categoría, con el p.Max deseable | | |
|-----------|------------|-----|---|-----------|-----------|
| | | | Km/h | p.Max= 4% | p.Max= 6% |
| Servicio | Locales | 25 | 15 | | |
| | | 30 | 22 | | |
| | | 35 | 35 | | |
| | Colectoras | 40 | 50 | 45 | |
| | | 45 | 65 | 60 | |
| Troncales | | 50 | 85 | 80 | |
| | | 55 | 110 | 100 | |
| | | 60 | 135 | 125 | |
| | | 65 | 165 | 150 | |
| | | 70 | 200 | 180 | |
| | Expresas | 75 | 250 | 220 | |
| | | 80 | 280 | 250 | 230 |
| | | 85 | 340 | 300 | 270 |
| | | 90 | 375 | 340 | 300 |
| | | 95 | 420 | 375 | 340 |
| | 100 | 460 | 420 | 375 | |

Fuente: Manual de vialidad urbana (MINVU, 2009) Pg. 151

2.4.1.6 Curvas horizontales de transición: En los nuevos diseños viales es de uso común la utilización de la curva de transición, la misma que sirve para brindar seguridad a los vehículos que transitan por una sección recta hacia una curva horizontal circular; de esta manera los conductores se mantendrán dentro de su carril y no experimentará la fuerza centrípeta en la curva. El radio de curvatura decrece

gradualmente desde el infinito hasta la parte última de la espiral en su respectiva conexión con la curva circular (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Tabla 14: Longitudes de desarrollo de la sobreelevación en carreteras de dos carriles, en metros.

| Peraltes | Longitud de transición y velocidades de diseño Km/h | | | | | | | |
|----------|---|----|----|----|----|----|-----|-----|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 |
| | Carriles de 3.65 metros | | | | | | | |
| 0.02 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 65 |
| 0.04 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 65 |
| 0.06 | 35 | 35 | 40 | 40 | 5 | 55 | 60 | 65 |
| 0.08 | 45 | 45 | 50 | 5 | 60 | 60 | 65 | 70 |
| 0.10 | 55 | 55 | 60 | 65 | 75 | 75 | 80 | 85 |
| 0.12 | 65 | 65 | 75 | 80 | 90 | 90 | 95 | 105 |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.137

La (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) ha desarrollado la siguiente tabla para visualizar las carreteras tipo C3 – C2- C1 – AV1, las mismas que son de dos y cuatro carriles, en donde se indican las distancias pequeñas de transición en relación al radio de curva, la sobre elevación con valores de 6, 8,10 y12%, y la velocidad de diseño.

Imagen 5: Elementos de diseño para curvas horizontales y velocidades de diseño emax 6%

| R (m) | Vd=30Km/h | | | Vd=40Km/h | | | Vd=50Km/h | | | Vd=60Km/h | | | Vd=70Km/h | | | Vd=80Km/h | | | Vd=90Km/h | | | Vd=100Km/h | | | Vd=110Km/h | | | | | |
|----------|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|-----------|----|----|------------|----|----|------------|----|----|----|----|----|
| | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | L (m) | | | | | |
| | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 | e | 2 | 4 |
| 7000 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 |
| 5000 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 |
| 3000 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 56 | 84 | SI | 61 | 92 |
| 2500 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 50 | 75 | SI | 56 | 84 | 2 | 61 | 92 |
| 2000 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 44 | 66 | 2 | 50 | 75 | 3 | 56 | 84 | 3 | 61 | 92 | | | |
| 1500 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 44 | 66 | 2 | 44 | 66 | 3 | 50 | 75 | 3 | 56 | 84 | 4 | 61 | 92 | | | |
| 1400 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 44 | 66 | 2 | 44 | 66 | 3 | 50 | 75 | 3 | 56 | 84 | 4 | 61 | 92 | | | |
| 1300 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 33 | 50 | 2 | 44 | 66 | 3 | 44 | 66 | 3.0 | 50 | 75 | 4 | 56 | 84 | 4.0 | 61 | 92 | | | |
| 1200 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 33 | 50 | 2 | 44 | 66 | 2.7 | 44 | 66 | 3 | 50 | 75 | 4 | 56 | 84 | 4 | 61 | 92 | | | |
| 1000 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 0 | 0 | 2 | 33 | 50 | 3 | 44 | 66 | 3 | 44 | 66 | 4 | 50 | 75 | 4 | 56 | 84 | 5 | 61 | 92 | | | |
| 900 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 28 | 42 | 2 | 33 | 50 | 3 | 44 | 66 | 3 | 44 | 66 | 4 | 50 | 75 | 5 | 56 | 84 | 5 | 61 | 92 | | | |
| 800 | SN | 0 | 0 | SN | 0 | 0 | SI | 28 | 42 | 3 | 33 | 50 | 3 | 44 | 66 | 4 | 44 | 66 | 4 | 50 | 75 | 5 | 56 | 84 | 5 | 61 | 92 | | | |
| 700 | SN | 0 | 0 | SI | 22 | 33 | 2 | 28 | 42 | 3 | 33 | 50 | 3 | 44 | 66 | 4.0 | 44 | 66 | 5 | 50 | 75 | 5 | 56 | 84 | 6 | 61 | 92 | | | |
| 600 | SN | 0 | 0 | SI | 22 | 33 | 2 | 28 | 42 | 3 | 33 | 50 | 4 | 44 | 66 | 4 | 44 | 66 | 5.0 | 50 | 75 | 6 | 56 | 84 | 6.0 | 61 | 92 | | | |
| 500 | SN | 0 | 0 | 2 | 22 | 33 | 3 | 28 | 42 | 4 | 33 | 50 | 4 | 44 | 66 | 4.8 | 44 | 66 | 5 | 50 | 75 | 6 | 56 | 84 | Rmin= 560 | | | | | |
| 400 | SI | 17 | 26 | 3 | 22 | 33 | 3 | 28 | 42 | 4.0 | 33 | 50 | 5 | 44 | 66 | 5 | 44 | 66 | 6 | 50 | 75 | Rmin= 435 | | | | | | | | |
| 300 | SI | 17 | 26 | 3 | 22 | 33 | 4 | 28 | 42 | 5 | 33 | 50 | 5 | 44 | 66 | 6 | 44 | 66 | Rmin= 335 | | | | | | | | | | | |
| 250 | 2 | 17 | 26 | 4 | 22 | 33 | 4 | 28 | 42 | 5.0 | 33 | 50 | 6 | 44 | 66 | 6.0 | 44 | 66 | | | | | | | | | | | | |
| 200 | 3 | 17 | 26 | 4 | 22 | 33 | 5 | 28 | 42 | 6 | 33 | 50 | 6.0 | 44 | 66 | Rmin= 250 | | | | | | | | | | | | | | |
| 175 | 3.0 | 17 | 26 | 4 | 22 | 33 | 5.0 | 28 | 42 | 6 | 35 | 52 | Rmin= 195 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | 3 | 17 | 26 | 4 | 22 | 34 | 5 | 28 | 43 | 6 | 35 | 53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 4 | 17 | 26 | 5 | 23 | 35 | 5 | 29 | 44 | 6.0 | 36 | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 130 | 4 | 17 | 26 | 5 | 24 | 36 | 6 | 29 | 45 | Rmin= 135 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 120 | 4 | 18 | 27 | 5 | 25 | 37 | 6 | 30 | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | 4 | 19 | 28 | 5.0 | 26 | 39 | 6 | 31 | 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 4 | 20 | 29 | 5 | 27 | 40 | 6 | 32 | 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 4 | 20 | 30 | 5 | 28 | 42 | 6.0 | 32 | 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 5 | 22 | 32 | 6 | 29 | 43 | Rmin= 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 5 | 23 | 34 | 6 | 30 | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 5.0 | 24 | 36 | 6.0 | 31 | 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 5 | 26 | 39 | Rmin= 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 6 | 28 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 6.0 | 29 | 43 | Rmin= 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.137

2.4.1.7 Sobre anchos en curvas: Se crean sobreechamientos en curvas horizontales de pequeños radios, en carriles estrechos y en las carreteras modernas con carriles de 3.65 metros que presentan un buen alineamiento, la necesidad de sobreechamientos en curvas ha disminuido notablemente a pesar de las velocidades, aunque tal necesidad sigue manteniéndose para otras condiciones de vía (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

Tabla 15: Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) para carreteras tipo C1-C2-C3

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

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.141

2.4.2 Alineamiento vertical: El diseño geométrico vertical de una vía se conoce como alineamiento en perfil, es la proyección del eje real de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo; por el paralelismo existente la proyección mostrará la longitud real del eje de la vía, se le puede denominar a este eje como rasante o sub-rasante (Cárdenas, Diseño Geométrico de carreteras, 2013).

Los parámetros del diseño geométrico vertical deben tener una estrecha relación con los parámetros de la proyección horizontal (velocidad de diseño, curvas horizontales, distancias de visibilidad), no es recomendable realizar cambios en el perfil horizontal para obtener buenos alineamientos horizontales.

En la proyección vertical, el perfil longitudinal ayuda a la conformación de la rasante, la misma que se encuentra compuesta por una sucesión de rectas que se enlazan por arcos verticales parabólicos (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

En el sector urbano, el diseño vertical debe adaptarse a la topografía y entorno del proyecto; de esta manera se consigue integrar los elementos que conforman la sección transversal de la vía. La topografía del terreno existente es la que determina de manera directa el diseño altimétrico, de igual manera el manejo de accesos y empalmes consolidados son importantes en el proyecto y condicionan el diseño de la rasante (Sánchez et al., 2013).

2.4.2.1 Pendientes: Las gradientes dependen directamente de la topografía del terreno, la jerarquía de la vía y las velocidades de diseño; deben tener valores bajos para que los vehículos circulen a velocidades moderadas (MTO, 2003)

La Norma Ecuatoriana de Vialidad (NEVI-12), recomienda no sobrepasar los límites máximos de pendiente que se indican en la tabla número 16:

Tabla 16: Pendientes máximas

| Orografía | Terreno plano | Terreno ondulado | Terreno montañoso | Terreno escarpado |
|------------------|---------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Velocidad (km/h) | | | | |
| 20 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 30 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 40 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 50 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 60 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 70 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 80 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 90 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 100 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| 110 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.145

Cuando se pueda escoger pendientes para utilizarlas en vías urbanas es indispensable considerar las condiciones económicas y constructivas; además hay que visualizar los efectos que causará dicha pendiente al momento de la circulación vehicular. (Chávez, 2005)

La tabla 17 indica los valores de pendientes máximas de acuerdo al tipo de terreno:

Tabla 17: Pendientes máximas

| Tipo de vía | Terreno plano | Terreno ondulado | Terreno montañoso |
|--|------------------|------------------|-------------------|
| Vía expresa | 3% | 4% | 4% |
| Vía arterial | 4% | 5% | 7% |
| Vía colector | 6% | 8% | 9% |
| Vía local | Según topografía | 10% | 10% |
| Rampas de acceso o salidas a vías libres de intersecciones | 6% - 7% | 8% - 9% | 8% - 9% |

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (Chávez, 2005) Pg.97

La existencia de semáforos o señalizaciones que limite la circulación vehicular, permite asignar algunas restricciones a los valores indicados en la tabla anterior:

Cuando existen pendientes positivas independientes, se puede reducir los valores indicados en la tabla en un 2% y cuando existen bajadas independientes o no se debe reducir la pendiente por lo menos 60 metros previamente antes de la detención del vehículo, con una velocidad de diseño igual o superior a 60km/h, o 40 metros , cuando se posea una gradiente no superior al 4% y conjuntamente se tiene que obtener una distancia de 20 metros antes de aquel lugar con la gradiente que se encuentre más próxima a la mínima (MINVU, 2009)

Cuando se vaya a realizar diseños nuevos en vías locales, se propone utilizar una pendiente máxima del 18% con circulación de vehículos livianos y con velocidades de diseño de 20km/h (Sánchez et al., 2013).

En vías urbanas la gradiente mínima depende directamente de las dificultades del escurrimiento de aguas lluvias; de esta manera se recomienda la pendiente mínima de 0.3% siempre que existan las adecuadas obras de drenaje (Sánchez et al., 2013).

Por otra parte la (MINVU, 2009) recomienda utilizar la mínima pendiente 0.35% si existe peralte o bombeo en la vía y si en el diseño existe transición de peraltes en las que la inclinación transversal es nula, el mínimo valor a utilizar es 0.5% y si es posible un 1%.

2.4.2.2 Curvas verticales: Para eliminar el quiebre brusco de la rasante se debe tener curvas verticales entre dos pendientes sucesivas, de esta manera se conforma una transición entre pendientes de distinta magnitud; el diseño de estas curvas asegura distancias de visibilidad adecuada (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Una curva vertical es el elemento de diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, a lo largo de su longitud se efectúe un cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de salida; de esta manera la operación vehicular es segura y confortable, permitiendo que la vía tenga un adecuado drenaje; la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical (Cárdenas, Diseño Geométrico de carreteras, 2013)

Para determinar la longitud de las curvas verticales se debe seleccionar el índice de curvatura K, dichos valores dependen si la curva es convexa o cóncava; los valores se indican en la tabla 18:

Tabla 18: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

| Velocidad Km/h | Longitud Visibilidad Distancia de visibilidad de frenado (m) | Controlada por de Frenado Índice de curvatura K | Longitud Controlada por Adelantamiento Distancia de visibilidad de adelantamiento (m) | Visibilidad de Índice de curvatura K |
|-------------------|--|---|--|---|
| 20 | 20 | 0.6 | | |
| 30 | 35 | 1.9 | 200 | 46 |
| 40 | 50 | 3.8 | 270 | 84 |
| 50 | 65 | 6.4 | 345 | 138 |
| 60 | 85 | 11 | 410 | 195 |
| 70 | 105 | 17 | 485 | 272 |
| 80 | 130 | 26 | 540 | 338 |
| 90 | 160 | 39 | 615 | 438 |

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.144

Tabla 19: Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

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

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

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.144

La longitud de la curva vertical será igual al índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A)

$$L = K * A \qquad \text{Ec. 3}$$

La longitud de las curvas verticales están relacionadas con la longitud de visibilidad de parada, en donde se considera 1.08m la altura del ojo del conductor y la altura del objeto será 0.6m sobre la superficie de pavimento (AASHTO, 2011)

2.4.2.3.1 Curva vertical cóncava: Es aquella que en continuidad con el sentido del tránsito, va de una pendiente a una superior, la amplitud de la curva está relacionada por la iluminación de la vía, el confort, presencia de obstáculos que reducen la visibilidad (Chávez, 2005).

2.4.2.3.2 Curva vertical convexa: Es aquella que, siguiendo la dirección del tránsito va de una gradiente a otra menor, por lo que el diseño debe ofrecer a la persona que conduce una distancia de visibilidad que sea suficiente para detenerse si se observa un objeto que se encuentre más delante en el eje de su carril (Chávez, 2005).

2.4.3 Sección transversal: La sección transversal constituye un elemento de gran importancia en el proyecto de calles urbanas, debido a que determina la capacidad e influye en la percepción que el usuario tiene sobre la vía (Chávez, 2005)

En las distancias rectas, la sección transversal de la calzada poseerá inclinaciones transversales conocidas como bombeo, las mismas que se ubican desde la mitad de la vía hacia cada uno de los extremos, ayudando a que el drenaje superficial sea correcto. Cuando las carreteras son pavimentadas el bombeo tendrá valores entre 1.5% y 3%; por el contrario cuando existan trechos en curva el bombeo se deberá sustituir por el peralte (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

De acuerdo a la clasificación funcional de la vías otorgada por la NEVI-12 y el ancho de carriles, uso de suelo, etc que nos brinda el PDOT de cada ciudad, se puede determinar la sección transversal (sobrecanchos, espaldones y demás dispositivos de seguridad) (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

El diseño de secciones transversales, en conjunto con el diseño horizontal y vertical, ayudan a conseguir una visualización tridimensional de la infraestructura vial.

En la sección transversal se incorpora las zonas peatonales, ciclo vías, señalización, obras de drenaje; además ayuda a cuantificar las cantidades de obra (excavaciones y relleno) (Sánchez et al., 2013)

(Sánchez et al., 2013) Manifiesta que en la sección transversal de vías urbanas se precisan las funciones a las cuales estará sometida la vía, la capacidad que se espera y el nivel de unificación con el ambiente; debe responder a tres solicitudes:

1. Acoplarse de la mejor manera al entorno sobre el cuál se va a desarrollar
2. Perseguir cada detalle establecido de acuerdo a la categoría, ocupación del suelo y plan de movilidad.
3. El diseño debe cumplir los criterios de seguridad vial

En el caso de vías urbanas, las normativas internacionales indican que en el diseño de secciones transversales se debe considerar los criterios:

- ✓ **Velocidad del proyecto y jerarquía vial :** De acuerdo a la categoría de la vía que se desee levantar según el Plan de Ordenamiento Territorial de cada ciudad, nos brinda parámetros que se deben considerar; por otra parte la velocidad de diseño influye notablemente en las dimensiones de la calzada y los anchos de las mismas (Chávez, 2005)
- ✓ **Tráfico:** El número de carriles que conforma la vía, interviene en la determinación del nivel de servicio y capacidad dela vía; siendo sumamente importante determinar la clase de tráfico que circulará por la misma para establecer el ancho de los carriles (Chávez, 2005).
- ✓ **Número de carriles:** Se relaciona con la capacidad y la categorización de la vía; el proyectista tiene que analizar estos factores sin dejar de lado

las restricciones que presente la vía. Siendo como mínimo un carril y máximo cuatro en calzadas con sentido +único (Chávez, 2005).

- ✓ **Ancho de carriles:** Depende de la categoría de la vía y de la velocidad de diseño, es importante considerar los aspectos sociales, económicos, físicos, geográficos e institucionales (Chávez, 2005)

Seguidamente se visualizan los anchos recomendables y los mínimos absolutos para una vía recta:

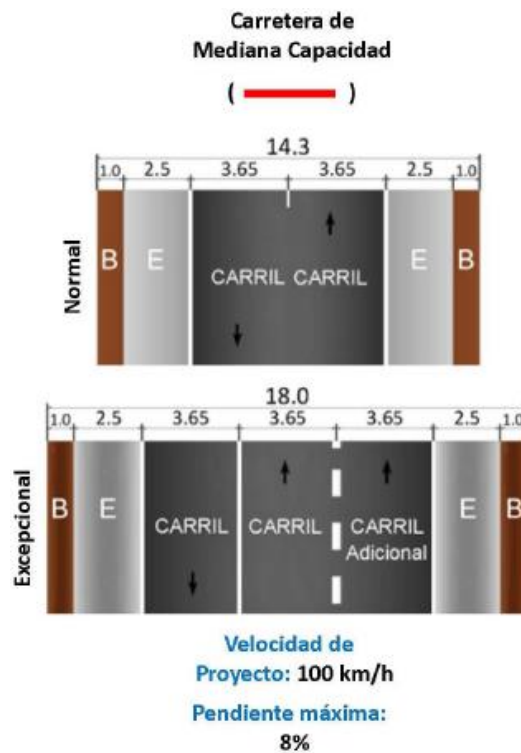
Tabla 20: Anchos de carril

| CLASIFICACIÓN DE VIAS | Velocidad Km/h | Ancho recomendable (m) | Ancho mínimo de carril en pista normal (m) | Ancho mínimo de carril único del tipo solo bus (m) | Ancho de dos carriles juntos (m) |
|-----------------------|----------------|------------------------|--|--|----------------------------------|
| LOCAL | 30 - 40 | 3.00 | 2.75 | 3.50 (4) | 6.50 |
| COLECTORA | 40 - 50 | 3.30 | 3.00 | 3.50 (4) | 6.50 |
| | 50 - 60 | 3.30 | 3.25 | 3.50 | 6.75 |
| | 60 - 70 | 3.50 | 3.25 | 3.75 | 6.75 |
| ARTERIAL | 70 - 80 | 3.50 | 3.50 | 3.75 | 7.00 |
| | 80 - 90 | 3.60 | 3.50 | 3.75 | 7.25 |
| EXPRESAS | 90 - 100 | 3.60 | 3.50 | No aplicable | No aplicable |

Fuente: (Chávez, 2005) Pg.101

Cuando exista curvas se debe analizar el diseño de curvas horizontales para verificar el ancho real de la vía en ese tramo (Chávez, 2005)

Imagen 6: Anchos de calzada de la carretera C1



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.66

La sección transversal de una carretera está compuesta por: calzada, bermas, cunetas y taludes laterales.

2.4.3.1 Elementos de la sección transversal

2.4.3.1.1 Calzada o superficie de rodamiento: Es lo que se destina para la circulación de los vehículos, está constituida por uno o más carriles para uno o más sentidos (Rivera, 2011)

2.4.3.1.2 Bermas o espaldones: Sirve para confinamiento de la calzada, se puede utilizar además para estacionamiento provisional (Rivera, 2011)

2.4.3.1.3 Cunetas: Su forma es triangular y su construcción es paralela a las bermas (Rivera, 2011).

2.4.3.1.4 Taludes: Son superficies laterales inclinadas, está comprendida entre las cunetas y el terreno natural (Rivera, 2011)

2.4.3.2 Zonas peatonales: Todas las personas tienen acceso a las áreas públicas, por lo que es indispensable que una ciudad disponga de escenarios propicios para la movilidad; siendo estos cruces, andenes, parques, etc., es aquí indispensable considerar a las personas con capacidades especiales que hacen uso del espacio público, por lo que se debe hacer un estudio minucioso de aspectos tales como el ancho de circulaciones, pendientes transversales y longitudinales, localización del mobiliario urbano y arborización; además un estudio de tránsito peatonal ayudará a determinar los flujos peatonales (Sánchez et al., 2013).

Imagen 7: Cruce peatonal prioritario.



Fuente: Autor

2.4.3.3 Espacio para ciclistas: Se debe considerar el espacio para los ciclistas, la franja de circulación que ellos ocuparán en la vía está ligado a la cantidad de bicicletas por día (Sánchez et al., 2013)

Tabla 21: Anchos mínimos de ciclorrutas en función de los volúmenes bicicletas/día.

| Dirección de flujo | Ancho efectivo (m) |
|---|--------------------|
| Volúmenes menores o iguales a 1500 bicicletas/día | |
| Unidireccional | 2.25 |
| Bidireccional | 2.75 |
| Volúmenes mayores a 1500 bicicletas/día | |
| Unidireccional | 2.50 |
| Bidireccional | 3.00 |

Fuente: Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá D.C (Corporación Andina de Fomento, Instituto de Desarrollo Urbano y Universidad Nacional de Colombia, 2013) Pg. 162

Para el caso de carriles bici, a las dimensiones anteriores se deberá aumentar cada una en 1 metro como mínimo (Sánchez et al., 2013)..

2.5 Diseño de intersecciones:

2.5.1 Definición: Se considera como intersección los cruces o encuentros al mismo o diferente nivel de dos o más calles de igual o distinta jerarquía, los empalmes (MTO, 2003).

Dentro de la red vial, se considera a las intersecciones como elementos de discontinuidad, genera condiciones críticas que se deben visualizar concretamente para un diseño consolidado (Chávez, 2005).

La (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) manifiesta que se debe utilizar intersecciones a nivel considerando la categorización de las vías; la solución de una intersección a nivel depende de varios factores que están ligados al relieve del lugar, tipologías geométricas de las vías que se intersectan y sobre todo a los contextos del flujo vehicular.

El diseño de intersecciones de dos calles se considera simple desde el punto de vista planimétrico, pero presenta complicaciones en el ámbito altimétrico debido a que es necesario modificar las pendientes longitudinales de las calles en la zona de

intersección, procediendo a forzar antes de llegar a ella o procediendo a reducirlas (Sierra, 1997).

2.5.2 Criterios generales:

2.5.2.1 Prioridad de movimientos: Tienen preferencia los movimientos más importantes sobre los secundarios, siendo estos últimos los movimientos que se debe restringir con señales adecuadas, reducciones de anchura de vía o con la creación de curvas de pequeño radio (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

2.5.2.2 Consistencia con los volúmenes de tránsito: Lo más recomendable para el diseño de intersecciones, es la consistencia entre la dimensión de la opción propuesta y el volumen de tránsito que transitará por la vía (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

2.5.2.3 Sencillez y claridad: Se debe brindar confianza a los conductores, por lo que no debe existir canalizaciones complicadas ni forzar a los automóviles a que realicen movimientos molestos ni largos recorridos (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

2.5.2.4 Visibilidad: Está ligada a la velocidad de los automóviles que ingresan a la intersección; existe una limitación de velocidad en función de la visibilidad existente, inclusive se puede llegar a la detención total del vehículo. Debe existir la distancia de parada, la misma que consiste en el lugar en el que un conductor observa a otro vehículo con distinción de paso (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

2.5.2.5 Perpendicularidad en las trayectorias: Existen mínimas áreas de conflicto cuando las intersecciones están diseñadas en ángulo recto, disminuyen notablemente los choques y facilitan las maniobras (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

Son aceptables las intersecciones que presentan ángulos entre 60° y 120° (MINVU, 2009)

2.5.2.6 Paralelismo de las trayectorias cuando existe convergencia o divergencia: El tránsito que se añade o sale de una carretera debe realizarlo con ángulos pequeños, 10° a 15° . Si estos ángulos son mayores, los carros tendrán que detenerse, debido a que existe disminución de capacidad e inseguridad en la intersección (MINVU, 2009).

2.5.3 Criterios básicos de diseño:

- ✓ El ángulo de entrada α debe estar comprendido entre 60° y 90°
- ✓ El radio mínimo de las curvas R1, R2, R3, R4 debe corresponder al radio mínimo de giro del vehículo de diseño que se seleccionó.
- ✓ La pendiente longitudinal de las calzadas que confluyan debe ser menor al 4% para facilitar el arranque de los vehículos que acceden a la calzada principal.
- ✓ La intersección debe satisfacer la distancia de visibilidad de cruce; dicha distancia es conocida como DC.
- ✓ Contemplar el diseño de carriles de cambio de velocidad.

2.5.4 Visibilidad en las intersecciones: La persona que conduzca el vehículo y se acerque a una intersección a nivel tiene que poseer una visión sin ningún obstáculos de la intersección por completo y de bastante distancia de la vía que intercepta; de esta manera se tendrá en control requerido del vehículo y no se tendrá colisiones con otros vehículos. La distancia de visibilidad debe ser suficiente sin obstáculos a lo largo de ambos accesos de las carreteras que conforman el empalme. El conductor tiene tres posibilidades: acelerar, reducir la velocidad, detenerse; para cada uno de los casos existe

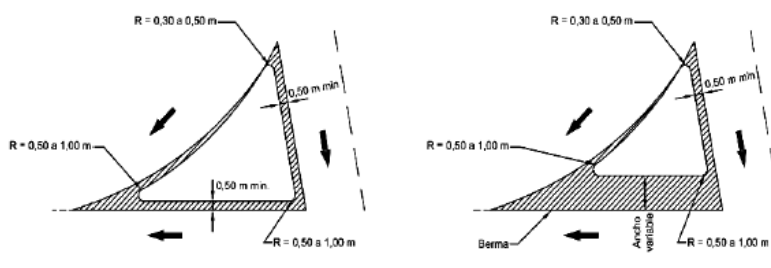
la relación espacio-tiempo-velocidad; dicha relación determina el triángulo de visibilidad (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

En este caso se pueden considerar empalmes con control nulo, sucede esto cuando los carros que se acercan tienen que ajustar la velocidad, encuentros controlados por señalizaciones verticales tales como, CEDA EL PASO, intersecciones en las que los vehículos de la vía secundaria deben respetar la señal ALTO, encuentros donde los accesos son controlados por luces de semáforo, empalmes donde los vehículos que voltean a la izquierda desde la vía principal deben ceder el paso a los demás vehículos (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

2.5.5 Curvatura para giros: En el diseño geométrico de intersecciones canalizadas, los parámetros que se deben considerar son: la geometría del vehículo de diseño, ángulo de volteo, ancho de los carriles y el área de la isla (NEVI-12 Volumen 2A, 2013).

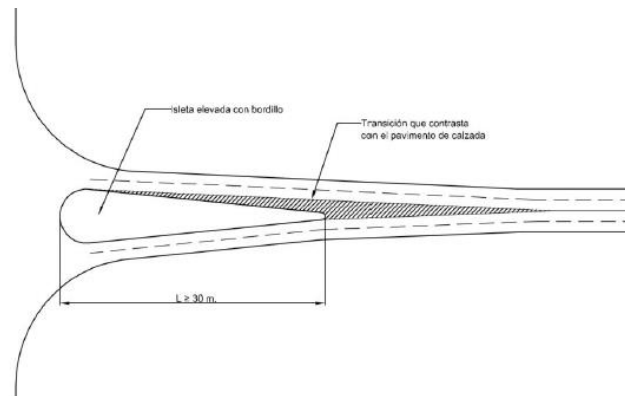
2.5.6 Islas: Son elementos básicos que se utilizan para el desvío de conflictos y espacios de maniobra en los empalmes, las islas son áreas que se encuentran delimitadas y se ubican entre los carriles de circulación, guían el movimiento de los vehículos, proporcionan refugio a los peatones y se utilizan para colocar señalizaciones (NEVI-12 Volumen 2A, 2013)

Imagen 8: Islas direccionales



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.156

Imagen 9: Separadoras



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.157

2.5.7 Consideraciones:

- ✓ Se puede hacer que la capacidad de la red vial crezca para otorgar empalmes de intercambio eficientes (Sánchez et al., 2013)
- ✓ Garantizar la seguridad de todos los usuarios, de manera general de peatones y ciclistas (Sánchez et al., 2013)
- ✓ Ofrecer mayor cantidad de flujos posibles en la intersección (Sánchez et al., 2013)
- ✓ Tener una ocupación racional del suelo, de esta manera se minimizara los impactos ambientales y sociales (Sánchez et al., 2013)
- ✓ Brindar un proyecto coherente con cada nivel eficaz de la vía a ensamblar (Sánchez et al., 2013).

