

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS PARA MEJORAR SU NIVEL DE SERVICIO

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

AUTOR:

BETSY ALEJANDRA ROMÁN SANMARTÍN

C.I 1400592570

DIRECTOR:

ING. JUAN MARCELO AVILÉS ORDÓÑEZ M.Sc

C.I. 0103872503

Cuenca-Ecuador
2016



RESUMEN

El crecimiento del parque automotor de Cuenca no guarda relación con la capacidad que presentan las vías, lo que produce problemas de congestionamiento en varios sectores de la ciudad. Este problema se puede observar de mejor manera en las intersecciones, área donde confluyen dos o más vías que posibilita el cambio de trayectoria para llegar a un destino. La solución a este inconveniente dependerá principalmente del estudio del tránsito y su diseño geométrico, también se debería tomar en cuenta la imprudencia de algunos conductores y peatones.

El presente proyecto expone alternativas de solución a los problemas de tránsito, existentes en la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris, a través de la investigación de las metodologías del análisis del HCM 2010 (Highway Capacity Manual) y las especificaciones de las normas del MTOP 2003 (Ministerio de transporte de obras públicas). Este análisis será evaluado mediante la medida cualitativa del nivel de servicio.

Como parte del estudio se proyectará el tráfico para poder comprobar la eficiencia en el tiempo que presentan las alternativas propuestas, garantizando su funcionamiento para 20 años de operación, como lo especifican las normas NEVI para proyectos de rehabilitación y mejoras. El análisis abarca todo tipo de intersecciones de nivel: señalizadas con prioridad de paso, semaforizadas y redondel, como también intersección a desnivel.

Según el MTOP, el tipo de intersección a elegir debe estar en función de las condiciones de tráfico para la vía principal y la secundaria, dando como resultado para este análisis la intersección a desnivel, donde el redondel con paso deprimido cumple con las expectativas deseadas sobre la capacidad y el nivel de servicio de la intersección en 20 años, pudiendo mejorarse con la toma de medidas de gerencia de tránsito como el restringir el paso de vehículos pesados.

PALABRAS CLAVE: Tránsito, intersección a nivel, intersección a desnivel, señalización, semaforización, redondeles, capacidad vial, nivel de servicio.



ABSTRACT

The increase of vehicle fleet in Cuenca is not related with the capacity that the main lane actually represents, this ends causing snarl-ups in many sectors of the city. This problem can be observed in a better way focusing on the intersections, specific area where two or more tracks converge, making possible changing course so destination can be reached. Rightfully solution to this inconvenient will depend on proper transit study and its geometric design. Imprudence and human-bad behaviorism by drivers and pedestrians will be bear on mind.

The present project exposes alternatives of solution to transit problems occurring over Max Uhle and Paseo de los Cañaris intersection, by means of investigation about HCM 2010 (Highway Capacity Manual) analysis methodologists and the MTOP 2003 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) specific standards.

As part of the study the traffic will be projected to be able to test the efficiency in the time of the alternative proposals, guaranteeing the function of 20 years of operation, as specified by the norms of NEVI for projects of rehabilitation and repairs. The analysis includes all types of ground-level intersections: with right of way signs, traffic signals and roundabouts, and elevated or below-ground intersections.

According to MTOP, the type of intersection to choose must be based upon the traffic conditions for the primary and secondary ways, giving as a result of this analysis the below-ground intersection, where the roundabout with the below-ground pass completes the desired expectations for the capacity and level of service of the intersection in 20 years, able to improve with the taken measures of transit management such as restricting the passing of heavy vehicles.

KEYWORDS: Underpass intersection, level intersection, transit traffic signs, traffic lights, roundabout, vial capacity, Level Of Service (LOS).



CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS	7
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 ANTECEDENTES.....	12
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4 ALCANCE	13
2. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 INGENIERÍA DE TRÁNSITO	14
2.1.1 ASPECTOS GENERALES PARA LE ESTUDIO DE TRÁNSITO	14
2.1.2 DISPOSITIVOS DE TRÁNSITO	18
2.1.3 INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.....	29
2.1.4 INTERSECCIONES CONVENCIONALES CON PRIORIDAD DE PASO.....	41
2.1.5 REDONDELES	47
2.1.6 INTERSECCIONES A DESNIVEL.....	51
2.1.7 CARRETERAS DE DOS CARRILES.....	51
2.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES	54
2.2.1 CONCEPTOS GENERALES.....	54
2.2.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA INTERSECCIONES.....	56



3. METODOLOGÍA.....	65
3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	65
3.2 PROCESAMIENTO DE DATOS	66
3.2.1 CÁLCULO DEL TPDA	66
3.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE TRANSITO	67
3.3.1 INTERSECCIÓN ACTUAL.....	67
3.3.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	73
3.4 REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA	83
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
5. CONCLUSIONES	89
6. RECOMENDACIONES.....	90
7. REFERENCIAS	91
8. ANEXOS.....	92



LISTA DE TABLAS

Tabla 2. 1	Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la izquierda (Evi) ..	27
Tabla 2. 2	Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la derecha (Evd)...	27
Tabla 2. 3	Niveles de servicio para intersecciones controladas por señales parada .	42
Tabla 2. 4	Factor sobre efecto de peatones para redondeles de un solo carril	49
Tabla 2. 5	Factor sobre efecto de peatones para redondeles de dos carriles	50
Tabla 2. 6	Niveles de servicio para carreteras de dos carriles Clase I.....	52
Tabla 2. 7	Niveles de servicio para carreteras de dos carriles Clase II.....	52
Tabla 3. 1	Factor del TPDA	66
Tabla 3. 2	Tasa de crecimiento vehicular.....	67
Tabla 3. 3	Modulo de ajuste de volúmenes	69
Tabla 3. 4	Módulo de flujo de Saturación.....	69
Tabla 3. 5	Módulo de análisis de capacidad para el ciclo semafórico de 59 seg	70
Tabla 3. 6	Módulo del nivel de Servicio para el ciclo semafórico de 59 seg	70
Tabla 3. 7	Módulo de análisis de capacidad para el ciclo semafórico de 79 seg	70
Tabla 3. 8	Módulo del nivel de Servicio para el ciclo semafórico de 79 seg	71
Tabla 3. 9	Vehículo equivalente.....	71
Tabla 3. 10	Módulo de análisis de capacidad para el ciclo semafórico calculado de 80 segundos	72
Tabla 3. 11	Módulo del nivel de Servicio para el ciclo semafórico calculado de 80 segundos	72
Tabla 3. 12	Nivel de servicio para el tráfico actual del paso deprimido	73
Tabla 3. 13	Nivel de servicio para el tráfico futuro del paso deprimido.....	74
Tabla 3. 14	Módulo del nivel de Servicio para el tráfico actual (Alternativa 1).....	76
Tabla 3. 15	Módulo del nivel de Servicio para el tráfico proyectado en 20 años.....	76



Tabla 3. 16	Nivel de servicio para el tráfico actual de la intersección convencional con prioridad de paso.....	78
Tabla 3. 17	Nivel de servicio para peatones (Conteo actual) en la intersección convencional con prioridad de paso.....	78
Tabla 3. 18	Nivel de servicio para el tráfico proyectado de la intersección convencional con prioridad de paso	79
Tabla 3. 19	Nivel de servicio para peatones (Proyectado) en la intersección convencional con prioridad de paso.....	79
Tabla 3. 20	Flujo de Circulación del Redondel con el tráfico actual	80
Tabla 3. 21	Flujos de entrada por carril (Tráfico actual)	81
Tabla 3. 22	Capacidad de entrada (Tráfico actual).....	81
Tabla 3. 23	Efecto de los peatones sobre las operaciones vehiculares en la entrada (Tráfico actual).....	81
Tabla 3. 24	Conversión a vehículos por hora	81
Tabla 3. 25	Relación volumen capacidad (Tráfico actual).....	82
Tabla 3. 26	Control de demoras (Tráfico actual).....	82
Tabla 3. 27	Nivel de servicio del redondel con el tráfico actual.....	82
Tabla 3. 28	Relación volumen capacidad (Tráfico proyectado).....	82
Tabla 3. 29	Efecto de los peatones sobre las operaciones vehiculares en la entrada (Tráfico Proyectado)	82
Tabla 3. 30	Nivel de servicio del redondel con el tráfico proyectado.....	82
Tabla 4. 1	Comparación entre alternativas.....	85
Tabla 4. 2	Relación volumen capacidad (Tráfico proyectado con restricción de vehículos pesados)	85
Tabla 4. 3	Nivel de servicio del redondel con el tráfico proyectado	85
Tabla 4. 4	Comparación entre la intersección actual y el proyecto	86
Tabla 4. 5	Cantidad de Obra.....	87
Tabla 4. 6	Costos Operativos de Vehículos para el año 2016.....	88



LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1	Tipos de intersecciones adecuadas a diferentes tráficos	15
Figura 2. 2	Señales verticales	20
Figura 2. 3	Señales horizontales.....	20
Figura 2. 4	Algunos tipos de semáforo.....	22
Figura 2. 5	Ubicación de semáforos y número recomendable de caras	23
Figura 2. 6	Intervalo de cambio de fase.....	25
Figura 2. 7	Descarga de vehículos para diferentes instantes durante luz verde	28
Figura 2. 8	Giros izquierdos en intersecciones con prioridad de paso	43
Figura 2. 9	Giros derechos en intersecciones con prioridad de paso	44
Figura 2. 10	Flujo de circulación en un redondel.....	48
Figura 2. 11	Flujo de salida en un redondel	49
Figura 2. 12	Puntos de conflictos en una intersección a Nivel	55
Figura 2. 15	Visibilidad en intersecciones.....	60
Figura 2. 16	Distancia de visibilidad en redondeles	61
Figura 2. 17	Parámetros geométricos básicos de un redondel.....	62
Figura 2. 18	Muestra teórica de perfil de velocidad para redondeles urbanos	63
Figura 3. 1	Mapa de ubicación de las estaciones en la intersección.....	65
Figura 3. 2	Fotografía satelital.....	66
Figura 3. 3	Esquema de la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris 2016.....	68
Figura 3. 4	Diagrama del ciclo semafórico calculado	72
Figura 3. 5	Esquema de la intersección (Alternativa 1)	75
Figura 3. 6	Diagrama de las fases del semáforo (Alternativa 1).....	75
Figura 3. 7	Diagrama de las fases del semáforo para el tráfico proyectado.....	76
Figura 3. 8	Esquema de la intersección (Alternativa 2)	77
Figura 3. 9	Esquema de la intersección (Alternativa 3)	80
Figura 3. 10	Fotografía satelital (coordenadas accidentes).....	83
Figura 3. 11	Diseño geométrico de la alternativa seleccionada	84



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

ARCH: Agencia de Regulación de Hidrocarburos

BPTSF: porcentaje base de tiempo empleado en seguimiento para ambas direcciones de viaje combinadas (%)

FHMD: Factor horario de máxima demanda

HCM: Highway Capacity Manual (Manual de capacidad de carreteras)

LOS: Level Of Service (Nivel de Servicio)

MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

TPDA: Tráfico promedio diario anual

TWSC: two-way stop control (Intersecciones controladas por parada de dos vías)

VHMD: Volumen horario de máxima demanda



Betsy Alejandra Román Sanmartín autora de la tesis “Rediseño de la intersección Max Uhle Y Paseo de los Cañaris para mejorar su nivel de servicio”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniera Civil. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 17 de octubre del 2016

Betsy Alejandra Román Sanmartín

C.I: 1400592570



Betsy Alejandra Román Sanmartín, autora de la tesis “Rediseño de la intersección Max Uhle Y Paseo de los Cañaris para mejorar su nivel de servicio”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora

Cuenca, 17 de octubre del 2016

Betsy Alejandra Román Sanmartín

C.I: 1400592570



AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por estar siempre conmigo, a mis padres por guiarme e insistirme en momentos de decline, a mi mejor amigo y compañero Dorian por comprenderme y apoyarme en este trayecto de mi vida, a sus padres por la ayuda incondicional, a mi tutor, Ing. Juan Avilés Ordoñez por darme las pautas para avanzar con este trabajo, y a todas las personas e instituciones, por la colaboración de información que requerí.

Gracias

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, a mi esposo y a mis hermanos que siempre han estado allí para apoyarme. Y a mi amada hija Berenice que es mi inspiración para seguir adelante.

Betsy Alejandra Román Sanmartín



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Debido que la ciudad de Cuenca presenta una tasa de crecimiento entre 10 y 11 % de vehículos por año (Dirección Municipal de Tránsito, 2014) algunas de las intersecciones ya no satisfacen la demanda de vehículos que transitan, donde la capacidad vial ha sido superada minorando su nivel de servicio. En el caso de la intersección de la Avenida Max Uhle y Paseo de los Cañaris se observa largas colas que ocasionan demoras e incomodidad a los usuarios de la vía especialmente de 7:45 a 8:45am.

La intersección a analizar no tiene un diseño geométrico armónico obligando a los vehículos a movimientos molestos, pudiendo ser una de las causas por la que existe conflictos entre vehículos, como también entre vehículos y peatones.

Para plantear una solución se debe rediseñar la intersección, para ello se consideran 2 puntos:

1. **Tránsito.** En base a la recopilación de información (conteo volumétrico y peatonal, giros). Se analizará el funcionamiento actual de la intersección en base al manual de carreteras HCM 2010, asegurando también que funcione de manera satisfactoria en el futuro manteniendo su nivel de servicio
2. **Diseño geométrico.** Para este punto se necesita realizar un levantamiento topográfico, para posteriormente diseñar la intersección mediante el programa Autocad Civil3D y poder verificar que cumpla con las especificaciones de la norma NEVI [5],[6].



1.2 JUSTIFICACION

El problema del congestionamiento genera costos innecesarios para los usuarios del sistema vial a causa del tiempo de demora y consumo de combustible. Las intersecciones toman su importancia en que son lugares de unión entre vías de la ciudad que nos permiten transportarnos por motivos de trabajo, comercio, estudio, gestiones, salud, recreación entre otros.

Muchas de las intersecciones ya llegaron al límite de su vida útil por esta razón se debería analizar periódicamente aquellas intersecciones con mayor tránsito, y dar alternativas para mejorar su nivel de servicio hasta 20 años desde la iniciación del proyecto para proyectos de rehabilitación y mejoras [6].

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la intersección buscando mejoras en su nivel de servicio.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el estudio de tránsito de la intersección actual y futura
2. Evaluar el diseño geométrico en base a las especificaciones de las normas NEVI del MTOP
3. Presentar alternativas para mejorar el nivel de servicio.
4. Rediseñar la intersección con la mejor alternativa propuesta.

1.4 ALCANCE

Este trabajo consiste en analizar la intersección Av Max Uhle y Av Paseo de los Cañaris para saber el nivel de servicio que ofrece a la ciudadanía de Cuenca. Posteriormente se buscará alternativas que mejoren el nivel de servicio y la capacidad mediante los diferentes tipos de intersecciones. Estas alternativas deben desempeñarse hasta mínimo 20 años desde la fecha actual (Nevi-12, Volumen 2 Libro A Normas para estudios y diseños viales, 2013)

También se plantea disminuir el número de conflictos vehiculares evitando así cualquier tipo de accidentes, para ello se mejorará el diseño geométrico de la intersección como son los radios de giro, los anchos de carril, pendientes, accesos entre otros.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 INGENIERÍA DE TRÁNSITO

2.1.1 ASPECTOS GENERALES PARA LE ESTUDIO DE TRÁNSITO

Relación entre la demanda vehicular y la oferta vial.

La demanda vehicular hace referencia a la cantidad de vehículos que necesitan circular por una determinada vía. A dicha vía o espacio físico se la denomina oferta vial, la cual es caracterizada por su capacidad con base en el número de carriles y las velocidades de desplazamiento.

A esta relación se la representa como Demanda-Capacidad (D/C)

Si $D/C < 1$ significa que el sistema vial tiene una capacidad mayor a la demanda y por ende no existe un flujo saturado y los niveles de operación son aceptables.

Si $D/C = 1$ el sistema vial está al límite. El tránsito se vuelve inestable con la posibilidad de que exista congestión.

Si $D/C > 1$ quiere decir que la capacidad de la vía ha sido superada por la demanda vehicular para la cual se tendrá un flujo forzado aumentando las demoras y obteniendo un nivel de operación indeseable.

Características del conductor. -Hace referencia a las diferentes habilidades y la capacidad de percepción y reacción que tienen las personas al momento de conducir. En Ecuador se considera tiempos de percepción de 1 segundo y de reacción de 2 segundos [6]. Las habilidades como oír, ver, identificar, evaluar pensar y reaccionar ante un obstáculo o una información pueden variar para el conductor bajo desiguales condiciones como la hora del día, la fatiga, aspectos psicológicos y fisiológicos.

Características del peatón. -Las habilidades de peatones se asemejan a las del conductor. El HCM sugiere una velocidad media de peatones de 5 km/hora para propósitos de diseño, sin embargo cuando más del 20% de peatones corresponde a personas de la tercera edad se toma una velocidad de 4 Km/hora. También se debe considerar para peatones discapacitados.

Vehículo de diseño. - Es el tipo de vehículo cuyas características particulares son usadas para el análisis de tránsito y diseño geométrico, este vehículo puede ser imaginario de tal modo que sus dimensiones y su radio mínimo de giro sea superiores a los vehículos en general.

Tipos de intersecciones. - Según el MTOP, el tipo de intersección a elegir debe estar en función de las condiciones de tráfico para la vía principal y la secundaria, tal como presenta la figura. Cada tipo de intersección se detallará en las siguientes secciones de este capítulo (MTOP 2013).

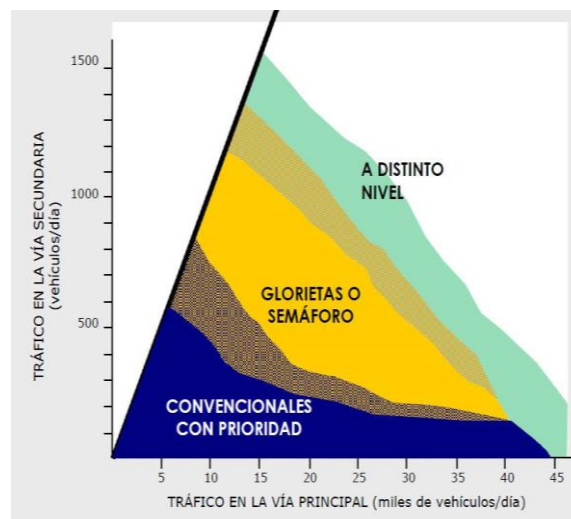


Figura 2.1 Tipos de intersecciones adecuadas a diferentes tráficos
FUENTE: MTOP

Metodología del TPDA

$$TPDA_{2016} = TO \cdot F_h \cdot F_d \cdot F_s \cdot F_m$$

Dónde:

TPDA₂₀₁₆: Tráfico promedio diario anual del 2016

TO: Tráfico observado

F_h: Factor horario

F_d: Factor diario

F_s: Factor semanal

F_m: Factor mensual

FE: Factor de expansión



Factor horario (F_h): Se calcula dividiendo el tráfico total del conteo automático para el volumen de tráfico que corresponde a las horas del conteo manual del mismo día.

Factor diario (F_d): Se calcula dividiendo el promedio diario semanal (PDS) del tráfico del conteo automático para el tráfico total del día calendario que corresponde al conteo manual.

Factor semanal (F_s): Se obtiene dividiendo el promedio del tráfico semanal mensual del conteo automático para la sumatoria del tráfico de la semana que contiene el día calendario del conteo manual.

Forma alternativa: Si no se dispone del tráfico del mes que contiene el día calendario del conteo manual, se puede calcular el factor semanal de la siguiente forma:

Se divide el número de semanas de cada mes para el número de semanas del mes con menor número de éstas (Anexo 4).

Factor mensual (F_m): Se calcula dividiendo el promedio de consumo de combustible mensual dividido para el consumo del mes que contiene al día calendario del conteo manual (Anexo 5)

Proyección del TPDA

Requisitos

- Tasa de crecimiento de los vehículos livianos (número de vehículos para cada 1000 habitantes).
- Tasa de crecimiento de buses (número de buses crece conjuntamente con la población)
- Tasa de crecimiento de camiones (varía según las variaciones del Producto interno bruto, si no se tiene esta información se considera como buses).

Cálculo de la tasa de crecimiento de vehículo.

$$i = \sqrt[n]{\frac{Tf}{TA}} - 1$$

Dónde:

i: Tasa de crecimiento de vehículos livianos

n: Tiempo del pronóstico

Tf: Tráfico futuro.

TA: Tráfico actual.



Tráfico actual y tráfico futuro:

Método logístico

$$T_m = \frac{T_s}{1 + e^{a+bt}}$$

Dónde:

T_m : Tasa de motorización del año i (# de vehículos /1000 habitantes).

T_s : Tasa de saturación (# vehículos/1000 habitantes) para la que se ajusta la curva donde T_m tiende a ser constante (la población crece, parque automotor crece, pero T_m se mantiene y toma el nombre de T_s).

a, b : constantes a determinar.

e : base logarítmica normal.

t : tiempo en años.

Valores de a y b :

Se considera a la ecuación anterior como una recta “ $Y = d + mX$ ”, se despeja el término que involucra a “ a ” y “ b ” aplicando logaritmo natural, así se aplicará regresión lineal para encontrar los valores de “ a ” como ordenada al origen y “ b ” como pendiente.

$$e^{a+bt} = \frac{T_s}{T_m} - 1$$
$$y = a + bt = \text{Ln} \left(\frac{T_s}{T_m} - 1 \right)$$

Tasa de motorización y tasa de saturación

Con la proyección de la población urbana hasta el año 2036 y los registros proporcionados por el EMOV del parque automotor de livianos disponibles desde el año 1969 hasta el 2014 por años. Mediante la ecuación de dicha recta se obtiene la primera iteración de la tasa de motorización (T_m) mientras que T_s es impuesto hasta que el coeficiente de determinación o porcentaje de variabilidad R^2 sea aproxime a 1.

$$T_m = \frac{\text{Parque automotor en el año } i}{\text{Poblacion del año } i/1000}$$



Tasa de crecimiento de buses y camiones

Para este paso se calcula la tasa de crecimiento de la población urbana mediante la ecuación 65

$$i = \sqrt[n]{\frac{Pf}{PA}}$$

Dónde:

i: Tasa de crecimiento de la población urbana

n: Tiempo del pronóstico

Pf: Población futura.

PA: Población actual.

Para determinar los valores de Pf y PA se calcula la proyección de la población por el método deseado. La proyección futura del TPDA se calcula con la siguiente ecuación

$$TPDA_{futuro} = TPDA_{Actual} (1 + i)^n$$

2.1.2 DISPOSITIVOS DE TRÁNSITO

Se conoce como dispositivos de tránsito a los semáforos, señales o marcas que dan alerta a precauciones, limitaciones e información a los usuarios de la vía (vehículos, peatones y ciclistas) imponiendo respeto entre ellos. Son colocados por las autoridades públicas, con el fin de satisfacer una necesidad. Estos dispositivos deben llamar la atención, tener una ubicación visible para los usuarios y transmitir un mensaje simple y claro de modo que tengan tiempo adecuado para reaccionar apropiadamente

2.1.2.1 Señales Verticales.

Las señales verticales se refieren a todo tipo de tablero con simbología o leyenda de fácil interpretación, el cual debe tener un diseño que llame la atención ya sea por su forma, tamaño, color, contraste y su efecto reflejante. Las señales verticales pueden ser:



Señales Preventivas (SP)

Previene al conductor de un peligro potencial, evitando cambios bruscos de velocidad. Ya sean por cambios en el alineamiento horizontal y vertical, condiciones de superficie deficiente, aumento de carriles, cambios de anchura del pavimento, pasos peatonales, entre otras medidas que faciliten al usuario tener precaución

El tablero de estas señales son de forma cuadrada de esquinas redondeadas, colocado en forma de rombo. Su color de fondo es amarillo y el de la simbología en negro excepto para la señal de “ALTO” que es de color rojo con el escrito blanco. Las señales que requieran una mayor explicación se colocará bajo este tablero otro de forma rectangular con su ilustración complementaria.

Señales Restrictivas (SR)

Restringen algún movimiento, limitan velocidades, prohíben estacionamientos, o dan señales de ceder el paso entre otras leyes de tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En caso de no cumplirlas acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.

El tablero de estas señales son de forma cuadrada de esquinas redondeadas, colocado en forma de rombo. Tienen un color de fondo blanco en acabado reflejante, el anillo y la franja diagonal en rojo y el símbolo, letras y filete en negro. Excepto la señal de “ALTO” que tendrá forma octogonal, y llevará fondo rojo con letras y filete en blanco. La señal de “CEDA EL PASO” tendrá forma triangular con sus tres lados iguales y uno de sus vértices hacia abajo y esquinas redondeadas, llevará un fondo blanco con letras en negro y el contorno en rojo. Y la señal de “SENTIDO DE CIRCULACIÓN” que tendrá forma rectangular con esquinas redondeadas y su mayor dimensión en el sentido horizontal, llevará fondo de color negro y la flecha de color blanco reflejante

Señales de información (SI)

Son tableros fijados en postes pueden ir a lado o encima de la calzada su función es informar o guiar al usuario a lo largo de su recorrido.

1. Informan al usuario sobre el kilometraje, la ubicación actual y de destinos.
2. Informan la existencia de algún servicio o de un lugar de interés turístico.

En intersecciones se puede colocar señales preventivas como: cruce de caminos, entronque en T, delta, lateral oblicuo, en Y, o glorieta, incorporación de tránsito, doble circulación, pasos peatonales. Señales restrictivas como “CEDA EL PASO”, prohibida la vuelta a la izquierda o a la derecha, prohibido el retorno, no estacionar o las señales de solo vuelta a la izquierda o a la derecha. Señales informativas como ubicación nombre de lugares y de servicios.



Figura 2. 2 Señales verticales
FUENTE: GOOGLE IMÁGENES

2.1.2.2 Señales Horizontales.

Estas señales son indicadores en forma de marcas, rayas, símbolos y letras que van pintadas en el pavimento. Su función es canalizar el flujo vehicular e indicar la presencia de obstáculos, sin distraer la atención del conductor.

En intersecciones se puede colocar raya separadora de sentidos de circulación, continua doble, raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla, raya separadora de carriles discontinua, raya separadora de carriles continua sencilla(separa un carril exclusivo para dar vuelta). Y también se puede colocar símbolos como flechas o alguna letra en el caso de que fuera necesario. Ejemplo: Si un carril debería ser solo para buses, podría ir marcado en el pavimento “Sólo Buses”.



Figura 2. 3 Señales horizontales
FUENTE: GOOGLE IMÁGENES



2.1.2.3 Semáforos.

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y eléctricos que mediante indicadores visuales de color verde, amarillo y rojo regulan la circulación de vehículos y peatones facilitando el paso ordenado de manera alternado.

Cuando el semáforo está en rojo los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada. Los peatones no cruzarán la calzada, a menos que algún semáforo les de la indicación de cruce.

El uso indebido de este dispositivo puede generar pérdidas innecesarias de tiempo. Cuando hay escasos volúmenes de tránsito que no requieren el control de semáforos o porque se requiera actualizar el tiempo de la luz roja según el conteo volumétrico. En el caso de no dar mantenimiento a los dispositivos pueden ocasionar malestares en conductores, peatones y en el peor de los casos accidentes (SCT Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras, 1986)

Tipos de semáforos.

Estos se clasifican en base al mecanismo de operación de los controles semaforicos.

- **Semáforos para el control de tránsito de vehículos**

1. No accionados por tránsito.
2. Accionados por el tránsito
3. Totalmente accionados por el tránsito
4. Parcialmente accionados por el tránsito

- **Semáforos para pasos peatonales**

1. En zonas de alto volumen peatonal
2. En zonas escolares

- **Semáforos especiales**

1. Para regular el uso de carriles
2. Para puentes levadizos
3. Para maniobras de vehículos de emergencia
4. Con barreras para indicar aproximación de trenes [10].



Figura 2. 4 Algunos tipos de semáforo
FUENTE: GOOGLE IMÁGENES

Número de lentes y de caras.

Lo semáforos como mínimo deben poseer 3 lentes verde, amarillo y rojo. Y como máximo 5, considerando flecha verde a la izquierda, de frente y a la derecha, ($\leftarrow \uparrow \rightarrow$).