CAPITULO III

DISEÑO

3.1 Ubicación: Las avenidas que se diseñaron en este trabajo de titulación, se encuentran dentro del perímetro urbano de la ciudad de Cañar.

En este proyecto se consideró dos carriles, dos por cada sentido y con un parterre central para disminuir el número de accidentes, se colocó la línea de ceros siguiendo la dirección del camino existente para disminuir el movimiento de tierras.

El diseño de la avenida Colón es de 850.27 metros a partir de la Panamericana Norte, el proyecto se desarrolla sobre un terreno ondulado.

El diseño de la avenida San Antonio es de 580 metros a partir de la Panamericana Norte, el proyecto se desarrolla sobre un terreno ondulado.

El diseño de la avenida 24 Mayo empieza desde la abscisa 0+580 hasta la abscisa 1+773.91, teniendo una longitud de 1193.91 metros a partir de la Avenida Sana Antonio, el proyecto se desarrolla sobre un terreno ondulado

En la proyección geométrica de la vía se especifican todas las tipologías de la conformación vial en tres direcciones: planta, perfil y sección transversal. Las características dependen de la jerarquía vial, geometría del vehículo y a las exigencias geométricas de las vías, las mismas que se establecen gracias al volumen de tráfico y a la proyección del año horizonte.

Para establecer el TPDA del proyecto, se recolecto datos del plan de movilidad; donde el grupo de consultoría Ciudad Viva realizó conteos vehiculares en las intersecciones del presente estudio, los mismas que fueron de 12 horas diarias desde las

07h00 hasta las 19h00 en el año 2013, estos datos obtenidos por dicha consultoría se proyectaron para el año 2019 y posteriormente para el año 2039; según la agencia nacional de tránsito, el crecimiento del parque automotor en el cantón Cañar es el 2.00%.

A continuación se muestra la tabla 22, correspondiente a cada avenida, con el TPDA del año 2013, la proyección del TPDA actual (2019) y el TPDAf del año horizonte (2039).

Tabla 22: Proyección del tránsito para el año 2038

| | TPDA | TPDA | TPDAf | Sentido | |
|---------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------|------|
| | 2013 | 2019 | 2039 | | |
| Avenida San Antonio | 502 | 565 | 840 | Oeste - Este (Carril 2) | 1518 |
| Avenida San Antonio | 405 | 456 | 678 | Este -Oeste (Carril 1) | |
| Panamericana Sur | 803 | 904 | 1343 | | 2603 |
| Panamericana Norte | 753 | 848 | 1260 | | |
| | TPDA | TPDA | TPDAf | Sentido | |
| | 2013 | 2019 | 2039 | | |
| Avenida Colon | 312 | 351 | 522 | Oeste - Este (Carril) | 1296 |
| Avenida Colon | 463 | 521 | 774 | Este -Oeste (Carril 2) | |
| Panamericana Sur | 892 | 1005 | 1493 | | 2590 |
| Panamericana Norte | 655 | 738 | 1097 | | |
| | TPDA | TPDA | TPDAf | Sentido | |
| | 2013 | 2019 | 2039 | | |
| Avenida 24 de Mayo | 489 | 551 | 819 | Oeste - Este (Carril 1) | 1724 |
| Avenida 24 de Mayo | 541 | 609 | 905 | Este -Oeste (Carril 2) | |
| Panamericana Sur | 772 | 869 | 1291 | | 2715 |
| Panamericana Norte | 851 | 958 | 1424 | | |

Fuente: Grupo de consultoría Ciudad Viva

**TPDAf: Tránsito promedio diario anual para el año horizonte.*

Según el tráfico proyectado, y con la ayuda de la tabla 4 se determina que las vías en estudio pertenecen a una carretera de 2 carriles C1, la misma que es considerada como carretera de mediana capacidad.

El (GADICC, PDOT, 2011) manifiesta que la parte central del cantón Cañar, presenta rangos de pendientes entre el 5% - 12. Con la topografía de la zona en estudio se pudo realizar una nivelación y un perfil altimétrico para comprobar dicha información; obteniendo pendientes entre el 5% - 7%, de esta manera, con la ayuda de la tabla 7 se puede clasificar a la zona de estudio como terreno ondulado.

3.2 Diseño Horizontal: Existen varios criterios que se tienen que analizar en el diseño en planta, debido a que este diseño es la base primordial para proseguir con la elaboración de los demás diseños. Los criterios analizar son los siguientes:

3.2.1 Velocidad de diseño: Con la categorización de las vías del proyecto y con el tipo de relieve, se procede a identificar la velocidad de diseño con la ayuda de la tabla 23.

Tabla 23: Velocidad de diseño

| VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|-----|---|-----|--|-----|---|-----|--|-----|---|-----|
| | BÁSICA | | | | PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES | | | | | | | |
| | (RELIEVE LLANO) | | | | (RELIEVE ONDULADO) | | | | (RELIEVE MONTAÑOSO) | | | |
| CATEGORIA DE LA VIA | Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal | | 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 | | 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 | | Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad | |
| | Recom | Abs | Recom | Abs | Recom | Abs | Recom | Abs | Recom | Abs | Recom | Abs |
| R-I o R-II | 120 | 110 | 100 | 95 | 110 | 90 | 95 | 85 | 90 | 80 | 90 | 80 |
| I | 110 | 100 | 100 | 90 | 100 | 80 | 90 | 80 | 80 | 60 | 80 | 60 |
| II | 100 | 90 | 90 | 85 | 90 | 80 | 85 | 80 | 70 | 50 | 70 | 50 |
| III | 90 | 80 | 85 | 80 | 80 | 60 | 80 | 60 | 60 | 40 | 60 | 40 |
| IV | 80 | 60 | 80 | 60 | 60 | 35 | 60 | 35 | 50 | 25 | 50 | 25 |
| V | 60 | 50 | 60 | 50 | 50 | 35 | 50 | 35 | 40 | 25 | 40 | 25 |

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas (2003)

Se categoriza a la vía como de relieve ondulado; además en función del TPDA del año horizonte y la jerarquía de las vías, se puntualiza que el proyecto tiene una velocidad de diseño de 100 Km/h.

3.2.2 Velocidad de circulación: La velocidad de circulación se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_c = 1.32V^{0.89} \quad \text{Ec. 4}$$

$$V_c = 1.32 * 100^{0.89}$$

$$V_c = 79.54m/s$$

3.2.3 Coeficiente de fricción lateral: El coeficiente de fricción lateral disminuye con el incremento de velocidad, se calcula con la siguiente fórmula:

$$f = 0.19 - 0.000626 * Vd \quad \text{Ec.5}$$

$$f = 0.19 - 0.000626 * 100$$

$$f = 0.12$$

3.2.4 Distancia mínima de visibilidad de parada: La distancia mínima de visibilidad de parada se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_1 = 1000 * Vc * \frac{2.5seg}{3600seg} \quad \text{Ec. 6}$$

$$d_1 = 1000 * 100 * \frac{2.5seg}{3600seg}$$

$$d_1 = 69.44m$$

3.2.5 Distancia de frenado: La distancia de frenado se calcula con la siguiente ecuación:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254f} \quad \text{Ec.7}$$

$$d_2 = \frac{100^2}{254 * 0.12}$$

$$d_2 = 328.08m$$

3.2.6 Distancia de visibilidad de parada: La distancia de visibilidad de parada será:

$$D = d_1 + d_2 \quad \text{Ec.8}$$

$$D = 69.44 + 328.08$$

$$D = 397.52m$$

3.2.7 Radio mínimo de curvatura horizontal: Se obtiene de la siguiente expresión:

$$R_{min} = \frac{vd^2}{127(e+f)} \quad \text{Ec. 9}$$

$$R_{min} = \frac{100^2}{127(0.04 + 0.12)}$$

$$R_{min} = 492.13m \approx 492.00m$$

El radio mínimo calculado es 492.00 m, el mismo que corresponde a un peralte del 4%. Sin embargo en las curvas horizontales C1 – C2 – C3 – C4 – C5 de la avenida 24 de Mayo (Ver anexo A.4) presentan radios menores que los calculados, siendo estos: 51.68m, 182.04m, 346.19m, 102.52m, respectivamente; se pueden utilizar estos radios para aprovechar la infraestructura existente.

En la avenida Colón la curva horizontal presenta un radio mayor que el calculado, siendo este: 505.28m.

3.2.8 Peralte: Según la tabla 9, se consideró para el diseño de las avenidas, un peralte del 4%; el mismo que se utiliza para vías urbanas.

3.2.9 Curvas circulares: Se utiliza como ejemplo la curva C1 de la avenida Colón, representada por PC: 0+418.12 – PT: 0+578.29, tiene un radio de 505.28m (Anexo A.4). Y la curva C2 de la avenida 24 de Mayo, figurada por PC: 1+305.17 – PT: 1+528.60, tiene un radio de 182.04 (Anexo A.4).

C1: Avenida Colón

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec.10}$$

$$Gc = \frac{1145.92}{505.28}$$

$$Gc = 2^{\circ}15'56.52''$$

C2: Avenida 24 de Mayo

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec.11}$$

$$Gc = \frac{1145.92}{182.04}$$

$$Gc = 6^{\circ}28'47.11''$$

3.2.10 Sobreancho: Para este caso no se utilizó el sobre ancho, debido a que las vías se encuentran consolidadas en lo referente a predios y construcciones a borde; por esta razón el diseño se ajusta a la realidad actual. La vía contará con un bombeo del 2%.

3.3 Diseño geométrico vertical: Este diseño es tan importante como el diseño horizontal, tiene relación directa con la velocidad de diseño y las curvas horizontales

3.3.2. Cálculo de pendientes: Para el cálculo de pendientes se tomó como ejemplo el procesamiento de datos de la curva cóncava N°1 del alineamiento de la Avenida 24 de Mayo (Anexo A.4), para lo cual se debe considerar los rangos establecidos en la tabla N° 15, la misma que indica que para una velocidad de diseño de 100Km/h y un terreno ondulado se debe considerar una pendiente de 5%, los datos son los siguientes:

Abscisa:

PCV: 0+505

PIV:0+700

PTV: 0+895

Cota:

PCV: 3142.38 m.s.n.m

PIV: 3140.00 m.s.n.m

PTV: 3118.16 m.s.n.m

La ecuación general para el cálculo de pendientes, se expresa de la siguiente manera:

$$g = \frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{longitud}} * 100\% \quad \text{Ec.12}$$

$$g1 = \frac{\text{cota (PIV - PCV)}}{\text{abscisa (PIV - PCV)}} * 100\% \rightarrow g1 = \frac{3140 - 3142.38}{700 - 505} * 100\%$$

$$g1 = -1.22\%$$

$$g2 = \frac{\text{cota (PTV - PIV)}}{\text{abscisa (PTV - PIV)}} * 100\% \rightarrow g2 = \frac{3118.16 - 3140}{895 - 700} * 100\%$$

$$g2 = -11.20\%$$

Como g1 y g2 son negativas, se trata de una curva cóncava.

3.3.3 Diferencia algebraica de gradientes:

$$A = g1 - g2 \quad \text{Ec.13}$$

$$A = (-1.22) - (-11.20)$$

$$A = 9.98$$

3.3.4 Cálculo de Lv:

$$Lv = |PTV| - |PCV| \quad \text{Ec.14}$$

$$Lv = |0 + 895| - |0 + 505|$$

$$Lv = 390.00 \text{ m}$$

3.3.5 Longitud de curva: Para la curva cóncava, la longitud de la curva es $L=K*A$, la (AASHTO, 2011) establece que el valor de K para una velocidad de diseño es:

$$K = \frac{Lv}{A} \quad \text{Ec.15}$$

$$K = \frac{390}{9.98}$$

$$K = 39.08$$

La longitud mínima para curvas cóncavas y convexas es:

$$Lmin = 0.6 * Vd \quad \text{Ec.16}$$

$$Lmin = 0.6 * 100$$

$$Lmin = 60 \text{ m}$$

En el diseño se ocupó curvas cóncavas y convexas; se diseñó el perfil a nivel de rasante terminada, las curvas se detallan en los anexos.

En el presente proyecto, el diseño de la Avenida San Antonio y Avenida 24 Mayo, se visualizan 8 curvas, 4 cóncavas y 4 convexas, además se observa que las longitudes de las curvas C1, C2, C3 y C4 son longitudes mayores a la longitud mínima; por lo contrario las curva C5, C7 y C8 presenta una longitud menor que la mínima, la curva C6 presenta una longitud igual a la mínima; dichos valores se indica a continuación y las curvas se pueden visualizar en el anexo A.4.

$$\text{C1: } Lv = 390 \text{ m} \therefore Lv > Lmin$$

$$\text{C2: } Lv = 80 \text{ m} \therefore Lv > Lmin$$

C3: $L_v = 87\text{m} \therefore L_v > L_{\text{min}}$

C4: $L_v = 112\text{m} \therefore L_v > L_{\text{min}}$

C5: $L_v = 50\text{m} \therefore L_v < L_{\text{min}}$

C6: $L_v = 60\text{m} \therefore L_v = L_{\text{min}}$

C7: $L_v = 11\text{m} \therefore L_v < L_{\text{min}}$

C8: $L_v = 42\text{m} \therefore L_v < L_{\text{min}}$

3.4 Diseño geométrico transversal: El ancho de la vía varía de acuerdo a la topografía y a la importancia de la misma.

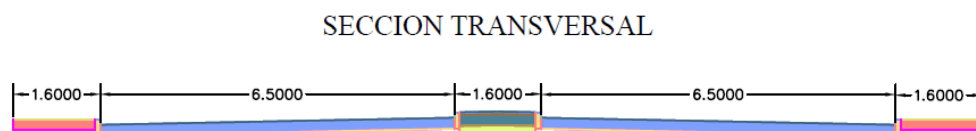
3.4.1 Ancho de calzada: El ancho propuesto es 13.00m, siendo el ancho de 6.50m para cada sentido de la vía.

3.4.2 Parterre: El diseño consta de un parterre de 1.60 metros a lo largo de las tres avenidas debido a que es una zona urbana y de esta manera se reducirá el número de accidentes.

3.4.3 Pendiente transversal: Es necesario que la vía disponga de una pendiente transversal que permita el escurrimiento de las aguas lluvias en la calzada; la pendiente que se utilizó es del 2% debido a que las vías presentan pavimento asfáltico.

La sección típica adoptada para el diseño es la siguiente:

Imagen 10: Sección típica adoptada



Detalle de la sección típica:

Ancho total: 13.00m

Calzada: 2 de 6.50m

Parterre: 1.60m

Veredas: 2 de 1.60m

Bordillo: bordillo incorporado de 0.15m x 0.30m

Las secciones transversales para este proyecto se encuentran cada 20.00m, las mismas que han cambiado en diferentes tramos y se detallan en los planos correspondientes.

3.3.4 Diseño de intersecciones: Para el desarrollo de esta sección, se recogieron datos necesarios del tráfico de las vías principales y secundarias para posteriormente realizar la proyección para 20 años.

El TPDAf se encuentra proyectado para un periodo de 20 años (2038), para el diseño de intersecciones se consideraron todos los vehículos que circulan por la vía principal (Panamericana Norte – Sur) y por la vía secundaria (Avenidas en estudio), dichos valores se visualizan a continuación:

Tabla 24: TPDAf de vías principales y secundarias

| | |
|--------------------------|----------------|
| TPDAf | TPDAf |
| Vía Principal | Vía Secundaria |
| Panamericana norte - sur | Avenida Colón |
| 2590 | 1296 |

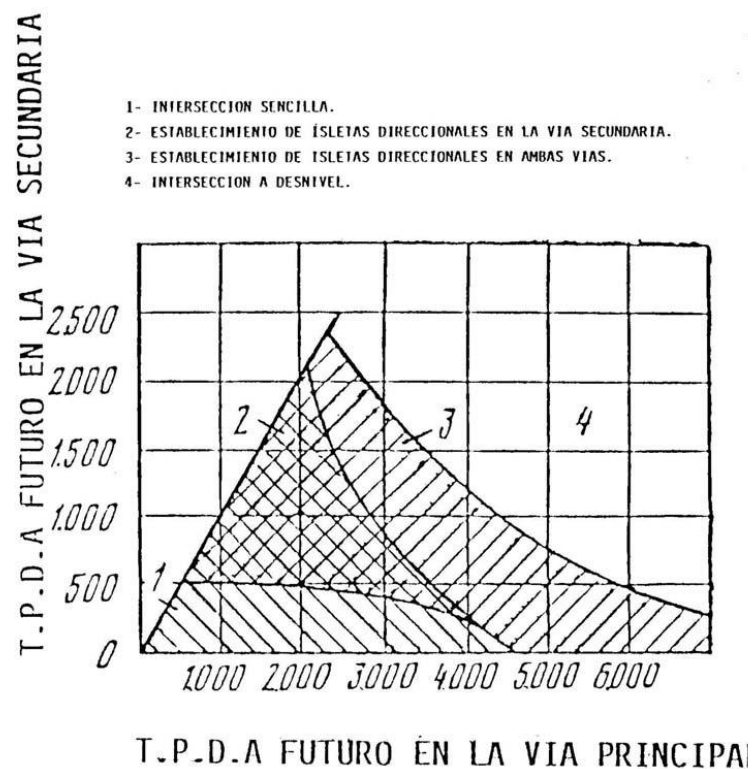
| | |
|--------------------------|---------------------|
| TPDAf | TPDAf |
| Vía Principal | Vía Secundaria |
| Panamericana norte - sur | Avenida San Antonio |
| 2603 | 1518 |

| | |
|--------------------------|--------------------|
| TPDAf | TPDAf |
| Vía Principal | Vía Secundaria |
| Panamericana norte - sur | Avenida 24 de Mayo |
| 2715 | 1724 |

Fuente: Grupo de consultoría Ciudad viva

Para la elección correcta del tipo de intersección, el MOP propone la utilización del siguiente gráfico que clasifica a las intersecciones y establece criterios a utilizar.

Imagen 11: Elección del esquema o tipo de intersección



Con los valores indicados anteriormente se concluye que las intersecciones que se van a diseñar contemplan isletas direccionales en las vías secundarias.

3.3.4.1 Determinación del vehículo de diseño: Con la información recopilada del plan de movilidad de la ciudad de Cañar, el vehículo de diseño que mayor incidencia tiene en la intersección es el que se indica a continuación:

Imagen 12: Vehículo de diseño utilizado en el proyecto

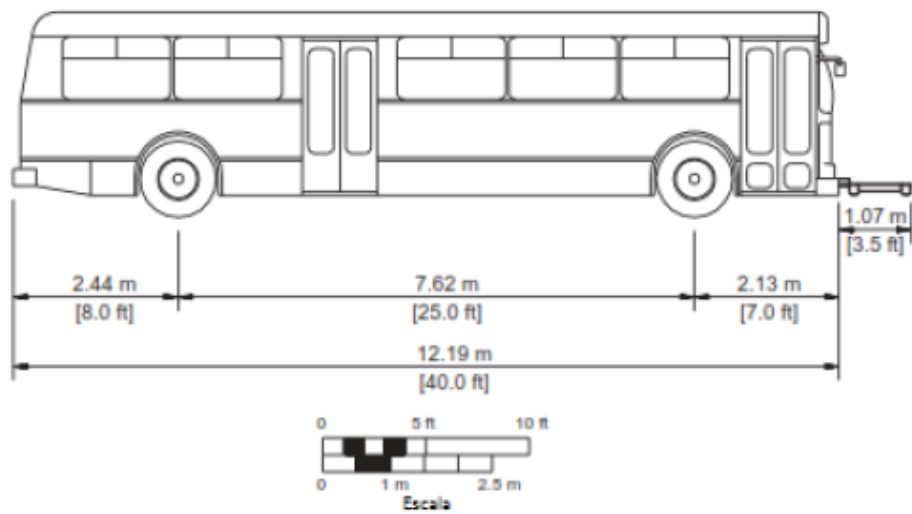
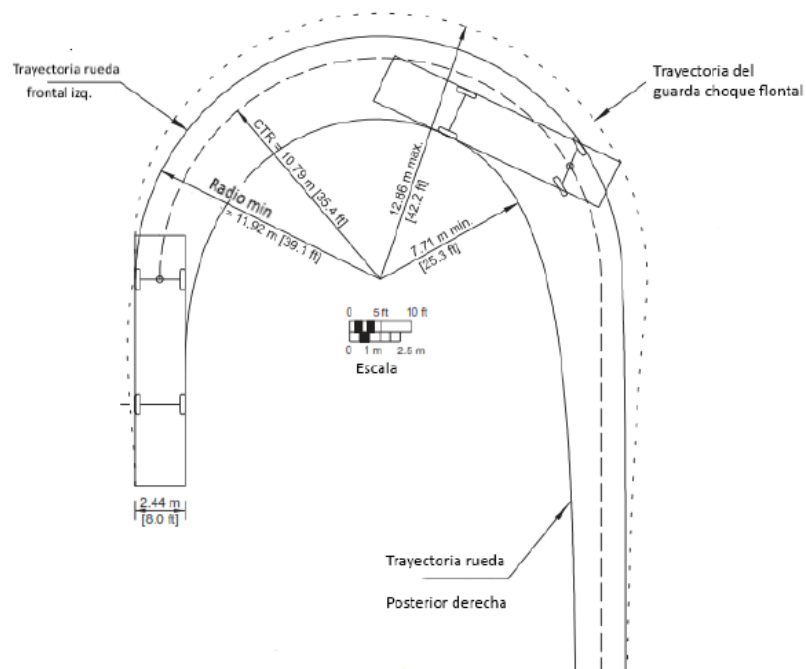


Imagen 13: Trayectoria de giro mínimo de vehículo de diseño Bus-12



Fuente: AASHTO 2011

3.3.4.2 Determinación de la velocidad de diseño: La velocidad para trazar los radios de giro de acuerdo al vehículo de diseño en este proyecto será 15km/h.

3.3.4.3 Cálculo de distancia de parada: La distancia de parada se calcula mediante la siguiente ecuación:

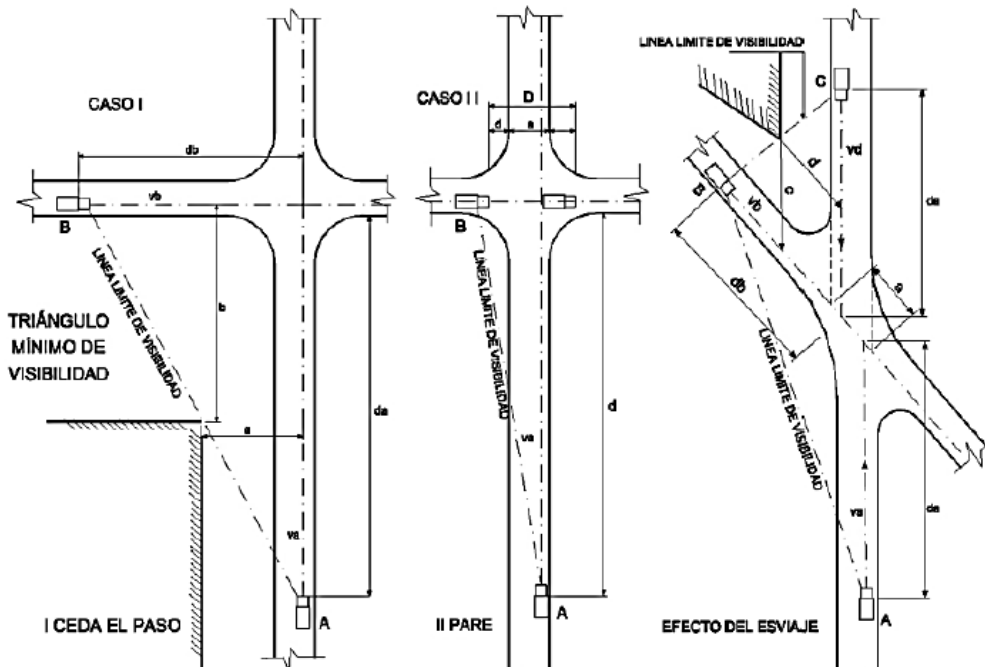
$$DDP = 0.695 * V + 0.0115 * V^2 \quad \text{Ec.17}$$

$$DDP = 0.695 * 15 + 0.0115 * 15^2$$

$$DDP = 14.00m$$

Cuando no es posible proveer dicha distancia se deberá disminuir la velocidad de la vía; mediante la implementación de señalización vertical u horizontal; como CEDA EL PASO o PARE, lo que se indica a continuación:

Imagen 14: Visibilidad en intersecciones



Fuente: Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12 Volumen 2A, 2013) Pg.154

3.3.4.4 Ancho de carril: La anchura de carril de las tres intersecciones es 3.25m.

En el diseño se propuso la implementación de parterres de 1.60m en el centro de las vías secundarias para evitar accidentes de tránsito, en la avenida 24 de mayo se propone la creación de una isletas direccional de radio 0.5 m ; cumpliendo con lo especificado en la NEVI-12, por medio de la imagen 13 y la visibilidad presente en la intersección se propone la implementación del disco PARE en la vía secundaria, lo que se puede visualizar en los planos adjuntos.

En la avenida Colón se plantea la implementación de una isleta direccional de radio 0.5m y como señalización vertical se colocará CEDA EL PASO; lo que se puede visualizar en los planos adjuntos.

En la avenida San Antonio, el radio de volteo derecho es de 16m y el radio de giro izquierdo es de 15m, se coloca la señalización CEDA EL PASO en la vía secundaria; lo que se puede visualizar en los planos adjuntos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para proceder con la determinación de parámetros necesarios para un diseño geométrico urbano se considera como eje central las falencias que se presentaron en el diseño de las avenidas 24 de Mayo, San Antonio y Colón; dichas inexactitudes se debe a la ausencia de parámetros enfocados a la vialidad urbana.

Es indispensable analizar el diagnóstico y la restricción al diseño; esto se debe a las secciones establecidas por el PDOT de cada ciudad, restricciones constructivas, tránsito, transporte y seguridad vial.

4.1 Valoración de diseño geométrico horizontal:

4.1.1 Clasificación funcional de las vías: La categorización funcional de las vías está ligada a las tipologías de servicio, a la configuración de movilidad, a la conectividad y/o accesibilidad local; esta clasificación obedece a la planificación territorial y elaboración de planes viales; siendo la función principal del plan de movilidad señalar el desempeño de las vías existentes y proyectadas.

(AASHTO, 2011) para clasificar a las vías se basa en 6 estados: movimiento principal, transición, distribución, recolección y terminación; constituyendo en el movimiento principal un flujo ininterrumpido de alta velocidad a larga distancia, posteriormente se pasa a una zona de transición de velocidades y de esta manera se conecta a otro tipo de enlaces que tiene como función principal la distribución con marchas de recorrido medio y moderadas velocidades y permite a conexión con escalas zonales, consecutivamente se accede a las áreas de recaudación que facilita el acceso a

distritos y para terminar con el proceso se visualiza el vínculo a vías locales que facilitan el ingreso inmediato a las residencias.

Existe gran diferencia entre la clasificación de vías urbanas formuladas por Normativas Internacionales vs. La clasificación de vías expresadas por la NEVI-12, la última normativa realiza una clasificación general, la misma que no es coherente para un diseño vial urbano.

El primer inconveniente que se presentó en el presente diseño fue al momento de elegir el tipo de vía, debido a que la NEVI-12 realiza una clasificación de vías rurales y autopistas; por esta razón los parámetros horizontales, verticales y transversales no cumplieron con lo requerido por dicha Norma.

4.1.2 Selección de la velocidad de diseño: Las normativas internacionales manifiestan que la velocidad de diseño está ligada a la jerarquía vial y al tipo de terreno; dicha jerarquía vial es urbana; a continuación, se indica una tabla de velocidades de en función de la categorización funcional de las vías urbanas (Sánchez et al., 2013).

Tabla 25: Velocidad de diseño para vías urbanas

| JERARQUIA DE LA VIA | TIPO DE TERRENO | | |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | Plano | Ondulado | Montañoso |
| Arteria principal | 100 - 120* | 80 - 100* | 60 - 80 |
| Arteria complementaria | 80 - 100* | 60 - 80 | 40 - 60 |
| Vías intermedias | 40 - 60 | 30 - 40 | 20 - 30 |
| Vías locales | 30 - 40 | 20 - 30 | 10 - 20 |

* Aplica solo para anchos de carril mayores o iguales a 3.50m

Fuente: (Sánchez et al., 2013)

En el ámbito urbano es indispensable reducir la velocidad indicada en la tabla para no incrementar la tasa de accidentes (Sánchez et al., 2013) .

Además (Sánchez et al., 2013) manifiesta que velocidad de diseño se define como la menor de las velocidades específicas; calculando con el radio mínimo del alineamiento siempre que ya se haya ajustado el esquema básico de diseño.

$$V = \sqrt{127R\min(e - f)} \quad \text{Ec.17}$$

Se debe tener presente que la velocidad específica no sobrepase los 30km/h a la velocidad de diseño y que entre curvas adyacentes no debe inferir en más de 20km/h (Sánchez et al., 2013)

Una correcta elección de la vía a ser proyectada se puede conseguir la velocidad de diseño apropiada para obtener un diseño vial funcional, seguro y económico.