La cara es el conjunto de lentes (unidades ópticas que dirigen la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada) que están ubicados hacia una misma dirección

Se recomienda dos caras por cada acceso a la intersección, o más en el caso de que las condiciones locales como son isletas, número de carriles, indicaciones direccionales lo requieran (Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G., 2007)

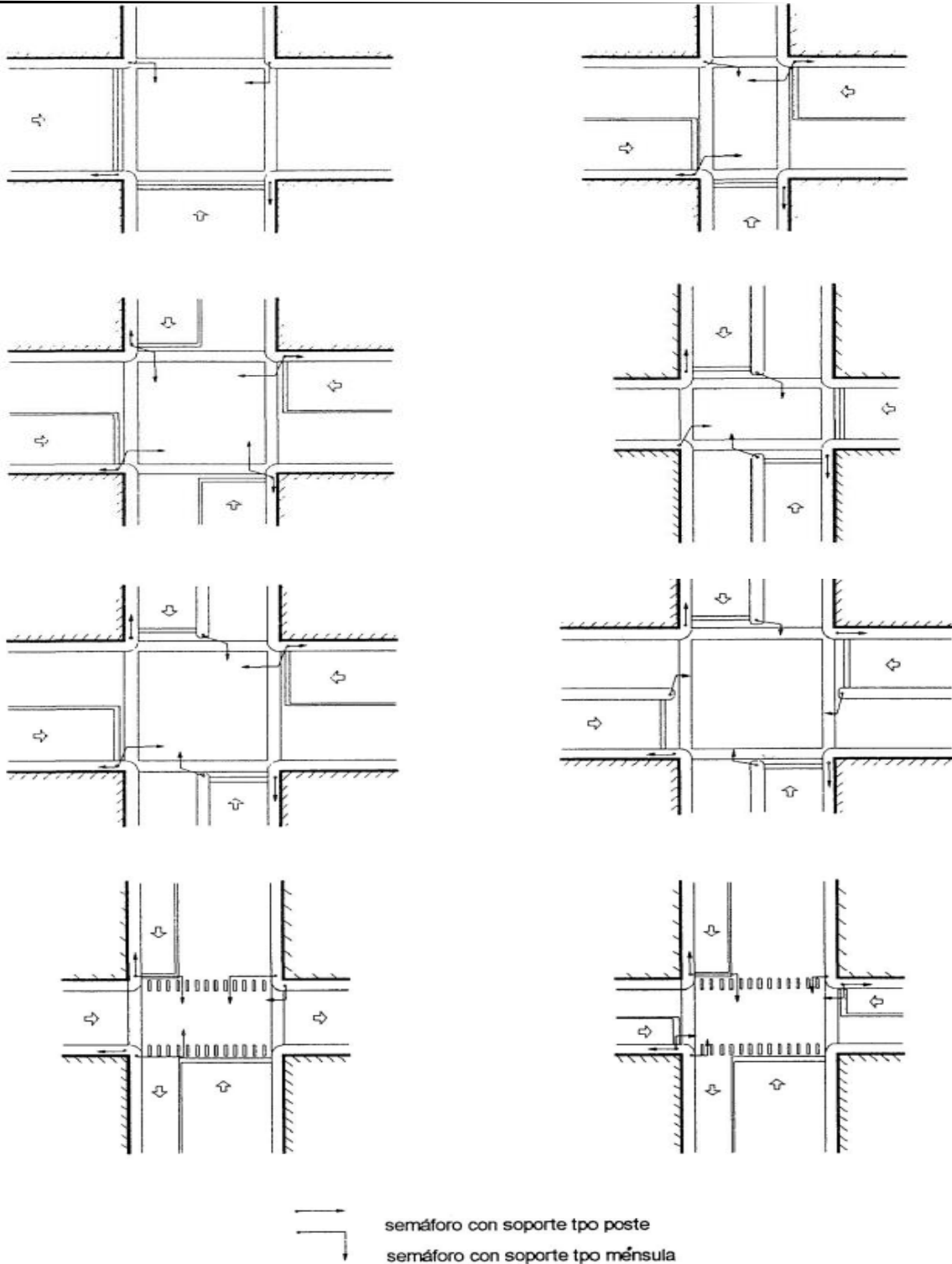


Figura 2.5 Ubicación de semáforos y número recomendable de caras
FUENTE: SCT MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS, MÉXICO 1986



Parámetros a considerar en la semaforización

Indicación de señal: Es el encendido de una de las luces del semáforo o una combinación de varias luces al mismo tiempo

Ciclo o longitud de ciclo: Es el tiempo requerido para una secuencia completa de todas las indicaciones de señal del semáforo

Movimiento: Maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila

Intervalo: Cualquiera de las diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.

Fase: Parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos. Una fase comienza con la pérdida del derecho de paso de los movimientos que entran en conflicto con los que lo ganan y pierde el derecho de paso en el momento que aparece la indicación amarilla

Secuencia de fase: Orden predeterminado en el que ocurren las fases del ciclo

Reparto: Porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases

Intervalo verde: Intervalo de derecho de paso durante el cual la indicación de señal es verde

Intervalo de cambio: Tiempo de exposición de la indicación amarilla que da un aviso de precaución para pasar de una fase a la siguiente.

Intervalo de despeje o todo rojo: Tiempo de exposición de una indicación roja para todo el tránsito que se prepara entrar a la intersección. Es un tiempo extra para que los vehículos que pierden el derecho de paso puedan despejar la intersección antes de que los vehículos, que lo ganan, reciban el verde.

Intervalo de cambio de fase: Intervalo que puede consistir de solamente un intervalo de cambio amarillo o que puede incluir un intervalo adicional de despeje todo rojo. (SCT Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras, 1986)

Cálculos de los tiempos del semáforo.

Es recomendable que exista el mínimo número de fases, y que en ellas se realicen todos los movimientos posibles evitando puntos de conflictos, así el flujo vehicular no se queda atascado, obviando demoras y por ende mejorando el nivel de servicio de la intersección (Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G., 2007).

Los elementos a considerar en este cálculo son los siguientes:

Intervalo de cambio fase

Su función es la de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección.

$$y = \left(t + \frac{v}{2a}\right) + \left(\frac{W + L}{v}\right) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Y: intervalo de cambio de fase, amarillo más todo rojo (s)

t: tiempo de percepción-reacción del conductor (usualmente 1s)

v: velocidad de aproximación de los vehículos

a: tasa de desaceleración (valor usual 3.05 m/s^2)

W: ancho de la intersección (m)

L: longitud del vehículo (valor típico 6.10m)

$\left(t + \frac{v}{2a}\right)$: Amarillo $+\left(\frac{W+L}{v}\right)$: Todo rojo

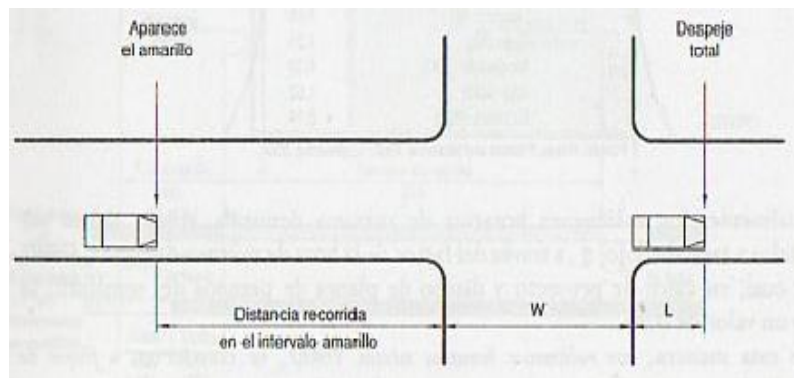


Figura 2.6 Intervalo de cambio de fase

FUENTE: RAFAEL CAL Y MAYOR R Y JAMES CÁRDENAS G, 1994, INGENIERÍA DE TRÁNSITO.

Longitud del ciclo

En base a observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito (F. V Webster), la longitud del ciclo del semáforo se obtiene mediante la Ecuación 2.



$$C_o = \frac{1,5L + 5}{1 - \sum_{j=1}^{\Phi} Y_j} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Co: tiempo ciclo óptimo (s)

L: tiempo perdido del ciclo (s)

Yj: máximo valor de relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase j.

Φ: número de fases

El intervalo de valores aceptables para la longitud de un ciclo está entre el 75% y el 150% del ciclo óptimo, para el cual las demoras nunca serán mayores en más del 10% al 20% de la demora mínima.

Vehículos equivalentes

Para un análisis más sencillo se imagina que todos los vehículos son livianos y continúan de frente, para ello se debe calcular un factor de ajuste por vehículos pesados. Para intersecciones el HCM utiliza 3 automóviles equivalentes para vehículos pesados (camiones y autobuses).

$$fhv = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

fhv: Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_T: Porcentaje de camiones en la corriente vehicular

P_B: Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular

P_R: Porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular

E_T: Automóviles equivalentes a un camión

E_B: Automóviles equivalentes a un autobús

E_R: Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

También se debe considerar factores por movimientos de vuelta, ya que estas maniobras consumen mayor tiempo que los vehículos que continúan de frente, para ello existen tablas de giros a la izquierda que están en función del flujo opuesto y número de carriles (tabla 2.1) y giros a la derecha que está relacionado con el volumen de peatones en conflicto con el giro (tabla 2.2) (Roger P. Roess, 2011).



Tabla 2. 1 Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la izquierda (Evi)
FUENTE: ROESS, PRASSAS AND MCSHANE. TRAFFIC ENGINEERING 2011

Flujo Opuesto (Veh/h)	Número de carriles opuesto		
	1	2	3
0	1,1	1,1	1,1
200	2,5	2	1,8
400	5	3	2,5
600	10	5	4
800	13	8	6
1000	15	13	10
1200	15	15	15

Tabla 2. 2 Automóviles directos equivalentes para vueltas hacia la derecha (Evd)
FUENTE: ROESS, PRASSAS AND MCSHANE. TRAFFIC ENGINEERING 2011

VOLÚMEN PEATONAL EN EL CRUCE PEATONAL EN EL CONFLICTO	EQUIVALENTE
Ninguno (0)	1,18
Bajo (50)	1,21
Moderada (200)	1,32
Alto (400)	1,52
Extremo (800)	2,14

Al igual que los volúmenes horarios mixtos VHMD (volumen horario de máxima demanda), se deben convertir en flujos de automóviles directos equivalentes por hora:

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \frac{1}{f_{hv}} (E_{v(I \text{ ó } D)}) \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

q_{ADE} : Automóviles directos equivalentes por hora

FHMD: Factor horario de máxima demanda

f_{hv} : Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

$E_{v(I \text{ ó } D)}$: Vuelta hacia la izquierda o derecha.

Flujo de saturación y tiempo perdido:

Cuando el semáforo cambia a verde, el paso de los vehículos que cruzan la línea de ALTO se incrementa rápidamente a una tasa llamada flujo de saturación S.

La tasa de vehículos que cruza la línea al arrancar es menor durante los primeros segundos, mientras los vehículos aceleran hasta alcanzar una velocidad de marcha normal.

El flujo de saturación es la tasa máxima de vehículos que cruzan la línea, que puede ser obtenida, cuando existen filas y éstas aún persisten hasta el final del período verde.

Mediante la figura 2.7 se explica este fenómeno. Cuando el semáforo indica la luz verde, los vehículos pierden un poco de tiempo al inicio de este lapso antes de empezar a moverse, mientras la luz siga en verde la tasa de vehículos que cruzan la línea llega a un máximo hasta que se presente la luz amarilla. Y cuando el semáforo cambie a rojo la tasa de vehículos que cruzan la línea desciende a cero. El área bajo la curva representa el número de vehículos que entran a la intersección. El tiempo de luz verde efectivo es menor que la suma de los tiempos de verde y amarillo y se obtiene al dividir el número de vehículos que cruzan la intersección por el flujo de saturación (Roger P. Roess, 2011).

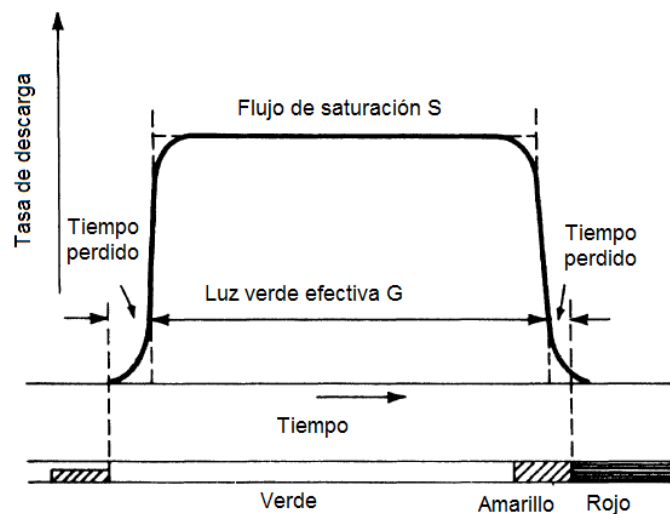


Figura 2.7 Descarga de vehículos para diferentes instantes durante una fase de luz verde
FUENTE: ROESS, PRASSAS AND MCHANE. TRAFFIC ENGINEERING 2011

El tiempo perdido por ciclo es de:

$$L = \sum_{i=1}^{\phi} (A_i + TR_i) \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

A_i : Intervalo amarillo

TR_i : Intervalo todo rojo

Asignación de tiempos verdes:

El tiempo verde efectivo total g_T , disponible por ciclo para todos los accesos de la intersección está dado por:



$$g_T = C - L = C - \sum_{i=1}^{\varphi} (A_i + TR_i) \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

g_T : Tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos

C: Longitud actual del ciclo (redondeando C_0 a los 5 segundos más cercanos.)

Para obtener una demora total mínima en la intersección, el tiempo verde efectivo total g_T debe distribuirse entre las diferentes fases en proporción a sus valores de Y_i , así:

$$g_i = \frac{Y_i}{1 - \sum_{i=1}^{\varphi} Y_i} (g_T) = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{\varphi}} (g_T) \quad \text{Ecuación 7}$$

Y_i es el valor máximo de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación, para el acceso o movimiento o carril crítico de cada fase i .

El tiempo verde real G_i para cada fase i :

$$G_i = g_i + l_i - A_i - TR_i \quad \text{Ecuación 8}$$

2.1.3 INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.

Las intersecciones semaforizadas son cruces de dos o más caminos accionados mediante luces que conllevan a los usuarios a ceder el paso y a pasar por la intersección cuando existe un cambio de luces (Sección 2.1.2.3 Semáforos).

2.1.3.1 Capacidad de intersecciones semaforizadas.

La capacidad para estas intersecciones se define para cada acceso, como la tasa de flujo máximo que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalentes de tránsito, de la calle y del semáforo.



Para determinar la capacidad de un grupo de carriles se usa el concepto de flujo de saturación S , que se define como la tasa máxima de flujo en un acceso o grupo de carriles, el grupo de vehículos que pasan por la intersección, se expresa como vehículos por hora de luz verde (vphv) (Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G., 2007).

$$c_i = s_i \left(\frac{g_i}{C} \right) \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

c_i : Capacidad del acceso o grupo de carriles (vph)

s_i : Flujo de saturación del acceso o grupo de carriles i (vphv)

g_i : Tiempo verde efectivo para el acceso o grupo de carriles i

C : Ciclo del semáforo

$\left(\frac{g_i}{C} \right)$: Relación de verde para el acceso o grupo de carriles

2.1.3.2 Niveles de Servicio en intersecciones semaforizadas

El nivel de servicio es una medida cualitativa del servicio que ofrece una vía.

Los niveles de servicio se definen a través de la demora, la cual representa para el conductor la medida del tiempo perdido en el viaje (HCM Highway Capacity Manual, 2010)

Nivel de servicio A:

Demoras menores a 10 segundos por vehículo. Cuando la mayoría de vehículos llegan durante la fase verde.

Nivel de servicio B:

Demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.

Nivel de servicio C:

Demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular.

Nivel de servicio D:

Demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Mala progresión del tránsito o cuando los vehículos llegan en la fase roja. La relación entre volumen y capacidad son altas

Nivel de servicio E:

Demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Es considerado como el límite aceptable de demoras. La relación entre volumen y capacidad son muy altas



Nivel de servicio F:

Demoras mayores a 80 segundos por vehículo. El volumen de vehículos ha excedido la capacidad del acceso de la intersección, presentando congestionamiento.

2.1.3.3 Metodología del análisis de intersecciones semaforizadas

Determina la capacidad y el nivel de servicio de cada grupo de carriles o accesos a la intersección semaforizada a través de cinco módulos (HCM Highway Capacity Manual, 2010), (MTOPI,2013)

1. Módulo de entrada

Este módulo es establecido mediante las siguientes condiciones:

Condiciones geométricas; como el número de carriles, ancho de carriles, movimiento por carril, ubicación de estacionamiento, longitud de bahías para vueltas, pendientes de los accesos.

Condiciones de tránsito; como el volumen de tránsito para cada movimiento en cada acceso, número de autobuses urbanos que realizan paradas antes y después de la intersección, flujos peatonales

Condiciones de los semáforos; Según el diagrama de las fases en el ciclo semafórico

2. Módulo de ajuste de volúmenes

En este módulo se considera los siguientes factores:

Factor de la hora de máxima demanda

$$V_p = \frac{V}{FHMD} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

V: Volumen horario (vph)

V_p: Tasa de flujo durante los 15 minutos pico

Establecimiento de grupo de carriles

Carriles separados: cuando se dispone de bahías exclusivas de vuelta a la izquierda y a la derecha.



Carriles directos: o grupo simple de carriles

Carriles compartidos

$$\left. \begin{array}{l} a) V_I < \frac{V_a - V_I}{N - 1} \\ b) V_I \geq \frac{V_a - V_I}{N - 1} \end{array} \right\} \text{Ecuación 11}$$

Donde:

V_I : Flujo actual de vuelta a la izquierda (vph)

V_a : Flujo actual en el acceso (vph)

N : Número de carriles del acceso

Cuando se cumple el inciso b) se tiene un carril exclusivo para giros a la izquierda

Asignación de volúmenes a grupo de carriles

Flujo ajustado de volumen en un mismo movimiento

$$v_i = V_{gi} U_i \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

V_i : Flujo de demanda ajustado en el grupo de carriles i (vph)

V_{gi} : Flujo de demanda no ajustado en el grupo de carriles i (vph)

U_i : Factor de utilización de carril para grupo de carriles i

El factor de utilización de carril 1,0 para un carril, 1,05 para dos carriles y 1,10 para tres o más carriles.

3. Módulo de flujo de saturación

$$S = S_0 (N) (f_W) (f_{HV}) (f_g) (f_p) (f_{bb}) (f_a) (f_{LU}) (f_{LT}) (f_{RT}) (f_{Lpb}) (f_{Rpb}) \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

S : Flujo de saturación del grupo de carriles, expresado como el total para para todos los carriles del grupo, bajo condiciones prevaecientes (vphv)

S_0 : Flujo de saturación en condiciones ideales, tomado usualmente como 1900 vehículos ligeros por hora de luz verde por carril (vlphvpc)

N : Número de carriles del grupo

f_W : Factor de ajuste por ancho de carril

f_{HV} : Factor de ajuste por vehículo pesado

f_g : Factor de ajuste por pendiente

f_p : Factor de ajuste por estacionamiento



f_{bb} : Factor de ajuste por bloqueo de buses

f_a : Factor de ajuste por área

f_{LU} : Factor de ajuste por utilización de carriles

f_{LT} : Factor de ajuste por vueltas a la izquierda

f_{RT} : Factor de ajuste por vueltas a la derecha

f_{Lpb} : Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda

f_{Rpb} : Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha

En el cual según el HCM 2000:

Factor de ajuste por ancho de carril

$$f_W = 1 + \frac{W - 3,6}{9} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

W : Ancho de carril, Para $W > 2,4$. Si $W \geq 4,8m$ analizar como dos carriles.

Factor de ajuste por vehículo pesado (f_{HV})

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

$\%HV$: Porcentaje de vehículos pesados del grupo

E_T : Equivalencia de vehículos pesados, 3.

Factor de ajuste por pendiente (f_g)

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200} \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

$\%G$: Porcentaje de pendiente del acceso

$-6 \leq \%G \leq +10$ (Negativa en descensos)

Factor de ajuste por estacionamiento (f_p)

$$f_p = \frac{N - 0,1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

N : Número de carriles del grupo

N_m : Número de maniobras de estacionamiento $0 \leq N_m \leq 180$



$f_p \geq 0,05$. Sin estacionamiento $f_p = 1,00$

Factor de ajuste por bloqueo de buses (f_{bb})

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4N_B}{3600}}{N} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

N: Número de carriles del grupo

N_B : Número de buses que paran por hora $0 \leq N_B \leq 250$

$f_{bb} \geq 0,05$.

Factor de ajuste por área (f_a)

$$\begin{aligned} f_a &= 0,900 \text{ en CBD} \\ f_a &= 1,00 \text{ en otras áreas} \end{aligned} \quad \text{Ecuación 19}$$

CBD: Distrito central de negocios (centro de la ciudad)

Factor de ajuste por utilización de carriles (f_{LU})

$$f_{LU} = \frac{V_g}{V_{g1}N} \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

N: Número de carriles del grupo

V_g : Tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril (vph)

V_{g1} : Tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto del grupo

Factor de ajuste por vueltas a la izquierda (f_{LT})

$$\begin{aligned} \text{Carril exclusivo: } f_{LT} &= 0,95 \\ \text{Carril compartido: } f_{LT} &= \frac{1}{1,0 + 0,05P_{LT}} \end{aligned} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

P_{LT} : Proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

Factor de ajuste por vueltas a la derecha (f_{RT})

$$\begin{aligned} \text{Carril exclusivo } f_{RT} &= 0,85 \\ \text{Carril compartido } f_{RT} &= 1,0 - 0,15P_{RT} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Carril simple } f_{RT} &= 1,0 - 0,135P_{RT} && \text{Ecuación 22} \\ f_{RT} &\geq 0,050 \end{aligned}$$

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda (f_{Lpb})

$$f_{Lpb} = 1,0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA}) \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

P_{LT} : Proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles

A_{pbT} : Ajuste a la fase permitida

P_{LTA} : Proporción de vueltas a la izquierda que usan la fase protegida

Factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la derecha (f_{Rpb})

$$f_{Rpb} = 1,0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{RTA}) \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

P_{RT} : Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles

A_{pbT} : Ajuste a la fase permitida

P_{RTA} : Proporción de vueltas a la derecha que usan la fase protegida.

Estos dos últimos factores están relacionados con la geometría de la intersección.

El factor de ajuste por peatones y bicicletas es tomado por separado y analizado para el volumen de vehículos que entran en el conflicto.

Las variables que se consideran para este cálculo son:

1. Carril compartido o exclusivo para realizar giro a la derecha o izquierda.
2. Tipo de paso (protegido, permitido o protegido-permitido)
3. Proporción de vehículos en cada giro.

Para el cálculo de dichos factores se toman en cuenta 4 pasos:

Paso 1 Determinar la ocupación promedio de peatones (OCC_{pedg})

La ocupación promedio de peatones está en función de la tasa de flujo de peatones (V_{pedg}).



$$V_{pedg} = V_{ped} \left(\frac{C}{g_p} \right) \quad (V_{ped} \leq 5000) \quad \text{Ecuación 25}$$

Donde:

V_{ped} : Volúmen de peatones

C: Ciclo del semáforo

g_p : Tiempo verde de peatones

$$\left. \begin{aligned} OCC_{pedg} &= \frac{V_{pedg}}{2000} \quad (V_{pedg} \leq 1000 \text{ y } OCC_{pedg} \leq 0,5) \\ OCC_{pedg} &= 0,4 + \frac{V_{pedg}}{10000} \quad (1000 \leq V_{pedg} \leq 5000 \text{ y } OCC_{pedg} \leq 0,9) \end{aligned} \right\} \text{Ecuación 26}$$

Paso 2 Determinar las zonas de conflicto ocupacional relevantes (OCC_T)

Si existe conflicto entre los vehículos que giran a la derecha después de la línea de parada con las bicicletas que transitan no se debe tomar en cuenta ya que esta acción no toma lugar en la intersección (se considera solo el conflicto con peatones).

Para giros a la derecha sin interferencia de bicicletas o para giros a la izquierda en un acceso de un solo carril se debe aplicar la siguiente ecuación.

$$OCC_r = OCC_{pedg} \quad \text{Ecuación 27}$$

Para giros a la derecha con interferencia de bicicletas está en función de la tasa de flujo de bicicletas.

$$\begin{aligned} V_{bicg} &= V_{bicg} \left(\frac{C}{g} \right) \quad (V_{bicg} \leq 1900) \\ OCC_{bicg} &= 0,02 + \frac{V_{bicg}}{2700} \quad (V_{bicg} \leq 1900 \text{ y } OCC_{bicg} \leq 0,72) \end{aligned} \quad \text{Ecuación 28}$$

Para giros a la derecha desde una doble vía, el tiempo de despeje de la cola opuesta (g_q) se compara primero con el verde de peatones (g_p). Si $g_q > g_p$ entonces $f_{Lpb} = 1,0$, ya que la cola opuesta consume la totalidad del tiempo de verde de peatones.

Por otra parte la ocupación de peatones después de despejada la cola opuesta OCC_{pedu} se determina por medio de la ecuación que sigue:



$$OCC_{pedg} = OCC_{pedg} [1 - 0,5(g_c/g_p)] \quad \text{Ecuación 29}$$

Paso 3 Determinar los factores de ajuste para giros en la fase permitida de peatones y bicicletas (A_{pbT}).

Cuando el número de carriles de acceso y de carriles receptores son iguales los vehículos que giren no tendrán la posibilidad de maniobrar esquivando bicicletas y peatones, para ello se calcula un factor de ajuste que muestra la proporción de tiempo donde la zona de conflicto está desocupada:

$$A_{pbT} = 1 - OCC_r \quad \text{Ecuación 30}$$

Cuando el número de carriles de acceso excede al número de carriles receptores, los vehículos que giren tendrán la posibilidad de maniobrar esquivando bicicletas y peatones, para ello se calcula un factor de ajuste menor:

$$A_{pbT} = 1 - 0,6 (OCC_r) \quad \text{Ecuación 31}$$

Paso 4 Para este paso se reemplazan los factores calculados en las ecuaciones de los pasos 1, 2 y 3 en las ecuaciones 15 y 16 para el factor de ajuste por peatones y bicicletas para vueltas vehiculares a la izquierda y derecha respectivamente

4. *Módulo de análisis de capacidad*

Este módulo se calcula a través de la Ecuación 9 para la capacidad C_i como ya se explicó anteriormente.

La relación volumen capacidad o grado de saturación se expresa como

$$x_i = \frac{V_i}{C_i} \quad \text{Ecuación 32}$$

Donde:

V_i : Es la tasa de flujo de demanda actual o proyectada

La relación de flujo se expresa como



$$V_i = \left(\frac{V}{S} \right)_i \quad \text{Ecuación 33}$$

Donde:

S_i : Flujo de saturación ajustado del carril i

Entonces:

$$x_i = \frac{\left(\frac{V}{S} \right)_i}{s_i (g_i / C)} \quad \text{Ecuación 34}$$

Y para evaluar globalmente la intersección, con respecto a su geometría y al ciclo del semáforo se utiliza el concepto de grado de saturación crítica de la intersección:

$$x_c = \frac{C}{C - L} \left[\sum \left(\frac{V}{S} \right)_{ci} \right] \quad \text{Ecuación 35}$$

Donde:

X_c : Relación volumen a capacidad crítica de la intersección

C : Ciclo del semáforo en segundos

L : Tiempo total perdido por ciclo

$\sum \left(\frac{V}{S} \right)_{ci}$: Sumatoria de las relaciones de flujo de todos los grupos de carriles críticos.

Cuando la relación volumen capacidad (V/C) $\geq 1,0$ quiere decir que existe un nivel de servicio crítico, mientras que si esta relación es mucho menor que 1,0 los accesos trabajan muy por debajo de su capacidad.

5. *Módulo del nivel de servicio y demoras*

En este módulo para obtener el nivel de servicio de cada acceso como también de la intersección como un todo se debe calcular las demoras (segundo por vehículo), que están en función de la forma de como los vehículos se aproximan a la intersección.

Demora uniforme (d1)

Esta demora ocurre cuando los vehículos llegan de manera uniforme. No existe saturación durante ningún ciclo. El valor mínimo que puede tomar es de 1 segundo por vehículo.



$$d_1 = \frac{0,5C \left(1 - \frac{qg}{C}\right)^2}{1 - \left[\min(1, x) \frac{qg}{C}\right]} \quad \text{Ecuación 36}$$

Demora incremental (d2)

Esta demora considera la llegada aleatoria de vehículos provocando así algunos ciclos sobresaturados

$$d_2 = 900T \left[(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8klX}{cT}} \right] \quad \text{Ecuación 37}$$

Donde:

T: Duración del periodo de análisis (0,25 h)

k: Factor de demora incremental, que dependen del ajuste de los controladores en intersecciones accionadas. K=0,50 para intersecciones prefijadas

l: Factor de ajuste por entradas de la intersección corriente arriba. l=1,0 para intersecciones aisladas

Demora por cola inicial (d3)

Esta demora es adicional, sucede cuando los vehículos llegan durante el periodo de análisis T, los cuales deberán esperar que la cola inicial circule.

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1 + u)t}{cT} \quad \text{Ecuación 38}$$

Donde:

Q_b : Cola inicial al principio del periodo T (vehículos)

T: Duración del periodo de análisis (0,25 h)

c: Capacidad (vph)

t: Duración de la demanda insatisfecha (h)

u: Parámetro de demora

Cuando la relación volumen capacidad $X > 1,0$ para un periodo de 15 minutos la cola inicial Q_b se debe observar al inicio del rojo.

Se presenta esta demora adicional cuando $Q_b \neq 0$. Para ello se considera 5 casos:

Caso 1: cuando el periodo es no saturado sin cola inicial $Q_b=0$; $d_3=0$.

Caso 2: cuando el periodo es sobresaturado sin cola inicial $Q_b=0$; $d_3=0$.

Caso 3: cuando la cola inicial Q_b se disipa durante T, cumpliendo la desigualdad que $Q_b + qT < cT$, siendo qT la demanda total en T y cT la capacidad disponible en T.

Caso 4: cuando existe una demanda insatisfecha al final de T, pero decreciente



$qT < Ct$.

Caso 4: cuando la demanda en T, excede la capacidad, la demanda insatisfecha se incrementa al final de T, $qT > Ct$.

Demora media por control (d)

Esta demora está en función de las tres demoras mencionadas anteriormente y se expresa como:

$$d = d_1 (PF) + d_2 + d_3 \quad \text{Ecuación 39}$$

Donde:

PF: Factor de ajuste por coordinación del semáforo

Este factor afecta de manera directa a la demora uniforme, ya que si existiera una buena coordinación en semáforos una buena relación de vehículos llegara en verde.

$$PF = \frac{(1 - P)f_{PA}}{1 - \frac{g}{C}} \quad \text{Ecuación 40}$$

Donde:

P: Proporción de vehículos que llegan en verde

$\frac{g}{C}$: Proporción de tiempo verde disponible

f_{PA} : Factor de ajuste suplementario por grupos vehiculares que llegan durante verde.