La velocidad de diseño escogida para el proyecto fue excesiva para circular dentro del área urbana del Cantón, debido que estas vías están rodeadas de zonas escolares y gran cantidad de peatones, con la utilización de esta velocidad se coloca en peligro a todos los usuarios de las avenidas; esto se debe principalmente a la inexistencia de clasificación vial urbana por parte de la NEVI -12.

4.1.3 Elección del eje de diseño: Los ejes de diseño deben realizarse por cada calzada, teniendo presente que en calles urbanas se debe existir en su mayoría alineaciones rectas para facilitar la conducción de los vehículos a los usuarios y de esta manera se reducirá los costos de edificación, operación y mantenimiento. Para una correcta elección del eje de diseño se debe considerar el PDOT de cada ciudad y de igual manera el plan urbano de movilidad PMU.

4.1.4 Peralte: En lo referente al peralte no existe mayor problema en relación a Normativas Nacionales e Internacionales, debido a que en la NEV-12 nos otorga un valor de peralte de 4% para vías urbanas, y las Normas Internacionales nos recomienda

peraltes de 4% para vías de servicio y 6% para vías arteriales y 8% para puentes y túneles.

4.1.5 Fricción lateral: El coeficiente de fricción lateral es adoptado de la AASHTO, por lo tanto es el mismo en todas las Normativas existentes.

4.1.6 Radios mínimos: El radio mínimo de curvatura es calculado directamente de la ecuación simplificada de equilibrio (Ec.17), cuando se aplica este valor en el diseño debe considerarse el ancho de calzada en la situación más desfavorable.

El diseño presentó inconvenientes en cuanto a este parámetro, debido a que la mayoría de las curvas horizontales adquirieron radios menores que los mínimos, lo que está enlazado nuevamente con la jerarquía vial.

4.2 Valoración de diseño geométrico vertical: El condicionante principal son los lotes y viviendas consolidados; a ellos se tiene que ofrecer los accesos cómodos.

4.2.1 Pendiente mínima: Según (MINVU, 2009) recomienda que se debe considerar pendientes mínimas para garantizar el correcto escurrimiento de las aguas lluvias, dicho valor debe ser de 0.35% cuando se tenga peralte o bombeo y dichas gradientes deben tener obras de drenaje.

En el diseño de las avenidas no se analizó la pendiente mínima, debido a que este parámetro no está estipulado en la NEVI-12. Cabe recalcar que ninguna pendiente recae sobre el valor anteriormente expuesto.

4.2.1 Pendiente máxima: Están condicionadas por la velocidad de diseño, categoría vial, clase de terreno y el urbanismo de la zona (MINVU, 2009).

Para proyectos nuevos se sugiere pendientes entre el 4% - 18%, siempre que se analice las condiciones de tráfico y los criterios antes mencionados.

De acuerdo a la NEVI-12, la pendiente máxima para la velocidad escogida es del 5%, sin embargo, en el diseño se obtuvieron pendientes mayores que las máximas, lo que puede recurrir al incremento de accidentabilidad con la velocidad de 100Km/h.

4.3 Valoración de diseño geométrico transversal: En el ámbito urbano existen varios aspectos que se deben considerar al momento de realizar el diseño transversal, los mismos que están ligados a la seguridad de los usuarios (conductores, ciclistas y peatones); dicha seguridad consiste en la incrementación de intercambiadores de calzada, calzadas de ciclorrutas, calzadas de solo bus, separadores laterales y centrales, estaciones de transporte público, zonas de protección ambiental, andenes y zonas peatonales.

4.3.1 Ancho de pista: Se debe sugerir ciertas recomendaciones de anchos mínimos para vías urbanas, las mismas que se indican a continuación:

- ✓ El ancho mínimo debe ser 3.25 m para una velocidad $\geq 70\text{Km/h}$, siempre que el porcentaje de los carros pesados sobrepase el 10%
- ✓ Para velocidades superiores a 50Km/h el uso de anchos mínimos exige trazados con clotoides
- ✓ Si las vías son de diferente sentido, se debe emplear el duplo de lo que se recomienda para 1 pista.
- ✓ El ancho mínimo para ciclistas debe ser 1.75m
- ✓ El ancho mínimo para ciclobadas debe ser 1.50m.

No se tiene que utilizar los valores mínimos, se podrá utilizar solamente cuando exista un área restringida o cuando se quiera utilizar estos valores mínimos como un factor de reducción de la velocidad (Sánchez et al., 2013).

4.3.2 Ancho de bandas de estacionamiento: Según (MINVU, 2009) determina que el ancho de estas bandas se debe realizar un estudio minucioso del tránsito en la vía debido a que esto da lugar a una restricción de la capacidad de la vía y además porque el área transversal que utilizan los carros depende del ángulo que crean los vehículos con la orilla de la calzada; dichos anchos son:

Tabla 26: Anchos mínimos de la banda de estacionamiento

| Ángulo (°) | 0 | 35 | 50 | 70 | 90 |
|------------|------|------|------|------|------|
| Ancho (m) | 2.00 | 5.00 | 5.50 | 5.50 | 5.00 |

Fuente: Manual de vialidad urbana (MINVU, 2009) Pg. 201

4.3.3 Zonas de paradas de buses: El ancho mínimo debe ser de 2.50m y el ancho deseable de 3 metros, estos dispositivos deben ubicarse a 45 metros de las intersecciones y deben estar después de los pasos cebra (MINVU, 2009)

4.3.4 Anchos de bandejones: Dependen de la disponibilidad del área y las funciones a los cuales estén destinados, siendo la anchura recomendable 2 metros; esta medida cumple como la existencia de una isla –refugio para peatones; en las intersecciones el ancho puede disminuir a 1 metros. Cuando existe una planificación de la zona; el ancho de estos dispositivos se puede incrementar a 5 o 6 metros (MINVU, 2009).

4.3.5 Anchos de bermas: El ancho de las bermas dependen de la categoría de la vía; variando el valor de bermas exteriores desde 1.5 a 2.5m para autovías y de 2 a 2.5m

para autopistas y bermas interiores desde 0 a 1 m para autovías y de 0.6 a 1 m para autopistas (MINVU, 2009).

4.3.6 Pendiente transversal de la berma: La pendiente transversal depende de las calzadas de las que se derivan, siendo la recomendada el 4% (MINVU, 2009).

4.3.7 Taludes, terraplenes y muros de contención: En el ámbito urbano es habitual el uso de muros de contención por el espacio reducido que se tiene para lograr estabilizar el terreno y la vía; no debemos olvidar aspectos ligados al urbanismo de una ciudad así como también la accesibilidad a las viviendas, escurrimiento de aguas superficiales y seguridad vial (Sánchez et al., 2013).

4.3.8 Zonas peatonales: El ancho recomendado para la circulación de los peatones es de 1.80m y el ancho mínimo de rampas para personas con movilidad reducida es de 0.90m (Sánchez et al., 2013).

4.4 Valoración de diseño geométrico de intersecciones: Existen tres aspectos que se debe considerar al momento de diseñar una intersección: la velocidad de diseño, el vehículo de diseño, áreas seguras para peatones.

4.4.1 Ejes de replanteo: es indispensable la correcta elección de ejes auxiliares; los mismos que delimitan geométricamente las vías que se conectan. Estos ejes ayudan a representar la trayectoria de los vehículos y debe cumplir con la condición de continuidad salvo en los empalmes donde puede existir un ángulo pequeño.

4.4.2 Velocidad de diseño: La velocidad de diseño debe ser menor a 25km/h para generar intersecciones seguras (MINVU, 2009).

4.4.3 Radios mínimos de giro: En intersecciones locales son aceptables radios de 1.5 y 2 m (MINVU, 2009).

4.4.4 Radios mínimos en intersecciones sin canalizar: Para velocidades menores a 20km/h, los valores de radios mínimos están comprendidos entre 9 m – 30m dependiendo del tipo de vehículo que transitará por la zona (MINVU, 2009).

4.4.5 Ancho de carril de aceleración y desaceleración: Según (Sánchez et al., 2013), el ancho debe ser 3.5m para permitir la adaptación segura del vehículo de diseño, siendo el ancho máximo 3.65m

4.4.6 Ancho de isletas: El ancho mínimo que dividen flujos vehiculares opuestos es de 2.5m (Sánchez et al., 2013).

4.4.7 Área de isletas: El ancho mínimo que dividen flujos vehiculares opuestos es de 2.5m (Sánchez et al., 2013).

4.4.8 Ancho de separadores centrales: El ancho del separador central debe ser de 2m para resguardo peatonal y si se adiciona un carril para giro a la izquierda, el ancho mínimo del separador central debe ser de 5.5m (MINVU, 2009).

4.4.9 Retornos: Esto depende principalmente de que el vehículo de diseño seleccionado no deba efectuar giros forzados o invasiones de carril adyacente. La (Sánchez et al., 2013) manifiesta que el borde del separador debe ir a mínimo 0.6m de la trayectoria de las ruedas del vehículo.

Tabla 27: Valores de diseño recomendados para proyectos nuevos de vías urbanas

| PARÁMETROS DE DISEÑO | Arterial Principal (I) | | | | | | Arterial complementaria (I) | | | | | | Vías intermedias (I) | | | | | | Vías locales (I) | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-------|----------|-------|------|--------------------------------|-------|------|----------|------|-------|--|-------|------|----------|------|------|--|------|-------|----------|-------|------|
| | CLASE I | | | CLASE II | | | CLASE I | | | CLASE II | | | CLASE I | | | CLASE II | | | CLASE I | | | CLASE II | | |
| | LL | O | M | LL | O | M | LL | O | M | LL | O | M | LL | O | M | LL | O | M | LL | O | M | LL | O | M |
| Velocidad de diseño (Km/h) | 120* | 100* | 80 | 100 | 80 | 60 | 100* | 80 | 60 | 80 | 60 | 40 | 60 | 40 | 30 | 40 | 30 | 20 | 40 | 30 | 20 | 30 | 20 | 10 |
| Radio mínimo de curvas horizontales (m) | 667 | 394 | 230 | 375 | 230 | 113 | 437 | 252 | 123 | 252 | 123 | 43 | 135 | 47 | 22 | 47 | 22 | | 47 | 22 | 8.99 | 22 | 8.99 | 2.25 |
| Distancia de visibilidad para parada (m) | 239.4 | 177.8 | 124.9 | 177.8 | 124.9 | 80.7 | 177.8 | 124.9 | 80.7 | 124.9 | 80.7 | 45.13 | 80.7 | 45.13 | 30.6 | 45.13 | 30.6 | 18.2 | 45.13 | 30.6 | 18.23 | 30.6 | 18.23 | 8.03 |
| Distancia de visibilidad para rebasamiento (m) | 775 | 670 | 540 | 670 | 540 | 410 | 670 | 540 | 410 | 540 | 410 | 270 | 410 | 270 | 200 | 270 | 200 | 130 | 270 | 200 | 130 | 200 | 130 | NA |
| Coefficientes de fricción transversal máximos (%) | 13 | 13 | 14 | 13 | 14 | 17 | 13 | 14 | 17 | 14 | 17 | 23 | 17 | 23 | 28 | 23 | 28 | 31 | 23 | 28 | 31 | 28 | 31 | 31 |
| Peralte | Máximo 8% | | | | | | Máximo 6% | | | | | | Máximo 4% | | | | | | | | | | | |
| Gradiente longitudinal máxima (%) | 5.0 | 5.0 | 6.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 7.0 | 7.0 | 9.0 | 10.0 | 12.0 | 10.0 | 12.0 | 15.0 | 12.0 | 15.0 | 18.0 | 15.0 | 18.0 | 18.0 |
| Gradiente longitudinal mínima (%) | | | | | | | 0.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho de pavimento (m) | 100 | | | 60 | | | 40 | | | 25 | | | 22 | | | 16 | | | 13 | | | 10 | | |
| Ancho mínimo de ciclorruta (m) | 2.5 | | | | | | | | | | | | NA | | | | | | | | | | | |
| Ancho mínimo de rampas para personas con movilidad reducida (m) | | | | | | | 0.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ancho de separador central (m) | 13.0 | | | 5.0 | | | 6.5 | | | 3.0 | | | NA | | | NA | | | NA | | | NA | | |
| Ancho de separador lateral (m) | 6.5 | | | 1.8 | | | 0.0 | | | 0.0 | | | NA | | | NA | | | NA | | | NA | | |
| Ancho de ánden (m) | 13.5 | | | 8.0 | | | 7.0 | | | 4.5 | | | 6.5 | | | 4.75 | | | 3.25 | | | NA | | |
| Número mínimo de carriles(tráfico mixto) | 4.0 | | | 4.0 | | | 4.0 | | | 4.0 | | | 2.0 | | | 2.0 | | | 2.0 | | | NA | | |
| Ancho de carril (m) | 3.5 | | | 3.25 | | | 3.25 | | | 3.25 | | | 3.25 | | | 3.25 | | | 3.25 | | | NA | | |
| Berma externa (m) | 2.5 | | | 1.5 | | | | | | | | | NA | | | | | | | | | | | |
| Berma interna(m) | 1.0 | | | 0.6 | | | | | | | | | NA | | | | | | | | | | | |
| Pendiente transversal de berma (%) | 4.0 | | | 4.0 | | | | | | | | | NA | | | | | | | | | | | |
| Clase de pavimento | Carpeta asfáltico y/o hormigón | | | | | | Carpeta asfáltico y/o hormigón | | | | | | Carpeta asfáltico, hormigón y/o articulado | | | | | | Carpeta asfáltico, hormigón y/o articulado | | | | | |
| Gradiente transversal para pavimento (%) | 2.0% - 2.5% | | | | | | 2.0% - 2.5% | | | | | | 2.0% - 2.5% | | | | | | 2.0% - 2.5% | | | | | |
| Vehículo de diseño (2) | BM-20 | | | | | | Bus 12 | | | | | | | | | | | | Vehículo Liviano (P) | | | | | |
| | LL: Terreno Plano | | | | | | O: Terreno Ondulado | | | | | | M: Terreno Montañoso | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia con base en (Sánchez et al., 2013) y (MINVU, 2009).

(1) La clasificación funcional de las vías se basa en una agrupación según las características de servicio que ofrecen en el marco de una red vial, es decir si su configuración aporta a la movilidad, a la conectividad y/o a la accesibilidad local.

(2) Tipo de vehículo que adopte las mayores exigencias

* Aplica solo para anchos de carril mayores o iguales a 3.50 m

NOTA: Los parámetros anotados "CLASE I" - "CLASE II" se emplearán dependiendo del ancho del pavimento.

Tabla 28: Características de intersecciones anulares

| Intersecciones anulares | | | | |
|-------------------------|---------------------|--|---|---|
| Tipo | Díametro mínimo (m) | Aplicable | Peraltes | Perfil longitudinal |
| Miniglorieta | 4 | Cruce de vías locales o disminución de velocidades a menos de 10km/h | 2 o más carriles, peralte hacia el interior con un máximo de 2%, en los 2/3 interiores y el tercio restante cercano al 3% | No debe exceder en ascenso el 3% y en descenso el -6% |
| Grandes normales | 4m - 60m | Vías arteriales complementarias, arteriales intermedias y locales. | | |
| Glorietas a desnivel | 60m - 120m | Arterias complementarias y arterias principales. | | |

Fuente: Elaboración propia con base en (Sánchez et al., 2013) y (MINVU, 2009).

Tabla 29: Características de intersecciones de prioridad o semaforizadas

| Intersecciones de prioridad o semaforizadas | |
|---|------------------|
| Consideraciones planimétricas | |
| Isletas | |
| Ancho mínimo (m) | 2.5 |
| Área mínima (m ²) (1) | 7.0 |
| Separación del borde de vía | 0.6 - 1.0 |
| Radio de nariz de salida (m) | 0.6 |
| Radio de nariz de entrada(m) | 1.0 |
| Separador central | |
| Ancho mínimo (m) | 2.0 |
| Consideraciones altimétricas | |
| Pendientes de ramales (%) | inferiores al 4% |

Fuente: Elaboración propia con base en (Sánchez et al., 2013) y (MINVU, 2009).

(1) Área mínima recomendada para isletas, sin tránsito de ciclistas

Tabla 30: Trazados mínimos en intersecciones sin canalizar y $v \leq 20$ km/h

| Tipo de vehículo | Ángulo de giro | Radio (m) -Curva sencilla |
|------------------|----------------|---------------------------|
| Liviano | 30 | 18.0 |
| Camión | | 30.0 |
| Articulado | | 60.0 |
| Liviano | 50 | 15.0 |
| Camión | | 22.0 |
| Articulado | | 45.0 |
| Liviano | 65 | 15.0 |
| Camión | | 18.0 |
| Articulado | | |
| Liviano | 85 | 10.0 |
| Camión | | 16.5 |
| Articulado | | |
| Liviano | 100 | 9.0 |
| Camión | | 15.0 |
| Articulado | | |

Fuente: Elaboración propia con base en (MINVU, 2009).

Tabla 31: Distancia de visibilidad de intersecciones

| Velocidad de diseño (Km/h) | Intersección sin ningún control en sus ramales Longitud de visibilidad mínima de las dos calles tanto principal como secundaria (m) | Intersección con PARE en la vía de menor importancia | | | | Intersección con control de CEDA EL PASO | | | | Giro a la izquierda desde la vía de mayor importancia Distancia de visibilidad para giros a la izquierda desde la vía de mayor importancia |
|----------------------------|--|---|---|---|---|--|--------------------------------|--|--------------------------------|---|
| | | Distancia de aproximación a la derecha medida sobre la vía de menor importancia (Ar en m) | Distancia de aproximación a la izquierda medida sobre la vía de menor importancia (Al en m) | Distancia B sobre la vía de mayor importancia para giro izquierdo (m) | Distancia B sobre la vía de mayor importancia para giro derecho (m) | Cruzar la intersección sin detenerse (señal de ceda el paso) | | Girar a la derecha e izquierda sin detenerse (señal de ceda el paso) | | |
| | | | | | | Vía de menor importancia (A) m | Vía de mayor importancia (B) m | Vía de menor importancia (A) m | Vía de menor importancia (B) m | |
| 25 | 22 | 1 | 7 | 5 | 5 | 24 | 46 | 25 | 57 | 32 |
| 30 | 26 | 1 | 7 | 6 | 5 | 29 | 56 | 25 | 69 | 47 |
| 40 | 35 | 1 | 7 | 9 | 7 | 40 | 73 | 25 | 90 | 62 |
| 50 | 44 | 1 | 7 | 1 | 9 | 51 | 92 | 25 | 113 | 78 |
| 60 | 56 | 1 | 7 | 1 | 1 | 67 | 110 | 25 | 136 | 93 |
| 70 | NA | NA | NA | NA | NA | 81 | 127 | 25 | 157 | |
| 80 | NA | NA | NA | NA | NA | 98 | 146 | 25 | 180 | |
| 90 | NA | NA | NA | NA | NA | 114 | 13 | 25 | 200 | |
| 100 | NA | NA | NA | NA | NA | 132 | 181 | 25 | 223 | |
| 110 | NA | NA | NA | NA | NA | 157 | 199 | 25 | 245 | |
| 120 | NA | NA | NA | NA | NA | 178 | 218 | 25 | 268 | |

Fuente: Elaboración propia con base en (Sánchez et al., 2013) y (MINVU, 2009).

Nota: las velocidades mayores a 60 Km/h aplican para calcular distancias de visibilidad en convergencias con ceda el paso en vías.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito de este trabajo de titulación es presentar información sobre los parámetros que se deben considerar en el diseño geométrico vial urbano; debido a que en el Ecuador existe ausencia de normativa vial urbana.

A continuación, se plantean las siguientes conclusiones y recomendaciones, con el fin de presentar los parámetros más destacados en el diseño vial urbano.

5.1 Conclusiones:

- ✓ El presente trabajo es una recopilación de Normativas que indica de manera continua parámetros para un diseño vial urbano; tales como jerarquía de vías urbanas, velocidades de diseño basadas en la clasificación vial, peraltes, elección correcta del eje de diseño, pendientes máximas y mínimas para proyectos nuevos, ancho de pista considerando el espacio para parada de buses, ciclobandas, bermas, bandejones y zonas peatonales; además se indica la velocidad a utilizar, los radios para separadores centrales y áreas de isletas para el diseño geométrico de una intersección.

- ✓ La elaboración del diseño geométrico mediante la aplicación del software Civil 3D y en base a los criterios de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI -12) fue alcanzada en su totalidad.

- ✓ La correcta categorización de las vías urbanas deriva a la elección de la velocidad de diseño propicia para ejecutar el proyecto, de esta manera se conseguirá un diseño vial urbano seguro, cómodo y eficiente.

- ✓ En el área urbana se deben considerar el ancho para veredas, ciclobandas, zonas de refugio para peatones y personas con capacidades especiales, para de esta manera garantizar seguridad a los actores de la vía.

- ✓ La clasificación de vehículos presentada por la NEVI-12 es muy reducida si la comparamos con la normativa AASHTO, para que el diseño cumpla con lo solicitado se deberá elegir el vehículo con las mayores exigencias que circula por la vía.

5.2 Recomendaciones:

- ✓ Implementar una Normativa Nacional enfocada al diseño vial urbano, la misma que se debe acoplar a la realidad de nuestro país; debido a que si se utiliza criterios de Normativas Internacionales se puede sobre – estimar o sub – estimar un diseño y generar inconsistencias representativas al momento de la construcción de la vía.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO, L. v. (2011). *Diseño geométrico de caminos y calles*.
- Carciente. (1980).
- Cárdenas, G. J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Andrea Sierra Gómez.
- Cárdenas, G. J. (2013). *Diseño Geométrico de carreteras*. Bogotá.
- Chávez, L. V. (2005). *Manual de diseño geométrico de vías urbanas*. Lima - Perú.
- Corporación Andina de Fomento, Instituto de Desarrollo Urbano y Universidad Nacional de Colombia. (2013). *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá*. Bogotá.
- GADICC. (2011). *PDOT*. Cañar.
- GADICC. (2013). Plan de movilidad. En GADICC, *Características generales de la movilidad*. Cañar.
- INVIAS, I. N. (1998).
- Ministerio de vivienda y urbanismo, M. (2009). *Manual de vialidad urbana, recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana*. Chile.
- MINVU, M. d. (2009). *Manual de vialidad urbana, recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana*. Santiago de Chile.
- MOPT. (1992). *Carreteras urbanas: Recomendaciones para su planeamiento y proyecto*. Madrid.
- MTOP, M. d. (2003). *Normas de diseño geométrico de carreteras*. Quito.
- NEVI, N. E. (2013). *Norma para estudios y diseño vial. Libro 2B*. Quito.
- NEVI, N. E. (2013). *Norma para estudios y diseños viales Libro 2A*. Quito.
- NEVI-12 Volumen 2A, M. d. (2013). *Norma para estudios y diseños viales*. Quito.
- Rivera, M. E. (2011). *Michael Macías Rivera*. Recuperado el 24 de 07 de 2019
- Rolón, R. (s.f.). *Diseño geométrico de vías urbanas*. La Plata.
- Sánchez et al. (2013). *Guía para el diseño de vías urbanas para Bogotá*. Bogotá.
- Sierra, F. (1997). *Diseño de avenidas y calles urbanas*. Buenos Aires - La Paz.

ANEXOS

A.1 Detalle de alineamiento horizontal

Alineamiento Avenida Colon

| N° | Tipo | Longitud | Orientación | Abscisa inicial | Abscisa final | R(m) | Gc (g) | Longitud de cuerda | Orientación de cuerda | P.K. de PI | PI |
|----|-------|----------|---------------|-----------------|---------------|--------|--------|--------------------|-----------------------|------------|------------------------------|
| 1 | Línea | 418.117m | N13° 51' 41"W | 0+000.00m | 0+418.12m | | | | | | |
| 2 | Curva | 160.174m | | 0+418.12m | 0+578.29m | 505.28 | 3.456 | 159.504m | N22° 56' 34"W | 0+498.88m | (729552.2528m,9716269.0700m) |
| 3 | Línea | 272.004m | N32° 01' 27"W | 0+578.29m | 0+850.30m | | | | | | |

Alineamiento San Antonio y 24 de Mayo

| N° | Tipo | Longitud | Orientación | Abscisa inicial | Abscisa final | R(m) | Gc(g) | Longitud de cuerda | Orientación de cuerda | P.K. de PI | Punto PI |
|----|-------|----------|---------------|-----------------|---------------|--------|--------|--------------------|-----------------------|------------|------------------------------|
| 1 | Línea | 603.700m | N45° 26' 41"E | 0+000.00m | 0+603.70m | | | | | | |
| 2 | Curva | 136.729m | | 0+603.70m | 0+740.43m | 102.52 | 17.034 | 126.819m | N7° 14' 14"E | 0+684.40m | (729586.3661m,9716785.9283m) |
| 3 | Línea | 191.338m | N30° 58' 12"W | 0+740.43m | 0+931.77m | | | | | | |
| 4 | Curva | 69.639m | | 0+931.77m | 1+001.41m | 346.19 | 5.044 | 69.522m | N36° 43' 58"W | 0+966.70m | (729428.4022m,9717049.1376m) |
| 5 | Línea | 109.416m | N42° 29' 44"W | 1+001.41m | 1+110.82m | | | | | | |
| 6 | Línea | 194.343m | N41° 03' 16"W | 1+110.82m | 1+305.17m | | | | | | |
| 7 | Curva | 223.436m | | 1+305.17m | 1+528.60m | 182.04 | 9.593 | 209.673m | N5° 53' 31"W | 1+433.40m | (729119.0236m,9717398.8273m) |
| 8 | Línea | 159.068m | N29° 16' 14"E | 1+528.60m | 1+687.67m | | | | | | |
| 9 | Curva | 30.313m | | 1+687.67m | 1+717.98m | 51.68 | 33.792 | 29.880m | N12° 28' 02"E | 1+703.28m | (729267.1271m,9717663.0629m) |
| 10 | Línea | 55.929m | N4° 20' 09"W | 1+717.98m | 1+773.91m | | | | | | |

A.2 Detalle de alineamiento de curvas horizontales

| ELEMENTOS DE CURVA | | | | | | | |
|---------------------------|--------|-------------------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Av. 24 de Mayo | | | | | | | |
| Curva N° | Radio | Longitud de curva | Externa | Tangente | PC | PT | PI |
| Curva 1 | 51.68 | 28.67 | 2.05 | 14.71 | 1+681.07 | 1+709.73 | 1+695.78 |
| Curva 2 | 182.04 | 224.86 | 41.25 | 129.30 | 1+297.31 | 1+522.17 | 1+426.61 |
| Curva 3 | 346.19 | 63.62 | 1.47 | 31.90 | 0+927.51 | 0+991.61 | 0+871.56 |
| Curva 4 | 102.52 | 136.73 | 27.95 | 80.70 | 0+596.89 | 0+733.61 | 0+677.58 |
| Av. Colón | | | | | | | |
| Curva N° | Radio | Longitud de curva | Externa | Tangente | PC | PT | PI |
| Curva 1 | 505.28 | 159.96 | 6.40 | 80.66 | 0+410.06 | 0+570.02 | 0+490.72 |

A.3 Detalle de alineamiento vertical

Rasante San Antonio y 24 de Mayo

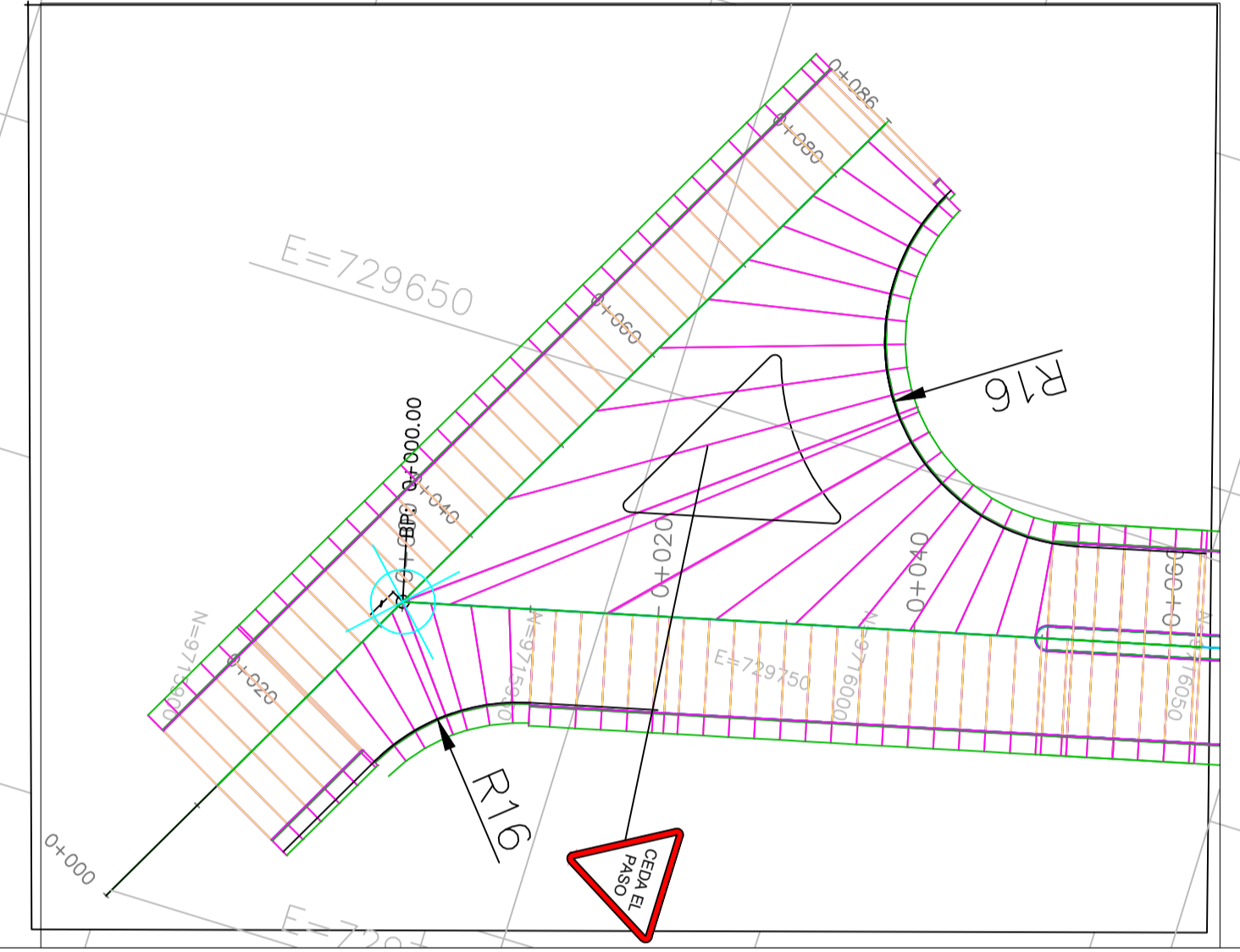
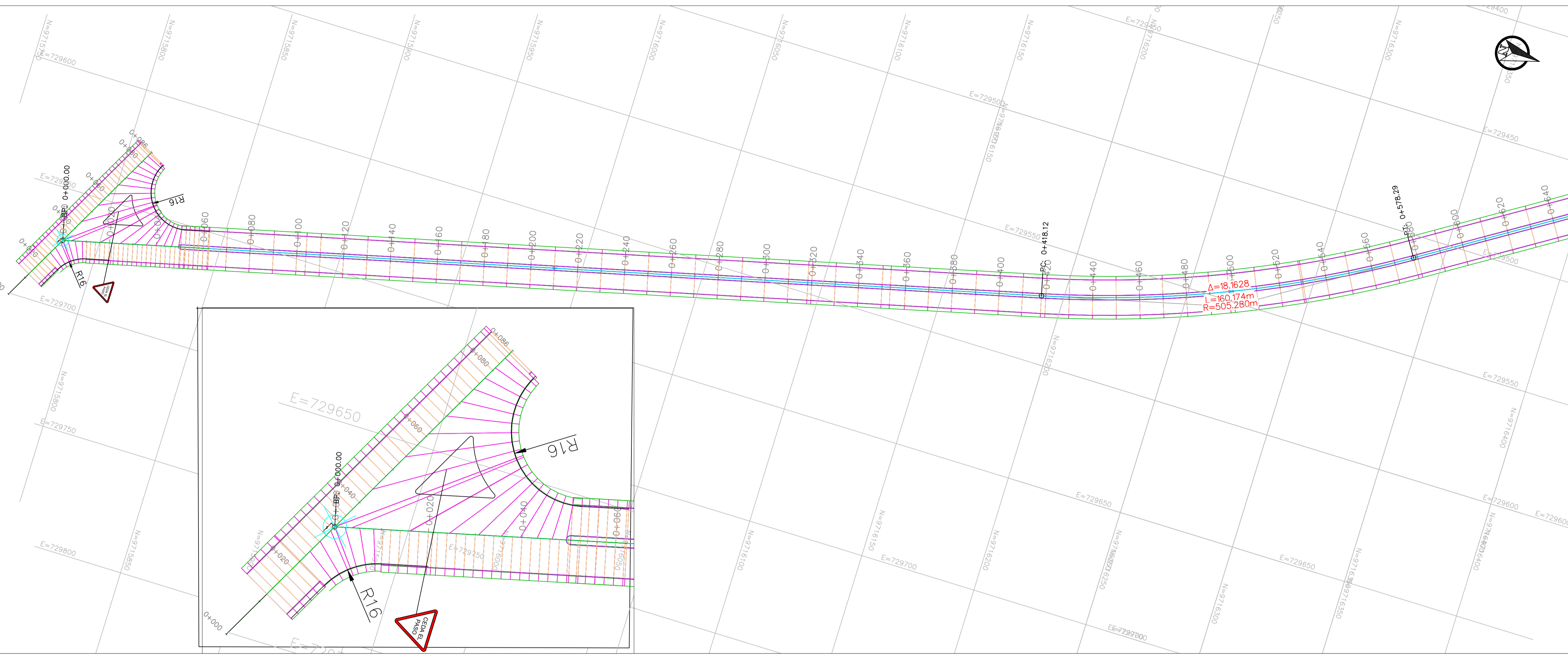
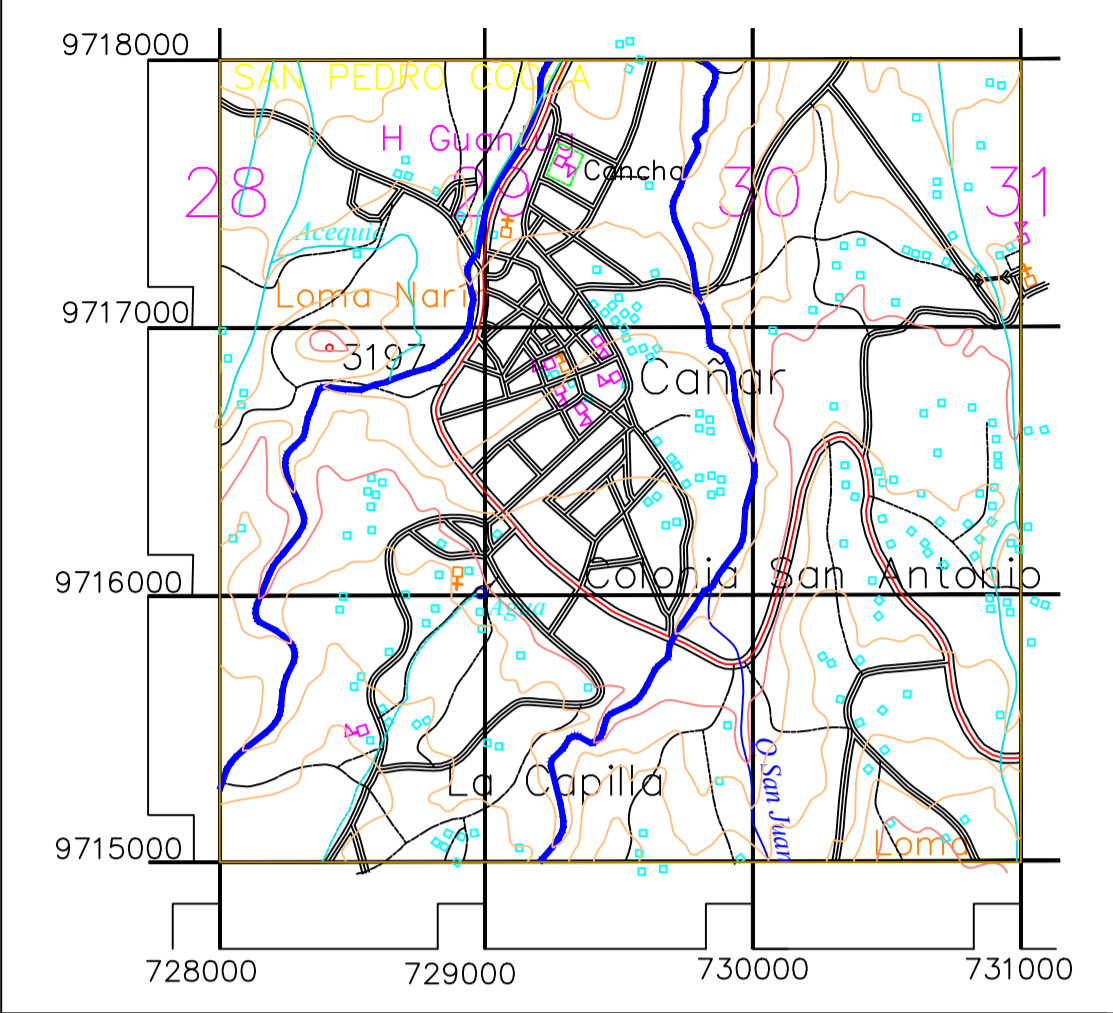
| Nº | P.K. de VAV | Elevación de VAV | Inclinación de rasante T.E. | Inclinación de rasante T.S. | Cambio de pendiente | Tipo de curva de perfil | Valor de K | Tipo de subentidad | Longitud de curva de perfil | Radio de curva |
|----|-------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|------------|--------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 | 0+000.00m | 3148.760m | | -1.37% | | | | | | |
| 2 | 0+140.27m | 3146.840m | -1.37% | -1.28% | 0.09% | | | | | |
| 3 | 0+375.17m | 3143.829m | -1.28% | -1.15% | 0.13% | Cóncavo | 393.222 | Parábola simétrica | 50.000m | 39322.169m |
| 4 | 0+706.81m | 3140.000m | -1.15% | -11.20% | 10.05% | Convexo | 38.913 | Parábola simétrica | 390.899m | 3891.320m |
| 5 | 0+956.81m | 3112.000m | -11.20% | -3.47% | 7.73% | Cóncavo | 10.337 | Parábola simétrica | 79.944m | 1033.738m |
| 6 | 1+103.67m | 3106.909m | -3.47% | -10.99% | 7.52% | Convexo | 10.299 | Parábola simétrica | 77.446m | 1029.899m |
| 7 | 1+207.41m | 3095.512m | -10.99% | -4.87% | 6.11% | Cóncavo | 18.317 | Parábola simétrica | 112.001m | 1831.690m |
| 8 | 1+418.01m | 3085.252m | -4.87% | -8.73% | 3.86% | Convexo | 12.958 | Parábola simétrica | 50.000m | 1295.790m |
| 9 | 1+484.25m | 3079.469m | -8.73% | -5.97% | 2.76% | Cóncavo | 21.776 | Parábola simétrica | 60.010m | 2177.646m |
| 10 | 1+538.02m | 3076.257m | -5.97% | -8.13% | 2.16% | Convexo | 5.095 | Parábola simétrica | 11.000m | 509.544m |
| 11 | 1+584.64m | 3072.465m | -8.13% | -5.91% | 2.22% | Cóncavo | 18.902 | Parábola simétrica | 42.004m | 1890.189m |
| 12 | 1+736.17m | 3063.508m | -5.91% | -4.08% | 1.83% | | | | | |
| 13 | 1+773.91m | 3061.967m | -4.08% | | | | | | | |

RASANTE AVENIDA COLON

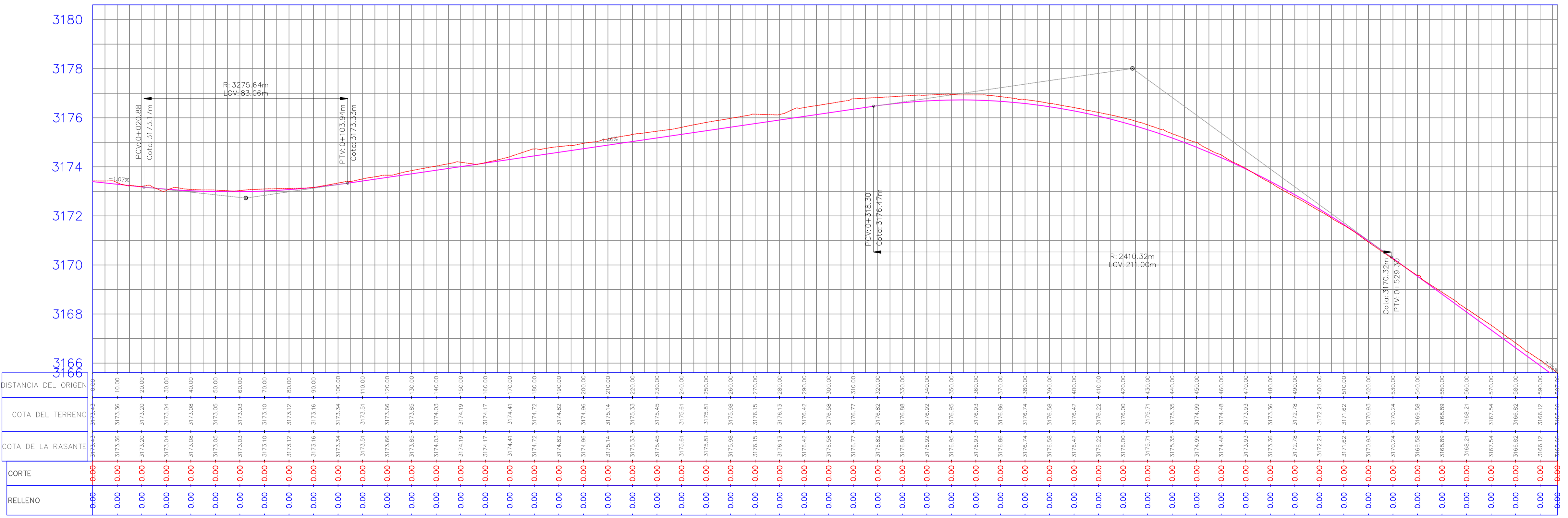
| N° | P.K. de VAV | Elevación de VAV | Inclinación de rasante T.E. | Inclinación de rasante T.S. | Cambio de pendiente | Tipo de curva de perfil | Valor de K | Tipo de subentidad | Longitud de curva de perfil | Radio de curva |
|----|-------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|------------|--------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 | 0+000.00m | 3173.397m | | -1.07% | | | | | | |
| 2 | 0+062.41m | 3172.727m | -1.07% | 1.46% | 2.54% | Cóncavo | 32.756 | Parábola simétrica | 83.062m | 3275.642m |
| 3 | 0+423.80m | 3178.011m | 1.46% | -7.29% | 8.75% | Convexo | 24.103 | Parábola simétrica | 211.000m | 2410.317m |
| 4 | 0+677.90m | 3159.483m | -7.29% | -8.92% | 1.63% | Convexo | 27.681 | Parábola simétrica | 45.031m | 2768.060m |
| 5 | 0+785.81m | 3149.859m | -8.92% | -9.09% | 0.17% | Convexo | 118.224 | Parábola simétrica | 20.000m | 11822.447m |
| 6 | 0+850.27m | 3144.000m | -9.09% | | | | | | | |

A.4 Planos

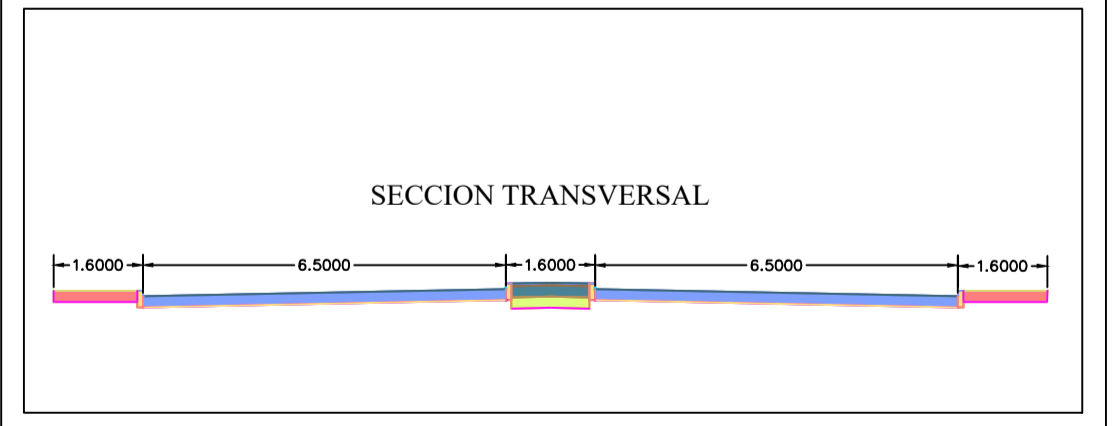
PLANO DE UBICACION



Via 2 PROFILE



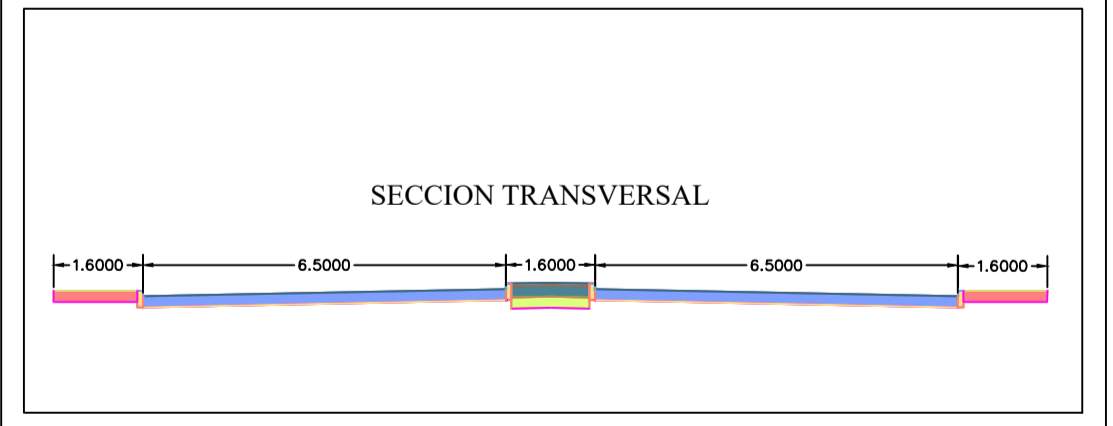
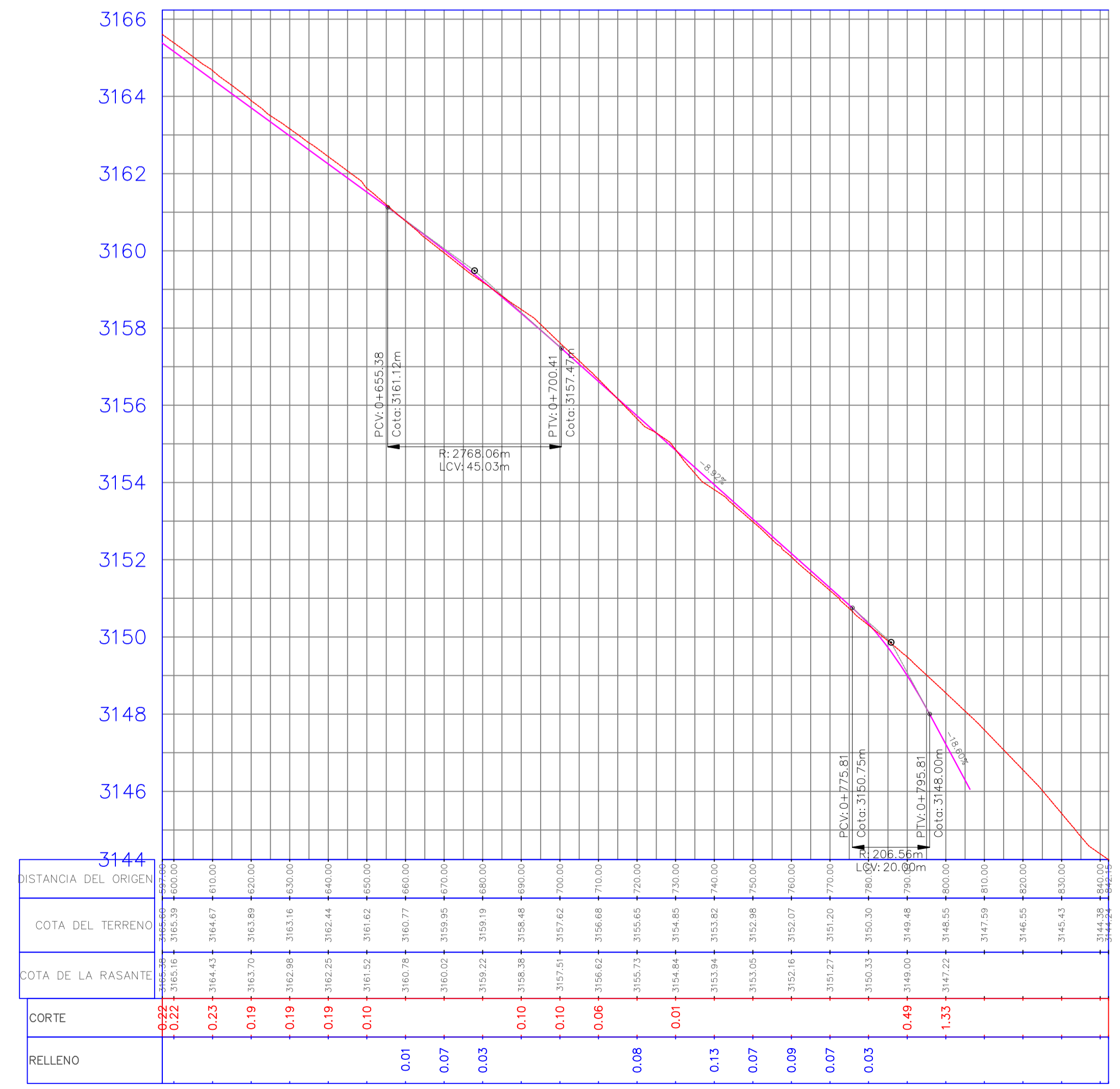
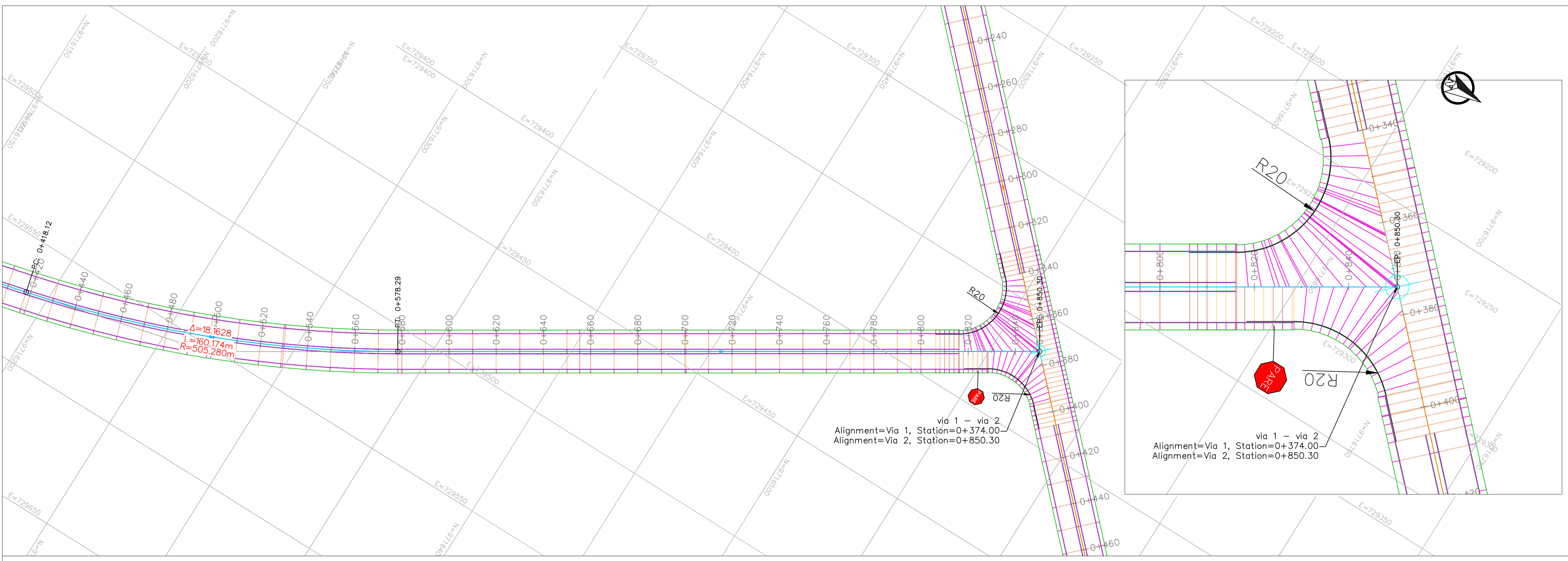
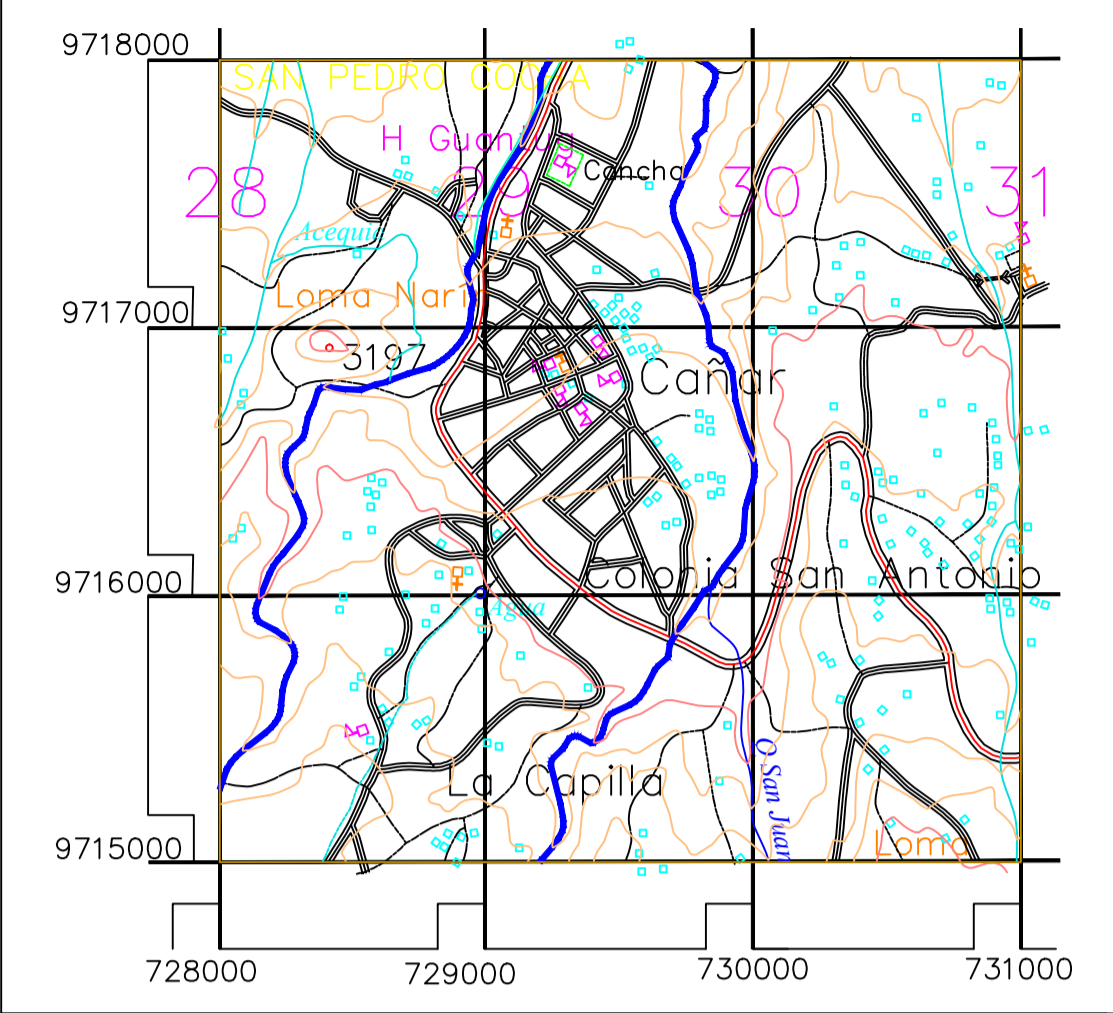
| DISTANCIA DEL ORIGEN | COTA DEL TERRENO | COTA DE LA RASANTE | CORTE | RELLENO |
|----------------------|------------------|--------------------|-------|---------|
| 0+000 | 3173.36 | 3173.36 | 0.00 | 0.00 |
| 0+010 | 3173.20 | 3173.20 | 0.00 | 0.00 |
| 0+020 | 3173.04 | 3173.04 | 0.00 | 0.00 |
| 0+030 | 3172.88 | 3172.88 | 0.00 | 0.00 |
| 0+040 | 3172.72 | 3172.72 | 0.00 | 0.00 |
| 0+050 | 3172.56 | 3172.56 | 0.00 | 0.00 |
| 0+060 | 3172.40 | 3172.40 | 0.00 | 0.00 |
| 0+070 | 3172.24 | 3172.24 | 0.00 | 0.00 |
| 0+080 | 3172.08 | 3172.08 | 0.00 | 0.00 |
| 0+090 | 3171.92 | 3171.92 | 0.00 | 0.00 |
| 0+100 | 3171.76 | 3171.76 | 0.00 | 0.00 |
| 0+110 | 3171.60 | 3171.60 | 0.00 | 0.00 |
| 0+120 | 3171.44 | 3171.44 | 0.00 | 0.00 |
| 0+130 | 3171.28 | 3171.28 | 0.00 | 0.00 |
| 0+140 | 3171.12 | 3171.12 | 0.00 | 0.00 |
| 0+150 | 3170.96 | 3170.96 | 0.00 | 0.00 |
| 0+160 | 3170.80 | 3170.80 | 0.00 | 0.00 |
| 0+170 | 3170.64 | 3170.64 | 0.00 | 0.00 |
| 0+180 | 3170.48 | 3170.48 | 0.00 | 0.00 |
| 0+190 | 3170.32 | 3170.32 | 0.00 | 0.00 |
| 0+200 | 3170.16 | 3170.16 | 0.00 | 0.00 |
| 0+210 | 3170.00 | 3170.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+220 | 3169.84 | 3169.84 | 0.00 | 0.00 |
| 0+230 | 3169.68 | 3169.68 | 0.00 | 0.00 |
| 0+240 | 3169.52 | 3169.52 | 0.00 | 0.00 |
| 0+250 | 3169.36 | 3169.36 | 0.00 | 0.00 |
| 0+260 | 3169.20 | 3169.20 | 0.00 | 0.00 |
| 0+270 | 3169.04 | 3169.04 | 0.00 | 0.00 |
| 0+280 | 3168.88 | 3168.88 | 0.00 | 0.00 |
| 0+290 | 3168.72 | 3168.72 | 0.00 | 0.00 |
| 0+300 | 3168.56 | 3168.56 | 0.00 | 0.00 |
| 0+310 | 3168.40 | 3168.40 | 0.00 | 0.00 |
| 0+320 | 3168.24 | 3168.24 | 0.00 | 0.00 |
| 0+330 | 3168.08 | 3168.08 | 0.00 | 0.00 |
| 0+340 | 3167.92 | 3167.92 | 0.00 | 0.00 |
| 0+350 | 3167.76 | 3167.76 | 0.00 | 0.00 |
| 0+360 | 3167.60 | 3167.60 | 0.00 | 0.00 |
| 0+370 | 3167.44 | 3167.44 | 0.00 | 0.00 |
| 0+380 | 3167.28 | 3167.28 | 0.00 | 0.00 |
| 0+390 | 3167.12 | 3167.12 | 0.00 | 0.00 |
| 0+400 | 3166.96 | 3166.96 | 0.00 | 0.00 |
| 0+410 | 3166.80 | 3166.80 | 0.00 | 0.00 |
| 0+420 | 3166.64 | 3166.64 | 0.00 | 0.00 |
| 0+430 | 3166.48 | 3166.48 | 0.00 | 0.00 |
| 0+440 | 3166.32 | 3166.32 | 0.00 | 0.00 |
| 0+450 | 3166.16 | 3166.16 | 0.00 | 0.00 |
| 0+460 | 3166.00 | 3166.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+470 | 3165.84 | 3165.84 | 0.00 | 0.00 |
| 0+480 | 3165.68 | 3165.68 | 0.00 | 0.00 |
| 0+490 | 3165.52 | 3165.52 | 0.00 | 0.00 |
| 0+500 | 3165.36 | 3165.36 | 0.00 | 0.00 |
| 0+510 | 3165.20 | 3165.20 | 0.00 | 0.00 |
| 0+520 | 3165.04 | 3165.04 | 0.00 | 0.00 |
| 0+530 | 3164.88 | 3164.88 | 0.00 | 0.00 |
| 0+540 | 3164.72 | 3164.72 | 0.00 | 0.00 |