Demora en el acceso (dA)

Esta demora es un promedio ponderado de las demoras de los carriles en un acceso y se expresa como:

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^A d_i V_i}{\sum_{i=1}^A V_i} \quad \text{Ecuación 41}$$

Donde:

A: Número de grupos de carriles en el acceso A

d_i : Demora en el grupo de carriles i, en el acceso A (spv)

V_i : Volumen ajustado del grupo de carriles i (vph)

Demoras en la intersección (dI)

Esta demora es un promedio ponderado de las demoras de los accesos de la intersección y se expresa como:

$$d_I = \frac{\sum_{A=1}^I d_A V_A}{\sum_{A=1}^I V_A} \quad \text{Ecuación 42}$$



Donde:

I: Número de accesos a la intersección I

d_A : Demora en el acceso A (spv)

V_A : Volumen ajustado del acceso A (veh/h)

2.1.4 INTERSECCIONES CONVENCIONALES CON PRIORIDAD DE PASO

Son intersecciones de doble vía que no están controladas por el semáforo, sino por señales de parada o *two-way stop control* (TWSC) según la metodología del HCM 2010. En este tipo de intersecciones se considera la prioridad de movimiento o *rank* de vehículos y peatones como también los espacios disponibles entre vehículos de la calle principal (HCM Highway Capacity Manual, 2010)

2.1.4.1 Capacidad de intersecciones convencionales con prioridad de paso

La capacidad para un movimiento “x” en un espacio disponible se denota como C_{px} , conocido como capacidad potencial

$$C_{px} = V_{cx} \frac{e^{-(V_{cx} t_{cx}/3600)}}{1 - e^{-(V_{cx} t_{fx}/3600)}} \quad \text{Ecuación 43}$$

Donde:

C_{px} : Capacidad potencial de movimiento “x” (veh/h)

V_{cx} : Tasa de flujo de conflicto para un movimiento “x” (veh/h)

t_{cx} : Intervalo crítico para cada movimiento “x” (seg)

t_{fx} : Tiempo continuo para el movimiento “x” (seg)

2.1.4.2 Niveles de Servicio en intersecciones convencionales con prioridad de paso

Para obtener el nivel de servicio de la intersección se aplica la ecuación 44 que está en función de la capacidad y de la tasa de flujo para un movimiento “x” en un periodo de 15 minutos



$$d_x = \frac{3600}{cm_x} 900T \left[\left(\frac{v_x}{cm_x} - 1 \right) + \sqrt{\left(\frac{v_x}{cm_x} - 1 \right)^2 + \frac{3600}{450T} \frac{v_x}{cm_x}} \right] \quad \text{Ecuación 44}$$

Donde:

d_x : Demora controlada (seg/veh)

T: Duración del periodo de análisis (0,25 h)

v_x : Tasa de flujo para un movimiento x (veh/h)

cm_x : Capacidad de movimiento "x"

Se debe tener en cuenta que si el volumen del flujo vehicular es mayor a la capacidad de la intersección el nivel de servicio será F (Tabla 2.1).

Tabla 2.3 Niveles de servicio para intersecciones controladas por señales de parada
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 19

Control Delay (s/vehicle)	LOS by Volume-to-Capacity Ratio	
	$v/c \leq 1.0$	$v/c > 1.0$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

Note: The LOS criteria apply to each lane on a given approach and to each approach on the minor street. LOS is not calculated for major-street approaches or for the intersection as a whole.

2.1.4.3 Metodología del análisis de intersecciones convencionales con prioridad de paso

Determinar la jerarquía de la intersección como también el intervalo.

El espacio de intervalo se refiere a la distancia entre la parte trasera de un vehículo y la parte delantera del segundo vehículo, cuyo espacio será usado para el movimiento del vehículo que tenga prioridad de paso.

Convertir los volúmenes de demanda por movimiento a flujo ajustado de vehículos equivalentes

$$v_i = \frac{V_i}{PHF} \quad \text{Ecuación 45}$$

Donde:

v_i : Volumen convertido por demanda de movimiento i

V_i : Volumen de demanda por movimiento

PHF : Factor de la hora pico

$$v_{i, pce} = \frac{v_i}{f_{HV}} \quad \text{Ecuación 46}$$

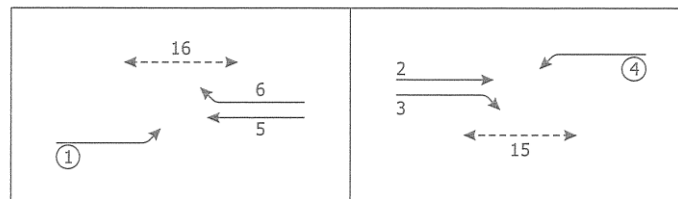
Donde:

$v_{i, pce}$: Flujo ajustado por el factor de vehículo pesado

$v_i f_{HV}$: Factor de ajuste por vehículo pesado (Ecuación 15)

Determinar los volúmenes de conflicto.

En la figura 2.8 se puede observar que los giros izquierdos (movimientos 1 y 4), que son los que generan mayor espacio de conflicto entre vehículos. Este es en el caso de intersecciones de tres accesos.



$$v_{c,1} = v_5 + v_6 + v_{16}$$

$$v_{c,4} = v_2 + v_3 + v_{15}$$

Figura 2. 8 Giros izquierdos en intersecciones con prioridad de paso
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 19

Para los giros derechos en la calle secundaria con dos carriles se explica en la figura 2.9, donde se observa que este flujo se suma a los vehículos del carril derecho de la calle principal y que debe cruzar con dos conflictos peatonales 14 y 15 para el movimiento 9, 5 y 6 para el movimiento 12.

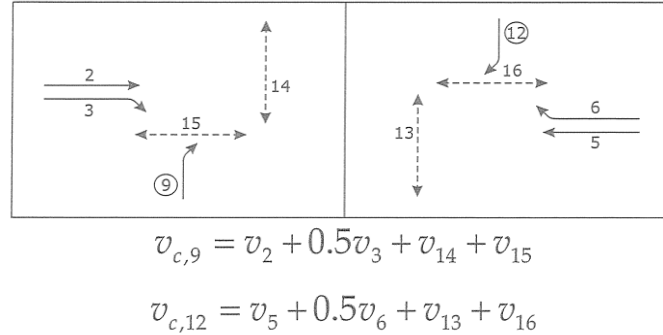


Figura 2.9 Giros derechos en intersecciones con prioridad de paso
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 19

Para intersecciones tipo cruz de cuatro y seis carriles se explica a detalle en el capítulo 19 del HCM 2010.

Determinar los intervalos críticos y tiempos continuos.

Se define como intervalo crítico al tiempo entre dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos, y medidos entre puntos homólogos del par de vehículos (t_c).

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}P_{HV} + t_{c,G}G - t_{3LT} \quad \text{Ecuación 47}$$

Donde:

$t_{c,x}$: Intervalo crítico para cada movimiento x

$t_{c,base}$: Intervalo crítico base (Cuadro 19-10 [3])

$t_{c,HV}$: Factor de ajuste para vehículos pesados (1,0 para vías principales con un carril en cada dirección 2,0 para vías principales con dos carriles en cada dirección)

P_{HV} : Proporción de vehículos pesados

$t_{c,G}$: Factor de ajuste por pendiente

t_{3LT} : Factor de ajuste por geometría de la intersección (0,7 para intersecciones de tres accesos con giros ala izquierda desde calle secundaria y 0,0 para otras).

El tiempo continuo se calcula solo bajo condiciones de flujo de cola continua muy parecido al cálculo de la tasa de flujo de saturación en intersecciones semaforizadas (t_f).

$$t_{f,x} = t_{f,base} + t_{f,HV}P_{HV} \quad \text{Ecuación 48}$$

Donde:

$t_{f,x}$: Tiempo continuo para cada movimiento x

$t_{f,base}$: Tiempo continuo base (Cuadro 19-11 del HCM 2010)



$t_{f,HV}$: Factor de ajuste para vehículos pesados (0,9 para vías principales con un carril en cada dirección 1,0 para vías principales con dos carriles en cada dirección)

P_{HV} : Proporción de vehículos pesados

Cálculo de la Capacidad

Para este paso se utiliza la Ecuación 44. Y se debe tomar en cuentas las siguientes condiciones:

1. Otras intersecciones cercanas no alteran la intersección a analizar
2. El flujo señalizado cercano a la intersección no afecta la llegada a la misma.
3. Se tiene un carril exclusivo para giros a la calle secundaria
4. Ningún otro movimiento de jerarquía (2, 3 o 4) impiden el movimiento del análisis

Derechos de parada y paso:

i: La jerarquía 1 debe tener derecho de paso frente a la jerarquía 2,3 y 4.

j: La jerarquía 2 debe ceder el paso a la jerarquía 1 y tener derecho de paso frente a la jerarquía 3 y 4

k: La jerarquía 3 debe ceder el paso a la jerarquía 1,2 y tener derecho de paso frente a la jerarquía 4

l: La jerarquía 4 debe ceder el paso a la jerarquía 1,2,3.

Siendo la capacidad de movimiento de cada flujo de tráfico de la jerarquía 2 como se presenta en la siguiente ecuación:

$$C_{mj} = C_{pj} \tag{Ecuación 49}$$

Donde:

C_{mj} : Capacidad del movimiento x (veh/h)

C_{pj} : Capacidad potencial de movimiento x (veh/h)

Mientras que para la jerarquía 3 se ve afectada por el flujo vehicular 1 y 2 especialmente por los giros izquierdos en la calle principal 1 y 4. Su capacidad se determina mediante el producto de las probabilidades de los movimientos de la jerarquía 2.

$$C_{mk} = C_{pk} \cdot \prod_j P_{vj} \tag{Ecuación 50}$$

Donde:

C_{mk} : Capacidad del movimiento de conflicto de la jerarquía 3 (veh/h)



P_{vj} : Probabilidad de algún movimiento de la jerarquía 2 opere en un flujo libre (Ecuación 51)

$$P_{vj} = 1 - \left(\frac{V_j}{C_{mj}} \right) \quad \text{Ecuación 51}$$

Donde:

V_j : Demanda del flujo en conflicto con la jerarquía 2 (veh/h)

C_{mj} : Capacidad del movimiento j (veh/h)

Para la capacidad del flujo de la jerarquía 4, donde se dan giros a la izquierda desde la calle secundaria los mismos que son interrumpidos por movimientos de la jerarquía 1, 2 y 3 se proporcionan la Ecuación 51

$$C_{ml} = C_{pl} \cdot p' \prod_j P_{vj} \quad \text{Ecuación 52}$$

Donde:

C_{ml} : Capacidad del movimiento de conflicto de la jerarquía 4 (veh/h)

C_{pl} : Capacidad potencial I (veh/h)

p' : Factor de ajuste de los movimientos que interrumpen el flujo de la jerarquía 4 (giros izquierdos desde la calle principal y los movimientos de paso directo de la calle secundaria, Ecuación 53)

$$p' = 0,65p'' - \frac{p''}{p'' + 3} + 0,6\sqrt{p''} \quad \text{Ecuación 53}$$

Donde:

p'' : Producto de las probabilidades de movimiento P_v

Se debe tomar en cuentas que la jerarquía 4 se da cuando la intersección tiene 4 accesos.

Nivel de Servicio

Mediante la Ecuación 44



2.1.5 REDONDELES

Este tipo de intersección es canalizada con un círculo en el centro que separa el movimiento de tráfico en una sola dirección (sentido anti horario de las manecillas del reloj), donde la prioridad de paso la tienen los vehículos que circulan el redondel.

2.1.5.1 Capacidad de Redondeles

La capacidad de los redondeles depende del número de carriles que este tenga. Cuando se tienen dos carriles la capacidad se calcula mediante la Ecuación 53, mientras que para un carril de circulación se determina mediante la Ecuación 54 (HCM Highway Capacity Manual, 2010).

$$C_{e,R,pce} = 1,130e^{(-0.7x10^{-3})v_{c, pce}}$$

$$C_{e,L,pce} = 1,130e^{(-0.75x10^{-3})v_{c, pce}} \quad \text{Ecuación 54}$$

Donde:

- $C_{e,R,pce}$: Capacidad para el acceso del carril derecho del redondel
- $C_{e,L,pce}$: Capacidad para el acceso del carril izquierdo del redondel
- $v_{c, pce}$: Flujo vehicular en conflicto

$$C_{e,pce} = 1,130e^{(-1.0x10^{-3})v_{c, pce}} \quad \text{Ecuación 55}$$

Donde:

- $C_{e,pce}$: Capacidad para el acceso de un carril de circulación

2.1.5.2 Niveles de Servicio en Redondeles

El nivel de servicio en redondeles se determina mediante la tabla 2.3 la misma que es usada en la metodología de intersecciones controladas por señales de pare o Two way stop control (TWSC) según el HCM 2010. Donde las demoras son calculadas mediante la Ecuación 56:

$$d = \frac{3600}{c} 900T \left[x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{3600}{c} x} \right] \quad \text{Ecuación 56}$$

Donde:

d : Demora controlada (seg/veh)

T : Duración del periodo de análisis (0,25 h)

x : Relación volúmen capacidad

c : Capacidad del carril

2.1.5.3 Metodología del análisis de Redondeles

Convertir los volúmenes por demanda de movimiento

Ecuación 45

Ajustar los volúmenes por el factor de vehículo pesado

Ecuación 46

Determinar el flujo de entrada por carril

En este paso se determina el volumen convertido y ajustado por movimiento, en la entrada

Determinar el flujo de circulación y el flujo de salida

El flujo de circulación en un redondele se observa en la figura 2.10 donde además se presenta una ecuación para determinar este volumen ($v_{c,NB,pce}$)

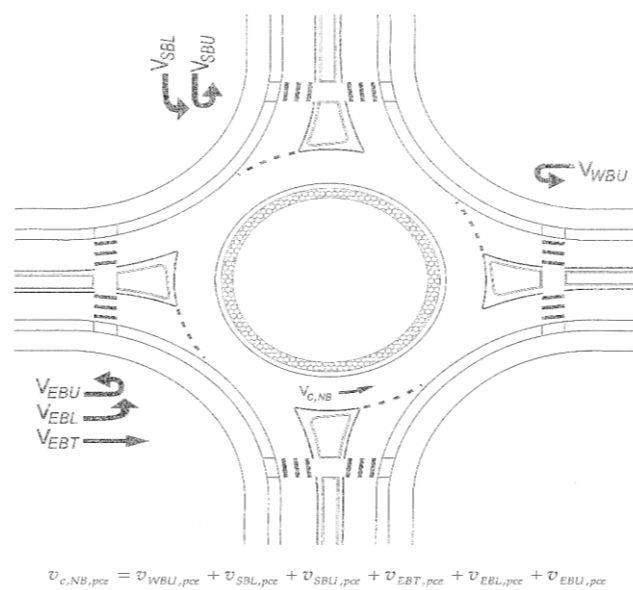


Figura 2.10 Flujo de circulación en un redondele
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 21

Y para el flujo de salida se utiliza la ecuación de la figura 2.11 donde se puede apreciar cada movimiento que se da en este tipo de intersección.

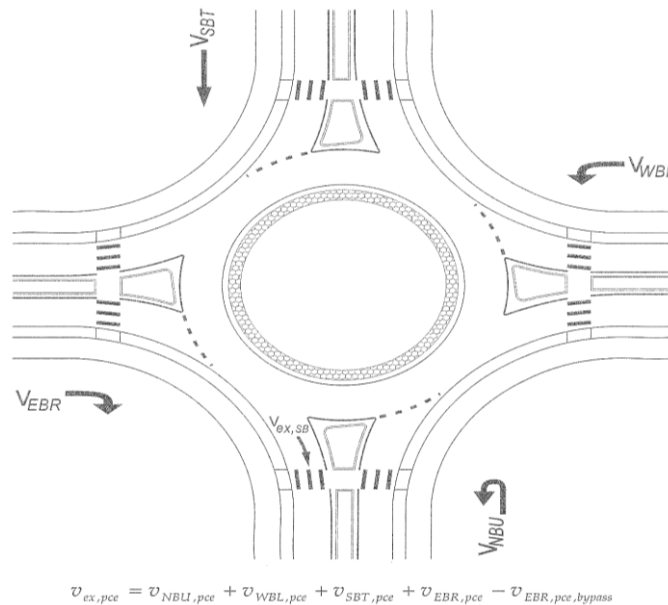


Figura 2.11 Flujo de salida en un redondele
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 21

Calcular la capacidad de entrada

Ecuación 54 para redondeles de dos carriles y Ecuación 55 para redondeles de un carril

Establecer el efecto de los peatones sobre las operaciones vehiculares en la entrada

La tabla 2.4 y 2.5 establece las medidas para el factor sobre el efecto de peatones en la capacidad de la entrada para uno y dos carriles respectivamente f_{ped} . Donde $n_{c,pce}$ es el número de conflicto de peatones por hora y $v_{c,pce}$ es el flujo vehicular en conflicto.

Tabla 2.4 Factor sobre efecto de peatones para redondeles de un solo carril
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 21

Case	One-Lane Entry Capacity Adjustment Factor for Pedestrians
If $v_{c,pce} > 881$	$f_{ped} = 1$
Else if $n_{ped} \leq 101$	$f_{ped} = 1 - 0.000137n_{ped}$
Else	$f_{ped} = \frac{1,119.5 - 0.715v_{c,pce} - 0.644n_{ped} + 0.00073v_{c,pce}n_{ped}}{1,068.6 - 0.654v_{c,pce}}$



Tabla 2.5 Factor sobre efecto de peatones para redondeles de dos carriles
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 21

Case	Two-Lane Entry Capacity Adjustment Factor for Pedestrians
If $n_{ped} < 100$	$f_{ped} = \min \left[1 - \frac{n_{ped}}{100} \left(1 - \frac{1,260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381 \times 100}{1,380 - 0.5v_{c,pce}} \right), 1 \right]$
Else	$f_{ped} = \min \left[\frac{1,260.6 - 0.329v_{c,pce} - 0.381n_{ped}}{1,380 - 0.5v_{c,pce}}, 1 \right]$

Convertir el flujo a vehículos por hora

Para este paso se debe obtener la capacidad convertida a vehículos por hora mediante la ecuación 57

$$C_i = C_{i,PCE} f_{HV,e} f_{ped} \quad \text{Ecuación 57}$$

Donde:

C_i : Capacidad por carril i (veh/h)

$C_{i,PCE}$: Capacidad por carril (automóviles de pasajeros por hora pc/h)

$f_{HV,e}$: Factor de ajuste de vehículos pesados

f_{ped} : Factor de efecto de peatones en redondeles

$$v_i = v_{i,PCE} f_{HV,e} \quad \text{Ecuación 58}$$

Donde:

v_i : Flujo vehicular por carril i (veh/h)

$v_{i,PCE}$: Flujo vehicular por carril i (automóviles de pasajeros por hora pc/h)

$f_{HV,e}$: Factor de ajuste de vehículos pesados

Encontrar la relación volumen capacidad

$$x_i = \frac{v_i}{c_i} \quad \text{Ecuación 59}$$

Donde:

x_i : Relación del volumen a la capacidad del mismo carril i

v_i : Flujo de demanda del carril

c_i : Capacidad del carril



Calcular el control de demora

Ecuación 44 y tabla 2.1-4

2.1.6 INTERSECCIONES A DESNIVEL

Una intersección a desnivel se construye cuando en la intersección se tiene un TPDA que rebasa los 4000 vehículos por día (figura 2.1) (MTO, 2013), donde las intersecciones a nivel no son suficiente para cumplir con un nivel de servicio aceptable. Este tipo de intersección separa el flujo vehicular a dos o más niveles brindando mayor capacidad al minorar los conflictos vehiculares.

Se debe tener en cuenta el alto costo que conlleva la construcción de la estructura ya sean puentes, túneles, paso deprimido u otras, por lo cual la oferta a futuro debe ser justificada.

En las normas de diseño geométrico de carreteras 2003, se detalla las ventajas y desventajas de cada tipo de intersección a desnivel. También para la elección del tipo de intersección se debe considerar la topografía, giros, volumen y tipo, velocidad de operación, costos y el nivel de servicio.

Para obtener la capacidad de este tipo de intersección se debe analizar la capacidad para cada nivel, ya sea como carriles múltiples o carreteras de dos carriles en el primer nivel y en segundo como una intersección señalizada, semaforizada o con redondel, o viceversa según convenga.

Al ser una intersección con dos o más niveles se brinda un mejor nivel de servicio puesto que existirá menores puntos de conflicto y por lo tanto menores demoras por vehículo.

2.1.7 CARRETERAS DE DOS CARRILES

2.1.7.1 Capacidad para carreteras dos carriles

Para este análisis se consideran dos casos

CASO I: Son carreteras que conectan grandes generadores de tráfico o arterias que conectan carreteras nacionales, por lo general se dan viajes largos y donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas.



CASO II: Son carreteras que funcionan como rutas de acceso, no conectan carreteras nacionales, por lo general se dan viajes cortos y donde los conductores no esperan viajar a velocidades relativamente altas (Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G., 2007).

La capacidad máxima que tiene cada carril es de 1700 vehículos por hora

2.1.7.2 Nivel de servicio para carreteras de dos carriles

Para el nivel de servicio de carreteras clase I se considera el porcentaje de tiempo consumido en seguimiento y la velocidad media de viaje, mientras que para el caso II solo se considera únicamente el porcentaje de tiempo consumido en seguimiento.

Tabla 2.6 Niveles de servicio para carreteras de dos carriles Clase I
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 20

LOS	Percent Time-Spent-Following	Average Travel Speed (km/h)
A	≤ 35	> 90
B	> 35–50	> 80–90
C	> 50–65	> 70–80
D	> 65–80	> 60–70
E	> 80	≤ 60

Tabla 2.7 Niveles de servicio para carreteras de dos carriles Clase II
FUENTE: HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010, CAPÍTULO 20

LOS	Percent Time-Spent-Following
A	≤ 40
B	> 40–55
C	> 55–70
D	> 70–85
E	> 85

2.1.7.3 Metodología del análisis de de carreteras de dos carriles

Determinación de la velocidad de flujo libre

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A \quad \text{Ecuación 60}$$

Donde:

FFS: Velocidad a flujo libre estimada (km/h)

BFFS: Velocidad a flujo libre base, (km/h)

f_{LS}: Ajuste por ancho de carril y ancho de acotamiento (Cuadro 20-5 [4])

f_A : Ajuste por puntos de acceso (Cuadro 20-6 (HCM Highway Capacity Manual, 2000))



Cálculo de la tasa de flujo

$$V_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)} \quad \text{Ecuación 61}$$

Donde:

V_p : Tasa de flujo equivalente en 15 minutos (vehículos livianos/h/ambos sentidos)

V : Volumen horario de máxima demanda en ambos sentidos (vehículos mixtos /h)

$FHMD$: Factor de la hora de máxima demanda

N : Número de carriles por sentido

f_{HV} : Factor de ajuste por presencia de vehículos livianos (Ecuación 4 y Cuadro 20-10 [4])

f_p : Factor de ajuste por tipo de conductores

Determinación de la velocidad media de viaje

$$ATS = FFS - 0.0125V_p - f_{np} \quad \text{Ecuación 61}$$

Donde:

ATS : Velocidad media de viaje para ambas direcciones de viaje combinadas (Km/h)

FFS : Velocidad de flujo libre, estimada por medición en campo o a partir de un valor base establecido (Km/h)

V_p : Tasa de flujo equivalente en 15 minutos (vehículos livianos/h/ambos sentidos)

f_{np} : Ajuste por porcentaje de zonas de no rebase (Cuadro 20-11 (HCM 2010))

Determinación del porcentaje de tiempo empleado en seguimiento

Se calcula mediante la tasa de flujo de demanda, de la distribución direccional del tránsito y del porcentaje de zonas de no rebase (Ecuación 63)

$$PTSF = BPTSF + f_{a/np} \quad \text{Ecuación 62}$$
$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$$

Donde:

$PTSF$: Porcentaje de tiempo empleado en seguimiento (%)



BPTSF: Porcentaje base de tiempo empleado en seguimiento para ambas direcciones de viaje combinadas (%)

$f_{d/np}$: Ajuste por el efecto combinado de la distribución direccional del tránsito y el porcentaje de zonas de no rebase. % (Si no existe rebasamiento este factor es cero)

Nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio de carreteras de dos carriles, se debe comparar la tasa de flujo equivalentes en vehículos livianos V_p con la capacidad de 1700 vehículos por hora en cada sentido, si esta relación es mayor a 1,0; su nivel de servicio será F, caso contrario se ocuparan las tablas 2.6 y 2.7.

2.2 DISEÑO GEOMÉTRICO DE INTERSECCIONES

2.2.1 CONCEPTOS GENERALES.

La intersección es la unión de caminos que posibilita el cambio de trayectoria para llegar a un destino. Las trayectorias pueden ser de tres maneras: cruces directos, giros a la derecha, donde normalmente este giro se da sin conflictos con otros vehículos y los giros izquierdos, donde los vehículos deben pasar por el carril opuesto para realizar esta maniobra.

Tipos de intersecciones

Las intersecciones pueden ser a nivel o a desnivel.

Intersecciones a nivel:

- 2 Intersecciones tipo T o Y
- 3 Intersecciones en Cruz
- 4 Intersecciones canalizadas
- 5 Redondeles

Intersecciones a desnivel:

- Trébol de cuatro hojas
- Intercambiador tipo diamante
- Intercambiador direccional
- Rotondas
- Otros

Un buen diseño geométrico representa seguridad, comodidad y armonía para los usuarios de la vía, y está en función del radio de la curva principalmente, de la tangente, externa, disloque o puntos obligados, considerando las limitaciones que existen debido al espacio disponible. Se debe agrandar la capacidad de la intersección para dar un buen servicio a más vehículos, mejorar la visibilidad y evitar en lo posible los puntos de conflicto (Figura 2.12) (Garber, Nicholas ., Hoel, Lester A., 2002).

Puntos de conflicto

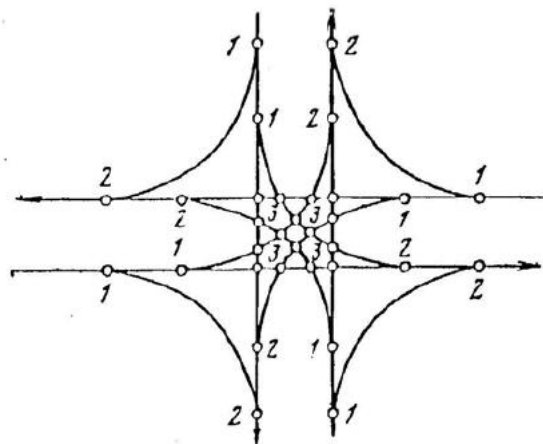
Se conoce como puntos de conflicto al encuentro de las trayectorias, los cuales posibilitan la ocurrencia de accidentes, los mismos que dependen básicamente del número de accesos, movimientos de giros permitidos y el tipo de control de tránsito (MTO, 2013).

Estos pueden ser:

Puntos de divergencia: cuando dos trayectorias se separan de una en común

Puntos de convergencia: cuando dos trayectorias se juntan a una en común

Puntos de intersección: cuando dos trayectorias ocupan el mismo espacio en tiempos diferentes.



- 1.- Puntos de Divergencia
- 2.- Puntos de Convergencia
- 3.- Puntos de Intersección

Figura 2. 12 Puntos de conflictos en una intersección a Nivel
FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO, 2003 MTO

El objetivo fundamental del diseño de las intersecciones a nivel es minimizar la gravedad de los conflictos potenciales entre diferentes flujos vehiculares y entre los peatones y vehículos que dan vuelta. Considera características operacionales de los usuarios de la intersección, vehículos y peatones (Garber, Nicholas ., Hoel, Lester A., 2002).



Medidas a tomar en cuenta en el diseño de intersecciones

- Las plataformas de espera están dimensionadas de acuerdo con las colas previsible
 - La regulación semaforizada con giros a la izquierda requiere carriles de espera y recorridos específicos
 - Los giros a la derecha permitidos debe contar con carriles especiales de espera.
 - Debe existir suficiente espacio para los giros, cumpliendo con los radios mínimos.
 - Se debe implementar un carril adicional para giros a la izquierda cuando existe un alto porcentaje de vehículos que realicen este giro
 - Se debe dar preferencia de los movimientos al flujo vehicular de mayor intensidad.
 - Reducción de las áreas de conflicto
 - El ángulo de intersección no debe ser menor de 60 grados.
 - Intersecciones con ángulos rectos son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto
 - Perpendicularidad de las trayectorias cuando se cortan.
 - Paralelismo de las trayectorias cuando convergen y divergen
-
- Separación de los puntos de conflicto
 - Separación de los movimientos
 - Control de Velocidad
 - Control de puntos de giro
 - Creación de zonas protegidas
 - Visibilidad
 - Sencillez y claridad

2.2.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA INTERSECCIONES

Dentro de estos principios se considera que el radio en el pavimento o revestimiento de una intersección no debe ser menor que, el radio de giro de diseño del vehículo o el radio requerido para la velocidad de diseño de la vía de circulación curvada que se considera. Así mismo también se debe asegurar los anchos adecuados de pavimento de las vías de circulación curvadas y las distancias visuales de acceso (Nevi-12, Volumen 2 Libro A Normas para estudios y diseños viales, 2013)



2.2.2.1 Alineamiento horizontal.

“El mejor alineamiento en una intersección a nivel, se tiene cuando los caminos que se cortan lo hacen en ángulo recto o casi recto” (Garber, Nicholas ., Hoel, Lester A.,, 2002). Ya que este alineamiento requiere menor área en la intersección de caminos, existe mejor visibilidad y los giros que se dan son en menor tiempo en comparación con alineamientos de ángulo agudo.