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

| | |
|---|---|
| Revisión: Ing. Ricardo Romero González Msc. Director de Tesis | Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES |
| CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL Y HORIZONTAL AVENIDA COLON | Fecha: 13 octubre de 2019 Lamina: 1/2 |

PLANO DE UBICACION

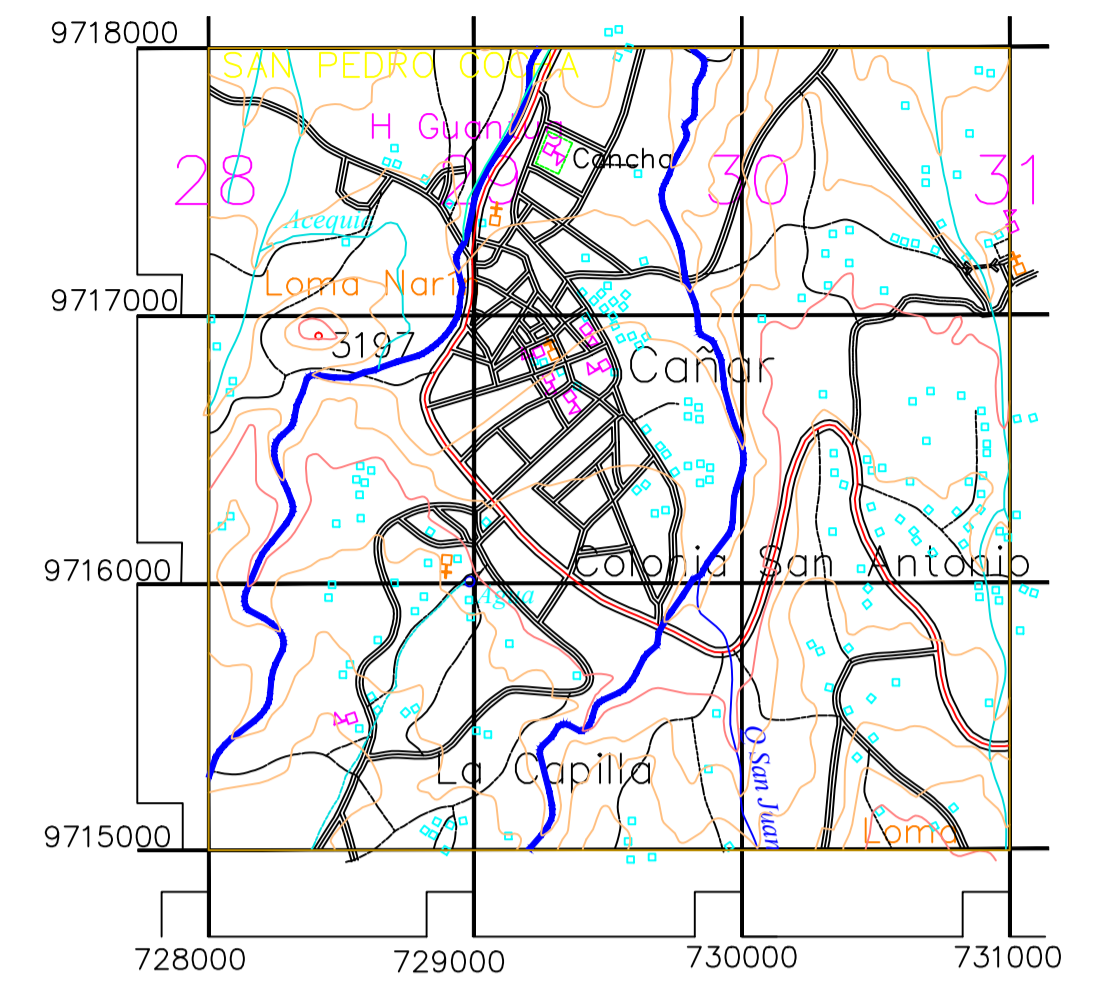




UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

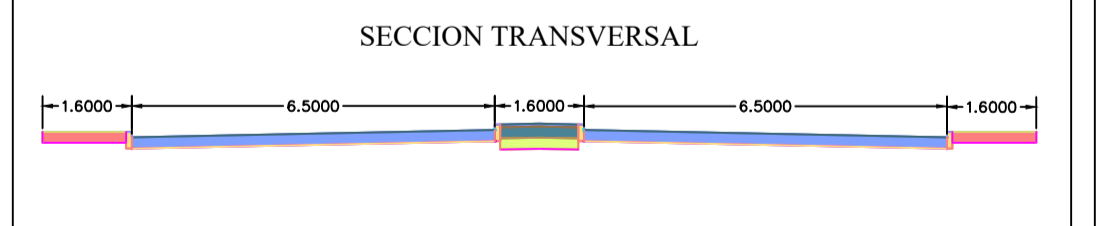
| | |
|---|---|
| Revisión: Ing. Ricardo Romero González Msc. Director de Tesis | Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES |
| CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL Y HORIZONTAL AVENIDA COLON | Fecha: 13 octubre de 2019 Lamina: 2/2 |

PLANO DE UBICACION



SIMBOLOGÍA

- ALINEAMIENTO HORIZONTAL**
ESCALA HORIZONTAL - 1 : 1000
- AV. SAN ANTONIO
 - AV. CRISTÓBAL COLÓN
 - DELIMITACIÓN VEREDAS
 - DELIMITACIÓN VIA
 - ACOTACIONES
 - 2+100 ABSICADO
- ALINEAMIENTO VERTICAL**
ESCALA HORIZONTAL - 1 : 1000
ESCALA VERTICAL - 1 : 100
- PERFIL DEL TERRENO
 - PERFIL DEL PROYECTO



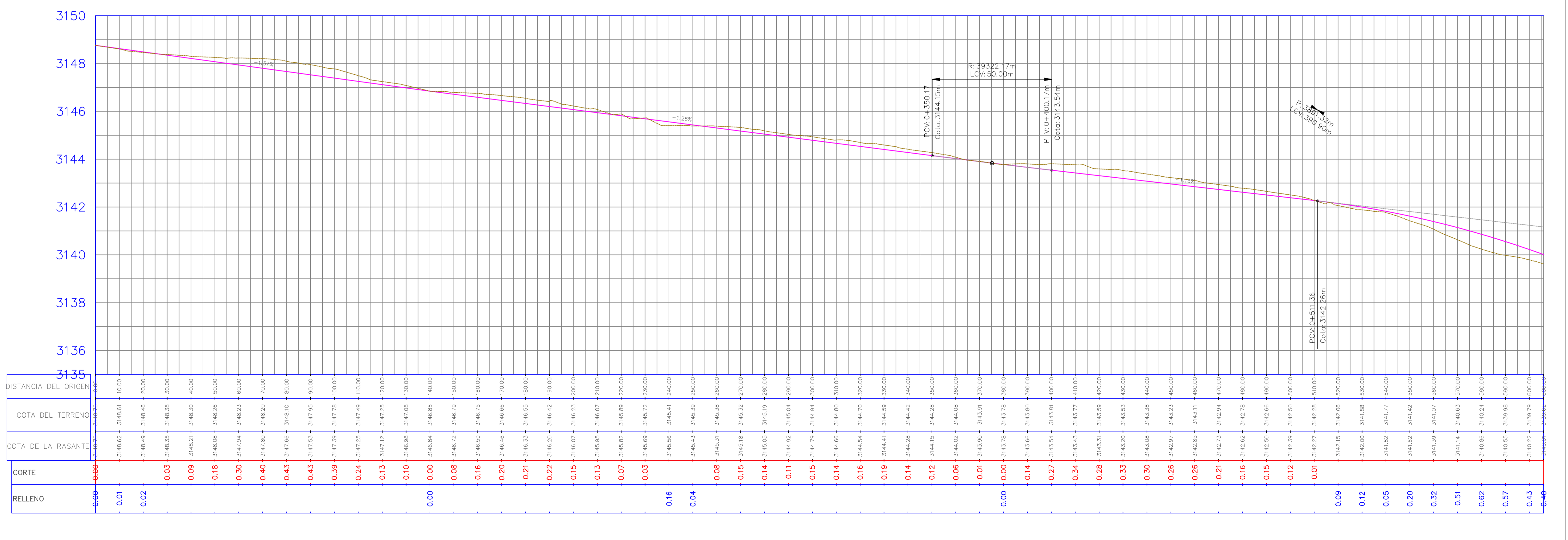
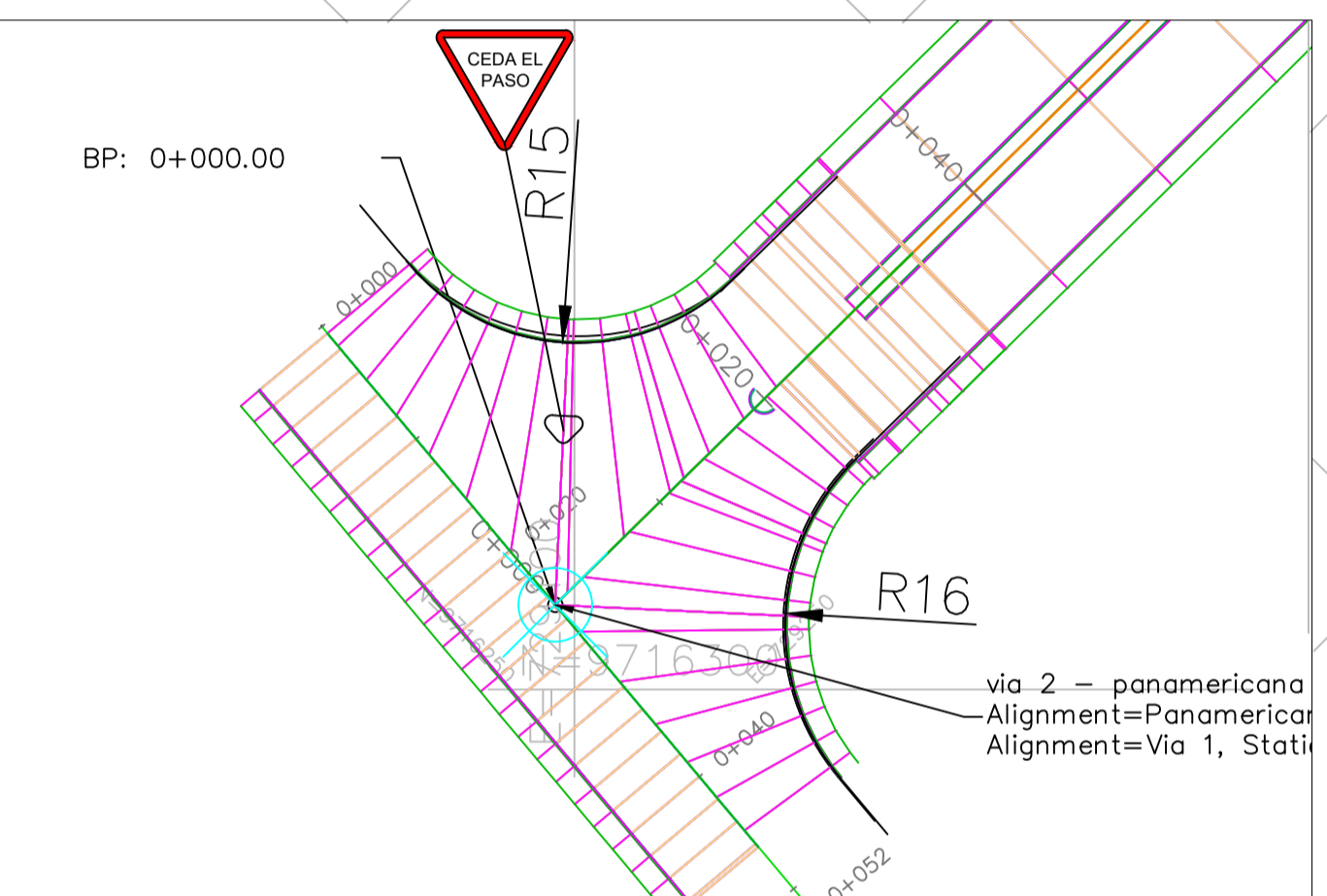
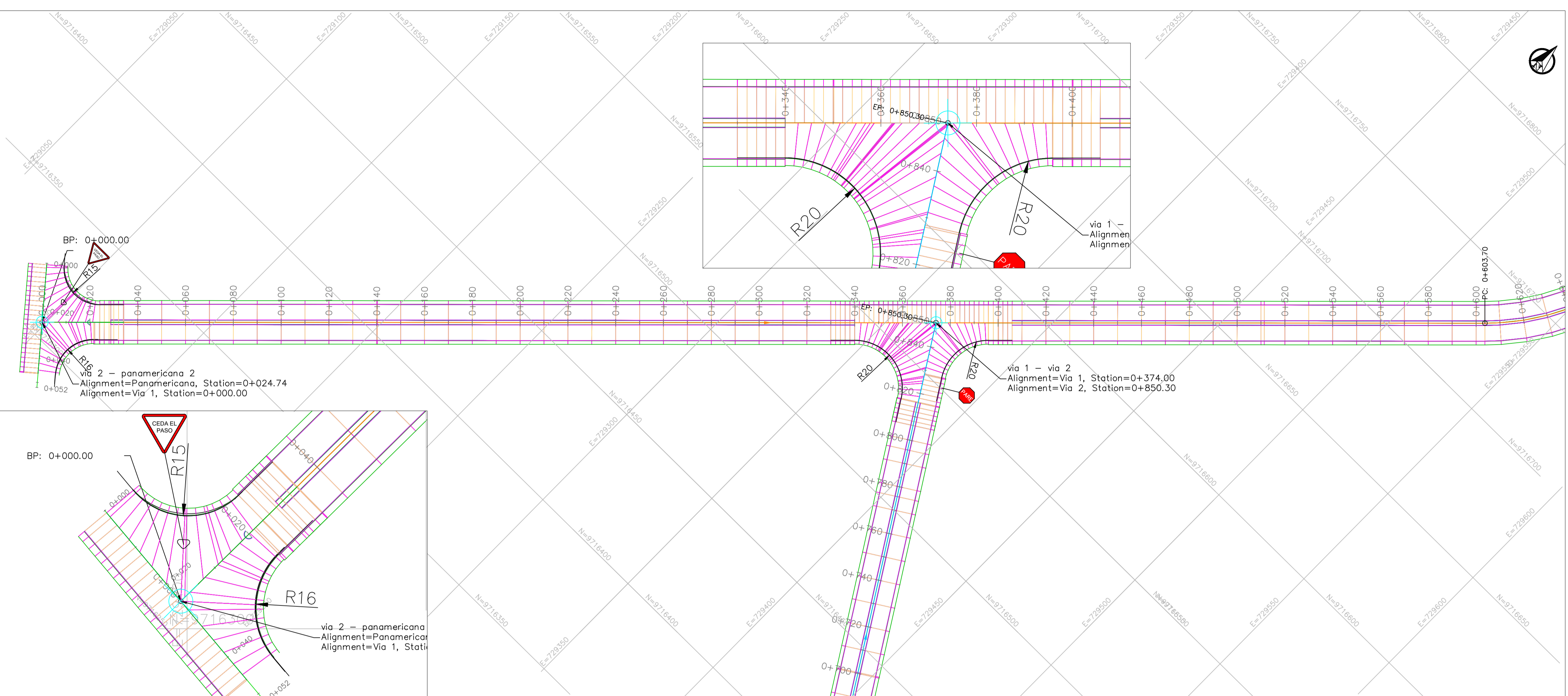
Revisión: Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia
Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

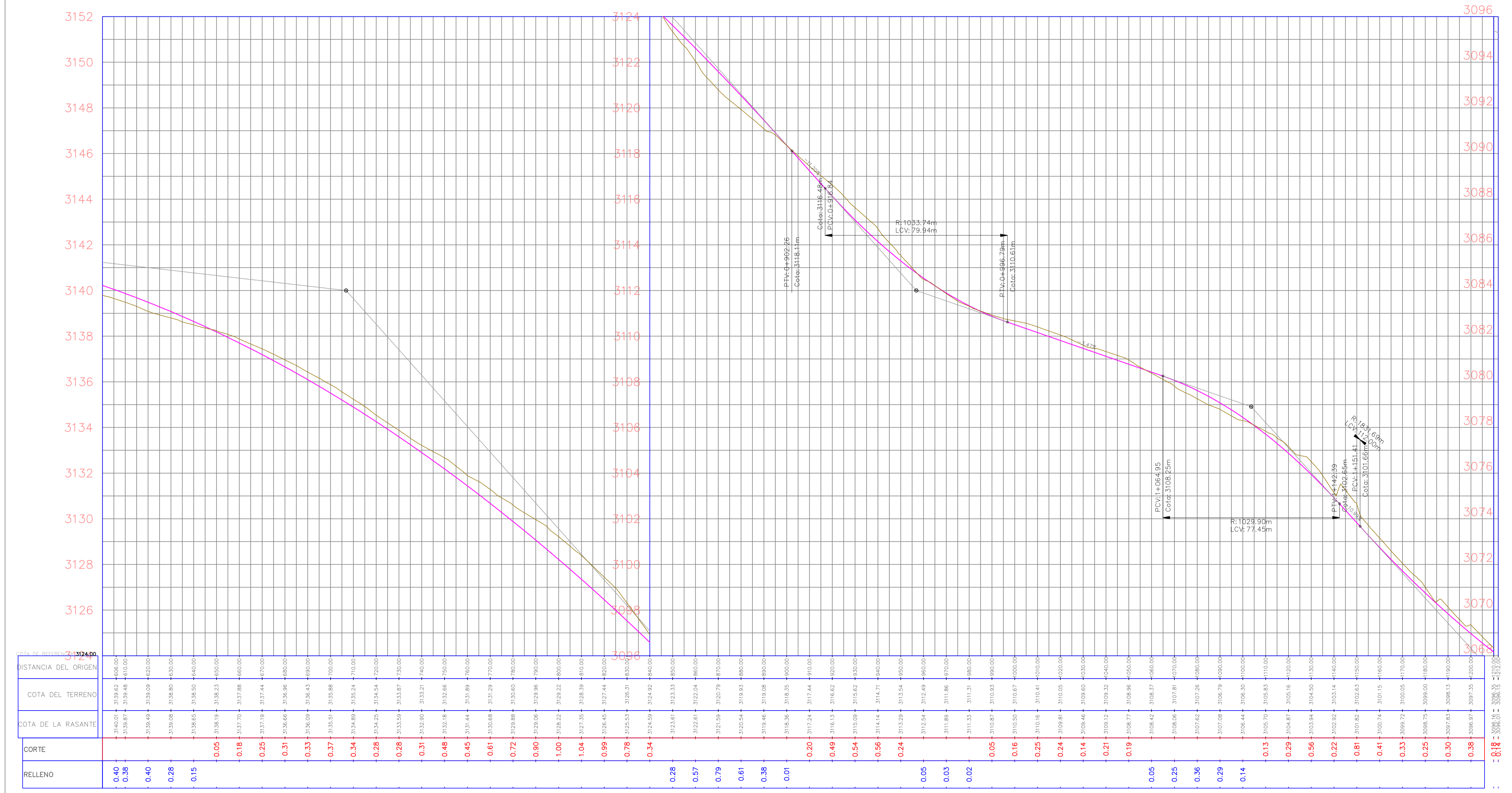
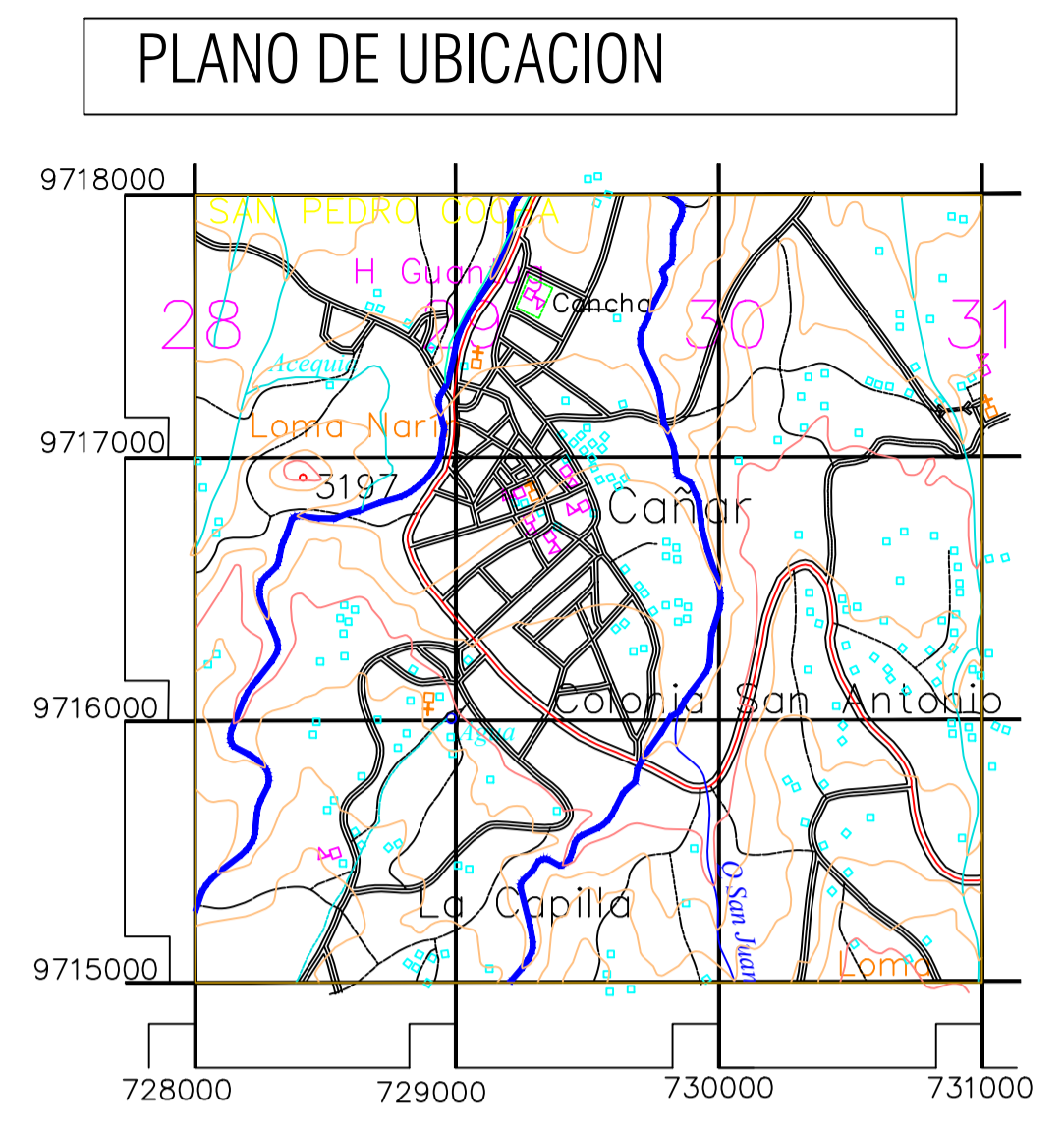
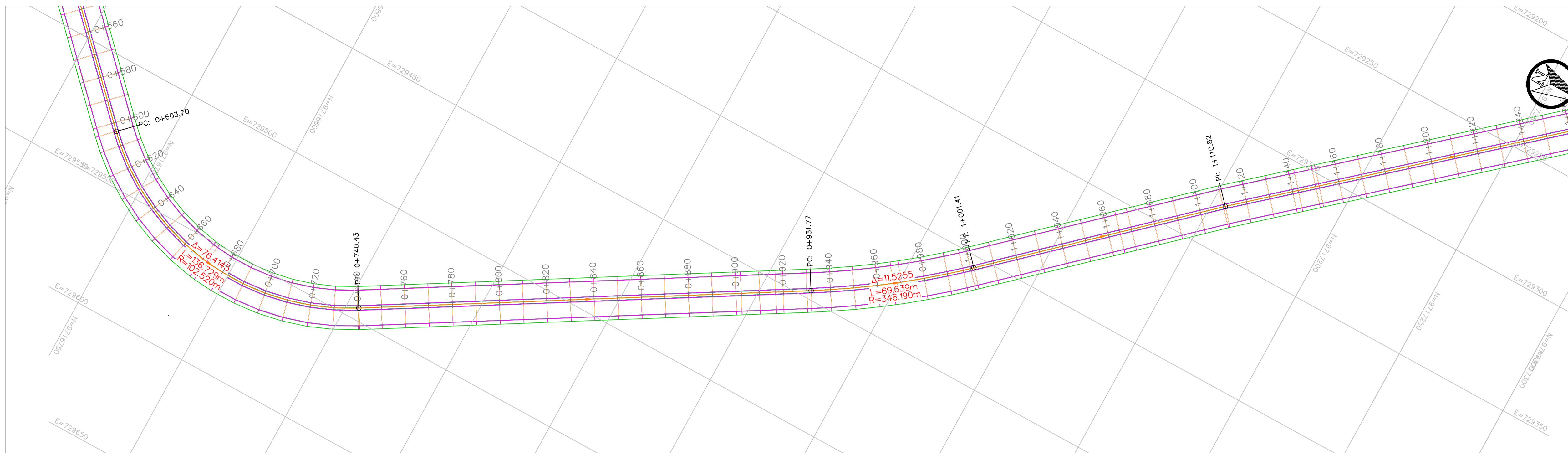
Ing. Ricardo Romero González Msc. Director de Tesis