2.2.2.2 Alineamiento vertical.

Se debe evitar el cambio excesivo de pendiente, la misma que no debe superar pendientes del 3 por ciento debido a las distancias de paro y aceleración, en el caso de que ocurriese se deben ajustar condiciones equivalentes a las del terreno horizontal pero bajo ningún motivo la pendiente en una intersección debe ser mayor al 6 por ciento. (En el caso de intersecciones a nivel)

Para intersecciones a desnivel la pendiente máxima que es usada en la ciudad de Cuenca es del 10%.

Es aconsejable que la pendiente del acceso principal se mantenga e ir cambiando la pendiente de la vía secundaria según convenga, para el caso de que se necesite ajustar las líneas de las pendientes de los accesos, los mismos que deben hacerse a una distancia adecuada de la intersección logrando así un empalme efectivo y un drenaje apropiado.

2.2.2.4 Trazado de carriles

El trazado de carriles no es más que la ubicación de isletas, camellones o parterres que separa el flujo vehicular en diferentes direcciones con el fin de mejorar su nivel de servicio. Los parterres brindan seguridad a peatones y mayor confianza al conductor. De esta manera mejora el ángulo de giro, el alineamiento, proporciona una indicación clara de la trayectoria para los diferentes movimientos, brinda espacios para la ubicación de dispositivos de control, inspecciona las vueltas prohibidas, restringe la velocidad de vehículos. Si el espacio de la intersección lo permite se puede canalizar el tránsito mediante isletas, logrando así minorar los puntos de conflicto, disminuir el área pavimentada, dar preferencia de tránsito a los carriles de mayor flujo vehicular y conseguir giros sin que estos interfieran al flujo vehicular contrario que cruzan recto.

Los camellones o parterres pueden ser una montura de concreto en las cuales debe existir iluminación, que sea visible para los conductores, este tipo de camellones es usado en carreteras urbanas con velocidades no muy altas y un volumen alto de



peatones. También existen camellones con marcas de pintura, listones termoplásticos o fantasmas retro reflectores en el pavimento que delimitan el área del camellón, este tipo de camellón es usado para velocidades relativamente altas, un volumen peatonal menor y no requieran la colocación de letreros de señalización. Y por último los camellones formados por el borde del pavimento, los cuales son usados en intersecciones rurales donde existe espacio para curvas prolongadas de cruce. En el diseño de bordes del pavimento influyen factores como vehículo de diseño y la velocidad de aproximación.

Las isletas según su función pueden ser canalizadoras (permiten el giro de vehículos), separadoras (o parterres) y de refugio. Esta última se refiere a áreas destinadas al servicio y seguridad de peatones, resguardarlos cuando cruzan la intersección.

2.2.2.5 Anchos mínimos de pavimento de las calzadas para dar vuelta

Para velocidades mayores a 25 km/hora se deben aumentar el ancho del pavimento de las calzadas para dar vuelta para los tres casos siguientes:

CASO I: operación de un carril en un sentido sin tomar en cuenta el rebase de un vehículo averiado. Usado generalmente para caminos de conexión relativamente cortos con un volumen bajo de vehículos que dan vuelta.

CASO II: operación de un carril en un sentido tomando en cuenta el rebase de un vehículo averiado. Usado generalmente para lugares donde una rampa cruza a un camino local.

CASO III: operación de dos carriles, ya sea en un sentido o los dos sentidos. Es aplicable en localidades de un sentido con un alto volumen de vehículos que dan la vuelta y requieran dos carriles. El ancho del pavimento está en función del radio de la calzada de giro.

Para los 3 casos mencionados el cálculo de la anchura de pista para vehículos "W" se presentan en la Figura 2.13, donde U está en función de la distancia entre ejes; de la saliente delantera F_A , de la saliente trasera F_B , del espacio libre total C por vehículo y de una distancia adicional en el ancho debido a la dificultad de manejar en las curvas Z. El valor de F_A se puede estimar mediante la Figura 2.14 para los casos II y III, mientras que F_B se toma como 15 cm para automóviles de pasajeros y 0 cm para camiones (Garber, Nicholas ., Hoel, Lester A., 2002).

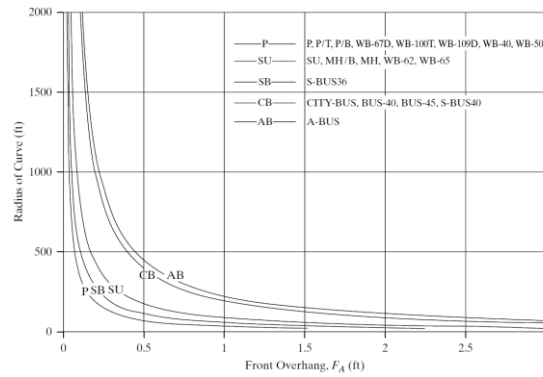


Figura 2.13 Anchos de la saliente frontal

FUENTE: A POLICE OF GEOMETRIC DESING OF HIGHWAYS AND STREETS, AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, WASHINGTON D.C., 2001 (AASHTO)

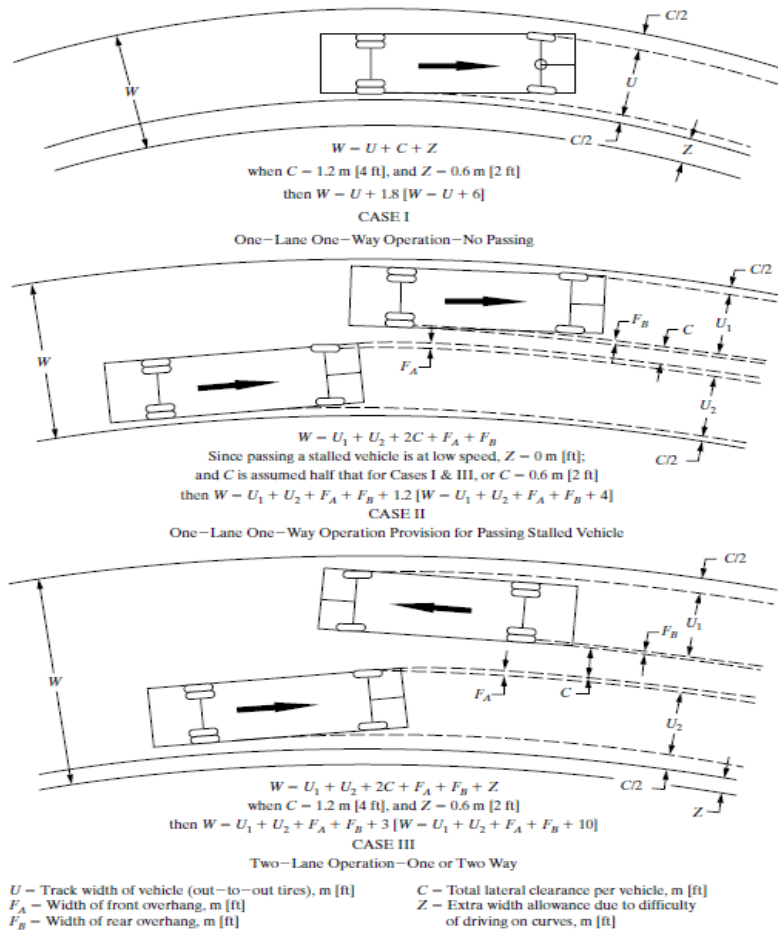


Figura 2.14 Anchura de pista y saliente para los vehículos de diseño que operan en curvas

FUENTE A POLICE OF GEOMETRIC DESING OF HIGHWAYS AND STREETS, AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, WASHINGTON D.C., 2001 (AASHTO)

2.2.2.6 Distancia de visibilidad en intersecciones

La distancia de visibilidad es un componente muy importante cuando hablamos de seguridad vial ya que si la intersección está bien diseñada y estudiada cautelosamente se puede evitar colisión entre vehículos. Para ello el conductor que se aproxima a la intersección debe viajar con una velocidad que esté en función de la visibilidad.

Para intersecciones controladas por semáforos la vista sin obstáculos puede limitarse al área donde se ubican estos dispositivos. Mientras que en otras intersecciones se debe determinar la distancia de visibilidad a ambos lados para cada vehículo que ingrese a la intersección formado así un triángulo como presenta la figura 2.15. A continuación se presenta varias situaciones que requieren distancia de visibilidad.

1. Cuando la intersección no está controlada por un letrero que obligue a ceder el paso debe proporcionarse una distancia de visibilidad suficiente para que el vehículo que ingresa a la encrucijada pueda ajustar su velocidad y evite un conflicto. (CASO I)
2. Cuando el acceso de la vía secundaria a la intersección está controlada por un "CEDA EL PASO" debe tener una distancia de visibilidad suficiente para ver cuando los vehículos de la vía principal se aproximan y poder parar. (CASO I)
3. Cuando el acceso de la vía secundaria a la intersección está controlada por un "PARE" debe tener una distancia de visibilidad suficiente para poder cruzar la intersección antes que exista conflictos con los vehículos de la vía principal, dar vuelta a la izquierda y giros a la derecha. (CASO II) (Nevi-12, Norma para estudios y diseño vial, 2013).

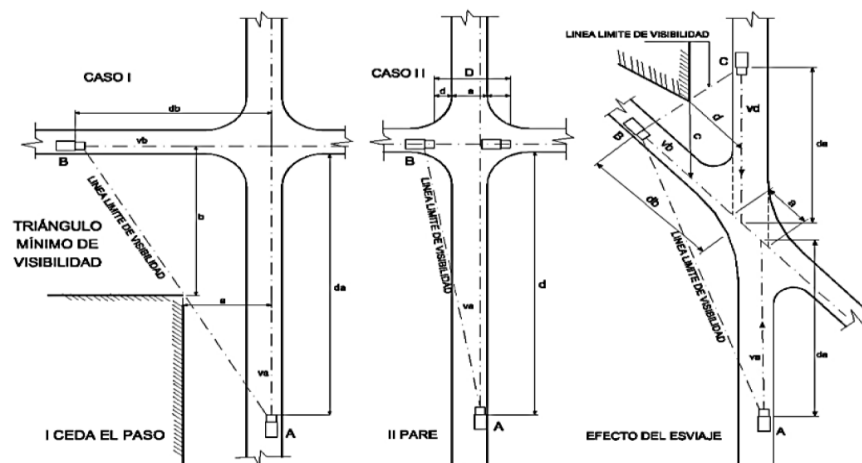
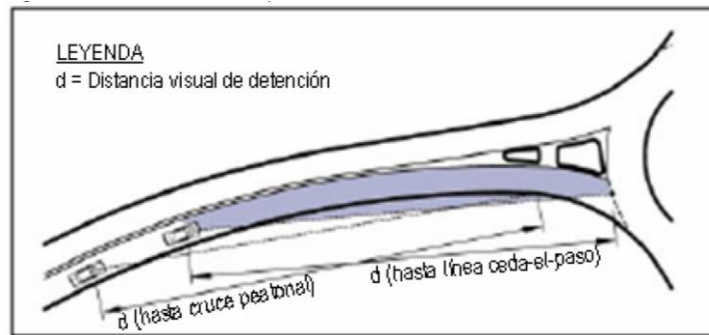
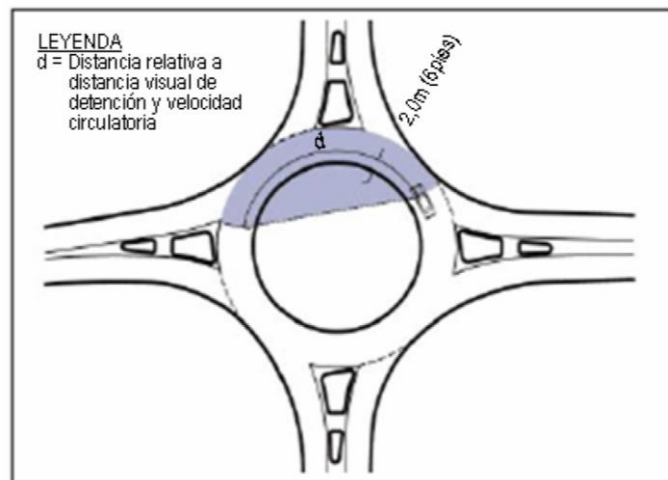


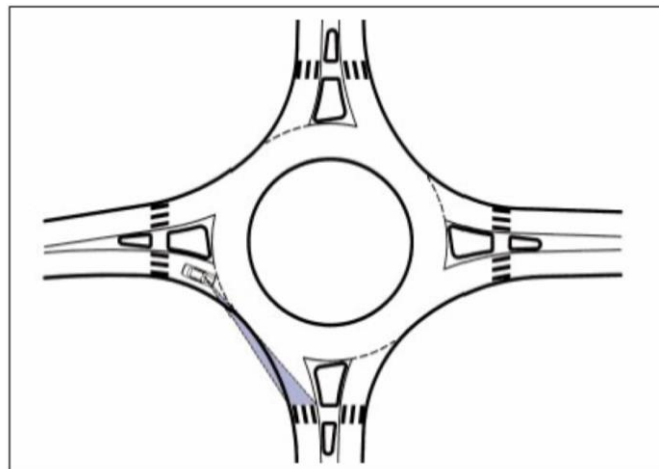
Figura 2. 13 Visibilidad en intersecciones
FUENTE MANUAL DE LAS NORMAS NEVI VOLUMEN 2A



Distancia visual de aproximación



Distancia visual en calzada circulatoria



Distancia visual para cruce peatonal en salida

Figura 2. 14 Distancia de visibilidad en redondeles
FUENTE: www.tfrc.gov/safety/00068.htm (Manual para redondeles)

2.2.2.7 Diseño geométrico de redondeles

El diseño de redondeles está ligado a la seguridad y operaciones, para ello se debe reducir la velocidad de circulación en función de parámetros geométricos tales como: anchos de carriles, radios de entrada y salida, canalización, de esta manera el conductor puede escoger fácilmente su trayectoria de forma eficiente.

Este diseño es un proceso iterativo entre trazado geométrico, análisis operacional y evaluación de seguridad (FHWA-RD-00-067, 2000). Para un pre diseño de este tipo de intersección se debe considerar 3 puntos:

1. El tamaño adecuado del redondel.
2. La posición óptima.
3. El alineamiento y disposición de ramales

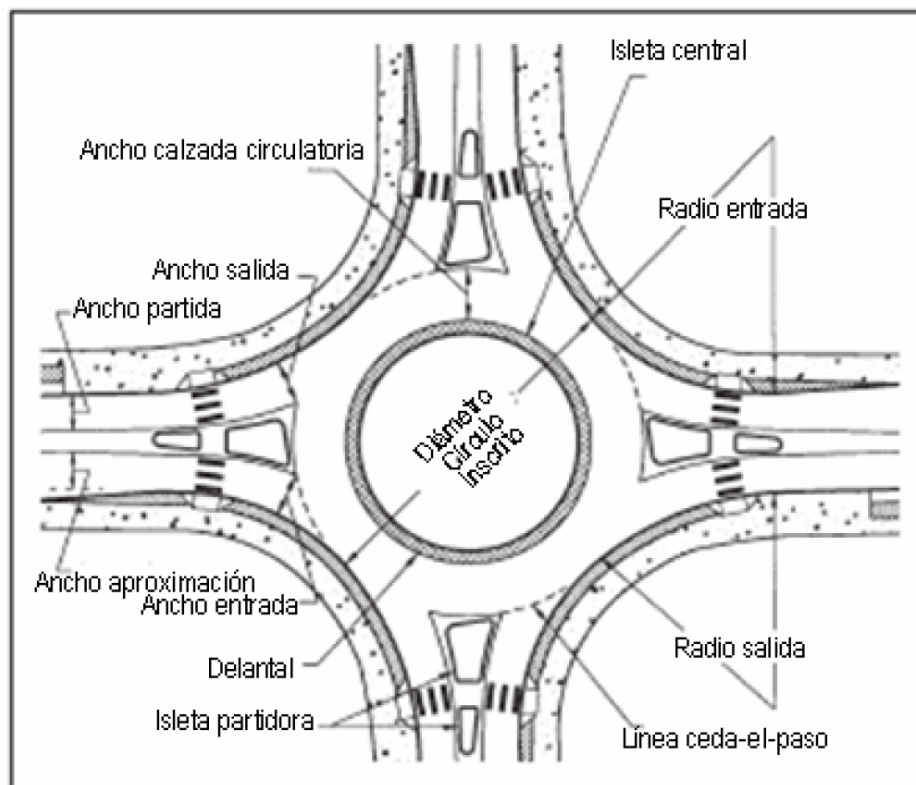


Figura 2. 15 Parámetros geométricos básicos de un redondel.

FUENTE: Roundabouts: An Information Guide. Departamento de transporte de Estados Unidos, publicación de la Administración Federal de carreteras Núm. FHWA-RD-00-067, Washington, D.C., 2000

Al incrementar la curvatura de la trayectoria del vehículo, disminuye la velocidad entre vehículos que entran y circulan, por esta razón es importante alcanzar adecuadas velocidades, para ello se debe dibujar la trayectoria más veloz permitida por la geometría. Generalmente se recomienda una velocidad de 40 km/h para un redondeel urbano de dos carriles (FHWA-RD-00-067, 2000)

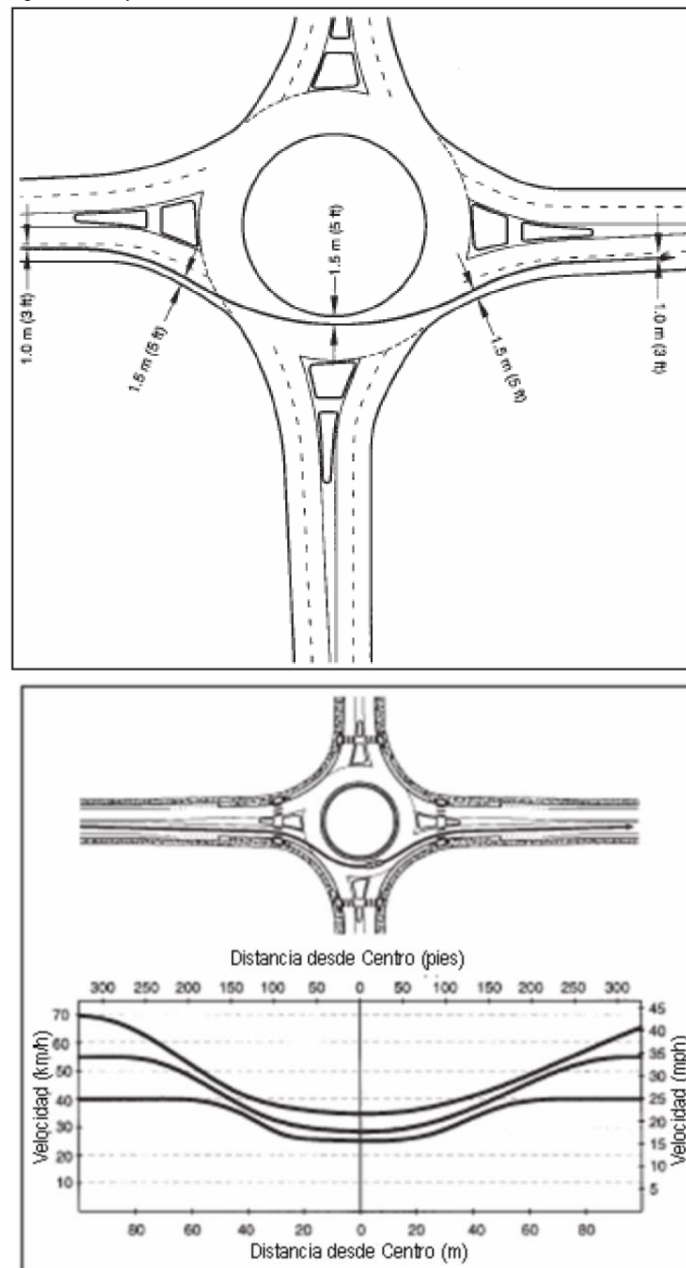


Figura 2. 16 Muestra teórica de perfil de velocidad para redondeles urbanos

FUENTE: Roundabouts: An Information Guide. Departamento de transporte de Estados Unidos, publicación de la Administración Federal de carreteras Núm. FHWA-RD-00-067, Washington, D.C., 2000



El radio más pequeño a lo largo de la trayectoria determina la velocidad de diseño. Esta trayectoria tiene una serie de curvas reversas, la unión de estas curvas mediante rectas cortas determinará el tiempo que toma al conductor girar el volante en cada dirección.

Se debe tomar en cuenta que el radio de entrada no sea significativamente mayor al radio de la trayectoria de circulación.

La ecuación 63 determina la velocidad de diseño para redondeles:

$$V = \sqrt{127R(e + f)} \quad \text{Ecuación 63}$$

Donde:

V: velocidad de diseño

R: radio, m

e: peralte m/m

f: factor de fricción lateral

Se recomienda que el peralte de la trayectoria de entrada y salida sea de +0.02 y de -0.02 para la calzada circulatoria (FHWA-RD-00-067, 2000).

El radio de entrada debe ser menor o aproximadamente igual que el radio de circulación del redondel con el fin de aumentar la capacidad de la estructura y evitar traslapo, mientras que el radio de salida debe ser mayor que los radios de entrada y circulación para evitar la probabilidad de congestión a la salida y conflictos con peatones.

Los redondeles están perfectamente ubicados cuando los ejes de los ramales próximos atraviesan el centro del círculo circunscrito en caso de no ser posible estos ejes deben estar aproximados hacia el lado izquierdo para dar suficiente curvatura de entrada.

El ancho de la entrada determina la capacidad del redondel sin embargo se debe buscar seguridad, ya que al aumentar anchos, aumenta la velocidad y por ende conflictos con otros vehículos y peatones, por esta razón se debe buscar el ancho mínimo aceptable.

El cruce peatonal debe estar ubicado de tal manera que beneficie al peatón pero de manera segura.

Las isletas separadoras son indispensables en la mayoría de redondeles ya que sirven como refugio de peatones, para instalar señales de tránsito y para separar el flujo de entrada y salida (FHWA-RD-00-067, 2000).

Las normas del MTOP son una guía para el diseño de redondeles e isletas.

3. METODOLOGÍA

3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

De los aforos realizados y los datos proporcionados por el ARCH y el servicio integrado de seguridad ECU 911 se analizó el nivel de servicio y la capacidad actual de la intersección Av Max Uhle y Av Paseo de los Cañaris.

Para este análisis se utilizó el conteo volumétrico del día martes 10 de marzo del 2015, desde las 06:00 horas hasta las 20:00 horas, registrados cada 15 minutos (Anexo 2). Los giros vehiculares fueron contabilizados en un sub periodo de 8 horas desde las 06:00 horas hasta las 14:00 horas (Anexo 6). Mientras que el aforo de cruce peatonal fue realizado en dos sub periodos de 3 horas, desde las 06:00 horas hasta las 09:00 horas y desde las 12:00 horas hasta las 15:00 horas (Anexo 7).

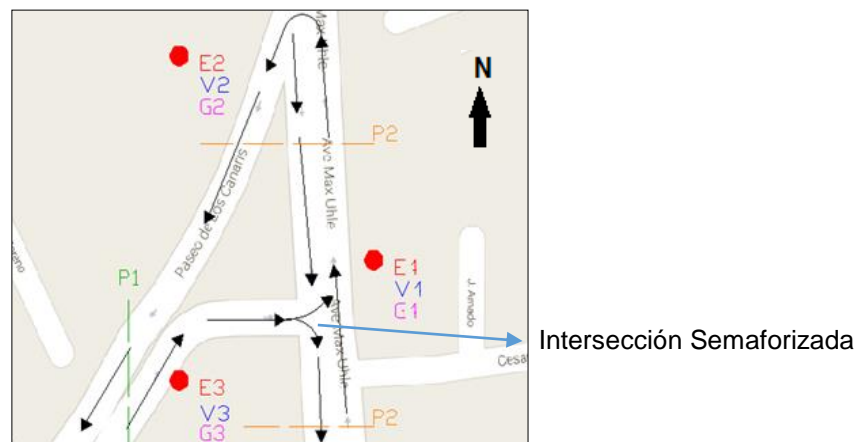


Figura 3. 1 Mapa de ubicación de las estaciones en la intersección
FUENTE GOOGLE MAPS

En la figura 3.1 se observa la ubicación de cada estación con la letra E. V para el conteo volumétrico, G para los giros, P1 para los peatones que cruzan de norte a sur y de sur a norte y P2 para peatones que cruzan de este a oeste y de oeste a este.



Figura 3. 2 Fotografía satelital
FUENTE GOOGLE MAPS

Del resultado del conteo volumétrico (Anexo 2) se obtuvo una composición de tráfico de 97,2% de livianos y 2,78% de pesados, sin considerar motos y bicicletas.

Tráfico Promedio horario TPH:	2619 Vehículos/hora
Volumen Horario de Máxima Demanda VHMD:	3162 Vehículos/hora
Q15 más alto del tráfico Q15max:	885 Vehículos (8:15-8:30)
Volumen horario de diseño VHD:	3540 Vehículos/hora
Factor Horario de Máxima Demanda	0,893
HORA DE MAXIMA DEMANDA	7:45-8:45

3.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

3.2.1 CÁLCULO DEL TPDA

Requisitos

- Conteo manual- tráfico observado TO. (Anexo 2)
- Conteo automático (Anexo 3)

Tabla 3. 1 Factor del TPDA

FACTOR TPDA	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
	1,134	1,137	1,139	1,12	1,058	1,501	3,195



Tabla 3. 2 Tasa de crecimiento vehicular

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015-2020	4,39%	2,83%	2,83%
2020-2025	4,00%	2,83%	2,83%
2025-2030	3,69%	2,83%	2,83%
2030-2035	3,46%	2,83%	2,83%
2035-2040	3,46%	2,83%	2,83%

3.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE TRANSITO

3.3.1 INTERSECCIÓN ACTUAL

Para el análisis de los semáforos se examinó la intersección para el caso más desfavorable que es en la hora pico desde las 07:45 horas hasta las 08:45 horas. Para ello se requirió los giros vehiculares (Anexo 5) y se observó que no todos los vehículos pasan por el semáforo (Estación 2), de tal modo que no afectan de manera directa. Se procedió a considerar giros que pasen por la intersección semaforizada teniendo como resultado un Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) de 2211 vehículos, una tasa de flujo durante los 15 minutos picos (Q15max) de 630 vehículos obteniendo así el Factor Horario de Máxima demanda (FHMD) de 0,877 (Anexo 1).

En el aforo peatonal se consideró dividir el total de peatones en cada estación para el número de horas del conteo teniendo así una aproximación de los peatones que transitan en una hora.

Con los datos y cálculos ya mencionados se procedió a realizar un esquema de la intersección (Figura 3.3). Para el análisis del semáforo no se consideró los vehículos que ingresan al acceso de la calle secundaria Cesar Vallejo, ya que su volumen es menor, sin embargo se considera los vehículos que salen de ella girando a la derecha para pasar a la Av Max Uhle mediante la Estación 1. Este acceso cuenta con señalización de "CEDA EL PASO" al ser una vía de localidad. Mientras que los giros izquierdos que pasan a la Av Max Uhle desde este acceso no deberían realizarse por los conflictos que puede ocasionar.

El semáforo ubicado en esta intersección no es de tipo fijo, ya que tiene dos ciclos semafóricos programados según el flujo vehicular a distintas horas del día. El ciclo semafórico de 59 segundos está dispuesto para la hora pico y de 79 segundos para otras horas (Anexo 8).

Como ya se explicó en la Sección 2.1.3 de este trabajo sobre la capacidad y en nivel de servicio en una intersección semaforizada se procede a realizar los cálculos correspondientes para analizar la intersección con la proyección de vehículos para el 2016.

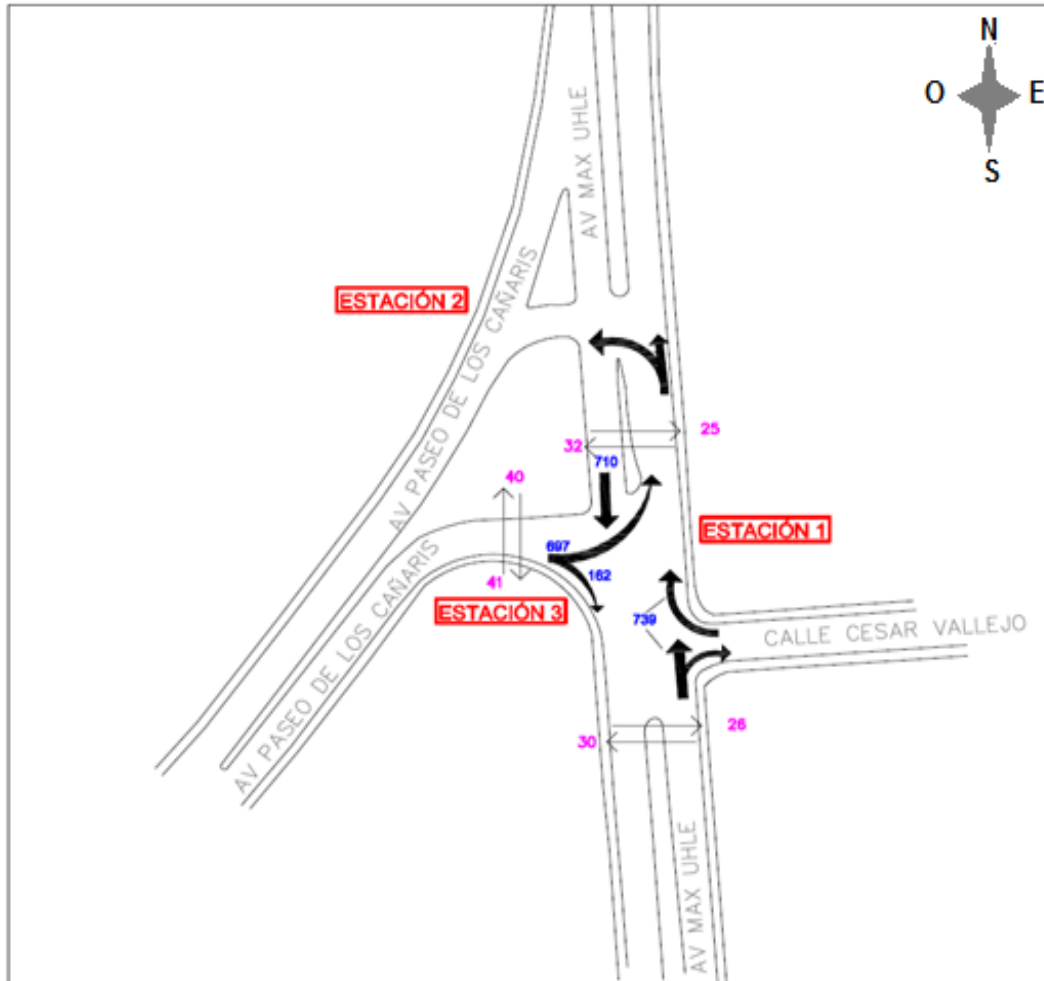


Figura 3. 3 Esquema de la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris 2016

Con la utilización de la Ecuación 11 se verificó que en el acceso oeste (Estación 3) se tiene un carril exclusivo de giros a la izquierda. En las tabla 3. 4 se detalla los accesos, el sentido del flujo, número de carriles para cada movimiento y el ajuste del volumen por medio de la Ecuación 4.

Tabla 3.3 Modulo de ajuste de volúmenes

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
MOVIMIENTOS	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
NÚMERO DE CARRILES		2			2		1		1
VOLÚMENES	-	739	-	-	710	-	697	-	162
FHMD	-	0.9	-	-	0.9	-	0.9	-	0.9
FLUJO AJUSTADO Vp	-	808	-	-	776	-	762	-	177

Con ayuda del AutoCAD en el dibujo del levantamiento topográfico se determinó el ancho de cada carril de 3,50 m para todos los carriles, la pendiente de acceso Sur de 0,03%, en el acceso norte con una pendiente negativa de 0,29% y en el acceso oeste con un descenso de 1,27%. En la intersección no hay estacionamiento ni paradas de buses y está aislada del centro de la ciudad por lo tanto los factores fp, fbb y fa son iguales a 1. En el acceso Sur y Norte al tener 2 carriles compartidos se obtiene el factor de ajuste por utilización de carriles flu=1/2 (Tabla 3.4)

Tabla 3.4 Módulo de flujo de Saturación

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
Sentido	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Movimientos									
Número de carriles	-	2	-	-	2	-	1	-	1
Factor del ajuste por ancho de carriles (fw)	-	0,99	-	-	0,99	-	1,03	-	1,03
Factor del ajuste por vehículos pesados (fhv)	-	0,97	-	-	0,98	-	0,97	-	0,97
Factor del ajuste por pendiente del acceso (fg)	-	1	-	-	1	-	1	-	1
Factor del ajuste por estacionamiento (fp)	-	1	-	-	1	-	1	-	1
Factor del ajuste por bloqueo de buses (fbb)	-	1	-	-	1	-	1	-	1
Factor del ajuste por tipo de área (fa)	-	1	-	-	1	-	1	-	1
Factor del ajuste por utilización de carriles (flu)	-	0,5	-	-	0,5	-	1	-	1
Factor del ajuste por vueltas a la izquierda (flt)	-	1	-	-	1	-	0,95	-	1
Factor del ajuste por vueltas a la derecha (frt)	-	1	-	-	1	-	1	-	0,97
Factor del ajuste izquierdo peatones y ciclistas (flpb)	-	1	-	-	1	-	1	-	1
Factor del ajuste derecho peatones y ciclistas (frpb)	-	1	-	-	1	-	1	-	1
Flujo de saturación ajustado (Si (Veh/hora verde))	-	1710	-	-	1746	-	1726	-	1771

En el análisis del ciclo semafórico actual de 59 segundos se tiene un nivel de servicio E, sin embargo se observa que la relación volumen- capacidad en el carril del giro izquierdo en el acceso oeste ha sido superada (Tabla 3.5), ocasionando que este acceso se encuentre en un nivel de servicio F como se observa en la tabla 3.6.

Tabla 3. 5 Módulo de análisis de capacidad para el ciclo semafórico de 59 segundos (Anexo 7)

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
Sentido	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Movimientos									
Flujo ajustado V_i	-	808	-	-	776	-	762	-	177
Flujo de saturación ajustado (Si (Veh/hora verde))	-	1710	-	-	1746	-	1726	-	1771
Tiempo verde efectivo (gi (seg))	-	26	-	-	26	-	20	-	20
Relación de verde (gi/C)	-	0,48	-	-	0,48	-	0,37	-	0,37
Capacidad del grupo de carriles (Ci (veh/h))	-	823	-	-	841	-	639	-	656
Relación volumen a capacidad ($X_i=v_i/C_i$)	-	0,98	-	-	0,92	-	1,19	-	0,27
Relación de flujo (v_i/s_i)	-	0,47	-	-	0,44	-	0,44	-	0,1

Tabla 3. 6 Módulo del nivel de Servicio para el ciclo semafórico de 59 segundos (Anexo 7)

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
Sentido	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Movimientos									
Flujo ajustado V_i	-	808	-	-	776	-	762	-	177
Relación de verde (gi/C)	-	0,48	-	-	0,48	-	0,37	-	0,37
Capacidad del grupo de carriles (Ci (veh/h))	-	823	-	-	841	-	639	-	656
Relación volúmen a capacidad ($X_i=v_i/C_i$)	-	0,98	-	-	0,92	-	1,19	-	0,27
Demora uniforme ($d_1(s/veh)$)	-	13,76	-	-	13,07	-	17	-	11,9
Demora incremental ($d_2(s/veh)$)	-	27,19	-	-	17,21	-	101,4	-	1,01
Demora por cola inicial ($d_3(s/veh)$)	-	0	-	-	0	-	0	-	0
Demora media por control del grupo d_i ($d_1(s/veh)$)	-	40,95	-	-	30,28	-	118,4	-	12,9
Nivel de servicio del grupo de carriles	-	D	-	-	C	-	F	-	B
Demora por acceso (d_A (s/veh))		40,95			30,28		98,53		
Nivel de servicio por acceso		D			C		F		
Demora en toda la intersección ($d_l(s/veh)$)					59,1				
Nivel de servicio global de la intersección					E				

Para el ciclo semafórico de 79 segundos también se obtiene un nivel de servicio F, aunque la demora es mayor y al igual que en el ciclo de 59 segundos el carril de giro izquierdo en el acceso oeste se encuentra congestionado. Este análisis se comprobó en el Software HCS (Licencia: 30 días de prueba)

Tabla 3. 7 Módulo de análisis de capacidad para el ciclo semafórico de 79 segundos (Anexo 7)



ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
Movimientos	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Flujo ajustado Vi	-	808	-	-	776	-	762	-	177
Flujo de saturación ajustado (Si (Veh/hora verde))	-	1710	-	-	1746	-	1726	-	1771
Tiempo verde efectivo (gi (seg))	-	36	-	-	36	-	29	-	29
Relación de verde (gi/C)	-	0,46	-	-	0,46	-	0,37	-	0,37
Capacidad del grupo de carriles (Ci (veh/h))	-	779	-	-	796	-	634	-	650
Relación volúmen a capacidad (Xi=vi/Ci)	-	1,04	-	-	0,98	-	1,2	-	0,27
Relación de flujo (vi/si)	-	0,47	-	-	0,44	-	0,44	-	0,1

Tabla 3. 8 Módulo del nivel de Servicio para el ciclo semafórico de 79 segundos (Anexo 7)

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
Movimientos	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Flujo ajustado Vi	-	808	-	-	776	-	762	-	177
Relación de verde (gi/C)	-	0,46	-	-	0,46	-	0,37	-	0,37
Capacidad del grupo de carriles (Ci (veh/h))	-	779	-	-	796	-	634	-	650
Relación volúmen a capacidad (Xi=vi/Ci)	-	1,04	-	-	0,98	-	1,2	-	0,27
Demora uniforme (d1(s/veh))	-	21,5	-	-	21,07	-	25	-	17,6
Demora incremental (d2(s/veh))	-	42,2	-	-	26,5	-	105,9	-	1,03
Demora por cola inicial (d3(s/veh))	-	0	-	-	0	-	0	-	0
Demora media por control del grupo di (d1(s/veh))	-	63,7	-	-	47,57	-	130,9	-	18,6
Nivel de servicio del grupo de carriles	-	E	-	-	D	-	F	-	B
Demora por acceso (dA (s/veh))	-	63,7	-	-	47,57	-	109,7	-	-
Nivel de servicio por acceso	-	E	-	-	D	-	F	-	-
Demora en toda la intersección (dl(s/veh))	-	-	-	-	75,86	-	-	-	-
Nivel de servicio global de la intersección	-	-	-	-	E	-	-	-	-

Obtenido estos resultados se procedió a calcular los tiempos de las fases semafóricas en la intersección con los datos procesados figura 3.3, con el fin de mejorar su Capacidad y Nivel de Servicio.

Tabla 3. 9 Vehículo equivalente

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	S-N			N-S			O		
MOVIMIENTOS	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
NÚMERO DE CARRILES	-	2	-	-	2	-	1	-	1
VOLÚMENES	-	739	-	-	710	-	697	-	162
FHMD	-	0,91	-	-	0,91	-	0,91	-	0,91
fhv	-	0,947	-	-	0,947	-	0,947	-	0,947
FACTOR DE GIRO	-	1	-	-	1	-	1,21	-	1,21
VEHÍCULO EQUIVALENTE	-	853	-	-	820	-	974	-	226



Mediante la metodología de la sección 2.1.2.3 Semáforos, se calculan los tiempos para cada fase, obteniendo así una longitud de ciclo de 80 segundo como se observa en la figura 3.4.

FASE I	36	3	2	37	2
FASE II	39	2	34	3	2
LONGITUD DE CICLO	80				
	SEGUNDOS				

Figura 3.4 Diagrama del ciclo semafórico calculado

Tabla 3.10 Módulo de análisis de capacidad para el ciclo semafórico calculado de 80 segundos

Sentido	SUR			NORTE			OESTE		
	lzq	Rec	Der	lzq	Rec	Der	lzq	Rec	Der
Movimientos									
Flujo ajustado V_i	-	808	-	-	776	-	762	-	177
Flujo de saturación ajustado (S_i (Veh/hora verde))	-	1710	-	-	1746	-	1726	-	1771
Tiempo verde efectivo (g_i (seg))	-	35	-	-	35	-	33	-	33
Relación de verde (g_i/C)	-	0,44	-	-	0,44	-	0,41	-	0,41
Capacidad del grupo de carriles (C_i (veh/h))	-	748	-	-	764	-	712	-	730
Relación volúmen a capacidad ($X_i=v_i/C_i$)	-	1,08	-	-	1,02	-	1,07	-	0,24
Relación de flujo (v_i/s_i)	-	0,47	-	-	0,44	-	0,44	-	0,1

Finalmente se mejoró el nivel de servicio como se puede observar en la tabla 3.11, sin embargo la capacidad de esta intersección se encuentra al límite, por lo tanto en 20 años esta intersección será deficiente.

Tabla 3.11 Módulo del nivel de Servicio para el ciclo semafórico calculado de 80 segundos

ACCESOS	SUR			NORTE			OESTE		
	lzq	Rec	Der	lzq	Rec	Der	lzq	Rec	Der
Sentido	S-N			N-S			O		
Movimientos									
Flujo ajustado V_i	-	808	-	-	776	-	762	-	177
Relación de verde (g_i/C)	-	0,44	-	-	0,44	-	0,41	-	0,41
Capacidad del grupo de carriles (C_i (veh/h))	-	748	-	-	764	-	712	-	730
Relación volúmen a capacidad ($X_i=v_i/C_i$)	-	1,08	-	-	1,02	-	1,07	-	0,24
Demora uniforme (d_1 (s/veh))	-	22,5	-	-	22,5	-	23,5	-	15,3
Demora incremental (d_2 (s/veh))	-	56,7	-	-	36,67	-	54,21	-	0,79
Demora por cola inicial (d_3 (s/veh))	-	0	-	-	0	-	0	-	0
Demora media por control del grupo d_i (d_1 (s/veh))	-	79,2	-	-	59,17	-	77,71	-	16,1
Nivel de servicio del grupo de carriles	-	E	-	-	E	-	E	-	B
Demora por acceso (d_A (s/veh))		79,2			59,17			66,1	
Nivel de servicio por acceso		E			E			E	
Demora en toda la intersección (d_l (s/veh))					68,16				
Nivel de servicio global de la intersección					E				



Hecho este análisis se debe proporcionar alternativas que ayuden a dar un mejor servicio. Para ello es conveniente determinar el tipo de intersección que funcione en tiempo real y proyectado. El MTOP recomienda utilizar la gráfica 2.1-1. Entonces para la vía principal Max Uhle se tiene un TPDA de 18041 vehículos por día, mientras que para la vía secundaria Paseo de los Cañaris su TPDA corresponde a 12597 vehículos por día. Utilizando la gráfica 2.1-1, se determina que la intersección debe ser a desnivel por su alto volumen vehicular.

3.3.2 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Por el espacio, la topografía y la ubicación de la intersección se ha decidido el diseño de un paso deprimido para la Av Max Uhle de un carril de 3,65 m de ancho para cada dirección y dos rampas de entrada y salida de 3,9 m donde se dejará espacio para una ciclo vía.

Para el paso deprimido se analiza su capacidad y nivel de servicio como una carretera de dos carriles (Sección 2.1.6.3)

En la Tabla 3.12 se determinó el nivel de servicio que tendría el paso deprimido con el tráfico actual. Se puede considerar que la idea de un paso deprimido en esta intersección si es aconsejable debido que en 20 años su nivel de servicio aún será eficiente (tabla 3.13).

Tabla 3.12 Nivel de servicio para el tráfico actual del paso deprimido

AV MAX UHLE		
Acceso	Norte	Sur
Número de carriles	1	1
Ancho de carril	3,65	3,65
Volúmen	710	618
FHMD	0,871	0,871
BFFS (Km/h)	60	60
f LS	0	0
f A	1	1
FFS (Km/h)	59	59
f G	1	1
E T	1	1
f HV	1	1
Vp	815	709
ATS	49	50
BPTSF	51,1	46,4
PTSF	51,1	46,4
Capacidad (veh/h)	1700	1700
V/C	0,5	0,4
Nivel de Servicio	B	B



Tabla 3. 13 Nivel de servicio para el tráfico futuro del paso deprimido

AV MAX UHLE		
Acceso	Norte	Sur
Número de carriles	1	1
Ancho de carril	3,65	3,65
Volúmen	1448	1259
FHMD	0,871	0,871
BFFS (Km/h)	60	60
f LS	0	0
f A	1	1
FFS (Km/h)	59	59
f G	1	1
E T	1	1
f HV	1	1
Vp	1662	1445
ATS	38	40
BPTSF	76,0	71,0
PTSF	76,0	71,0
Capacidad (veh/h)	1700	1700
V/C	0,978	0,850
Nivel de Servicio	D	D

A continuación se presenta alternativas para el segundo nivel de la intersección a desnivel

3.3.2.1 Alternativa 1: Intersección Semaforizada con Paso Deprimido

En esta alternativa se dispone dejar la intersección semaforizada como en la actualidad, mejorando radios de giros y extendiendo el parter de la Av Max Uhle para evitar el giro izquierdo del acceso de la calle secundaria Cesar Vallejo y así evitar accidentes de tránsito (Anexo 9).

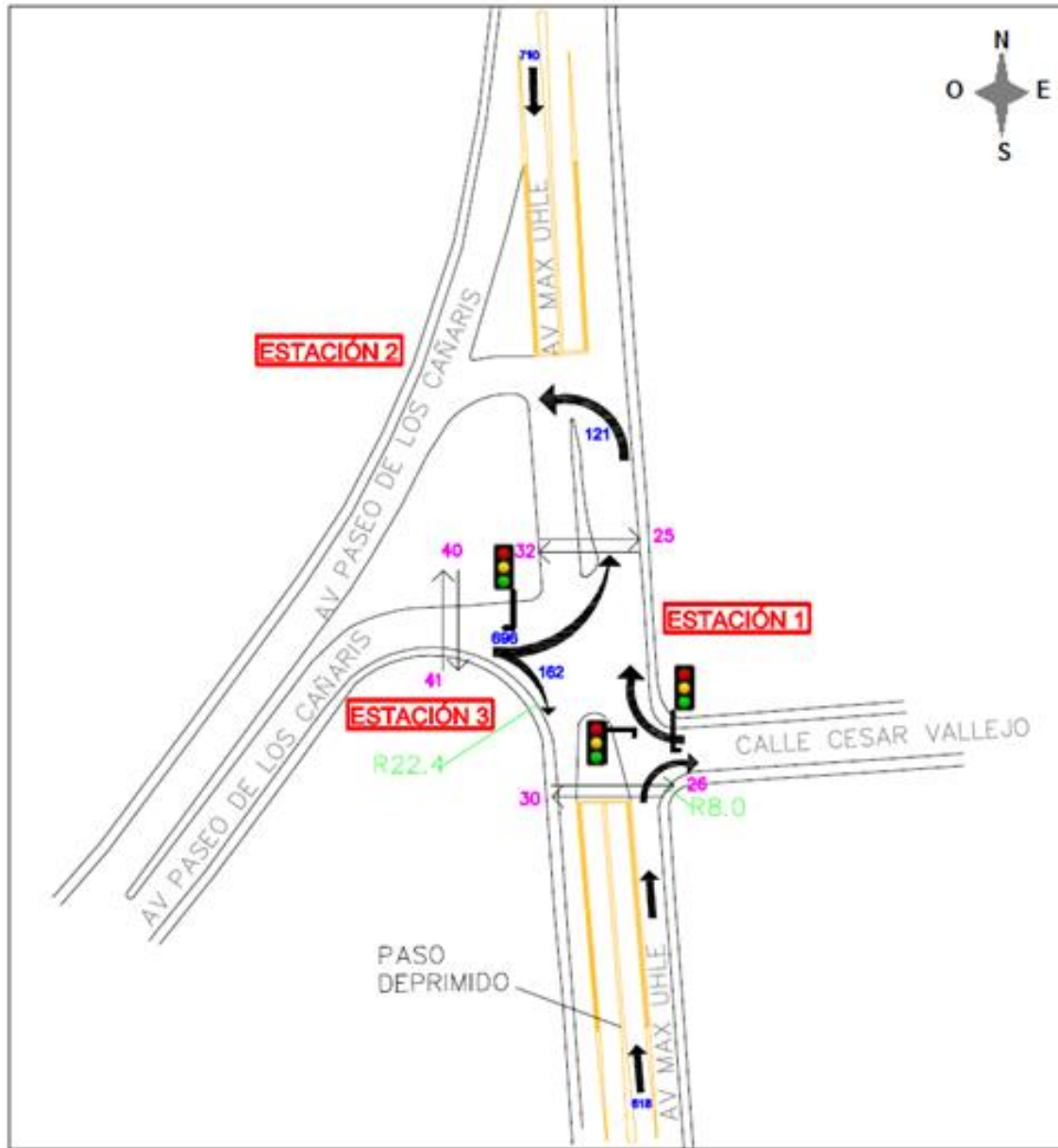


Figura 3. 5 Esquema de la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris 2016 (Alternativa 1)

FASE I	6	3	2	19	2	
FASE II	9	2	16	3	2	
LONGITUD DE CICLO	32					SEGUNDOS

Figura 3. 6 Diagrama de las fases del semáforo para el tráfico actual (Alternativa 1)

Tabla 3. 14 Módulo del nivel de Servicio para el tráfico actual (Alternativa 1)

ACCESOS	SUR			OESTE		
	S-N			O		
Sentido	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Movimientos						
Flujo ajustado Vi	-	122	-	702	-	-
Relación de verde (gi/C)	-	0,19	-	0,50	-	-
Capacidad del grupo de carriles (Ci (veh/h))	-	335	-	845	-	-
Relación volúmen a capacidad (Xi=vi/Ci)	-	0,364	-	0,831	-	-
Demora uniforme (d1(s/veh))	-	13,0	-	8,0	-	-
Demora incremental (d2(s/veh))	-	3,0	-	9,3	-	-
Demora por cola inicial (d3(s/veh))	-	0	-	0	-	-
Demora media por control del grupo di (d1(s/veh))	-	16	-	17	-	-
Nivel de servicio del grupo de carriles	-	B	-	B	-	-
Demora por acceso (dA (s/veh))	-	16	-	17	-	-
Nivel de servicio por acceso	-	B	-	B	-	-
Demora en toda la intersección (dl(s/veh))				17		
Nivel de servicio global de la intersección				B		

El nivel de servicio de la intersección semaforizada con tráfico actual podría subir a “B”, puesto que ya se ha suprimido el tráfico con sentido Norte- Sur y Sur Norte, quedando sólo los vehículos del acceso sur que pasan a la Av Paseo de los Cañaris con giro izquierdo. De esta manera se tiene un paso libre para el giro derecho del acceso Oeste.

Mientras que para el tráfico proyectado se utilizó la mayor longitud de ciclo semafórico permitido de 102 segundos.

FASE I	16	3	2	79	2
FASE II	19	2	76	3	2
LONGITUD DE CICLO	102				SEGUNDOS

Figura 3. 7 Diagrama de las fases del semáforo para el tráfico proyectado

Tabla 3. 15 Módulo del nivel de Servicio para el tráfico proyectado en 20 años

ACCESOS	SUR			OESTE		
	S-N			O		
Sentido	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
Movimientos						
Flujo ajustado Vi	-	248,509	-	1435,4913	-	-
Relación de verde (gi/C)	-	0,16	-	0,75	-	-
Capacidad del grupo de carriles (Ci (veh/h))	-	280	-	1259	-	-
Relación volúmen a capacidad (Xi=vi/Ci)	-	0,888	-	1,140	-	-
Demora uniforme (d1(s/veh))	-	43,0	-	13,0	-	-
Demora incremental (d2(s/veh))	-	31,3	-	73,1	-	-
Demora por cola inicial (d3(s/veh))	-	0	-	0	-	-
Demora media por control del grupo di (d1(s/veh))	-	74,3	-	86,1	-	-
Nivel de servicio del grupo de carriles	-	E	-	F	-	-
Demora por acceso (dA (s/veh))	-	74,3	-	86,1	-	-
Nivel de servicio por acceso	-	E	-	F	-	-
Demora en toda la intersección (dl(s/veh))				84		
Nivel de servicio global de la intersección				F		

3.3.2.1 Alternativa 2: Intersecciones convencionales con prioridad de paso con Paso Deprimido

A diferencia de la alternativa 1 se estableció por analizar la intersección sin semáforo en vez de este dispositivo se analiza como intersección convencional con prioridad de paso (Sección 2.1.4).

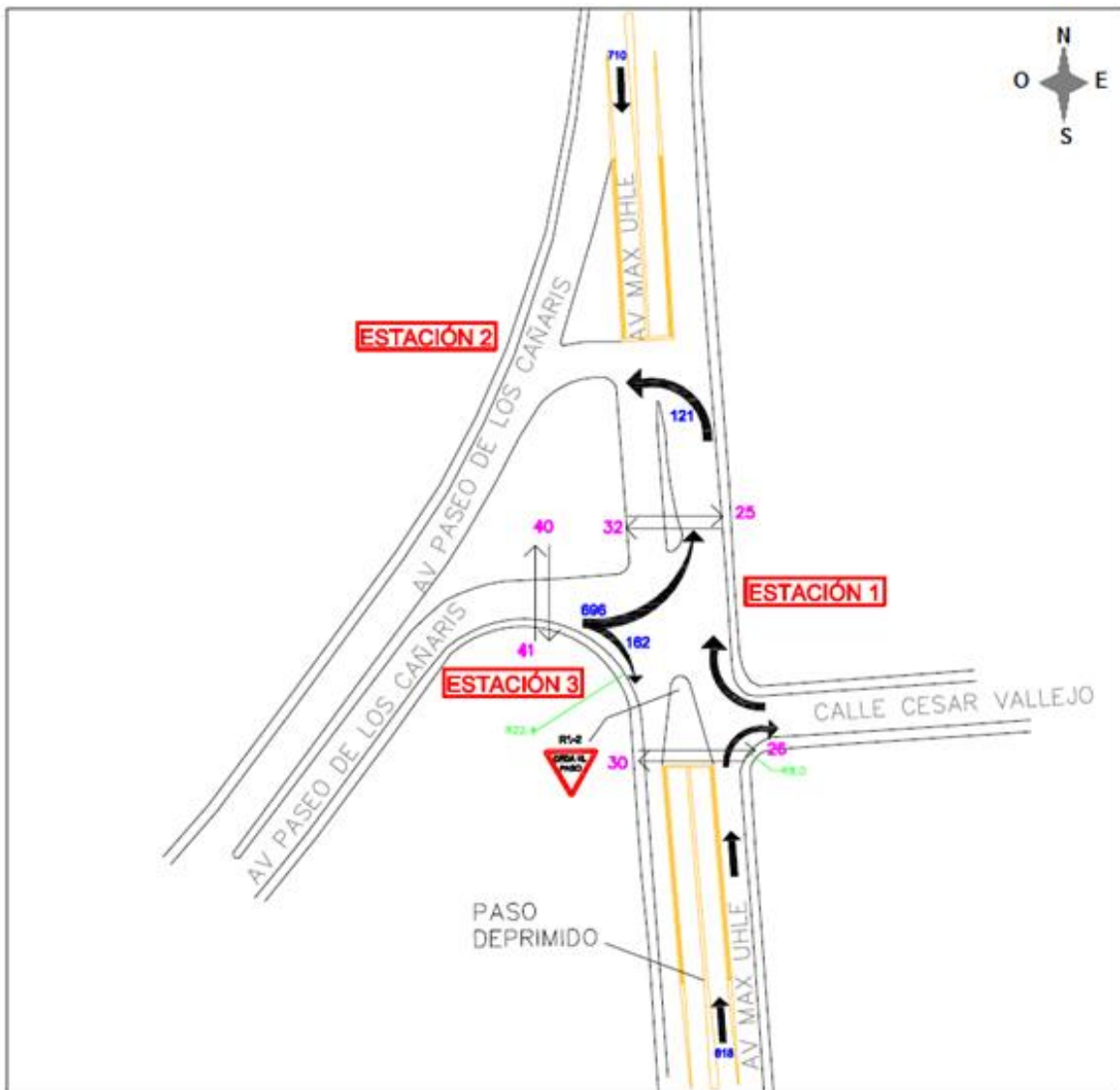


Figura 3. 8 Esquema de la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris 2016 (Alternativa 2)



Tabla 3. 16 Nivel de servicio para el tráfico actual de la intersección convencional con prioridad de paso

ACCESOS	SUR			OESTE		
		S-N		O		
SENTIDO						
MOVIMIENTOS	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
NÚMERO DE CARRILES	1	-	-	2	-	-
VOLÚMENES	121	-	-	696	-	-
FHMD	0,992	-	-	0,992	-	-
f _{hv}	0,973	-	-	0,973	-	-
VEHÍCULO EQUIVALENTE	125	-	-	721	-	-
V _{cx}	753	-	-	259	-	-
t _c base	5,5	-	-	4,1	-	-
t _c HV	1	-	-	1	-	-
t _c G	0,2	-	-	0,2	-	-
G	0,97	-	-	-0,72	-	-
t ₃ LT	0	-	-	0	-	-
t _{c,x}	6	-	-	4	-	-
t _f ,base	4,0	-	-	2,2	-	-
t _f HV	0,9	-	-	0,9	-	-
t _{f,x}	4,025	-	-	2,225	-	-
C _{p,x} (veh/h)	402	-	-	1317	-	-
C _m	402	-	-	1317	-	-
f		-	-	0,453	-	-
C _{m,x} (veh/h)	56	-	-		-	-
C _{SH,NB}	402	-	-		-	-
d ₄	17,95	-	-	10,99	-	-
NIVEL DE SERVICIO	C	-	-	B	-	-

Tabla 3. 17 Nivel de servicio para peatones (Conteo actual) en la intersección convencional con prioridad de paso

PEATONES			
ACCESOS	SUR		
LONGITUD DE PASO	3,3	7	13
TIEMPO EMPLEADO t _c (seg)	2,97	6,3	11,7
FLUJO VEHICULAR (veh/s)	0,034	0,28	0,24
CARRIL BLOQUEADO P _b	0,095004	0,581	0,7524
CRUCE BLOQUEADO P _d	0,095	0,8241	0,9387
RETRASO PROMEDIO (seg)	1,614	12,964	55,888
LOS	A	C	C



Tabla 3. 18 Nivel de servicio para el tráfico proyectado de la intersección convencional con prioridad de paso

ACCESOS	SUR			OESTE		
	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
SENTIDO	S-N			O		
MOVIMIENTOS	Izq	Rec	Der	Izq	Rec	Der
NÚMERO DE CARRILES	1	-	-	2	-	-
VOLÚMENES	246	-	-	1421	-	-
FHMD	0,990	-	-	0,990	-	-
f _{hv}	0,973	-	-	0,973	-	-
VEHÍCULO EQUIVALENTE	255	-	-	1475	-	-
V _{cx}	753	-	-	259	-	-
t _c base	5,5	-	-	4,1	-	-
t _c HV	1	-	-	1	-	-
t _c G	0,2	-	-	0,2	-	-
G	0,97	-	-	-0,72	-	-
t ₃ LT	0	-	-	0	-	-
t _{c,x}	6	-	-	4	-	-
t _f ,base	4,0	-	-	2,2	-	-
t _f HV	0,9	-	-	0,9	-	-
t _{f,x}	4,025	-	-	2,225	-	-
C _{p,x} (veh/h)	402	-	-	1317	-	-
C _m	402	-	-	1317	-	-
f		-	-	0,120	-	-
C _{m,x} (veh/h)	30	-	-		-	-
C _{SH,NB}	402	-	-		-	-
d ₄	28,25	-	-	80,62	-	-
NIVEL DE SERVICIO	D	-	-	F	-	-

Tabla 3. 19 Nivel de servicio para peatones (Proyectado) en la intersección convencional con prioridad de paso

ACCESOS	PEATONES		
	SUR		
LONGITUD DE PASO	3,3	7	13
TIEMPO EMPLEADO t _c (seg)	2,97	6,3	11,7
FLUJO VEHICULAR (veh/s)	0,068	0,56	0,4
CARRIL BLOQUEADO P _b	0,183681	0,8304	0,90081
CRUCE BLOQUEADO P _d	0,1837	0,9712	0,9902
RETRASO PROMEDIO (seg)	1,758	55	245,516
LOS	A	D	C

3.3.2.3 Alternativa 3.- Redondel con Paso Deprimido

En base al volumen del tráfico vehicular y al espacio que existe en la intersección se procede a analizar un redondel de dos carriles, con un radio de giro de 14 m y anchos de carriles de 3,65 m.