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES

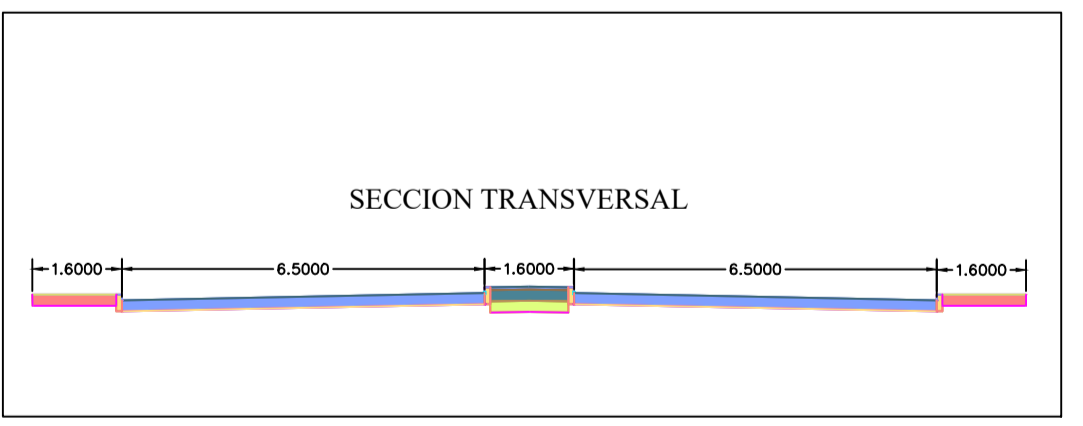
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL Y HORIZONTAL AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: 13 octubre de 2019
Lamina: 1/3





| COTA DE REFERENCIA | 3124.00 |
|----------------------|--|
| DISTANCIA DEL ORIGEN | 0.40 0.38 0.40 0.28 0.15 |
| COTA DEL TERRENO | 3140.01 3139.62 406.00 3139.87 3139.48 410.00 3139.49 3139.09 420.00 3139.08 3138.80 430.00 3138.65 3138.50 440.00 3138.19 3138.23 450.00 3137.70 3137.88 460.00 3137.19 3137.44 470.00 3136.66 3136.96 480.00 3136.09 3136.45 490.00 3135.51 3135.88 700.00 3134.89 3135.24 710.00 3134.25 3134.54 720.00 3133.59 3133.87 730.00 3132.96 3133.21 740.00 3132.18 3132.66 750.00 3131.44 3131.89 760.00 3130.68 3131.29 770.00 3129.88 3130.60 780.00 3129.06 3129.96 790.00 3128.22 3129.22 800.00 3127.35 3128.39 810.00 3126.45 3127.44 820.00 3125.53 3126.31 830.00 3124.59 3124.92 840.00 3123.61 3123.33 850.00 3122.61 3122.04 860.00 3121.59 3120.79 870.00 3120.54 3119.93 880.00 3119.46 3119.08 890.00 3118.36 3118.35 900.00 3117.24 3117.44 910.00 3116.13 3116.62 920.00 3115.09 3115.62 930.00 3114.14 3114.21 940.00 3113.29 3113.54 950.00 3112.54 3112.49 960.00 3111.89 3111.86 970.00 3111.33 3111.31 980.00 3110.87 3110.93 990.00 3110.50 3110.67 000.00 3110.16 3110.41 010.00 3109.84 3110.05 020.00 3109.46 3109.60 030.00 3109.12 3109.32 040.00 3108.77 3108.96 050.00 3108.42 3108.37 060.00 3108.04 3107.81 070.00 3107.62 3107.26 080.00 3107.08 3106.79 090.00 3106.44 3106.30 100.00 3105.70 3105.83 110.00 3104.87 3105.16 120.00 3103.94 3104.50 130.00 3102.82 3103.14 140.00 3101.82 3102.63 150.00 3100.74 3101.15 160.00 3099.72 3100.05 170.00 3098.75 3099.00 180.00 3097.83 3098.13 190.00 3096.97 3097.35 200.00 |
| COTA DE LA RASANTE | 3140.01 3139.62 406.00 3139.87 3139.48 410.00 3139.49 3139.09 420.00 3139.08 3138.80 430.00 3138.65 3138.50 440.00 3138.19 3138.23 450.00 3137.70 3137.88 460.00 3137.19 3137.44 470.00 3136.66 3136.96 480.00 3136.09 3136.45 490.00 3135.51 3135.88 700.00 3134.89 3135.24 710.00 3134.25 3134.54 720.00 3133.59 3133.87 730.00 3132.96 3133.21 740.00 3132.18 3132.66 750.00 3131.44 3131.89 760.00 3130.68 3131.29 770.00 3129.88 3130.60 780.00 3129.06 3129.96 790.00 3128.22 3129.22 800.00 3127.35 3128.39 810.00 3126.45 3127.44 820.00 3125.53 3126.31 830.00 3124.59 3124.92 840.00 3123.61 3123.33 850.00 3122.61 3122.04 860.00 3121.59 3120.79 870.00 3120.54 3119.93 880.00 3119.46 3119.08 890.00 3118.36 3118.35 900.00 3117.24 3117.44 910.00 3116.13 3116.62 920.00 3115.09 3115.62 930.00 3114.14 3114.21 940.00 3113.29 3113.54 950.00 3112.54 3112.49 960.00 3111.89 3111.86 970.00 3111.33 3111.31 980.00 3110.87 3110.93 990.00 3110.50 3110.67 000.00 3110.16 3110.41 010.00 3109.84 3110.05 020.00 3109.46 3109.60 030.00 3109.12 3109.32 040.00 3108.77 3108.96 050.00 3108.42 3108.37 060.00 3108.04 3107.81 070.00 3107.62 3107.26 080.00 3107.08 3106.79 090.00 3106.44 3106.30 100.00 3105.70 3105.83 110.00 3104.87 3105.16 120.00 3103.94 3104.50 130.00 3102.82 3103.14 140.00 3101.82 3102.63 150.00 3100.74 3101.15 160.00 3099.72 3100.05 170.00 3098.75 3099.00 180.00 3097.83 3098.13 190.00 3096.97 3097.35 200.00 |
| CORTE | 0.05 0.18 0.25 0.31 0.33 0.37 0.34 0.28 0.28 0.31 0.48 0.45 0.61 0.72 0.90 1.00 1.04 0.99 0.78 0.34 0.28 0.57 0.79 0.61 0.38 0.01 0.20 0.49 0.54 0.56 0.24 0.05 0.03 0.02 0.05 0.16 0.25 0.24 0.14 0.21 0.19 0.05 0.25 0.36 0.29 0.14 0.13 0.29 0.56 0.22 0.81 0.41 0.33 0.25 0.30 0.38 |
| RELLENO | 0.40 0.38 0.40 0.28 0.15 |



UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

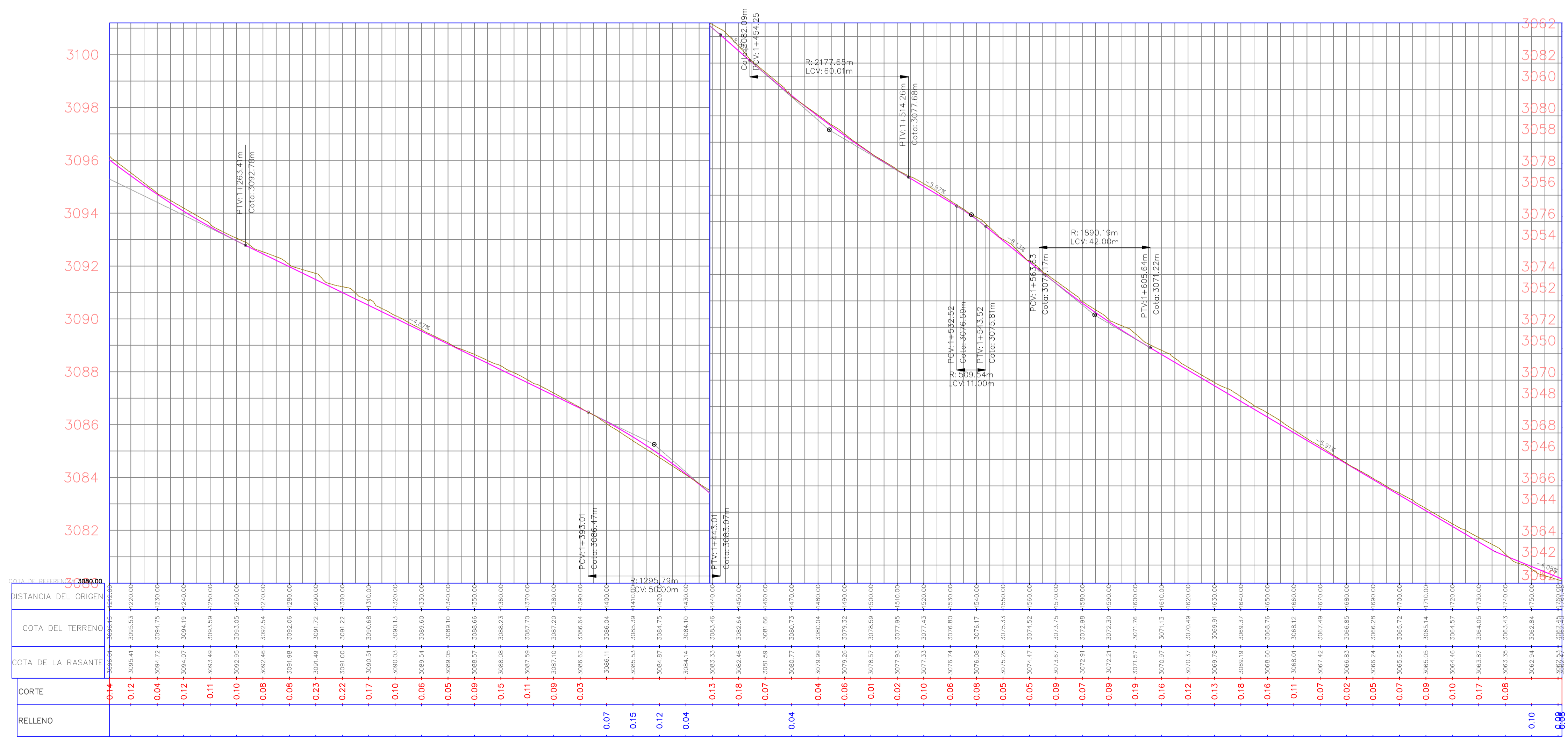
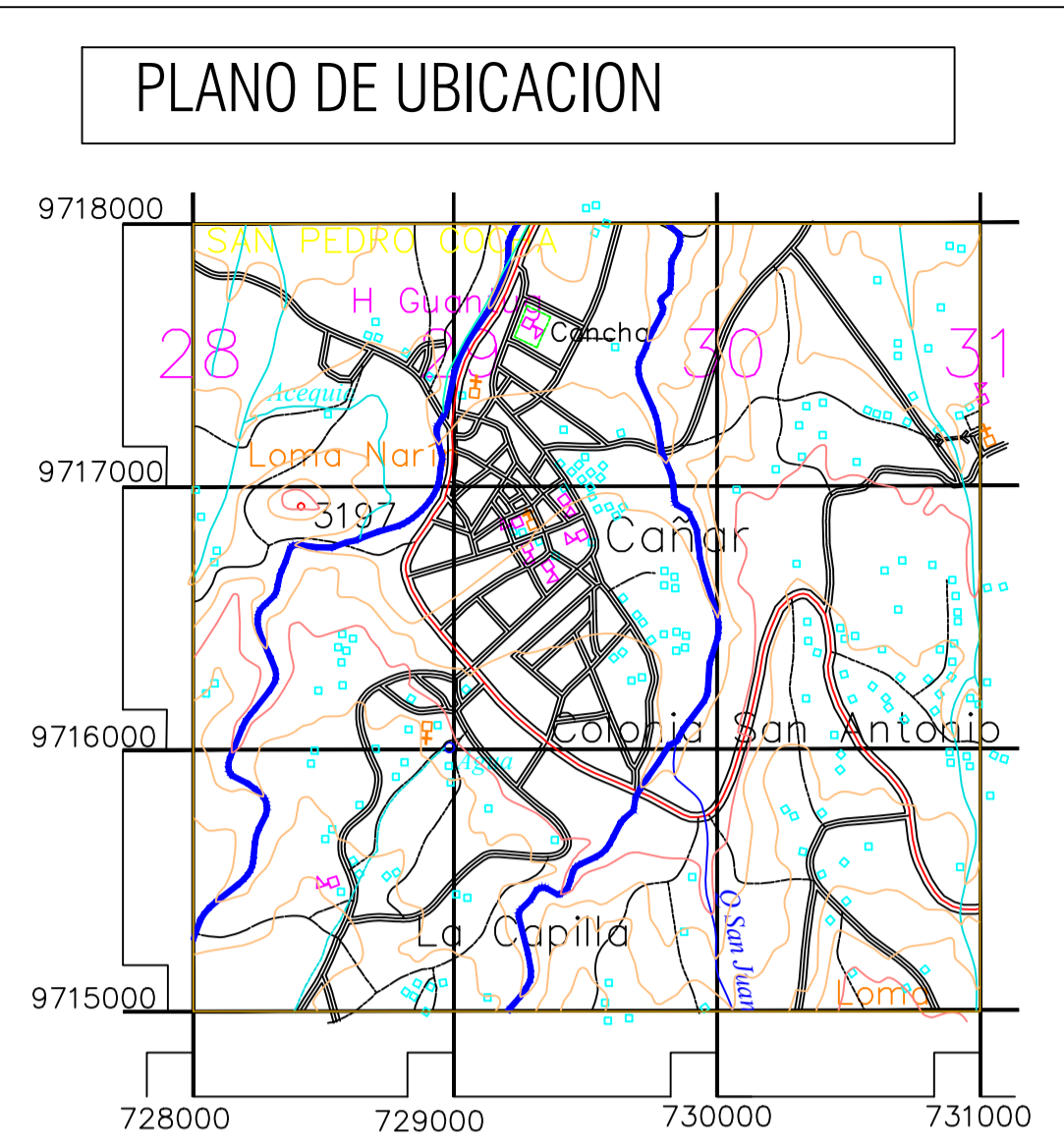
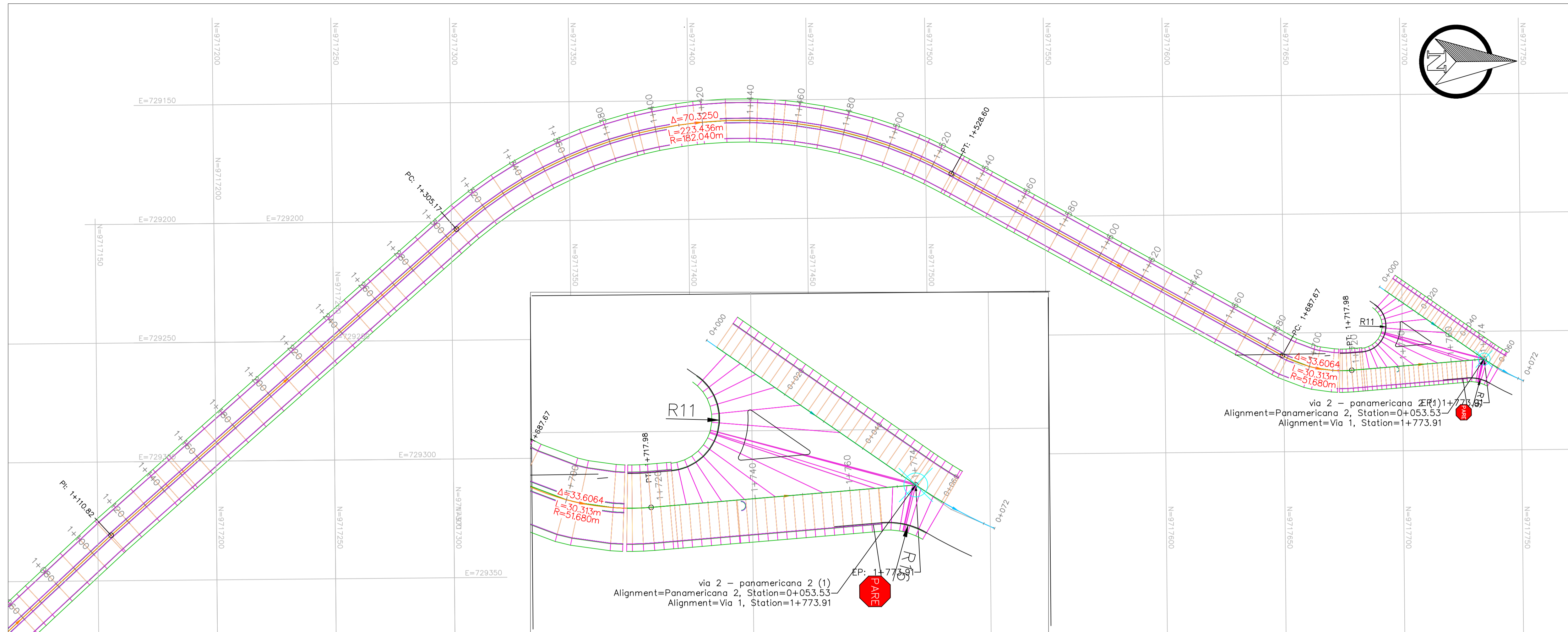
Revisión: Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia
Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

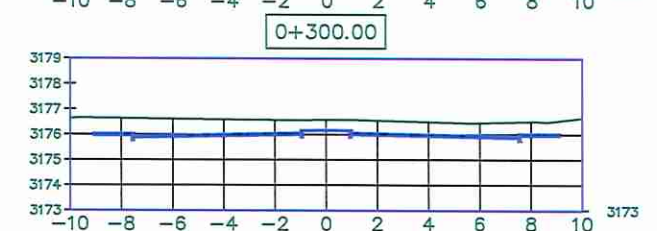
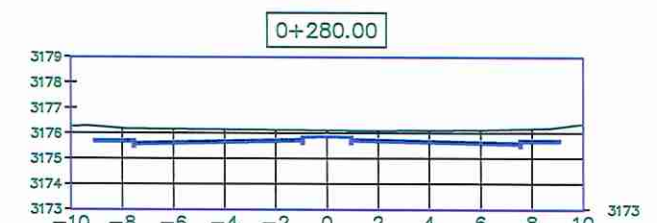
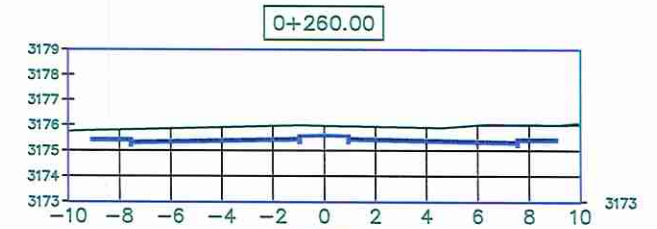
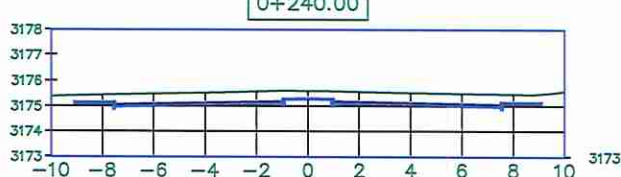
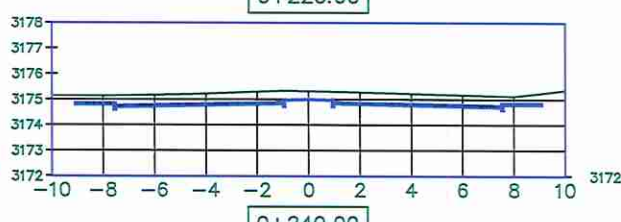
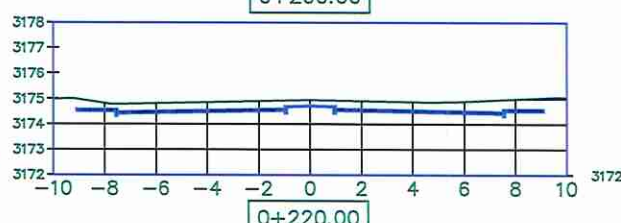
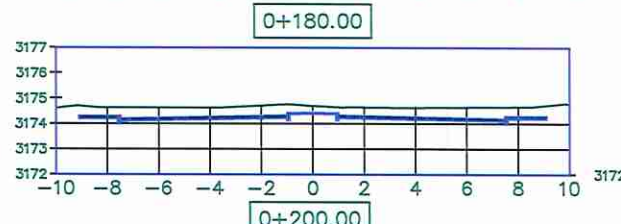
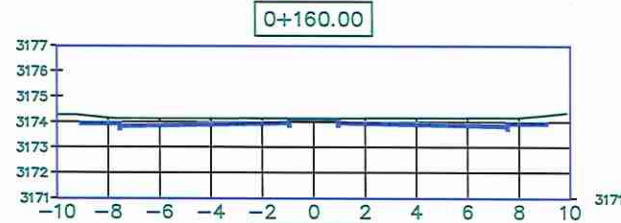
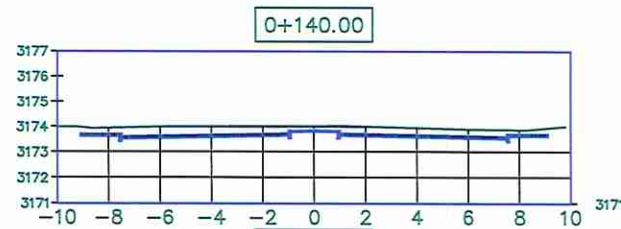
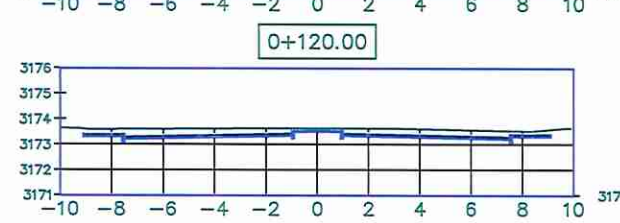
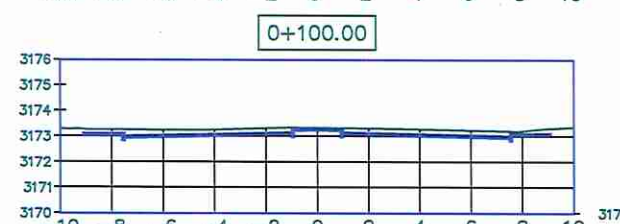
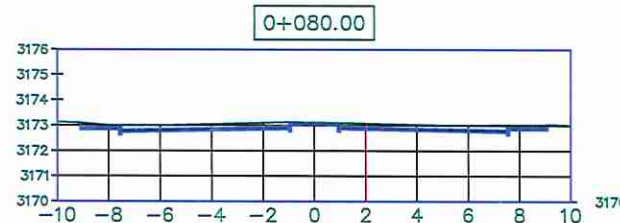
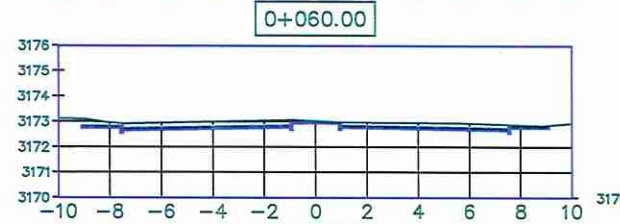
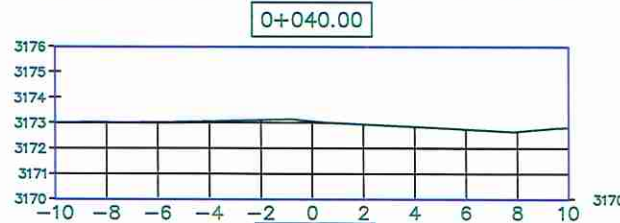
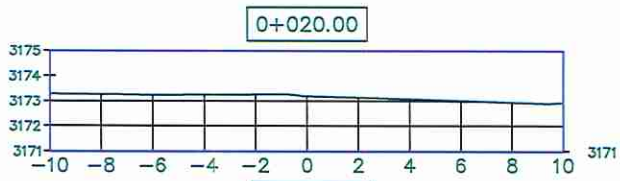
Ing. Ricardo Romero González Msc. Director de Tesis

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES

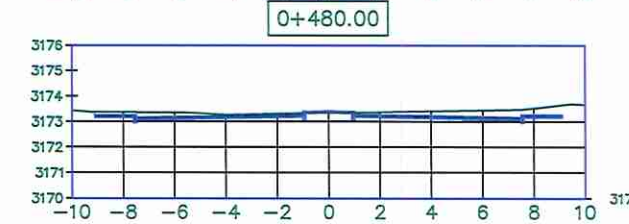
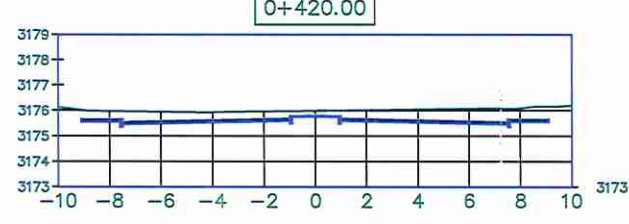
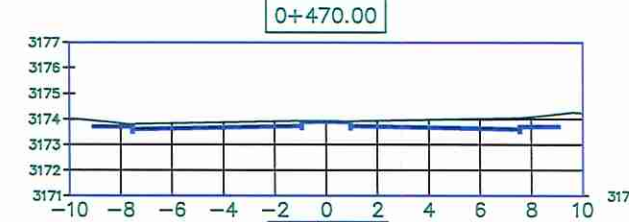
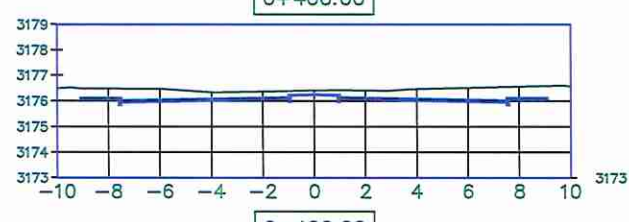
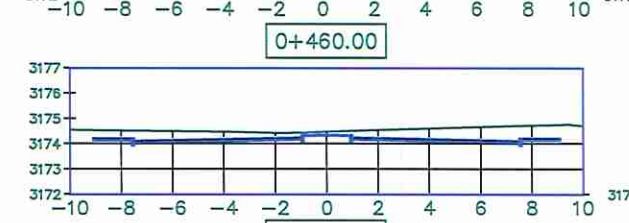
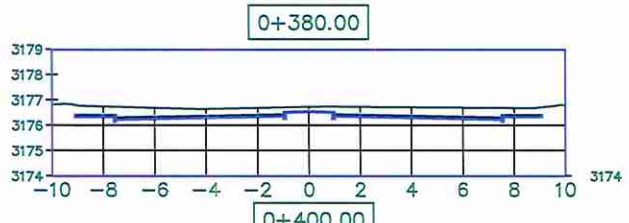
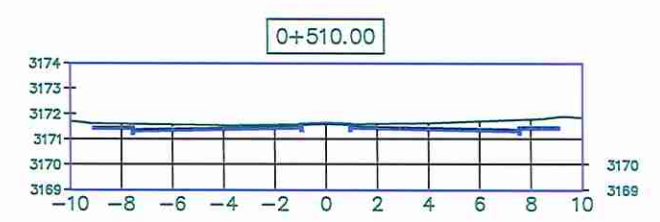
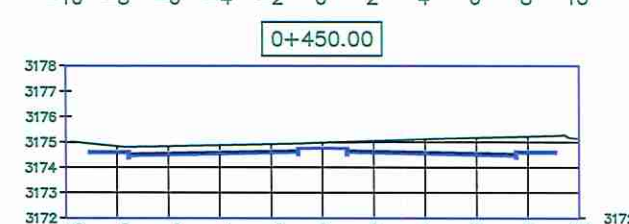
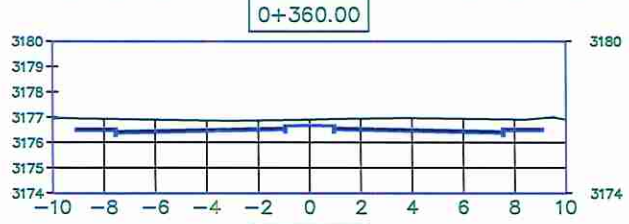
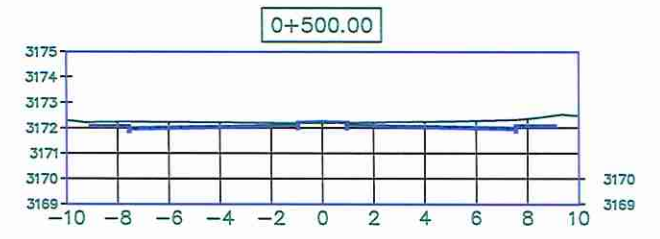
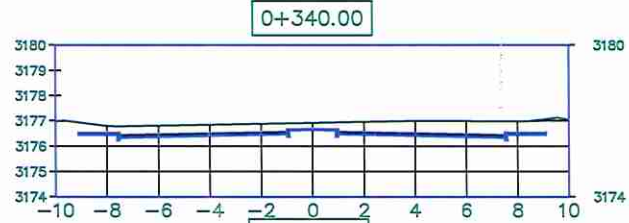
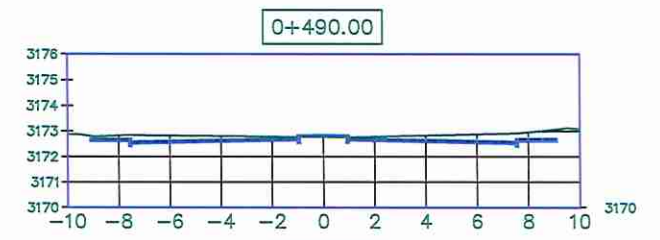
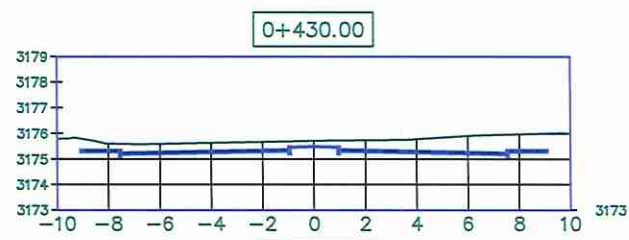
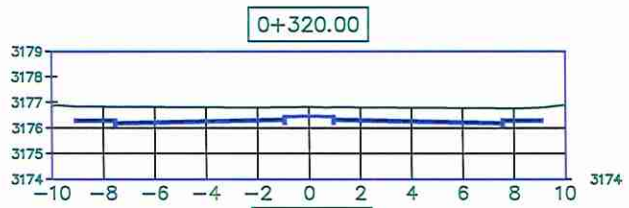
CONTIENE: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL Y HORIZONTAL AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: 13 octubre de 2019
Lamina: 2/3





| | |
|--|--|
|  UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO | |
| Revisión: | Dis: Mercedes Yadira Siguenca Siguenca Dib: Mercedes Yadira Siguenca Siguenca |
| Ing. Ricardo Romero González Msc. Director de Tesis | |
| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES | |
| CONTIENE: | Fecha: octubre/2019 |
| SECCIONES TRANSVERSALES AVENIDA COLON | Lamina: 1/4 |



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Siguencia Siguencia

Dib: Mercedes Yadira Siguencia Siguencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