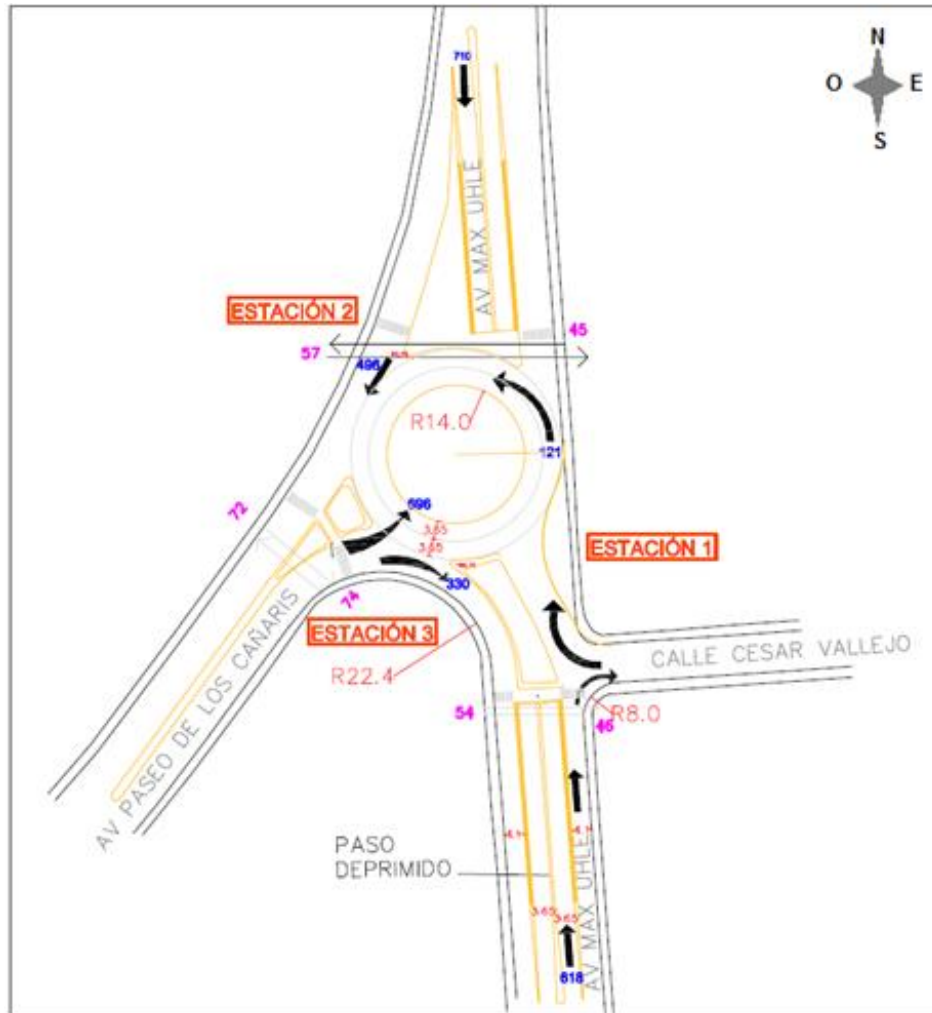


Figura 3. 9 Esquema de la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris 2016 (Alternativa 3)

Tabla 3. 20 Flujo de Circulación del Redondel con el tráfico actual

FLUJO DE CIRCULACION					
ACCESOS					
NORTE		SUR		OESTE	
Vc,NB,pce		Vc,SB,pce		Vc,WB,pce	
VNBL	135	VEBL	776	VNBL	135
	[Veh/h]		[Veh/h]		[Veh/h]

Se consideró la mitad de los vehículos que transitan por el acceso Norte debido al espacio de la intersección.

Tabla 3. 21 Flujos de entrada por carril (Tráfico actual)

ASIGNACIÓN DE CARRILES			
ACCESO	NORTE	SUR	OESTE
Volúmenes (Veh equ)	553	135	776
Giro izquierdo		135	776
Recto y Giro derecho			
Giro derecho	553		-
Recto y Giro izquierdo			
	LT,R	L,TR	L,TR
Carril Derecho	293	71	364
Carril Izquierdo	260	64	412

Tabla 3. 22 Capacidad de entrada (Tráfico actual)

CAPACIDAD								
NORTE			SUR			OESTE		
Ce,pce			Ce,pce			Ce,pce		
RL=	1028	[pc/h]	RL=	656	[pc/h]	RL=	1028	[pc/h]
LL=	1021	[pc/h]	LL=	631	[pc/h]	LL=	1021	[pc/h]

Tabla 3. 23 Efecto de los peatones sobre las operaciones vehiculares en la entrada (Tráfico actual)

PEATONES			
	NORTE	SUR	OESTE
η_{ped}	57	56	81
f_{ped}	0,942	0,986	0,917

Tabla 3. 24 Conversión a vehículos por hora

VEHÍCULOS POR HORA				
CAPACIDAD				
	NORTE	SUR	OESTE	
DER	932	623	908	[veh/h]
IZQ	926	599	901	[veh/h]
FLUJO DE ENTRADA				
DER	282	68	350	[veh/h]
IZQ	250	61	396	[veh/h]

Tabla 3. 25 Relación volumen capacidad (Tráfico actual)

RELACIÓN VOLÚMEN-CAPACIDAD			
	NORTE	SUR	OESTE
DER	0,30	0,11	0,39
IZQ	0,27	0,10	0,44

Tabla 3. 26 Control de demoras (Tráfico actual)

CONTROL DE DEMORAS				
	NORTE	SUR	OESTE	
DER	7,0	7,0	8,4	[s/veh]
IZQ	6,7	7,2	9,3	[s/veh]

Tabla 3. 27 Nivel de servicio del redondel con el tráfico actual

DEMORAS						
	NORTE		SUR		OESTE	
	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ
Demora por carril[s/veh]	7,04	6,67	7,03	7,20	8,36	9,29
Nivel de servicio	A	A	A	A	A	A
Demora por acceso	7		7		9	
Nivel de servicio	A		A		A	

Tabla 3. 28 Relación volumen capacidad (Tráfico proyectado)

RELACIÓN VOLÚMEN-CAPACIDAD			
	NORTE	SUR	OESTE
DER	0.691	0.373	0.843
IZQ	0.623	0.362	0.960

Tabla 3. 29 Efecto de los peatones sobre las operaciones vehiculares en la entrada (Tráfico Proyectado)

PEATONES			
	NORTE	SUR	OESTE
η_{ped}	102	100	146
f_{ped}	0.909	1.000	0.869

Tabla 3. 30 Nivel de servicio del redondel con el tráfico proyectado

DEMORAS						
	NORTE		SUR		OESTE	
	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ
Demora por carril[s/veh]	16,53	14,16	17,47	18,43	26,91	45,80
Nivel de servicio	C	B	C	C	D	E
Demora por acceso	15		18		37	
Nivel de servicio	C		C		E	

3.4 REDISEÑO GEOMÉTRICO DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA

Al final de la memoria técnica se presenta los planos del diseño definitivo del proyecto, el cual cumple con las normativas propuestas por MTOP.

Se presentan los perfiles longitudinales para cada acceso a la intersección como también los perfiles transversales.

Para el diseño geométrico también se consideró los accidentes de tránsito que se ha dado en los últimos 2 años (Anexo 9), datos corroborados por el servicio integrado de seguridad ECU 911, en el cual se presentan 50 accidentes desde abril del 2014 hasta abril del 2016 en esta intersección, donde el 86% de estos accidentes se dieron donde los vehículos que acceden desde el Sur de la Av Max Uhle dan giro izquierdo para pasar a la Av Paseo de los Cañaris (Figura 3.10)

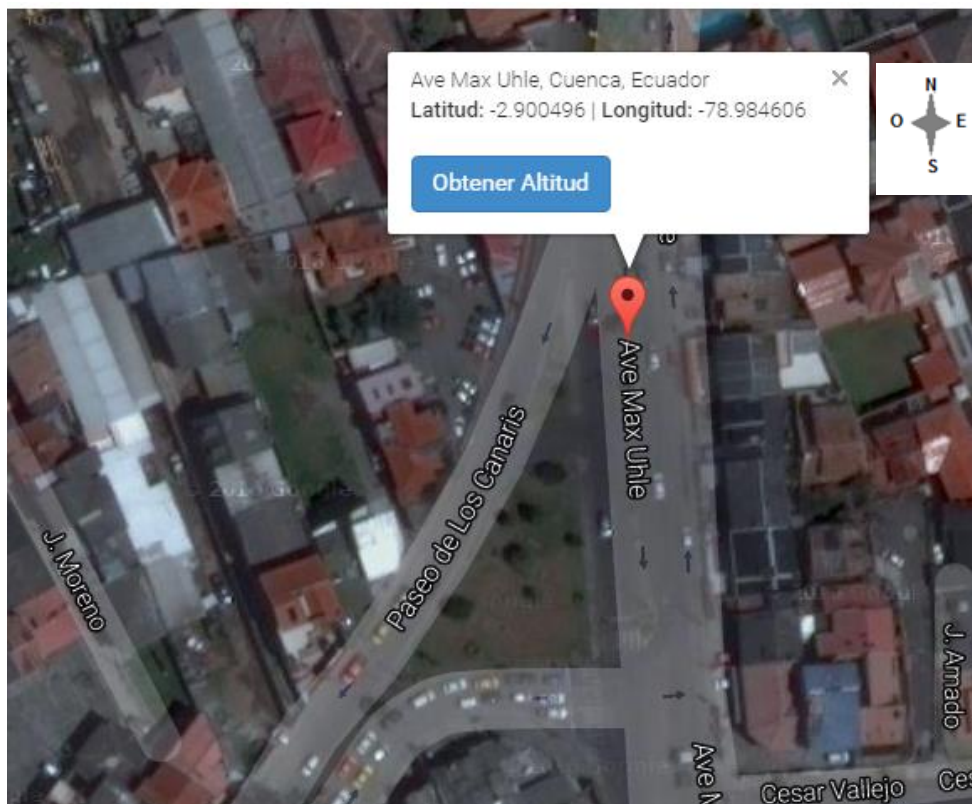


Figura 3. 10 Fotografía satelital (coordenadas accidentes)

FUENTE ECU 911 (GOOGLE MAP)

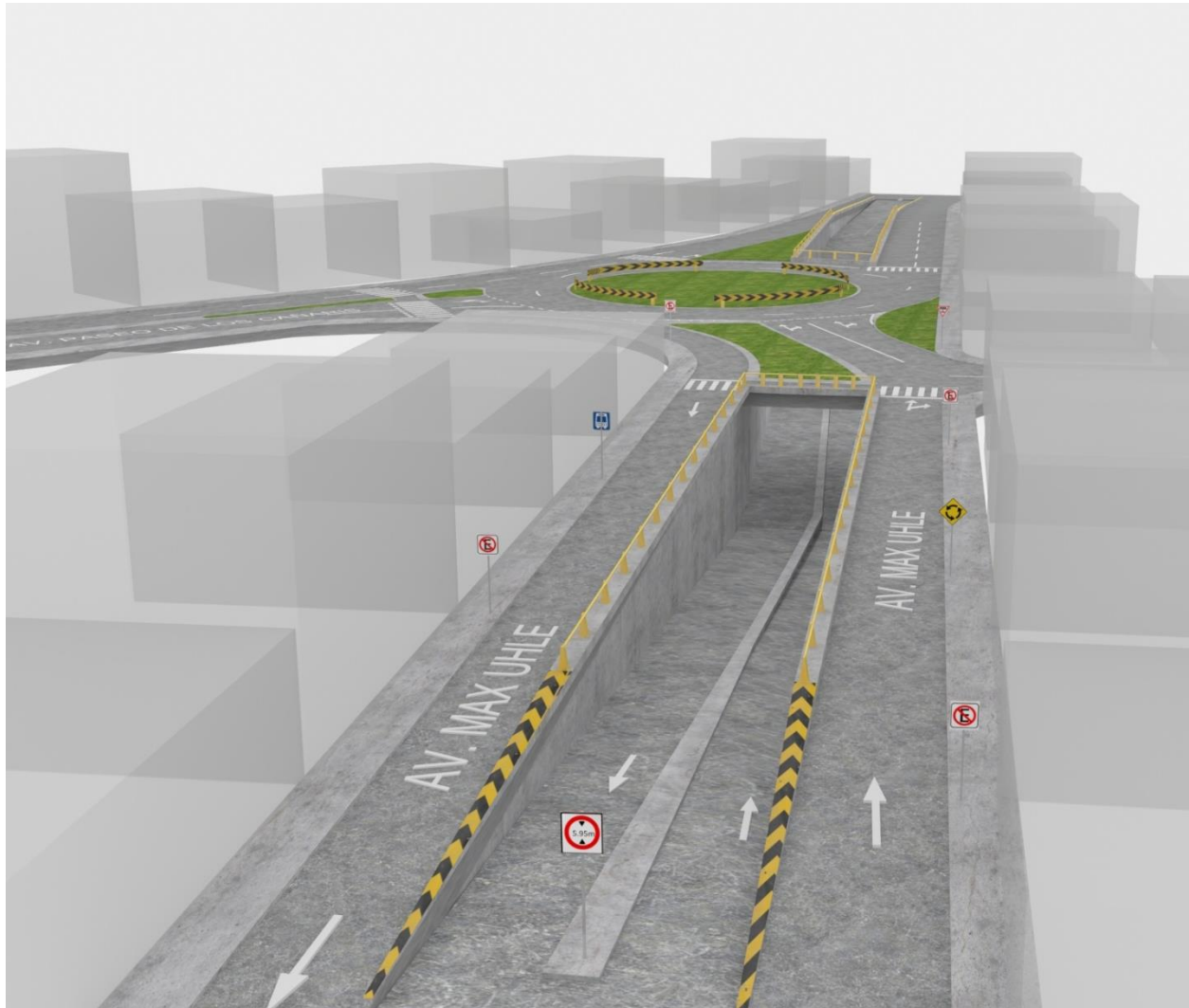


Figura 3. 11 Diseño geométrico de la alternativa seleccionada
VISTA PRELIMINAR

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4. 1 Comparación entre alternativas

RESULTADOS DE LAS ALTERNATIVAS DE TRÁNSITO		
ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Intersección semaforizada- Paso deprimido	Intersección convencional con prioridad de paso-Paso deprimido	Redondel- Paso deprimido
NIVEL DE SERVICIO (2016)		
B	C	A
Demora en el acceso más crítico		
17 segundos	18 segundos	9 segundos
Relación volumen/capacidad en el acceso más crítico		
0.36	0.33	0.44
NIVEL DE SERVICIO (2026)		
F	F	E
Demora en el acceso más crítico		
84 segundos	81 segundos	37 segundos
Relación volumen/capacidad en el acceso más crítico		
1.14	1.12	0.96

Finalmente se tomó en cuenta para el diseño geométrico la alternativa 3, que fue la mejor alternativa propuesta desde el punto de vista del estudio de tránsito. Se obtuvo un mejor nivel de servicio y una mayor capacidad vial para el tránsito proyectado al restringir el paso de vehículos pesados por el redondel, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4. 2 Relación volumen capacidad (Tráfico proyectado con restricción de vehículos pesados)

RELACIÓN VOLÚMEN-CAPACIDAD			
	NORTE	SUR	OESTE
DER	0.625	0.334	0.793
IZQ	0.563	0.320	0.906

Tabla 4. 3 Nivel de servicio del redondel con el tráfico proyectado

DEMORAS						
	NORTE		SUR		OESTE	
	DER	IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ
Demora por carril[s/veh]	13,59	11,98	15,09	15,76	21,82	33,90
Nivel de servicio	B	B	C	C	C	D
Demora por acceso	13		15		28	
Nivel de servicio	B		C		D	

Como se pueden observar en las tablas la capacidad de la intersección es mayor, tanto que ofrece mejor nivel de servicio para más de 20 años.

En el diseño geométrico se implantó un redondel con radio de 14 m, los anchos de calzada de acceso y salida a esta estructura son de 3,6 m los mismos que se alinean al centro del redondel. El paso deprimido tiene una altura mínima de 5,95 m, con pendiente de entrada de 9,50 % y 9,98% de salida. (Planos)

La tabla 4.4 presenta en resumen una comparación de la intersección actual y el proyecto (Redondel con paso deprimido), donde se puede evidenciar los resultados de una mejor manera.

Tabla 4. 4 Comparación entre la intersección actual y el proyecto

INTERSECCIÓN	
ACTUAL	PROYECTO
Intersección semaforizada	Redondel con paso deprimido
NIVEL DE SERVICIO (2016)	
E	A
Demora en el acceso más crítico (Estación 3)	
109 segundos	9 segundos
Relación volumen/capacidad en el acceso más crítico (Estación 3)	
1.2	0.44
NIVEL DE SERVICIO (2026)	
F	D
Demora en el acceso más crítico (Estación 3)	
560 segundos	28 segundos
Relación volumen/capacidad en el acceso más crítico (Estación 3)	
2.45	0.906

A continuación se presenta la tabla de cantidad de obra, con los ítems más relevantes de este tipo de proyecto.

Tabla 4. 5 Cantidad de Obra

CANTIDAD DE OBRA				
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad
1		MOVIMIENTO DE TIERRAS		
1.001	532031	Remoción de hormigón	m3	97.62
1.002	503033	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	0.12
1.003	503004	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	94,243.29
1.004	503034	Excavación mecánica en fango	m3	9,424.33
1.005	505002	Mejoramiento conformación y compactación con equipo pesado para calzada y/o accesos, material de minas aprobadas en sectores El Descanso - La Josefina - Paute (prov. Azuay)	m3	818.44
1.006	505027	Acabado de obra básica existente	m2	2,046.10
1.007	506019	Transporte de materiales producto de la excavacion (Transporte libre 500 m)	m3/km	942,432.95
2		CALZADA		
2.002	505002	Mejoramiento conformación y compactación con equipo pesado para calzada y/o accesos, material de minas aprobadas en sectores El Descanso - La Josefina - Paute (prov. Azuay)	m3	702.92
2.003	505004	Sub base conformación y compactación con equipo pesado, material de minas aprobadas en sectores El Descanso - La Josefina - Paute (prov. Azuay)	m3	1,012.14
2.004	511008	Asfalto MC para imprimación	litro	6,219.61
2.005	511009	Capa de sello de mortero asfáltico	m2	5,060.70
3		OBRAS COMPLEMENTARIAS		
3.001	507063	Bordillo de hormigón de 20 x 20 cm	m1	366.51
3.002	507064	Bordillo de hormigón de 20 x 30 cm	m1	489.00
3.003	510031	Pavimento de Hormigón de cemento portland 4,12 MPA, incluye curado, encofrado y aditivo plastificante	m3	20.52
3.004	512001	Acero de refuerzo	kg	154.50
3.005	512020	Barandales metálicos para colocarlos sobre parapetos de hormigón (tipo I)	m	240.00
3.006	512021	Barandales metálicos para colocarlos sobre parapetos de hormigón (tipo II)	m	20.00
4		INTERCAMBIADOR - INFRAESTRUCTURA		
4.001	501005	Replanteo de construccion	m2	2,611.64
4.002	505031	Excavacion para puentes y obras similares	m3	8,100.60
4.003	538039	Geotextil NT 1600 . Suministro e instalación, incluye andamios	m2	2,046.10
4.004	512023	Placa elastomérica de neopreno, dureza 60, grado SHORE	u	75.00
4.005	510027	Hormigón estructural f'c = 240 kg/cm2 incluye encofrados	m3	1,018.53
4.006	507065	Hormigón ciclópeo (60% H.S. y 40% piedra) f'c = 210 kg/cm2, incluye encofrado	m3	158.56
4.007	510028	Hormigón Simple f'c = 180 kg/cm2 incluye encofrado	m3	153.21
4.008	512001	Acero de refuerzo	kg	97,181.67
4.009	505028	Relleno permeable para estructuras	m3	972.59
4.01	509098	Tubería PVC d= 200 mm (perforada para dren)	m1	720.00
4.011	507066	Cinta de PVC (ancho = 18 cm) en junta de muros	m	257.85
5		INTERCAMBIADOR - SUPERESTRUCTURA		
5.001	510031	Pavimento de Hormigón de cemento portland 4,12 MPA, incluye curado, encofrado y aditivo plastificante	m3	21.36
5.002	512029	Acero para precompresion , fpu = 17000 Kg / cm2	Kg	1,903.82
5.003	510032	Hormigón estructural de cemento portlant, clase A, f'c= 350 kg/cm2	m3	108.00
5.004	510029	Hormigón estructural f'c = 280 kg/cm2, incluye encofrado	m3	147.00
5.005	512001	Acero de refuerzo	kg	16,543.20
5.006	512024	Malla electrosoldada de refuerzo d=4 mm c/15 cm	m2	93.38
5.007	512025	Acero estructural ASTM A 36, suministro, fabricación y montaje	kg	9,226.54
5.008	521016	Pintura anticorrosiva para acero estructural	kg	3,690.61
5.009	511010	Junta de dilatación, con polisulfato	m	17.68
6		SEÑALIZACIÓN DEFINITIVA HORIZONTAL		
6.001		Marca pavimento separación carriles línea entrecortada A=10 cm Pintura termoplástica e=2.3mm. en seco	m	322.00
6.002		Marca pavimento paso cebra A=50 cm Pintura termoplástica e=3 mm. en seco	m	102.00
6.003		Marca Pavimento carriles línea continua A=10 cm Pintura termoplástica e=2.3 mm en seco	m	547.20
7		SEÑALIZACIÓN DEFINITIVA VERTICAL		
7.001		Construcción e instalación/letrero-aluminio/señal/reglamentaria	m2	2,452.80
7.002		Suministro e instalación de tubos cuadrados 50x50x2 mm. Incluido dado de hormigón simple para letreros de señalización	m	65.00



También se presenta los costos operativos de la intersección actual y el proyecto (Tabla 4.6), donde se puede comparar el ahorro que conlleva el diseño de la mejor alternativa propuesta. Para ello se consideró como gastos operativos el costo de combustible, lubricantes de motor, aceites, mantenimiento, depreciación de la edad del vehículo, neumáticos entre otros factores. Para el costo de tiempo de demora el MTOP establece que el costo por hora debe ser menor a la hora de un salario básico, este valor se asume entre 50 centavos y un dólar. Según el historial de accidentes en la intersección (Anexo 9) el promedio de accidentes por año es de 25, donde el 70% corresponde a choque sin heridos, para este costo se toma \$7400 por accidente (Review of Road User Costs and Methods, 2013)

Tabla 4. 6 Costos Operativos de Vehículos para el año 2016

COSTOS OPERATIVOS DE VEHÍCULOS (VOC)		
	INTERSECCIÓN ACTUAL	PROYECTO
OPERATIVOS	\$ 69,764.35	\$ 68,171.83
TIEMPO DE DEMORAS	\$ 45,313.73	\$ 5,366.10
ACCIDENTABILIDAD	\$ 192,400.00	
	\$ 307,478.08	\$ 73,537.93



5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analizó el nivel de servicio y la capacidad vial que ofrece la intersección Max Uhle y Paseo de los Cañaris. Se presentaron tres alternativas, para mejorar su funcionamiento actual y garantizar su funcionamiento en 20 años.

En base al MTOP los tipos de intersecciones están en función del TPDA. Entonces para la vía principal Max Uhle se tiene un TPDA de 18041vehículos por día, mientras que para la vía secundaria Paseo de los Cañaris su TPDA corresponde a 12597 vehículos por día. Utilizando la gráfica 2.1-1, se determinó que la intersección debe ser a desnivel por su alto volumen vehicular.

En este proyecto se rediseñó como una intersección a desnivel que cuenta con un paso deprimido en la Av Max Uhle, un carril por sentido. Y un redondel para los demás giros.

Mediante el análisis de tránsito de las alternativas se llega a la conclusión que el redondel con paso deprimido cumple con las expectativas deseadas sobre la capacidad y el nivel de servicio de la intersección en 20 años, pudiendo mejorarse con la toma de medidas de gerencia de tránsito como el restringir el paso de vehículos pesados. También de esta manera se disminuye el número de conflictos vehiculares que existen actualmente, evitando así accidentes futuros.

Con el rediseño de la intersección el nivel de servicio llega a estar en “A” cuando en la actualidad este nivel se encuentra en “E”. El tiempo de demora por vehículo bajará de 109 a 9 segundos. Mientras que en 20 años la intersección actual tendrá un nivel de servicio deficiente “F”, el rediseño en este tiempo brindará un nivel de servicio “E” con 37 segundos de demora por vehículo. Y con restricción de vehículos pesados un nivel de servicio “D” con 28 segundos de demora por vehículo.

El paso deprimido es muy usual en la ciudad de Cuenca por la armonía urbanística que presenta al no ser complejo para el usuario de la vía como algunos pasos a alto nivel, siendo conveniente para el tipo de intersección que se analizó por su ubicación y espacio disponible.

Este redondel, en la intersección analizada beneficia al redondel de la Av. Max Uhle y Gonzáles Suárez al realizar giros en U o de retorno, minorando el congestionamiento.

En el diseño geométrico se tuvo discernimiento al escoger los radios de entradas y salidas del redondel para evitar congestionamiento y posibles accidentes, como también se consideró señales de tránsito tanto horizontal como vertical.



Se diseñaron isletas para canalizar el tránsito y así evitar conflictos vehiculares y peatonales.

El diseño del redondel es armónico de tal carácter que la estructura tiene mayor capacidad, disminuyendo puntos de conflicto.

El diseño geométrico está en función del vehículo de diseño. El redondel tiene un radio mínimo de 14 m para vehículos pesados, donde también se considera los anchos de calzada, radios y ángulos de entradas y salidas para la deflexión y acomodamiento de este tipo de vehículo.

El redondel y las isletas están ubicadas de tal manera que los conductores que circulan por la Av Max Uhle Sur-Norte no puedan ingresar a esta estructura y deban circular por el paso deprimido y así evitar que el redondel se congestione.

Se consideró que la altura del paso deprimido mínima es de 5,95 m de esta forma se evita cualquier tipo de obstáculo con vehículos pesados.

6. RECOMENDACIONES

En la actualidad la intersección semaforizada está llegando al límite de su capacidad donde ya se observan grandes colas de espera, por ello se debería considerar el rediseño de esta intersección en los próximos años.

Las rampas de la Av Max Uhle tienen un espacio suficiente para diseñar en un futuro la ciclo vía, aunque no se consideró en el alcance de este trabajo por su bajo porcentaje de ciclistas, 0,38% del conteo vehicular.

Se debería analizar los dos redondeles vecinos Max Uhle-Paseo de los Cañaris y Max Uhle-Gonzales Suárez para mejorar su eficiencia en todo este tramo.



7. REFERENCIAS

FHWA-RD-00-067, p. d. (2000). Roundabouts: An Information Guide. Departamento de transporte. Washington, D.C.

Garber, Nicholas ., Hoel, Lester A.,. (2002). Traffic and Highway Engineering (3a. ed ed.). Brooks Cole.

HCM Highway Capacity Manual (Vol. Volumen 3). (2010). Washington: TRB TRANSPORTATION RESEARCH BOARD.

HCM Highway Capacity Manual. (2000). Washington: TRB TRANSPORTATION RESEARCH BOARD.

Nevi-12. (2013). Norma para estudios y diseño vial. Quito: Subsecretaría de Infraestructura del transporte.

Nevi-12. (2013). Volumen 2 Libro A Normas para estudios y diseños viales (Vol. 2A). (S. d. transporte, Ed.) Quito, Ecuador: Norma Ecuatoriana Vial Nevi-12-MTOP. Obtenido de <http://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-vial-nevi-12/>

MTOP Normas de diseño geométrico de carreteras. (2003). Quito Ecuador.

Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G. (2007). Ingeniería de tránsito. México: Alfaomega.

Roger P. Roess, E. S. (2011). Traffic Engineering (Cuarta edición ed.). New York: Keri Rand.

SCT Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras. (1986). México.

INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización, Señalización Vial (2011)

Review of Road User Costs and Methods (2013)

8. ANEXOS

Anexo 1 Volumen horario de máxima demanda que pasan por el semáforo.

Periodo cada 15 min	LIV	BUS	CAMION						Moto	Bici	Total	Total sin 2R
			2E	3E	TRAILER							
					4E	5E	6E					
0745-0800	579	13	13	0	0	0	0	21	4	630	605	
0800-0815	563	4	10	1	0	0	0	25	1	604	578	
0815-0830	517	10	6	0	0	0	0	30	1	564	533	
0830-0845	478	6	11	0	0	0	0	16	0	511	495	
Total	2137	33	40	1	0	0	0	92	6	2309	2211	
%	92,55%	1,43%	1,73%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	3,98%	0,26%	100,00%	95,78%	
% SIN 2R	96,65%	1,49%	1,81%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%				100,00%	

Anexo 2 Resultado del conteo volumétrico de la intersección

CONVENIO INTERINSTITUCIONAL: PLAN DE MOVILIDAD Y ESPACIOS PUBLICOS DE CUENCA													
CONTEO VOLUMETRICO CLASIFICADO													
INTERSECCION: Nº 6 Av. Paseo de los Cañaris y Max Uhle													
FECHA: martes, 10 de marzo de 2015 INICIO: 06H00 FIN: 20H00													
Periodo cada 15 min	LIV	BUS	CAMION						Moto	Bici	Total	Total sin 2R	Hora Pico
			2E	3E	TRAILER								
					4E	5E	6E						
0600-0615	132	6	3	2	0	0	0	2	0	145	143		
0615-0630	245	10	6	1	0	0	0	4	2	268	262		
0630-0645	576	5	7	1	1	0	0	7	5	602	590		
0645-0700	823	13	9	2	0	0	0	13	2	862	847	1842	
0700-0715	694	8	5	2	0	0	0	16	1	726	709	2408	
0715-0730	586	6	8	0	0	0	0	15	5	620	600	2746	
0730-0745	684	8	4	0	0	0	0	15	4	715	696	2852	
0745-0800	851	16	18	0	0	0	0	21	4	910	885	2890	
0800-0815	799	5	14	1	0	0	0	25	1	845	819	3000	
0815-0830	731	11	8	0	0	0	0	30	1	781	750	3150	
0830-0845	688	7	13	0	0	0	0	16	0	724	708	3162	
0845-0900	606	12	11	1	1	0	0	20	3	654	631	2908	
0900-0915	716	9	13	0	0	0	0	18	1	757	738	2827	
0915-0930	642	8	12	0	0	0	0	17	4	683	662	2739	
0930-0945	648	5	8	0	0	0	0	14	1	676	661	2692	
0945-1000	516	8	10	3	0	0	0	17	2	556	537	2598	
1000-1015	600	5	12	1	0	0	0	17	7	642	618	2478	
1015-1030	598	7	15	0	0	0	0	24	3	647	620	2436	
1030-1045	599	7	12	0	0	0	0	19	0	637	618	2393	
1045-1100	633	8	14	0	0	0	0	17	4	676	655	2511	
1100-1115	561	6	13	0	1	0	0	13	2	596	581	2474	
1115-1130	567	7	9	1	0	0	0	24	4	612	584	2438	
1130-1145	547	6	16	0	0	0	0	20	3	592	569	2389	
1145-1200	633	7	11	2	0	0	0	19	2	674	653	2387	
1200-1215	608	6	10	0	0	0	0	25	4	653	624	2430	
1215-1230	670	8	11	0	0	0	0	31	0	720	689	2535	
1230-1245	661	7	12	0	0	0	0	25	2	707	680	2646	
1245-1300	787	8	15	0	0	0	0	24	0	834	810	2803	
1300-1315	685	7	9	0	1	0	0	16	2	720	702	2881	
1315-1330	668	6	7	5	0	0	0	23	3	712	686	2878	
1330-1345	650	8	9	1	0	0	0	20	1	689	668	2866	
1345-1400	609	11	7	0	0	0	0	12	2	641	627	2683	
1400-1415	525	5	12	0	0	0	0	18	2	562	542	2523	
1415-1430	594	10	14	0	0	0	0	19	0	637	618	2455	
1430-1445	736	11	9	0	0	0	0	19	1	776	756	2543	
1445-1500	614	12	6	0	0	0	0	13	1	646	632	2548	
1500-1515	680	12	5	0	0	0	0	25	5	727	697	2703	
1515-1530	647	13	10	1	0	0	0	21	2	694	671	2756	
1530-1545	617	6	8	0	1	0	0	18	4	654	632	2632	
1545-1600	648	9	12	1	0	0	0	22	2	694	670	2670	
1600-1615	629	8	21	0	0	0	0	23	4	685	658	2631	
1615-1630	617	10	8	0	0	0	0	21	1	657	635	2595	
1630-1645	624	7	7	0	0	0	0	23	2	663	638	2601	
1645-1700	496	8	5	0	0	0	0	17	2	528	509	2440	
1700-1715	566	13	6	0	0	0	0	14	2	601	585	2367	
1715-1730	644	10	10	1	0	0	0	22	9	696	665	2397	
1730-1745	647	8	16	0	0	0	0	20	2	693	671	2430	
1745-1800	755	7	6	1	0	0	0	32	4	805	769	2690	
1800-1815	734	5	9	0	0	0	0	20	3	771	748	2853	
1815-1830	754	9	9	0	0	0	0	31	0	803	772	2960	
1830-1845	684	8	9	0	0	0	0	26	1	728	701	2990	
1845-1900	746	3	5	1	0	0	0	15	4	774	755	2976	
1900-1915	749	9	7	0	0	0	0	18	4	787	765	2993	
1915-1930	711	8	4	1	0	0	0	12	3	739	724	2945	
1930-1945	622	3	4	0	0	0	0	22	7	658	629	2873	
1945-2000	584	4	2	1	0	0	0	7	3	601	591	2709	
TOTAL	36638	449	536	30	5	0	0	1057	143	37885	36688		
%	94,14%	1,19%	1,41%	0,08%	0,01%	0,00%	0,00%	2,79%	0,38%	100,00%	96,83%		
% SIN 2R	97,22%	1,22%	1,48%	0,08%	0,01%	0,00%	0,00%	2,88%	0,38%		100,00%		



Anexo 3 Conteo automático de la intersección entre las avenidas 12 de abril y Huayna Capac

CONTEO AUTOMATICO DE TRAFICO								
Calle principal:	Av. 12 de Abril			Calle Secundaria:			Av.Huayna Capac	
Estación:	194							
Fecha:	13/MAYO/2013 -19/MAYO/2013							
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL
00:00-01:00	144	171	238	231	377	615	525	2301
01:00-02:00	68	63	142	193	276	452	464	1658
02:00-03:00	58	54	69	86	164	490	452	1373
03:00-04:00	70	65	64	74	96	310	273	952
04:00-05:00	104	79	83	87	140	173	159	825
05:00-06:00	228	227	219	220	231	239	137	1501
06:00-07:00	1070	1159	1087	1160	1181	537	302	6496
07:00-08:00	2481	2404	2477	2522	2481	1443	677	14485
08:00-09:00	2764	2592	2791	2793	2821	2052	183	15996
09:00-10:00	2590	2380	2517	2439	2661	2098	375	15060
10:00-11:00	2453	2492	2588	2479	2569	2228	329	15138
11:00-12:00	2370	2575	2467	2496	2784	2304	334	15330
12:00-13:00	2413	2408	2569	2538	2764	2088	278	15058
13:00-14:00	2357	2392	2507	2498	2822	2026	1270	15872
14:00-15:00	2297	2268	2270	2411	2521	1759	1330	14856
15:00-16:00	2715	2802	2581	2653	2778	1817	1399	16745
16:00-17:00	2746	2521	2443	2537	3152	1865	1399	16663
17:00-18:00	2578	2558	2421	2500	2710	1799	1309	15875
18:00-19:00	2653	2775	2576	2755	2420	1758	1432	16369
19:00-20:00	2125	2190	2148	2250	2361	1605	1310	13989
20:00-21:00	1572	1513	1745	1734	2135	1548	1079	11326
21:00-22:00	1079	1237	1244	1398	1780	1425	812	8975
22:00-23:00	727	783	904	1097	1476	1185	509	6681
23:00-24:00	340	397	480	567	924	805	290	3803
TOTAL	38002	38105	38630	39718	43624	32621	16627	247327
F. HORARIO	1,131	1,137	1,155	1,167	1,211	1,285	1,394	
F. DIARIO	0,93	0,927	0,915	0,89	0,81	1,083	2,125	

Anexo 4 Factor semanal

MES	# DE DÍAS	# DE SEMANAS	FS
ENE	31	4,429	1,107
FEB	28	4	1
MAR	31	4,429	1,107
ABR	30	4,286	1,071
MAY	31	4,429	1,107
JUN	30	4,286	1,071
JUL	31	4,429	1,107
AGO	31	4,429	1,107
SEP	30	4,286	1,071
OCT	31	4,429	1,107
NOV	30	4,286	1,071
DIC	31	4,429	1,107

Anexo 5 Factor Mensual

MES	CONSUMO DE COMBUSTIBLE			SUMA
	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL PREMIUM	
ENE	3.595.521	523.303	3.039.608	7.158.432
FEB	3.310.130	499.157	2.759.360	6.568.647
MAR	3.615.689	518.490	3.021.425	7.155.604
ABR	3.612.763	534.418	3.036.811	7.183.992
MAY	3.859.579	540.918	3.074.424	7.474.921
JUN	3.537.365	484.071	2.792.507	6.813.943
JUL	3.817.274	538.214	3.104.678	7.460.166
AGO	3.672.130	541.847	3.130.445	7.344.422
SEP	3.613.139	509.682	2.977.708	7.100.529
OCT	3.891.105	536.036	3.108.493	7.535.634
NOV	3.762.629	515.967	3.082.896	7.361.492
DIC	4.008.434	538.809	2.900.846	7.448.089
TOTAL	44.295.758	6.280.912	36.029.201	86.605.871
CONSUMO PROMEDIO MENSUAL				7217155,92
F. MENSUAL				1,009



Anexo 6 Resultado de giros

RESUMEN DE GIROS (Vehiculos 06:00-14:00)						
Or	De	S1	S2	S3	S4	Total
E1			0	0	0	0
E2		0		5689	4067	9756
E3		255	4753		1097	6105
E4		0	3990	784		4774

RESUMEN DE GIROS (Porcentajes 06:00-14:00)						
Or	De	S1	S2	S3	S4	Total
E1			0.0%	0.0%	0.0%	0%
E2		0.0%		58.3%	41.7%	100%
E3		4.2%	77.9%		18.0%	100%
E4		0.0%	83.6%	16.4%		100%

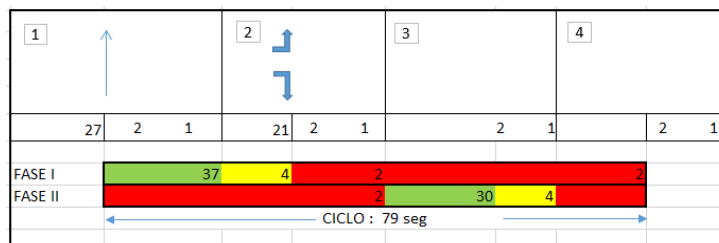
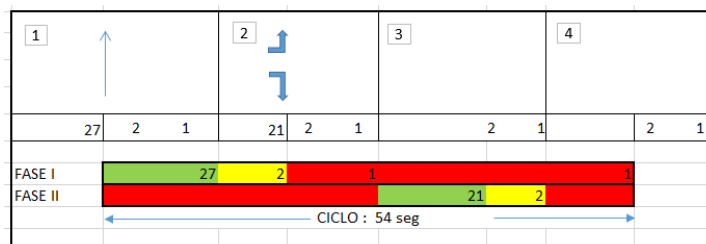
Anexo 7 Aforo Peatonal

CONVENIO INTERINSTITUCIONAL: PLAN DE MOVILIDAD Y ESPACIOS PUBLICOS DEL CANTON CUENCA														
CONTEO DE CRUCE PEATONAL														
INTERSECCION:		Nº6 (Av. Paseo de los Cañaris y Max Uhle)												
FECHA:		martes, 10 de marzo de 2015		MAÑANA		06H00-09H00		TARDE:		12H00-15H00				
CALLE:		Av. Paseo de los Cañaris												
Periodo Cada 15 Minutos	LADO IZQUIERDO						LADO DERECHO						HORA PICO	
	N-S			S-N			N-S			S-N				
	Nñ	Ad	Dis	Nñ	Ad	Dis	Nñ	Ad	Dis	Nñ	Ad	Dis		
0600-0615	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0615-0630	0	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
0630-0645	1	5	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	
0645-0700	0	10	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	48
0700-0715	0	13	0	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	79
0715-0730	0	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	75
0730-0745	0	10	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	81
0745-0800	0	6	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	80
0800-0815	0	7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	67
0815-0830	0	7	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	79
0830-0845	0	3	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	76
0845-0900	0	17	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	84
1200-1215	0	7	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	79
1215-1230	1	6	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	72
1230-1245	2	8	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0	79
1245-1300	0	10	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	76
1300-1315	1	19	0	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	91
1315-1330	1	11	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	94
1330-1345	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	95
1345-1400	1	12	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	100
1400-1415	1	11	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	98
1415-1430	0	12	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	103
1430-1445	0	11	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	101
1445-1500	1	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	99
Totales	9	230	0	16	232	0	0	0	0	0	0	0	0	
Peatones por sentido	239			248			0			0			487	



CONVENIO INTERINSTITUCIONAL: PLAN DE MOVILIDAD Y ESPACIOS PUBLICOS DEL CANTON CUENCA													
CONTEO DE CRUCE PEATONAL													
INTERSECCION:		N°6 (Av. Paseo de los Cañaris y Max Uhle)											
FECHA:		martes, 10 de marzo de 2015				MAÑANA: 06H00-09H00				TARDE: 12H00-15H00			
CALLE:		Max Uhle											
Periodo Cada 15 Minutos	LADO IZQUIERDO						LADO DERECHO						HORA PICO
	E-W			W-E			E-W			W-E			
	Nñ	Ad	Dis	Nñ	Ad	Dis	Nñ	Ad	Dis	Nñ	Ad	Dis	
0600-0615	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0
0615-0630	0	10	0	0	3	0	7	8	0	0	1	0	0
0630-0645	1	9	0	1	7	0	0	11	0	0	5	0	0
0645-0700	4	10	0	1	9	0	8	23	0	0	9	0	132
0700-0715	0	5	0	0	1	0	2	7	0	0	4	0	146
0715-0730	0	2	0	0	5	0	0	5	0	0	2	0	131
0730-0745	0	14	0	0	8	0	0	11	0	0	8	0	138
0745-0800	1	10	0	0	10	0	0	5	0	0	3	0	103
0800-0815	0	12	0	1	9	0	0	9	0	0	8	0	123
0815-0830	0	11	0	0	12	0	0	11	0	0	11	0	154
0830-0845	0	11	0	0	11	0	0	12	0	0	14	0	161
0845-0900	0	14	0	0	10	0	0	6	0	0	6	0	168
1200-1215	0	10	0	0	9	0	0	8	0	1	11	0	168
1215-1230	0	8	0	0	10	0	0	6	0	0	6	0	153
1230-1245	1	7	0	1	8	0	0	4	0	3	14	0	143
1245-1300	1	5	0	0	4	0	0	3	0	0	5	0	125
1300-1315	0	2	0	0	2	0	0	3	0	0	4	0	97
1315-1330	4	6	0	0	4	0	0	2	0	6	7	0	96
1330-1345	2	5	0	0	3	0	1	7	0	3	8	0	87
1345-1400	0	5	0	0	4	0	0	7	0	1	2	0	88
1400-1415	2	6	0	0	6	0	0	2	0	0	3	0	96
1415-1430	0	2	0	0	4	0	2	5	0	0	1	0	81
1430-1445	0	6	0	0	2	0	0	2	0	2	5	0	69
1445-1500	1	4	0	0	5	0	0	3	0	0	2	0	65
Totales	17	175	0	4	148	0	20	162	0	16	139	0	
Peatones por sentido	192			152			182			155			681

Anexo 8. Diagrama de los ciclos semaforicos actuales



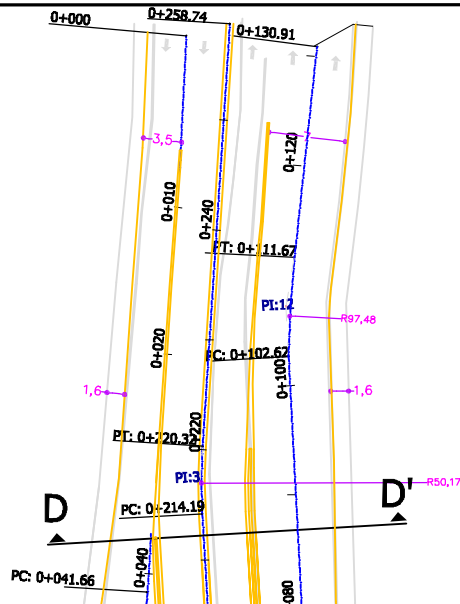
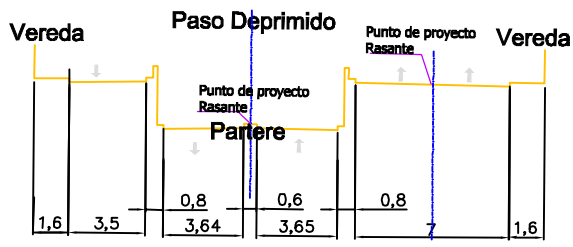


Anexo 9. Historial de accidentes
FUENTE: ECU 91

ACCIDENTES DE TRÁNSITO REGISTRADOS EN LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS - ENERO 2014 , ABRIL 2016 SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU -911 COORDINACIÓN ZONAL 6							
Año	Mes	Día	Fecha - Hora	Dirección	Longitud	Latitud	Categoría
2014	Abril	MIÉRCOLES	09/04/2014 7:10	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Atropello
2014	Abril	VIERNES	04/04/2014 18:44	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Agosto	MARTES	05/08/2014 23:27	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Agosto	LUNES	25/08/2014 15:59	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Agosto	VIERNES	29/08/2014 18:24	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984444	-2,900527	Choque sin heridos
2014	Diciembre	MIÉRCOLES	10/12/2014 13:33	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Enero	VIERNES	10/01/2014 15:11	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Febrero	JUEVES	13/02/2014 18:49	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Julio	LUNES	07/07/2014 18:54	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Atropello
2014	Julio	LUNES	07/07/2014 17:52	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Atropello
2014	Julio	LUNES	14/07/2014 22:46	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Junio	DOMINGO	29/06/2014 0:45	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984444	-2,900527	Choque con heridos
2014	Junio	VIERNES	20/06/2014 22:11	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Junio	MARTES	24/06/2014 17:48	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Marzo	JUEVES	06/03/2014 17:12	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2014	Marzo	LUNES	24/03/2014 16:36	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Mayo	VIERNES	30/05/2014 22:10	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2014	Mayo	SÁBADO	17/05/2014 13:35	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2014	Mayo	DOMINGO	11/05/2014 11:33	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Noviembre	MARTES	04/11/2014 18:34	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Noviembre	DOMINGO	09/11/2014 22:12	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Septiembre	LUNES	01/09/2014 7:46	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2014	Septiembre	LUNES	29/09/2014 12:05	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984548	-2,901257	Choque sin heridos
2015	Abril	MIÉRCOLES	22/04/2015 19:57	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Atropello
2015	Abril	LUNES	06/04/2015 16:10	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2015	Abril	SÁBADO	18/04/2015 12:09	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984607	-2,900554	Choque sin heridos
2015	Abril	DOMINGO	26/04/2015 17:54	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Colisión con Heridos
2015	Agosto	DOMINGO	09/08/2015 3:43	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2015	Agosto	LUNES	24/08/2015 19:17	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2015	Diciembre	Martes	15/12/2015 19:43	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Rozamiento
2015	Enero	SÁBADO	03/01/2015 17:03	CUE/ MAX UHLE-CESAR VALLEJO	-78,984551	-2,901255	Atropello
2015	Enero	VIERNES	23/01/2015 19:21	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2015	Enero	JUEVES	01/01/2015 4:10	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2015	Enero	JUEVES	15/01/2015 21:02	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2015	Enero	SABADO	24/01/2015 21:22	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2015	Febrero	MARTES	24/02/2015 20:18	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Atropello
2015	Julio	VIERNES	31/07/2015 17:56	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,985291	-2,900542	Atropello
2015	Julio	MARTES	14/07/2015 21:15	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2015	Julio	DOMINGO	19/07/2015 14:04	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2015	Junio	SABADO	20/06/2015 8:39	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Atropello
2015	Marzo	MIÉRCOLES	04/03/2015 15:42	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2015	Marzo	DOMINGO	29/03/2015 22:27	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2015	Marzo	SABADO	07/03/2015 2:24	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Estrellamiento
2015	Mayo	LUNES	04/05/2015 16:02	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque con heridos
2015	Octubre	Miércoles	07/10/2015 15:02	CUE/ CC PLAZA BOCATTI (GONZALES SUARES)	-78,984267	-2,899769	Choque sin heridos
2015	Septiembre	VIERNES	16/09/2015 12:38	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Rozamiento
2016	Enero	Lunes	04/01/2016 7:10	CUE/ MAX UHLE-PASEO DE LOS CAÑARIS	-78,984606	-2,900496	Atropello
2016	Enero	Sábado	16/01/2016 21:29	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2016	Febrero	Jueves	04/02/2016 18:22	CUE/ PASEO DE LOS CAÑARIS-MAX UHLE	-78,984606	-2,900496	Choque sin heridos
2016	Marzo	Lunes	14/03/2016 17:38	CUE/ CESAR VALLEJO-MAX UHLE	-78,984551	-2,901255	Choque sin heridos

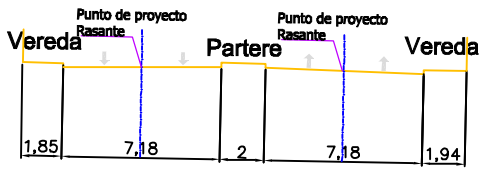


CORTE D-D'
CORTE AV. MAX UHLE

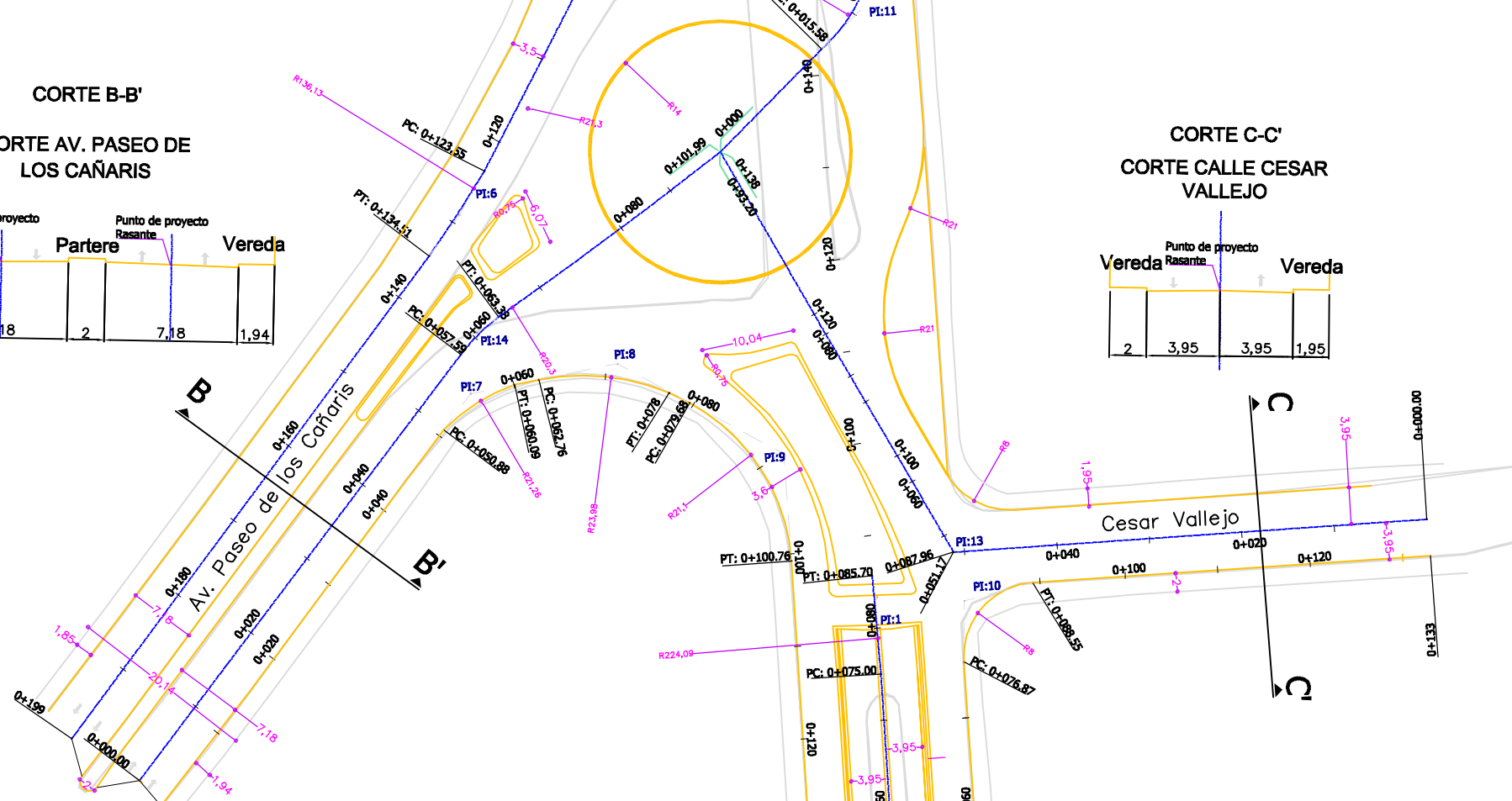
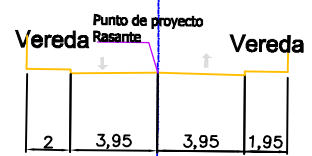


CORTE B-B'

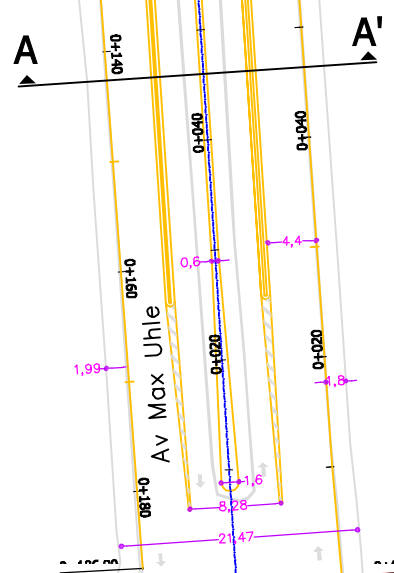
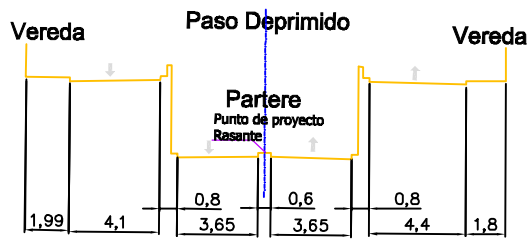
CORTE AV. PASEO DE LOS CAÑARIS



CORTE C-C'
CORTE CALLE CESAR VALLEJO



CORTE A-A'
CORTE AV. MAX UHLE



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

LAMINA:
1/8

ESCALA:
1: 750

FECHA:
OCTUBRE/2016

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
DISEÑO EN PLANTA

DISEÑO Y DIBUJO:
BETSY ROMÁN SANMARTÍN

REVISIÓN:
ING. JUAN AVILÉS ORDOÑEZ

EJE MAX UHLE CENTRAL DEPRIMIDO (SUR-NORTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000.00	724035.718	9679033.933	
	0+008.00	724035.209	9679041.975	Inicio de partere central
	0+030.00	724033.763	9679063.854	Cambio de sección de partere central
PC	0+075.00	72030.846	9679108.779	
PI:1	0+080.35	724030.498	9679114.117	Inicio de plataforma a nivel
PT	0+085.70	724029.896	9679119.443	
PC	0+157.42	724021.827	9679190.696	
PI:2	0+158.82	724021.669	9679192.089	Fin de plataforma a nivel
PT	0+160.22	724021.589	9679193.489	
PC	0+214.19	724018.48	9679247.364	
PI:3	0+217.26	724018.307	9679250.428	
PT	0+220.32	724018.505	9679253.491	
	0+245	724020.174	9679278.631	Cambio de sección de partere central
Fin	0+258.74	724020.988	9679291.833	

EJE PASO DE LOS CAÑARIS EJE CENTRAL (NORTE-SUR)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000.00	724017.039	9679290.768	
PC	0+041.66	724013.463	9679240.257	
PI:4	0+062.51	724011.656	9679219.488	
PT	0+083.14	724004.851	9679199.782	
PC	0+090.89	724002.322	9679192.446	
PI:5	0+094.53	724001.134	9679189.018	
PT	0+098.16	723999.469	967985.782	
PC	0+123.55	723987.854	9679163.206	
PI:6	0+129.04	723985.340	9679158.320	
PT	0+134.51	723982.071	9679153.903	
Fin	0+199	723943.531	9679101.825	

EJE PASO DE LOS CAÑARIS EJE DERECHO (OESTE-ESTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	000+000	723953.139	9679094.537	
PC	0+050.88	723983.698	9679135.218	Acera
PI:7	0+055.70	723986.591	9679139.069	
PT	0+060.09	723991.312	9679140.022	
PC	0+062.76	723993.929	9679140.55	
PI:8	0+071.45	724002.449	9679142.27	
PT	0+079.43	724010.093	9679138.131	
PC	0+079.57	724010.213	9679138.066	
PI:9	0+091.16	72020.404	9679132.548	
PT	0+100.76	724021.214	9679120.988	
Fin	0+186.99	724027.243	9679034.976	