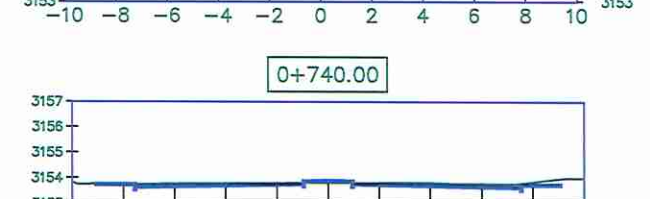
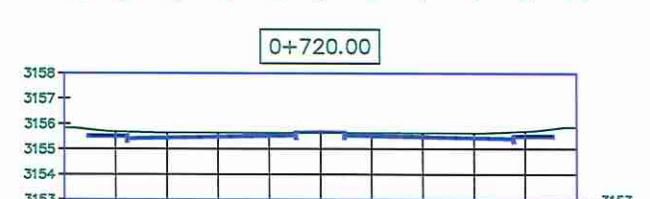
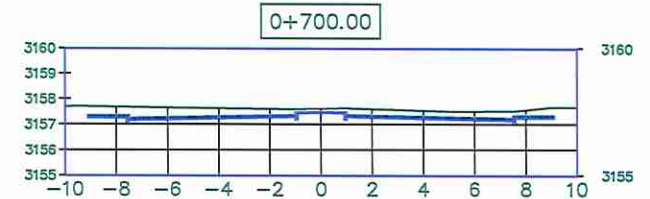
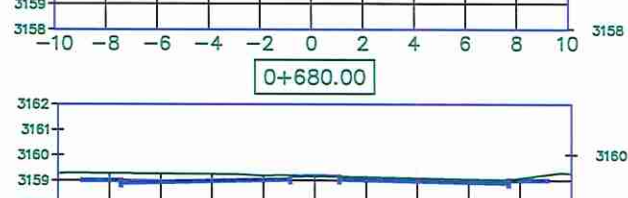
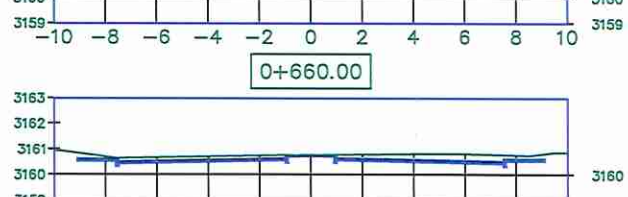
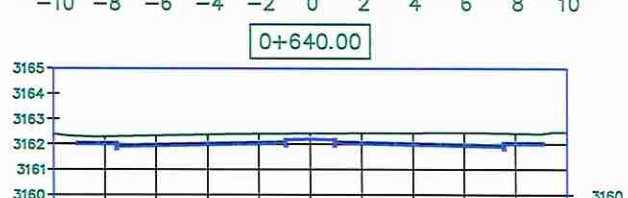
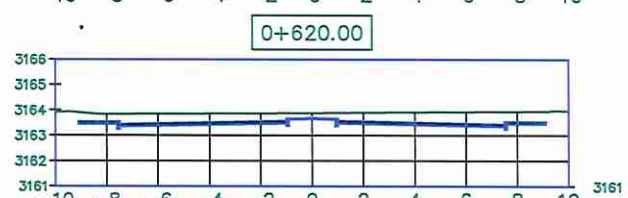
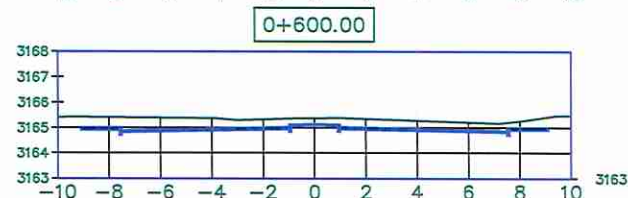
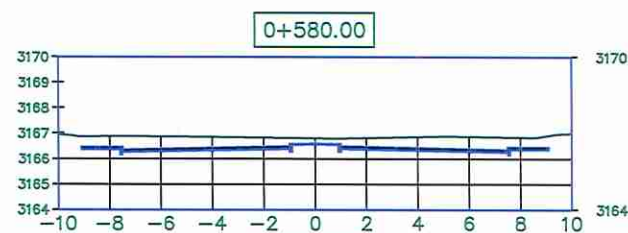
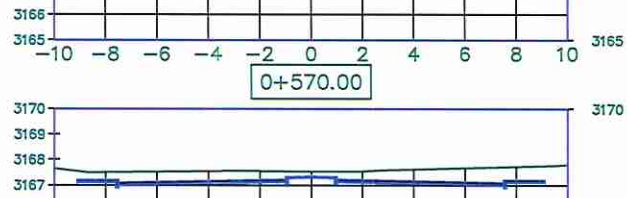
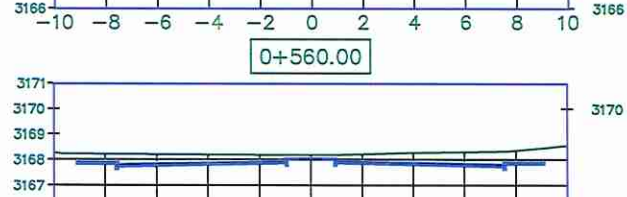
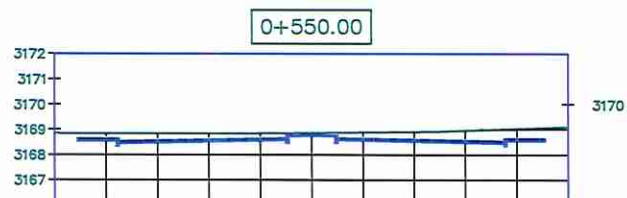
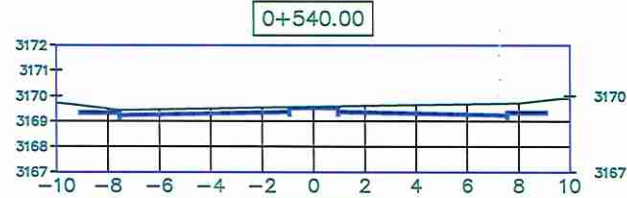
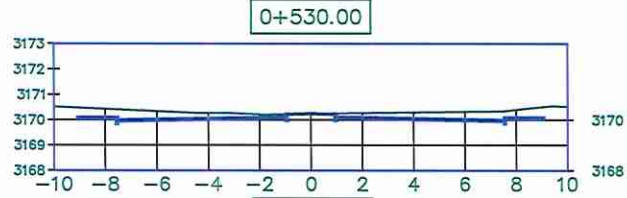
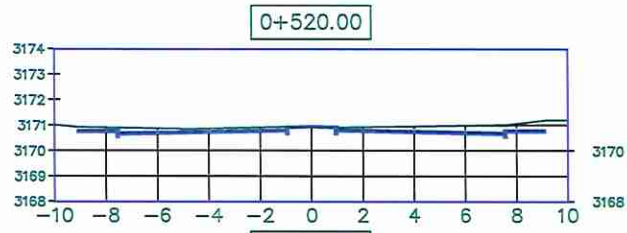
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

Lamina: 2/4



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Revisión:

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia
Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

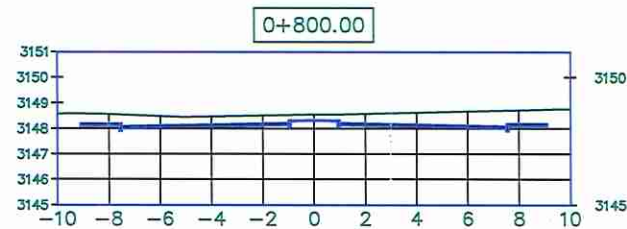
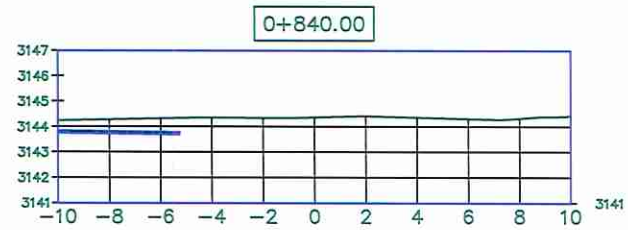
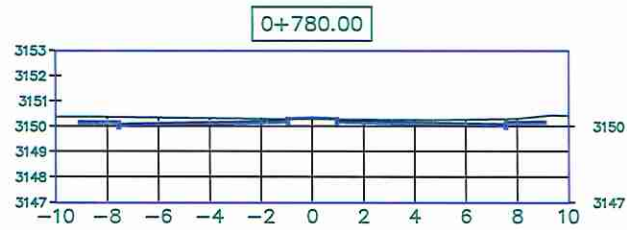
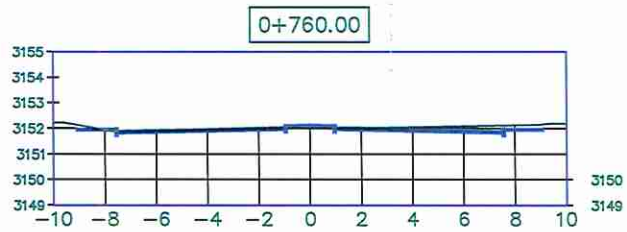
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA COLON

Fecha: octubre/2019

Lamina: 3/4



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

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

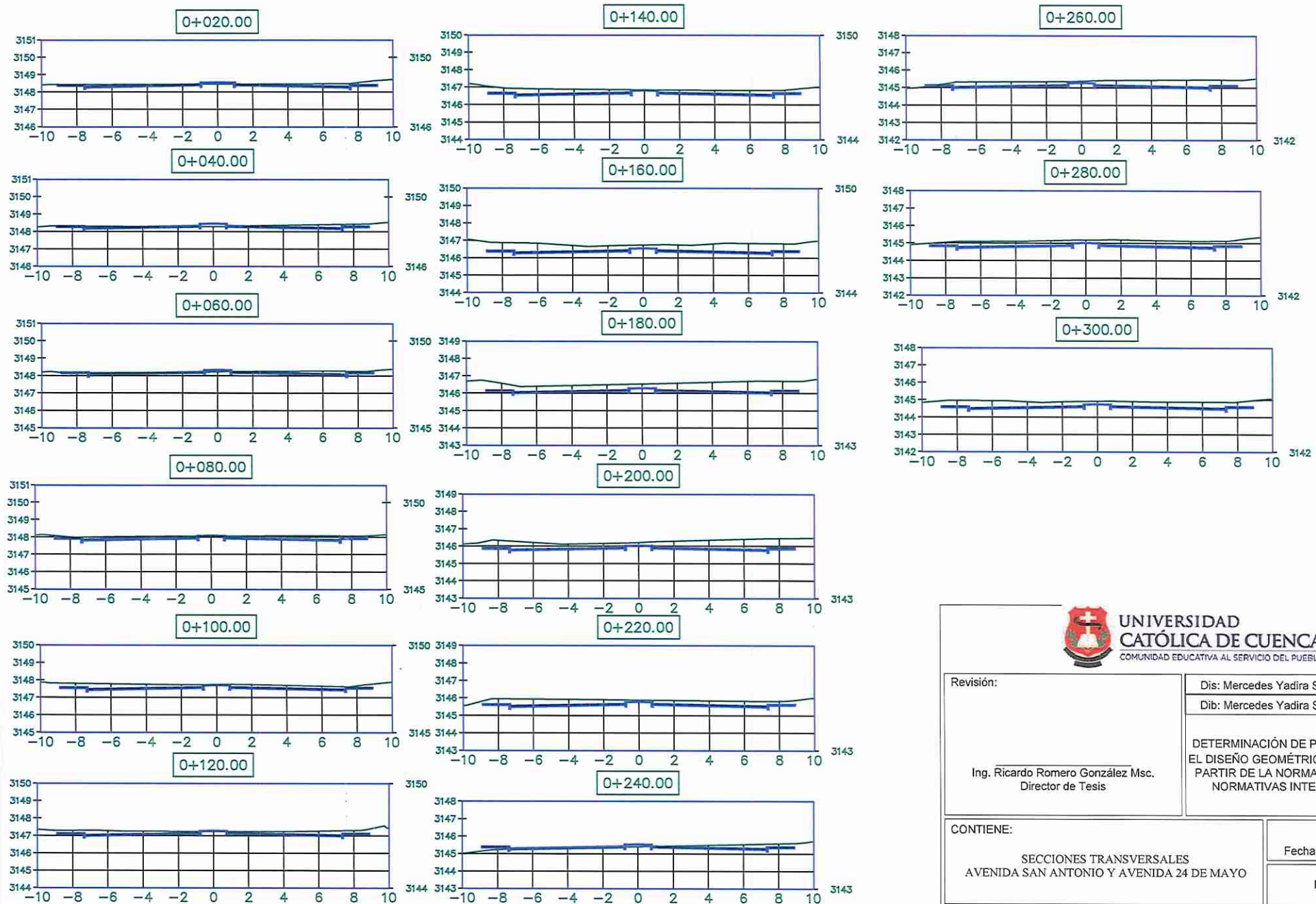
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA COLON

Fecha: octubre/2019

Lamina: 4/4



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

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Siguencia Siguencia
Dib: Mercedes Yadira Siguencia Siguencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

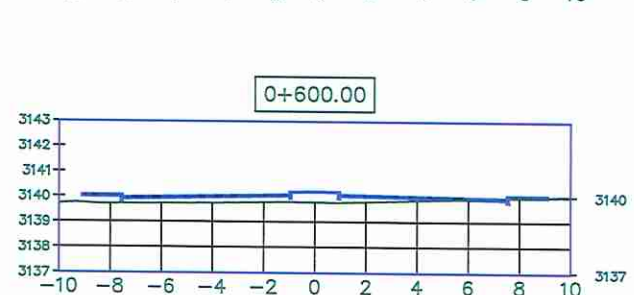
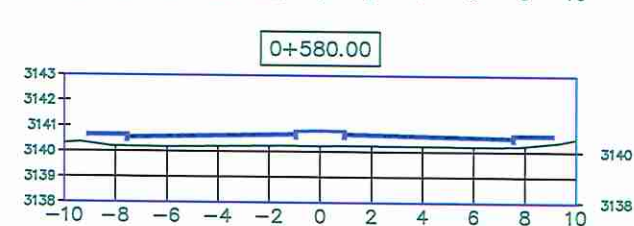
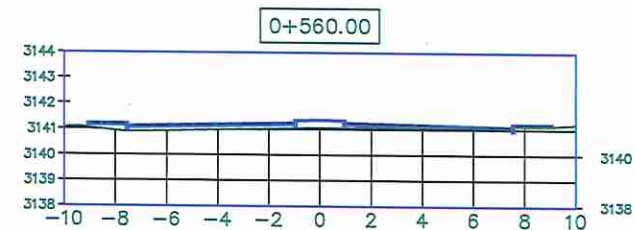
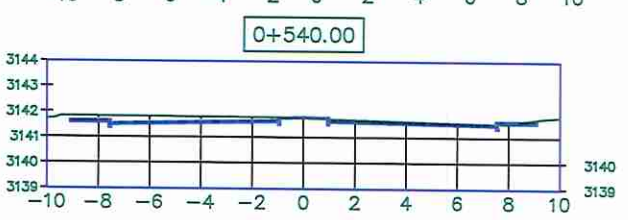
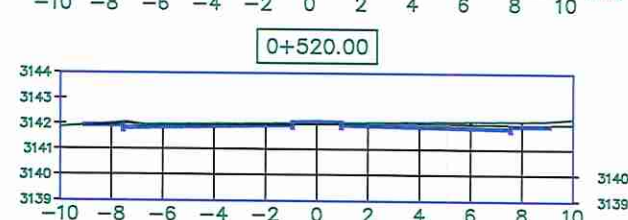
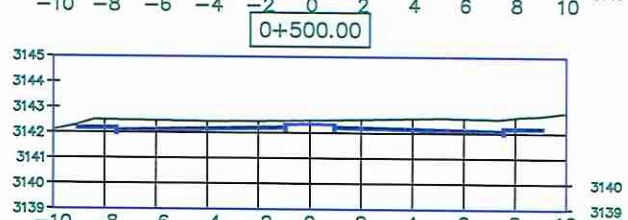
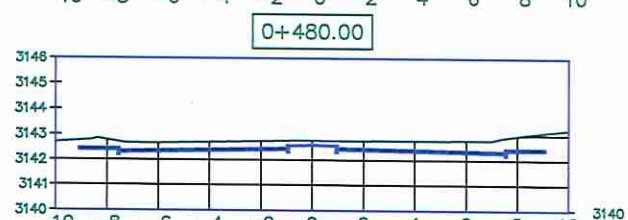
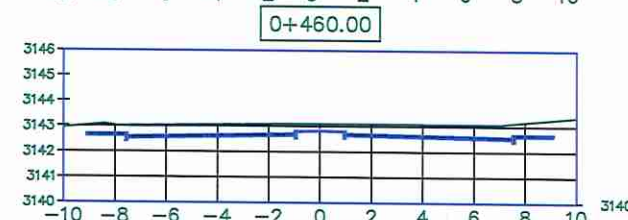
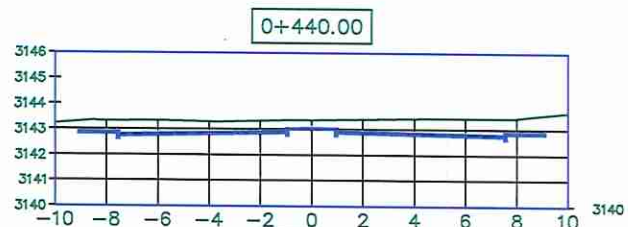
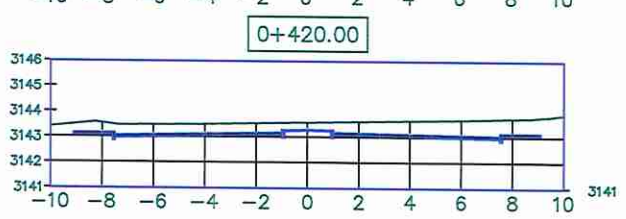
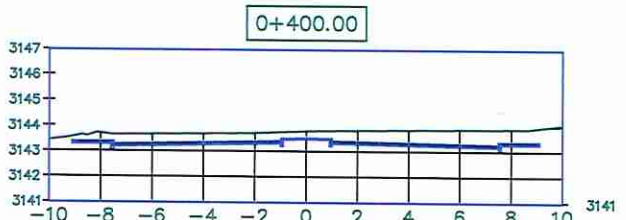
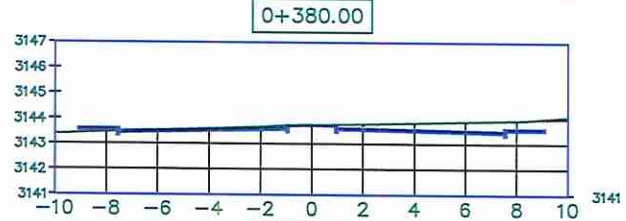
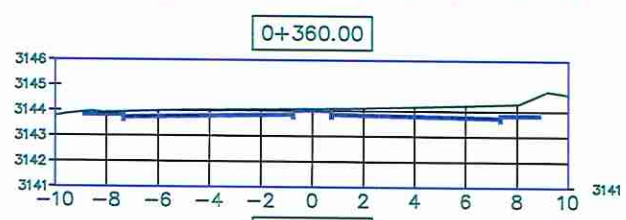
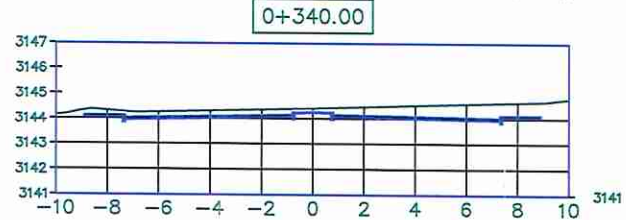
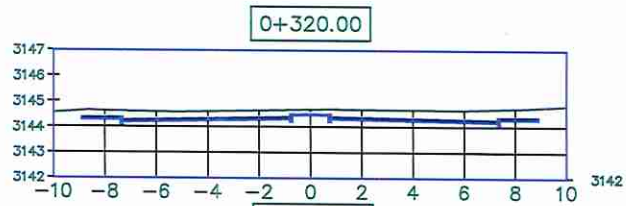
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

Lamina: 1/7



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Sigüenza Sigüenza

Dib: Mercedes Yadira Sigüenza Sigüenza

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

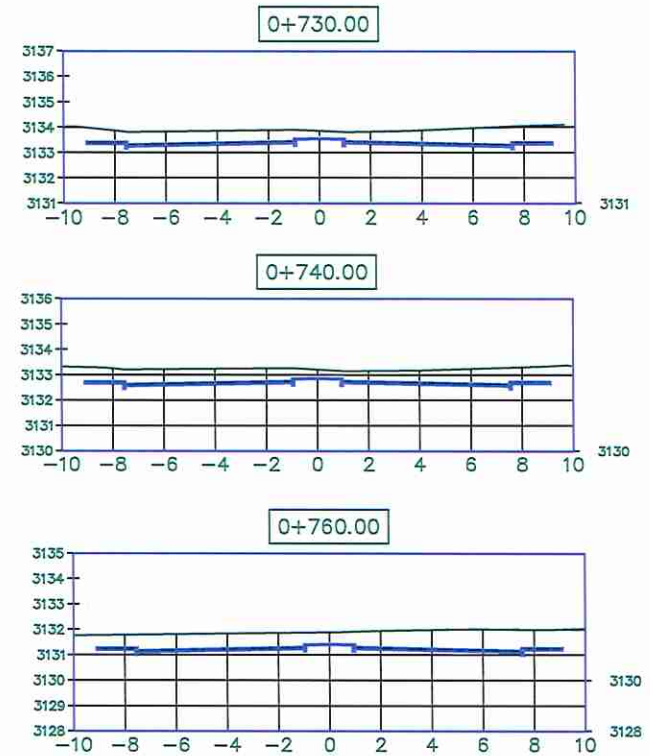
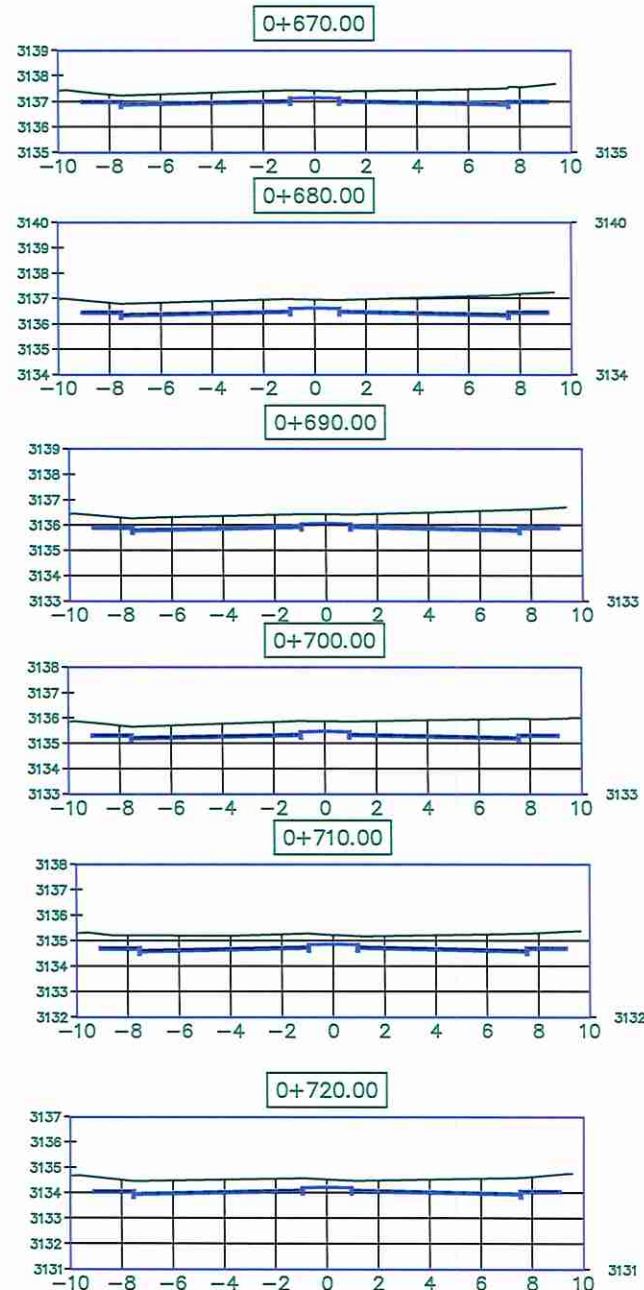
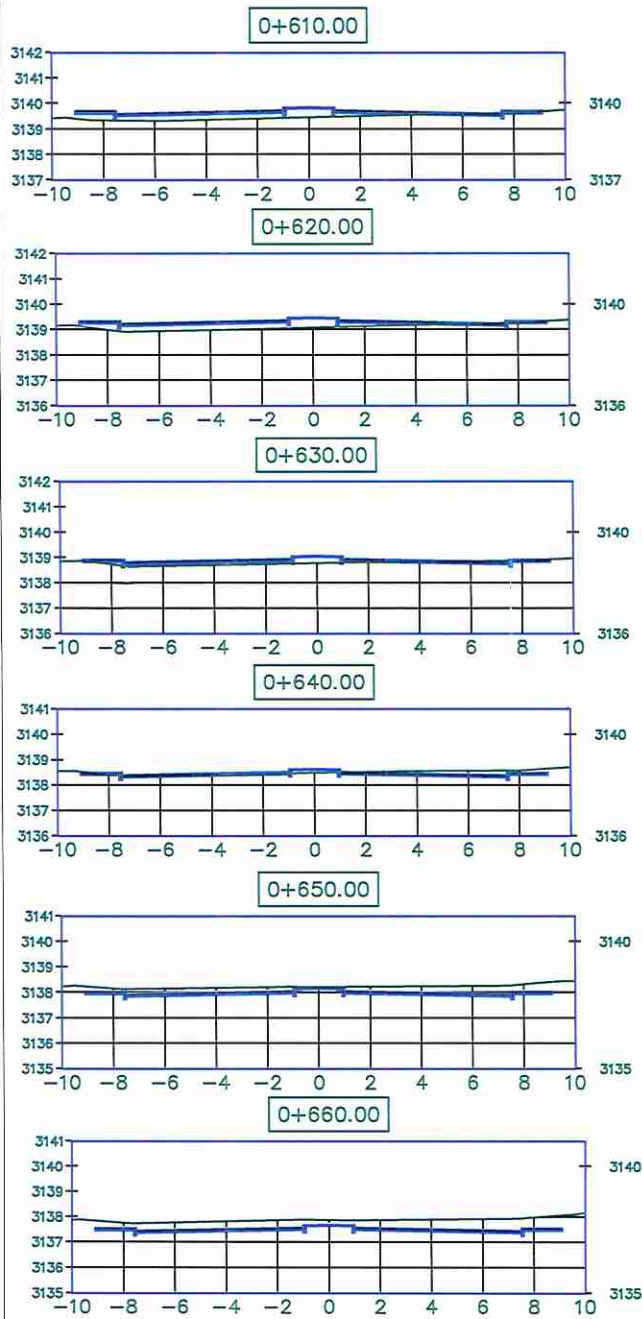
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

Lamina: 2/7



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

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

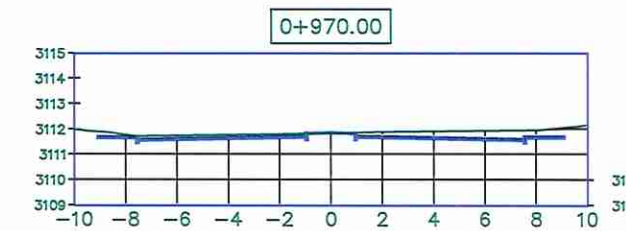
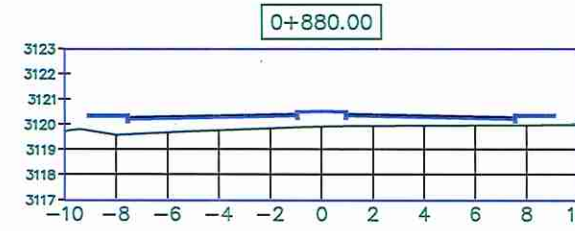
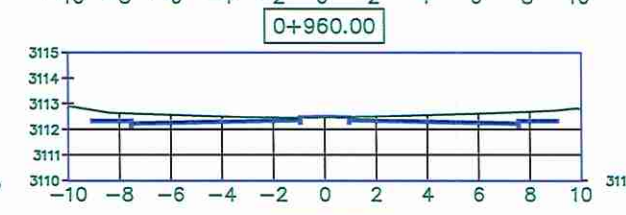
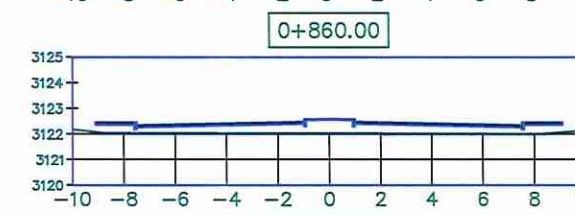
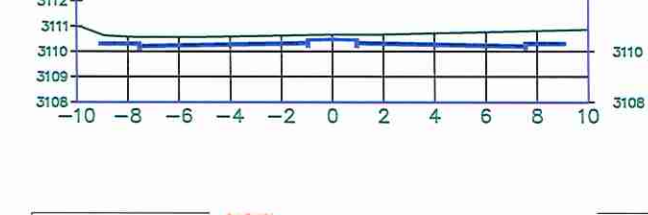
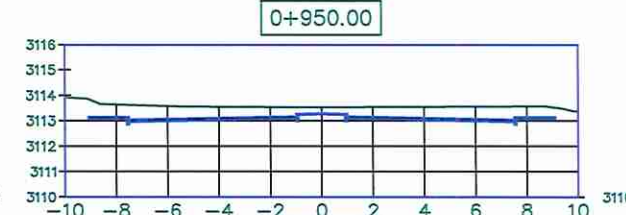
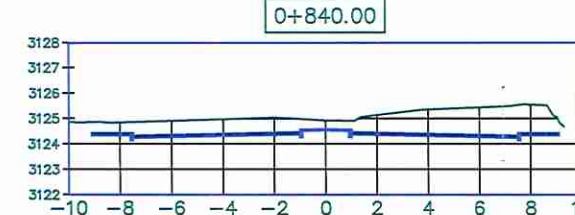
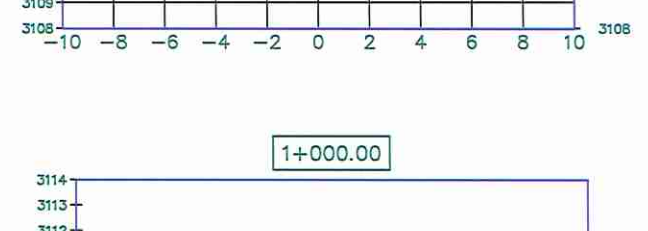
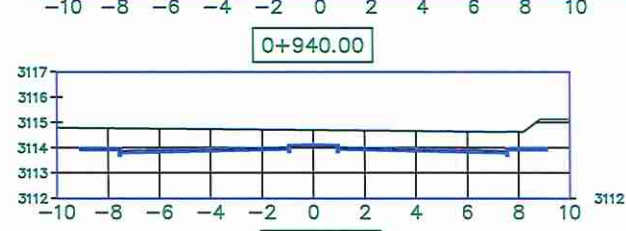
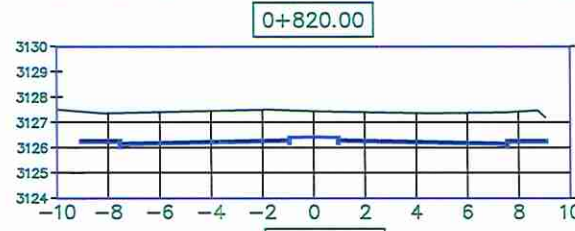
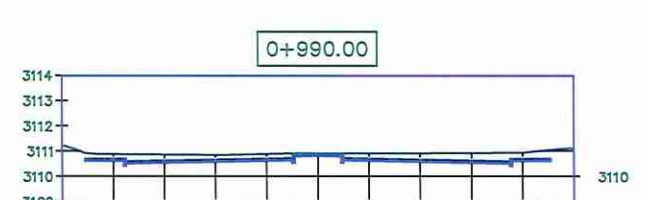
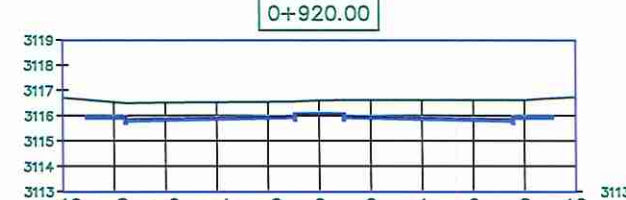
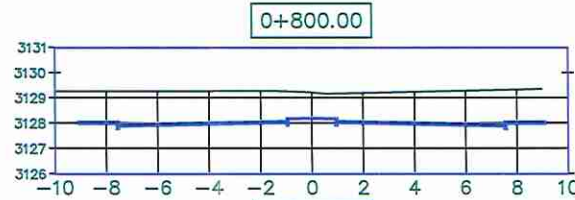
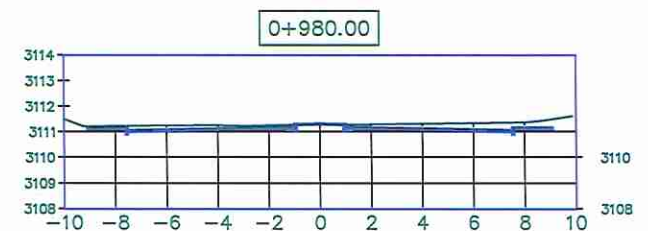
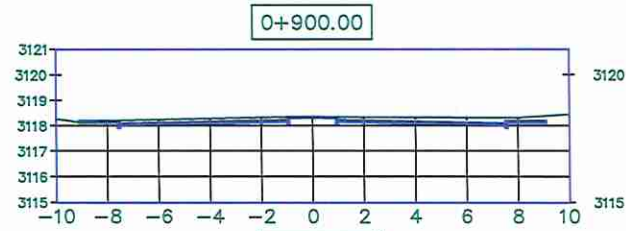
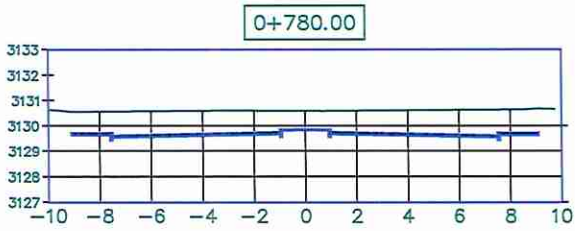
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

Lamina: 3/7



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

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

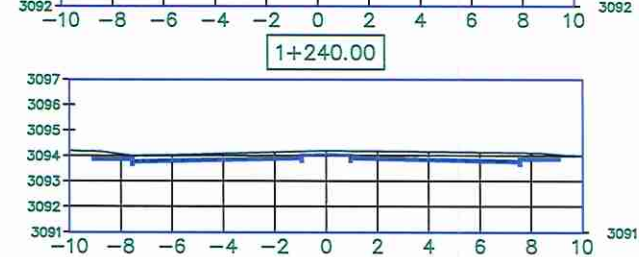
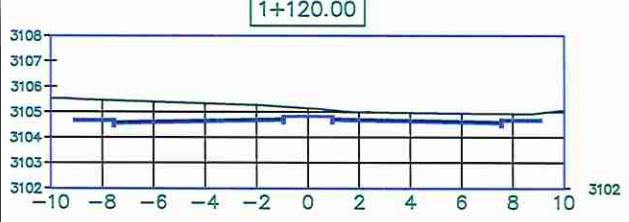
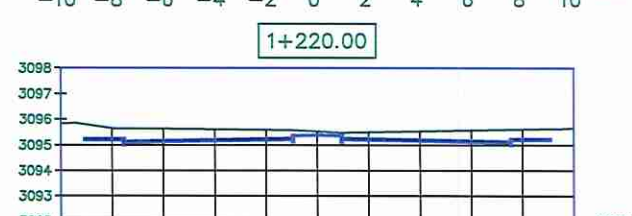
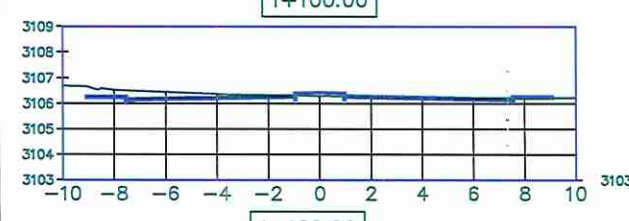
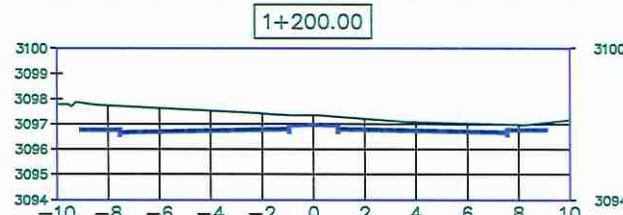
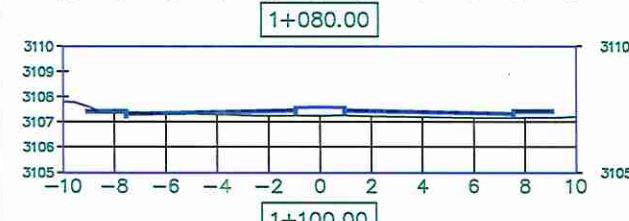
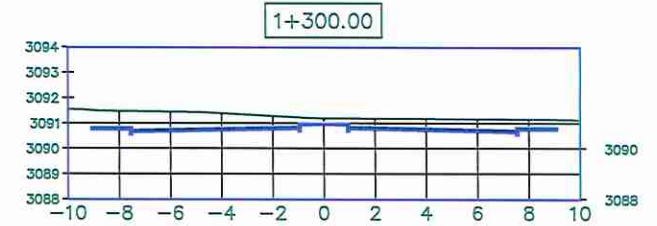
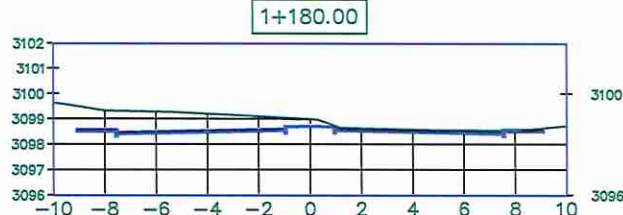
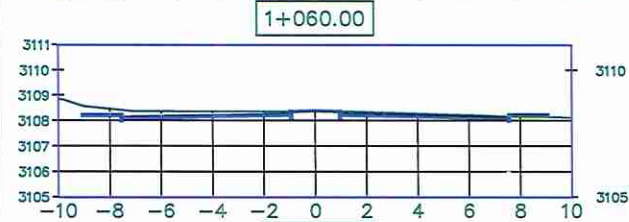
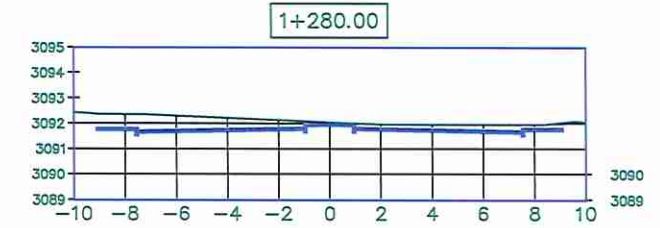
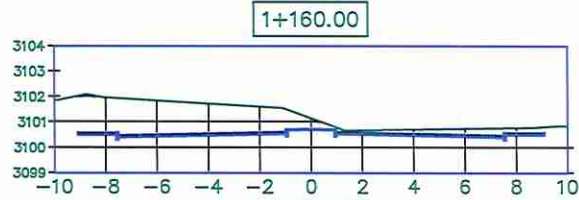
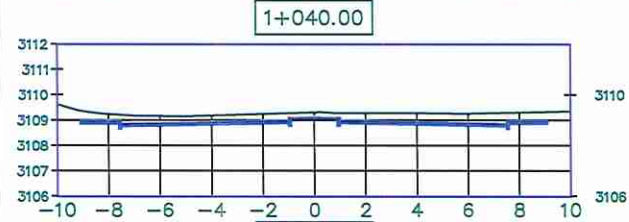
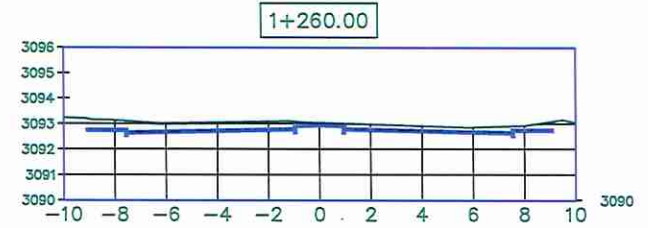
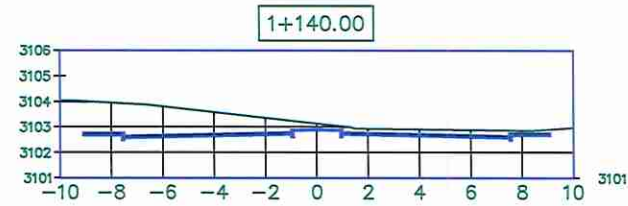
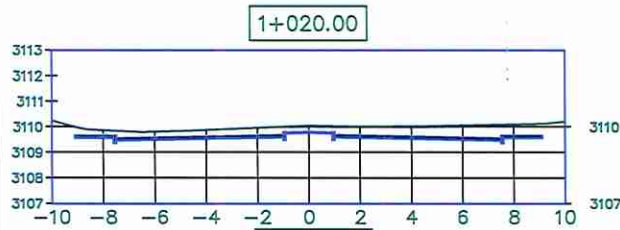
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

Lamina: 4/7



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

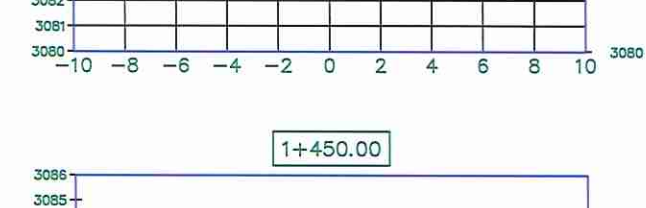
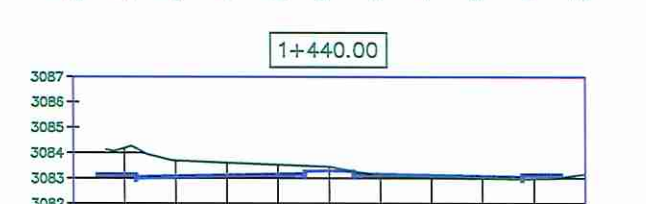
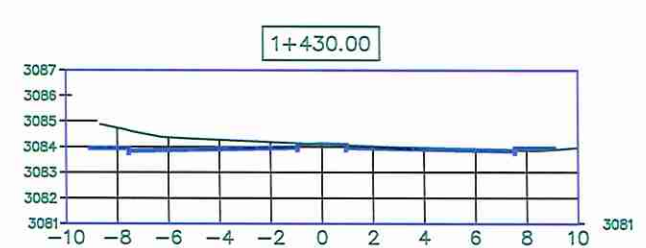
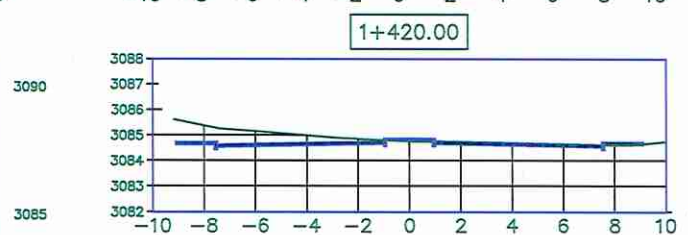
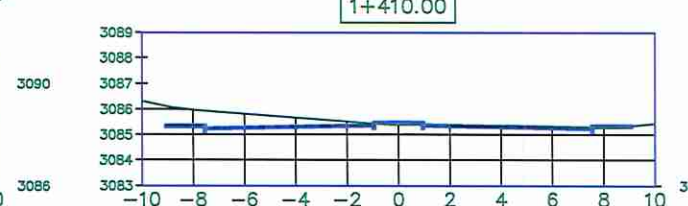
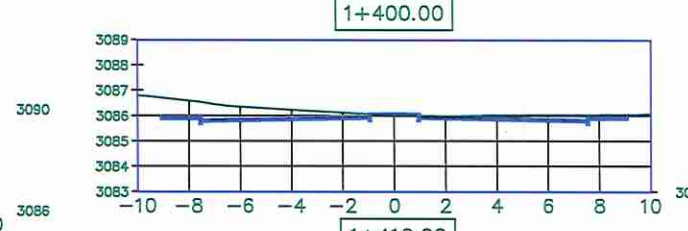
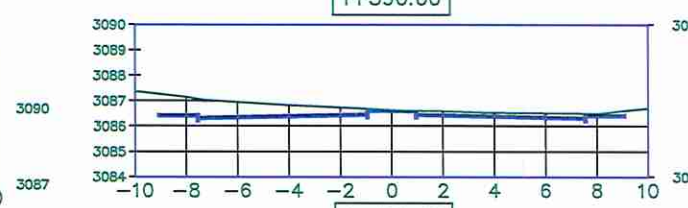
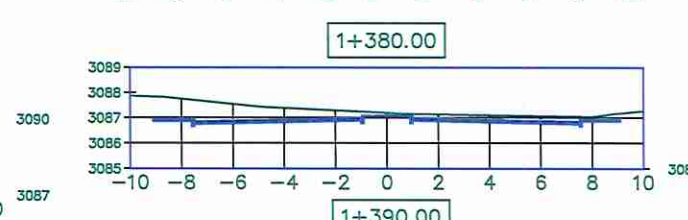
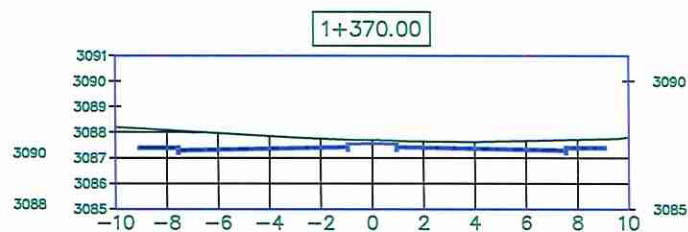
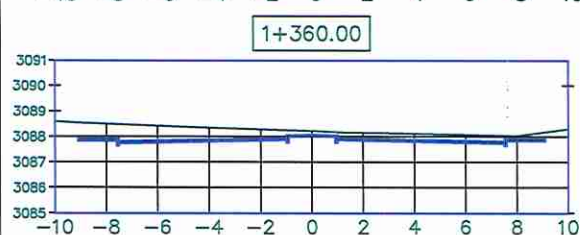
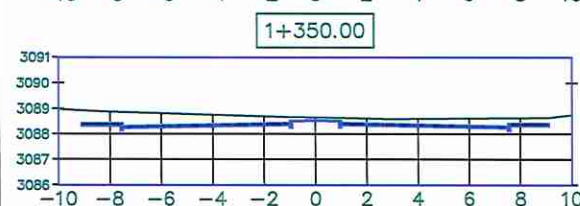
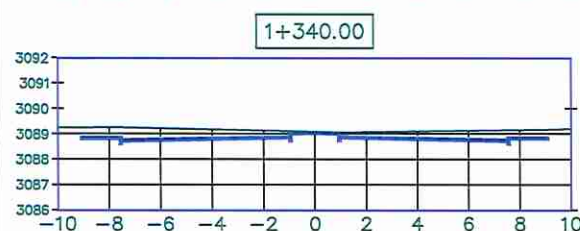
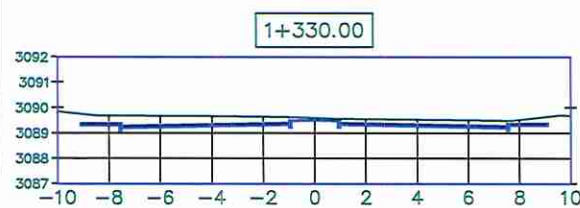
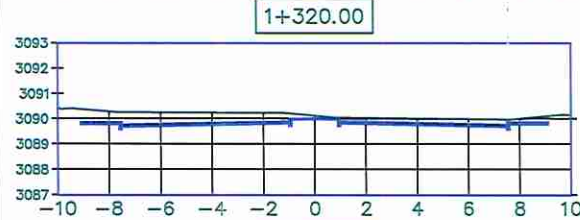
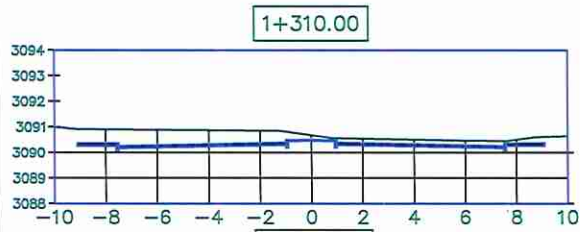
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

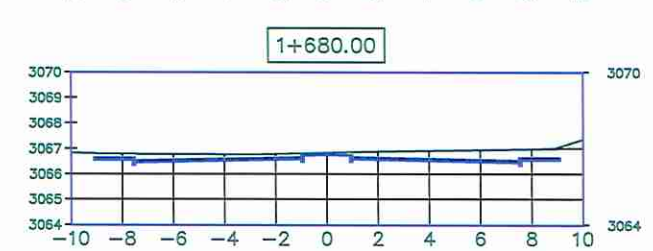
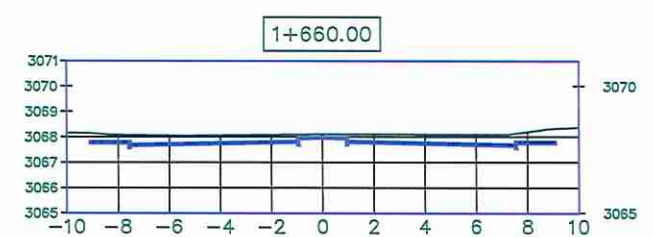
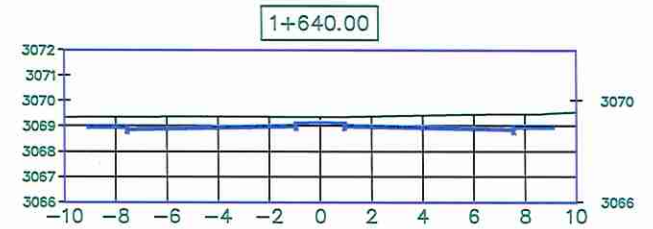
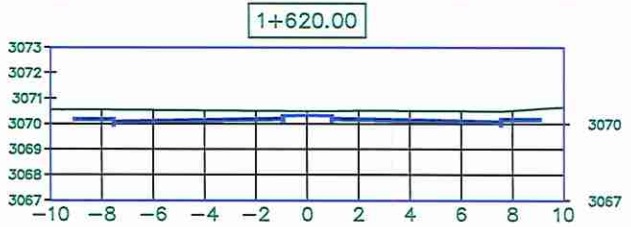
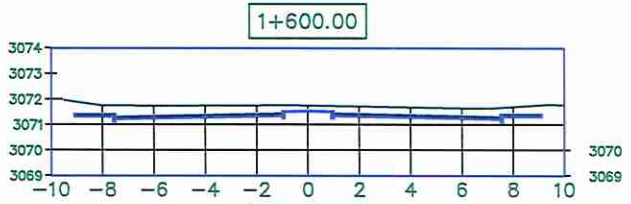
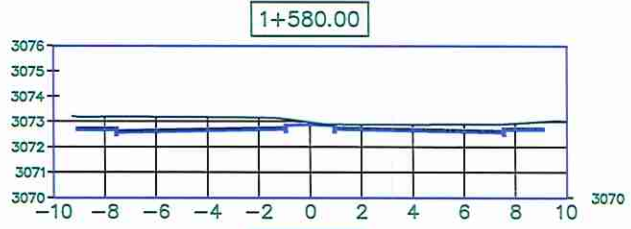
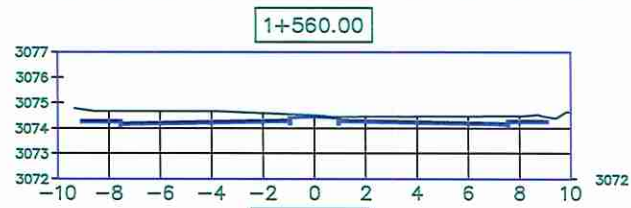
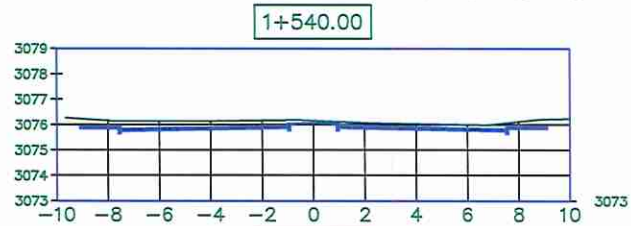
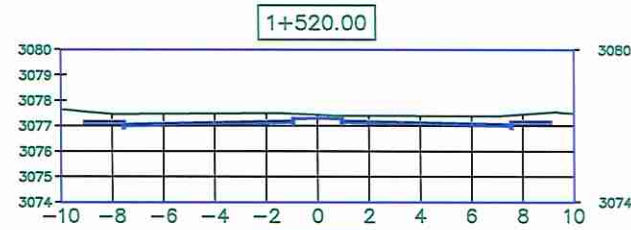
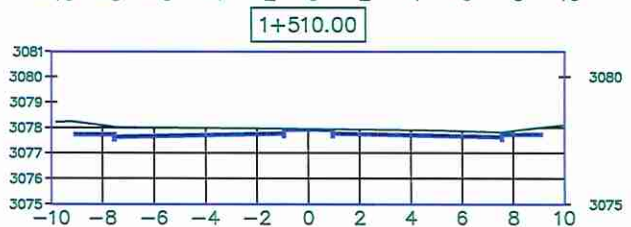
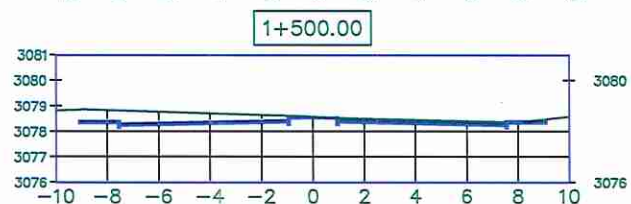
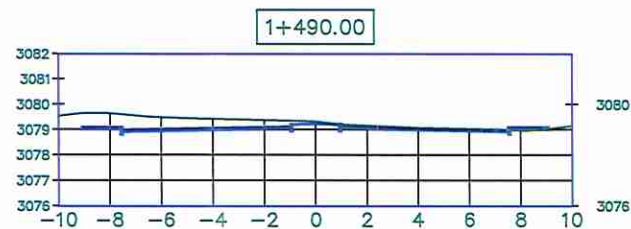
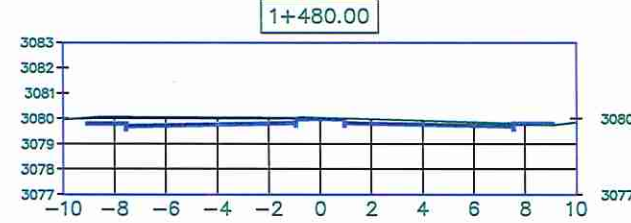
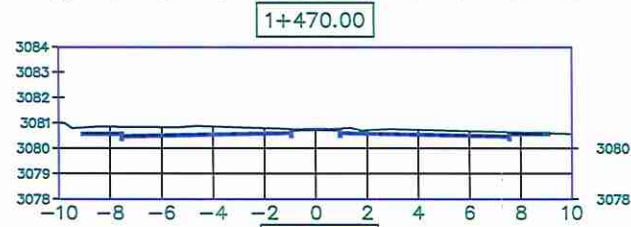
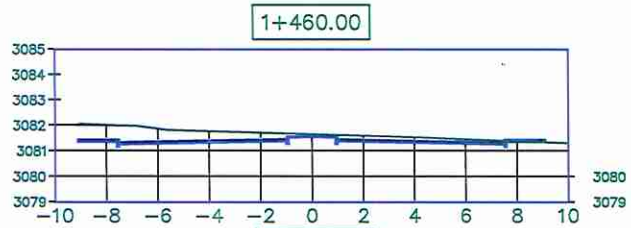
Lamina: 5/7





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

| | |
|---|---|
| Revisión: | Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia |
| Ing. Ricardo Romero González Msc. Director de Tesis | DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y NORMATIVAS INTERNACIONALES |
| CONTIENE: | Fecha: octubre/2019 |
| SECCIONES TRANSVERSALES AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO | Lamina: 6/7 |



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

Revisión:

Dis: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Dib: Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia

Ing. Ricardo Romero González Msc.
Director de Tesis

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA
EL DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL URBANO A
PARTIR DE LA NORMA ECUATORIANA Y
NORMATIVAS INTERNACIONALES

CONTIENE:

SECCIONES TRANSVERSALES
AVENIDA SAN ANTONIO Y AVENIDA 24 DE MAYO

Fecha: octubre/2019

Lamina: 7/7

Oficio Nro. UCACUE-CAVU-UT-2019-0013-AP

Cuenca, 25 de septiembre de 2019

Ingeniero Magister
Ricardo Romero González
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA – SEDE AZOGUES
Su despacho.

ASUNTO: Informe de similitud Turnitin

REFERENCIA: Oficio con fecha 25 de septiembre de 2019

Reciba un cordial y atento saludo, al mismo tiempo que aprovecho para desearle éxitos en sus funciones.

Adjunto al presente el informe de *Similitud Turnitin* del trabajo de titulación "*Determinación de parámetros para el diseño geométrico vial urbano a partir de la norma ecuatoriana y normativas internacionales*" elaborado por la estudiante SIGUENCIA SIGUENCIA MERCEDES YADIRA. El resultado se detalla en el cuadro que se presenta a continuación, con un índice de similitud el 9%:

| SIGUENCIA SIGUENCIA MERCEDES YADIRA (E2) | | | |
|--|---|---------------|-------------------------|
| INFORME DE ORIGINALIDAD | | | |
| 9% | 8% | 0% | 7% |
| ÍNDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |
| FUENTES PRIMARIAS | | | |
| 1 | www.obraspublicas.gob.ec Fuente de Internet | | 3% |
| 2 | Submitted to Universidad Católica De Cuenca Trabajo del estudiante | | 1% |

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente,
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Ing. Cristian Arturo Vintimilla Ulloa MSc.
UNIDAD DE TITULACIÓN - INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR DE TESIS PARA PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Yo, Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia, portadora de la cédula de identidad Nro. 030209215-0, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “Determinación de parámetros para el diseño geométrico vial urbano a partir de la norma ecuatoriana y normativas internacionales”, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo, autorizo a la Universidad Católica de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 23 de octubre de 2019

.....
Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia
C.I: 030209215-0



El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que: **SIGUENCIA SIGUENCIA MERCEDES YADIRA**, con cédula de ciudadanía Nro. **0302092150**, de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

No adeuda libros, a esta fecha: **26 de septiembre del 2019**.

Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"