EJE MAX UHLE EJE DERECHO (OESTE-ESTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000	724045.319	9679034.235	
PC	0+076.87	724039.804	9679110.14	
PI:10	0+084.00	724042.049	9679116.898	Acera
PT	0+088.55	724047.2446	9679118.678	
Fin	0+133	724090.145	9679121.567	

EJE MAX UHLE EJE CENTRAL (SUR-NORTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000	724013.517	9679165.159	
PC	0+015.58	724024.442	9679176.263	Centro de Redondeo
PI:11	0+024.29	724030.551	9679182.471	
PT	0+031.97	724030.030	9679191.166	
PC	0+102.62	724025.804	9679261.893	
PI:12	0+107.16	724025.532	9679266.224	
PT	0+111.67	724026.086	9679270.729	
Fin	0+130.91	724028.909	9679289.782	

EJE CESAR VALLEJO EJE CENTRAL (ESTE-OESTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000	724089.772	9679125.498	
PI:13	0+051.17	724038.697	9679121.944	
Fin	0+093.20	724013.517	9679165.159	Centro de Redondeo

EJE MAX UHLE EJE DERECHO (SUR-NORTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000	724045.319	9679034.235	Acera
Fin	0+087.96	724038.697	9679121.944	PI:13

EJE PASO DE LOS CAÑARIS EJE CENTRAL (OESTE-NORTE)

Descripción	Abscisado	Este	Norte	Comentario
Inicio	0+000.00	723950.841	9679097.301	
PC	0+057.59	723985.503	9679143.297	
PI:14	0+060	723987.258	9679145.621	
PT	0+63.38	723989.596	9679147.361	
Fin	0.101.99	724013.517	9679165.159	Centro de Redondeo



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASO DE LOS CAÑARIS
TABLAS DE REPLANTEO

DISEÑO Y DIBUJO:
BETSY ROMÁN SANMARTÍN

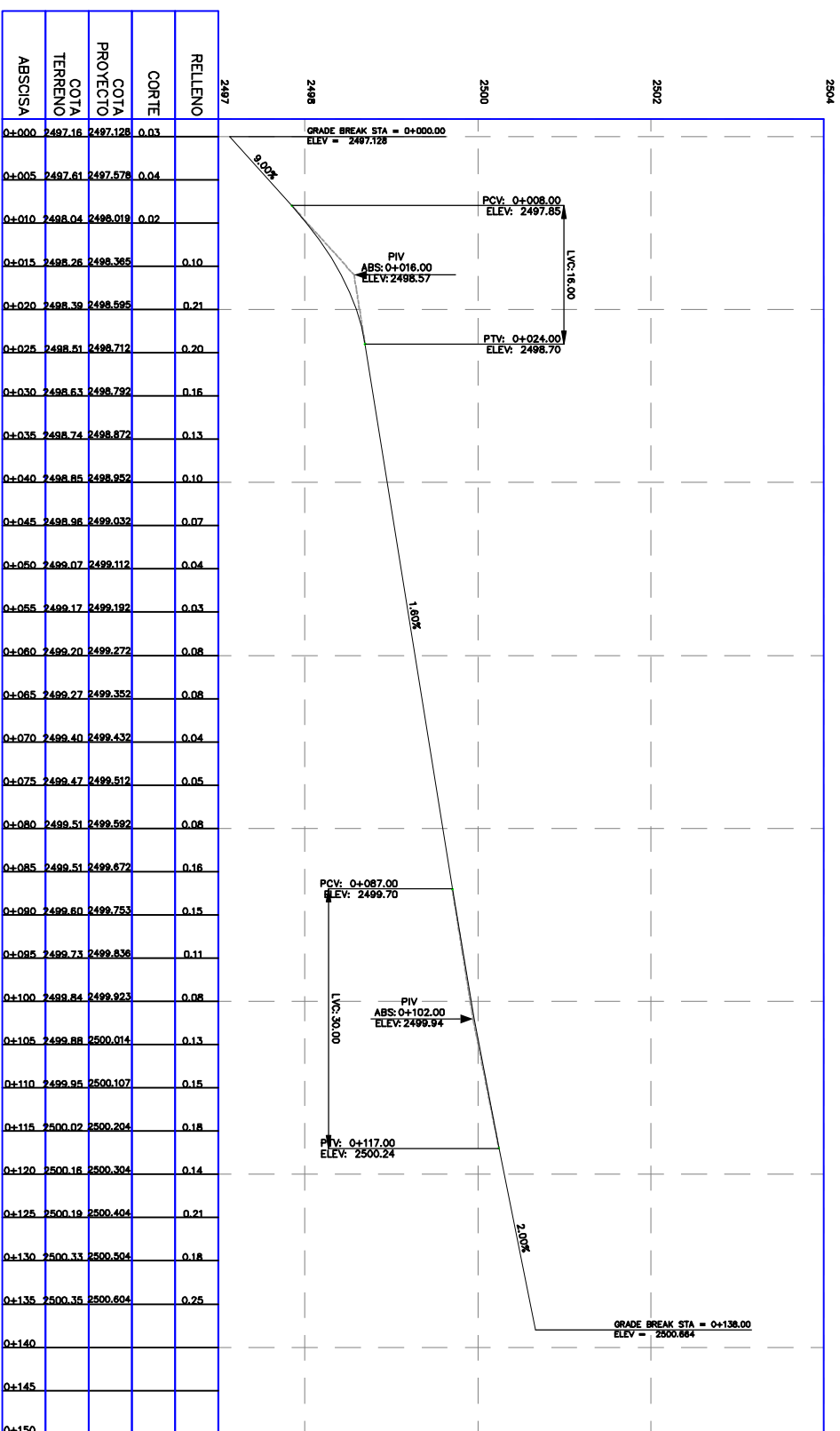
REVISIÓN:
ING. JUAN AVILES ORDÓÑEZ

LAMINA:
2/8

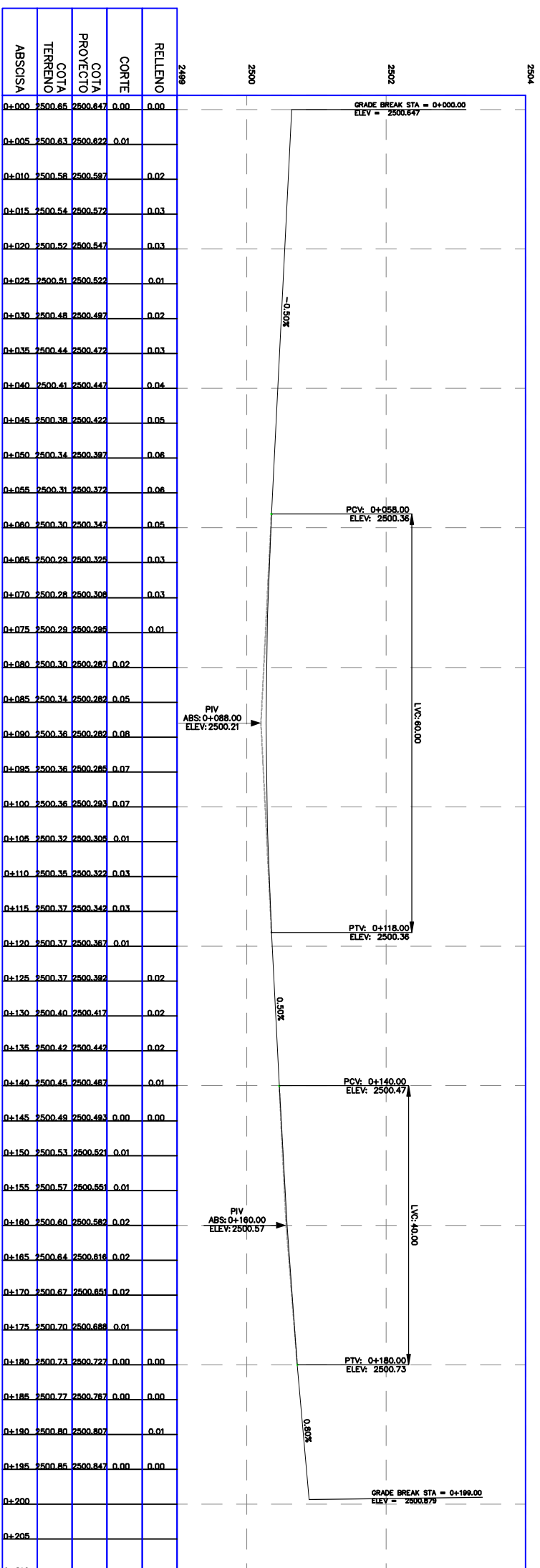
ESCALA:
1:1000

FECHA:
OCTUBRE/2016

EJE MAX UHLE EJE DERECHO (S-N)



EJE PASEO DE LOS CAÑARIS EJE CENTRAL (N-S)



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
PERFILES

LAMINA:
3/8

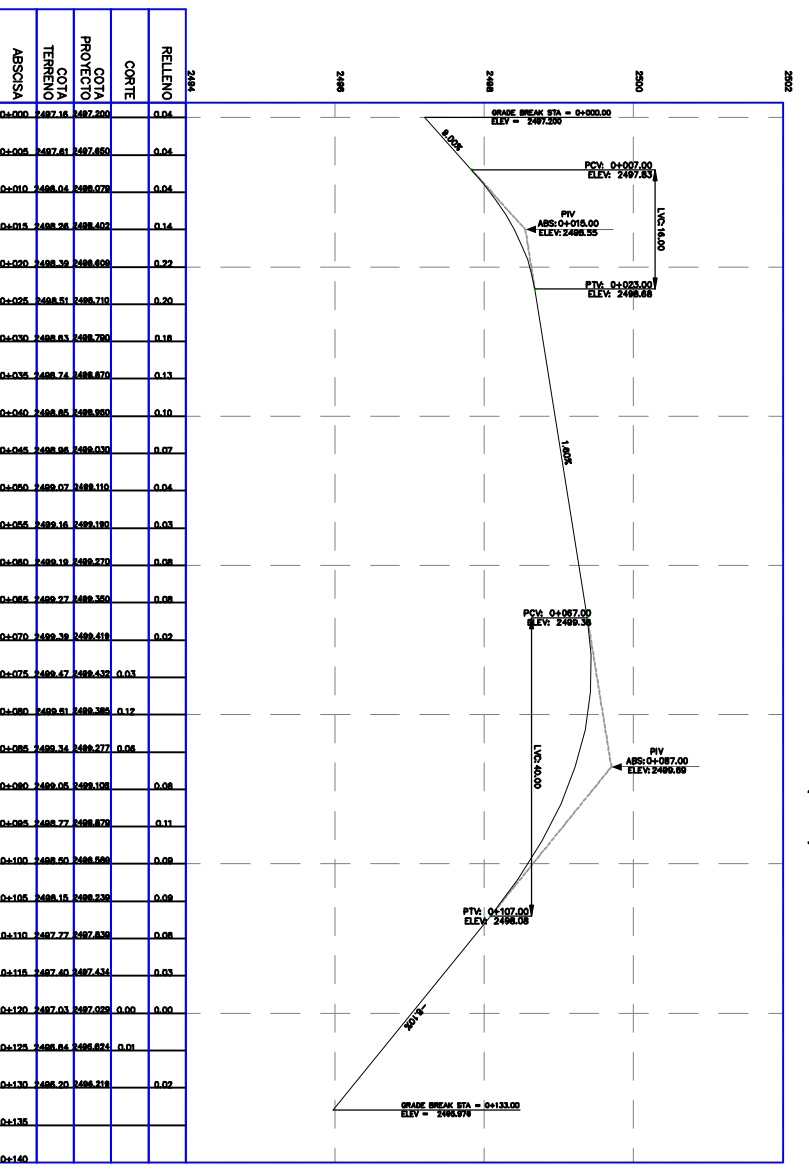
ESCALA:
HORIZONTAL 1:1000
VERTICAL 1:100

FECHA:
OCTUBRE/2016

DISÑO Y DIBUJO:
BETSY ROMÁN SANMARTÍN

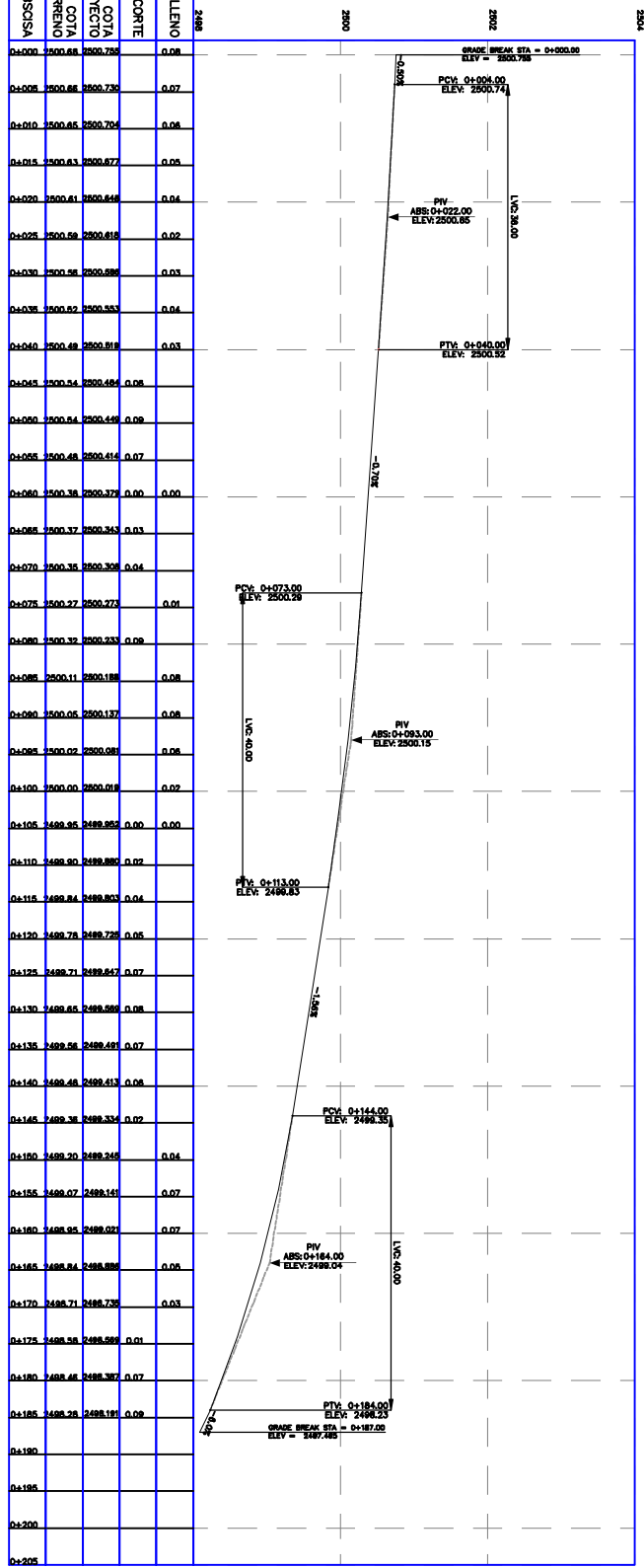
REVISIÓN:
ING. JUAN AVILES ORDÓÑEZ

EJE MAX UHLE EJE DERECHO (O-E)



RELENO	CORTE	COTA PROYECTA	COTA TERRENO	ABSCISA
0+140	0.04	2487.16	2487.200	0+140
0+145	0.04	2487.18	2487.600	0+145
0+150	0.04	2488.04	2488.070	0+150
0+155	0.14	2488.38	2488.400	0+155
0+160	0.22	2488.70	2488.600	0+160
0+165	0.20	2488.81	2488.710	0+165
0+170	0.16	2488.83	2488.700	0+170
0+175	0.13	2488.74	2488.870	0+175
0+180	0.10	2488.85	2488.900	0+180
0+185	0.07	2488.96	2488.930	0+185
0+190	0.04	2489.07	2488.110	0+190
0+195	0.01	2489.16	2488.190	0+195
0+200	0.08	2489.18	2488.370	0+200
0+205	0.08	2489.27	2488.300	0+205
0+210	0.02	2489.38	2488.418	0+210
0+215	0.03	2489.47	2488.432	0+215
0+220	0.00	2489.51	2488.380	0+220
0+225	0.08	2489.54	2488.377	0+225
0+230	0.06	2489.05	2488.108	0+230
0+235	0.11	2488.77	2488.870	0+235
0+240	0.08	2488.50	2488.588	0+240
0+245	0.08	2488.15	2488.238	0+245
0+250	0.06	2487.77	2487.838	0+250
0+255	0.03	2487.40	2487.438	0+255
0+260	0.00	2487.03	2487.008	0+260
0+265	0.01	2486.84	2486.824	0+265
0+270	0.02	2486.20	2486.218	0+270
0+275				0+275
0+280				0+280
0+285				0+285
0+290				0+290
0+295				0+295
0+300				0+300
0+305				0+305

EJE PASEO DE LOS CAÑARIS EJE DERECHO (O-E)



RELENO	CORTE	COTA PROYECTA	COTA TERRENO	ABSCISA
0+140	0.00	2500.84	2500.738	0+140
0+145	0.07	2500.86	2500.730	0+145
0+150	0.06	2500.85	2500.700	0+150
0+155	0.05	2500.83	2500.677	0+155
0+160	0.04	2500.81	2500.648	0+160
0+165	0.02	2500.84	2500.618	0+165
0+170	0.03	2500.86	2500.588	0+170
0+175	0.04	2500.82	2500.563	0+175
0+180	0.03	2500.88	2500.518	0+180
0+185	0.06	2500.84	2500.468	0+185
0+190	0.06	2500.84	2500.414	0+190
0+195	0.00	2500.38	2500.378	0+195
0+200	0.03	2500.37	2500.343	0+200
0+205	0.04	2500.35	2500.308	0+205
0+210	0.01	2500.37	2500.272	0+210
0+215	0.08	2500.32	2500.233	0+215
0+220	0.08	2500.11	2500.188	0+220
0+225	0.06	2500.05	2500.137	0+225
0+230	0.06	2500.02	2500.088	0+230
0+235	0.02	2500.00	2500.018	0+235
0+240	0.00	2499.85	2499.952	0+240
0+245	0.02	2499.80	2499.888	0+245
0+250	0.04	2499.84	2499.803	0+250
0+255	0.05	2499.78	2499.728	0+255
0+260	0.07	2499.71	2499.647	0+260
0+265	0.08	2499.65	2499.568	0+265
0+270	0.07	2499.58	2499.487	0+270
0+275	0.06	2499.48	2499.413	0+275
0+280	0.02	2499.38	2499.334	0+280
0+285	0.04	2499.20	2499.248	0+285
0+290	0.07	2499.07	2499.141	0+290
0+295	0.07	2498.85	2499.027	0+295
0+300	0.06	2498.84	2498.958	0+300
0+305	0.03	2498.71	2498.708	0+305
0+310	0.01	2498.58	2498.588	0+310
0+315	0.07	2498.46	2498.387	0+315
0+320	0.08	2498.28	2498.181	0+320
0+325				0+325



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
PERFILES

LAMINA:
4/8

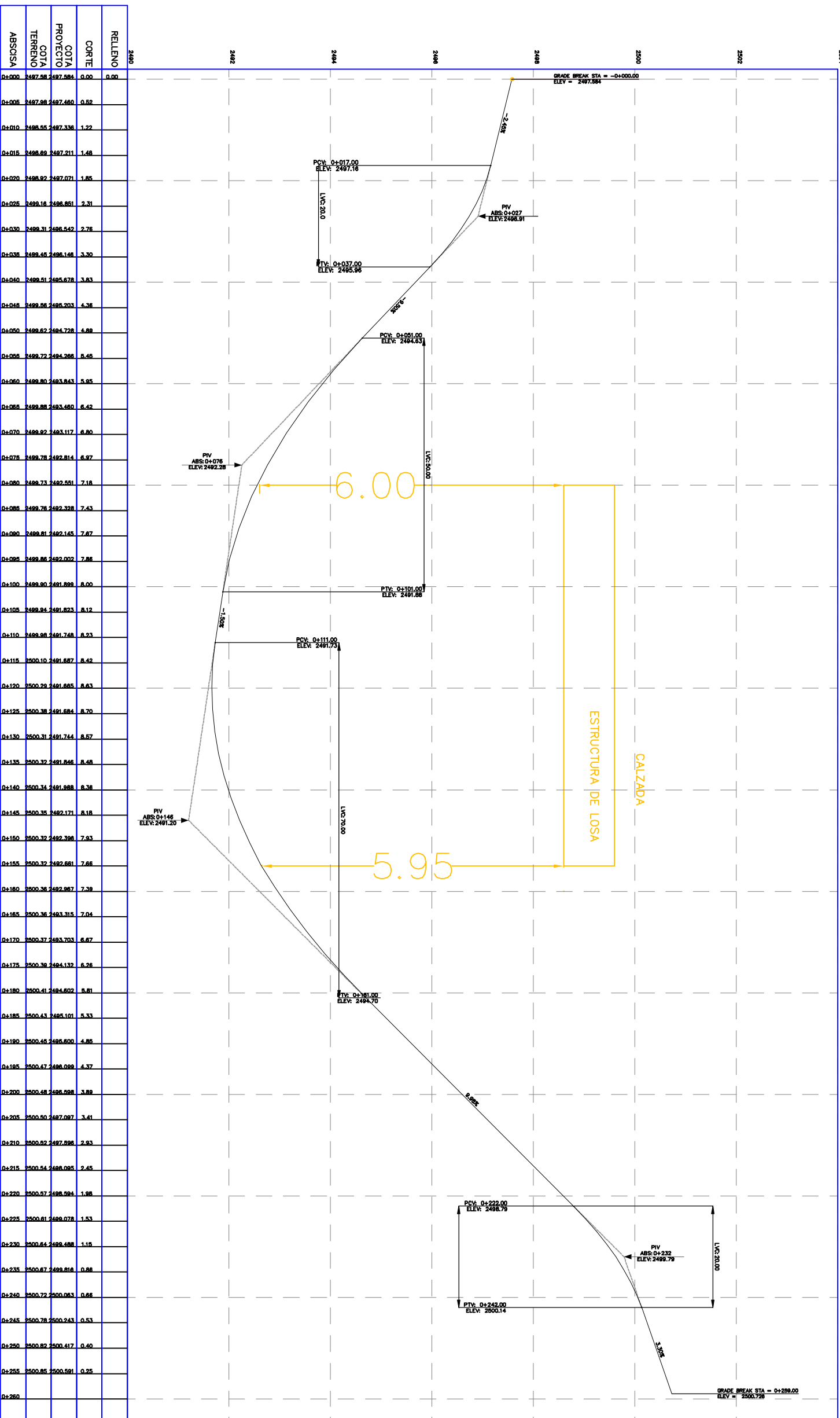
ESCALA:
HORIZONTAL 1:1000
VERTICAL 1:100

FECHA:
OCTUBRE/2016

DISÑO Y DIBUO:
BETSY ROMÁN SANMARTÍN

REVISIÓN:
ING. JUAN AVILES ORDOÑEZ

EJE MAX UHLE CENTRAL DEPRIMIDO (S-N)



RELLENO	CORTE	COTA PROYECTO	COTA TERRENO	ABSCISA
0.00	0.00	2487.984	2487.984	0+000
0+005	0.52	2487.68	2487.460	0+005
0+010	1.22	2488.55	2487.336	0+010
0+015	1.48	2488.88	2487.211	0+015
0+020	1.85	2488.92	2487.071	0+020
0+025	2.31	2489.16	2486.851	0+025
0+030	2.78	2489.31	2486.542	0+030
0+035	3.30	2489.45	2486.146	0+035
0+040	3.83	2489.51	2485.678	0+040
0+045	4.38	2489.58	2485.203	0+045
0+050	4.88	2489.62	2484.728	0+050
0+055	5.45	2489.72	2484.268	0+055
0+060	5.95	2489.80	2483.843	0+060
0+065	6.42	2489.88	2483.460	0+065
0+070	6.80	2489.92	2483.117	0+070
0+075	6.97	2489.78	2482.814	0+075
0+080	7.18	2489.73	2482.551	0+080
0+085	7.43	2489.78	2482.328	0+085
0+090	7.67	2489.81	2482.145	0+090
0+095	7.88	2489.86	2482.002	0+095
0+100	8.00	2489.80	2481.888	0+100
0+105	8.12	2489.94	2481.823	0+105
0+110	8.23	2489.98	2481.748	0+110
0+115	8.42	2500.10	2481.667	0+115
0+120	8.63	2500.28	2481.685	0+120
0+125	8.70	2500.38	2481.684	0+125
0+130	8.57	2500.31	2481.744	0+130
0+135	8.48	2500.32	2481.846	0+135
0+140	8.38	2500.34	2481.888	0+140
0+145	8.18	2500.35	2482.171	0+145
0+150	7.93	2500.32	2482.398	0+150
0+155	7.68	2500.32	2482.681	0+155
0+160	7.39	2500.38	2482.987	0+160
0+165	7.04	2500.36	2483.315	0+165
0+170	6.67	2500.37	2483.703	0+170
0+175	6.28	2500.38	2484.132	0+175
0+180	5.81	2500.41	2484.602	0+180
0+185	5.33	2500.43	2485.101	0+185
0+190	4.86	2500.44	2485.600	0+190
0+195	4.37	2500.47	2486.088	0+195
0+200	3.89	2500.48	2486.588	0+200
0+205	3.41	2500.50	2487.087	0+205
0+210	2.93	2500.82	2487.596	0+210
0+215	2.45	2500.54	2488.085	0+215
0+220	1.98	2500.57	2488.584	0+220
0+225	1.53	2500.81	2488.078	0+225
0+230	1.18	2500.84	2488.488	0+230
0+235	0.88	2500.67	2488.818	0+235
0+240	0.68	2500.72	2500.083	0+240
0+245	0.53	2500.78	2500.243	0+245
0+250	0.40	2500.82	2500.417	0+250
0+255	0.25	2500.85	2500.581	0+255
0+260				0+260
0+265				0+265



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
PERFILES

LAMINA:

5/8

ESCALA:
HORIZONTAL 1:1000
VERTICAL 1:100

FECHA:

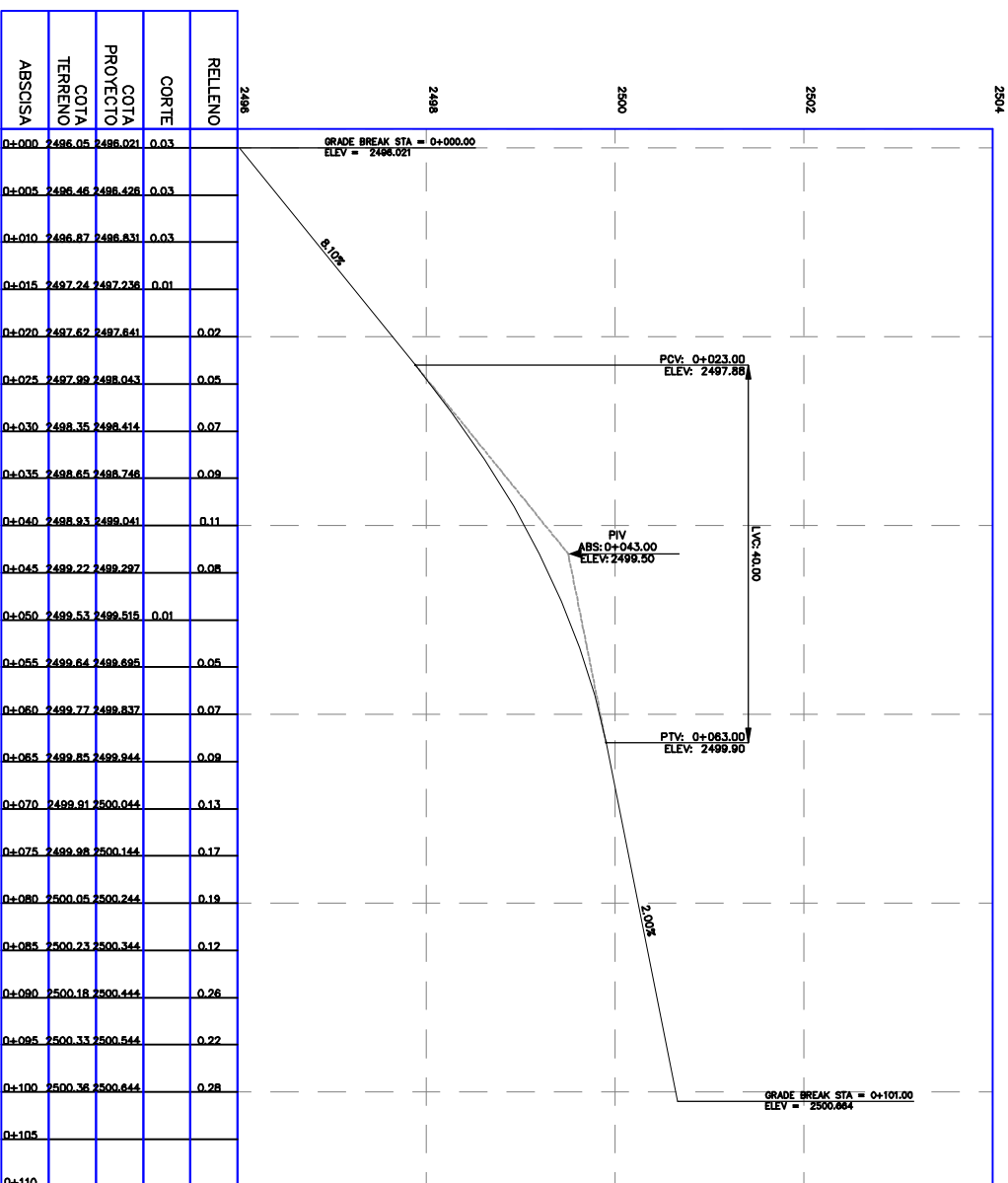
OCTUBRE/2016

REVISIÓN:

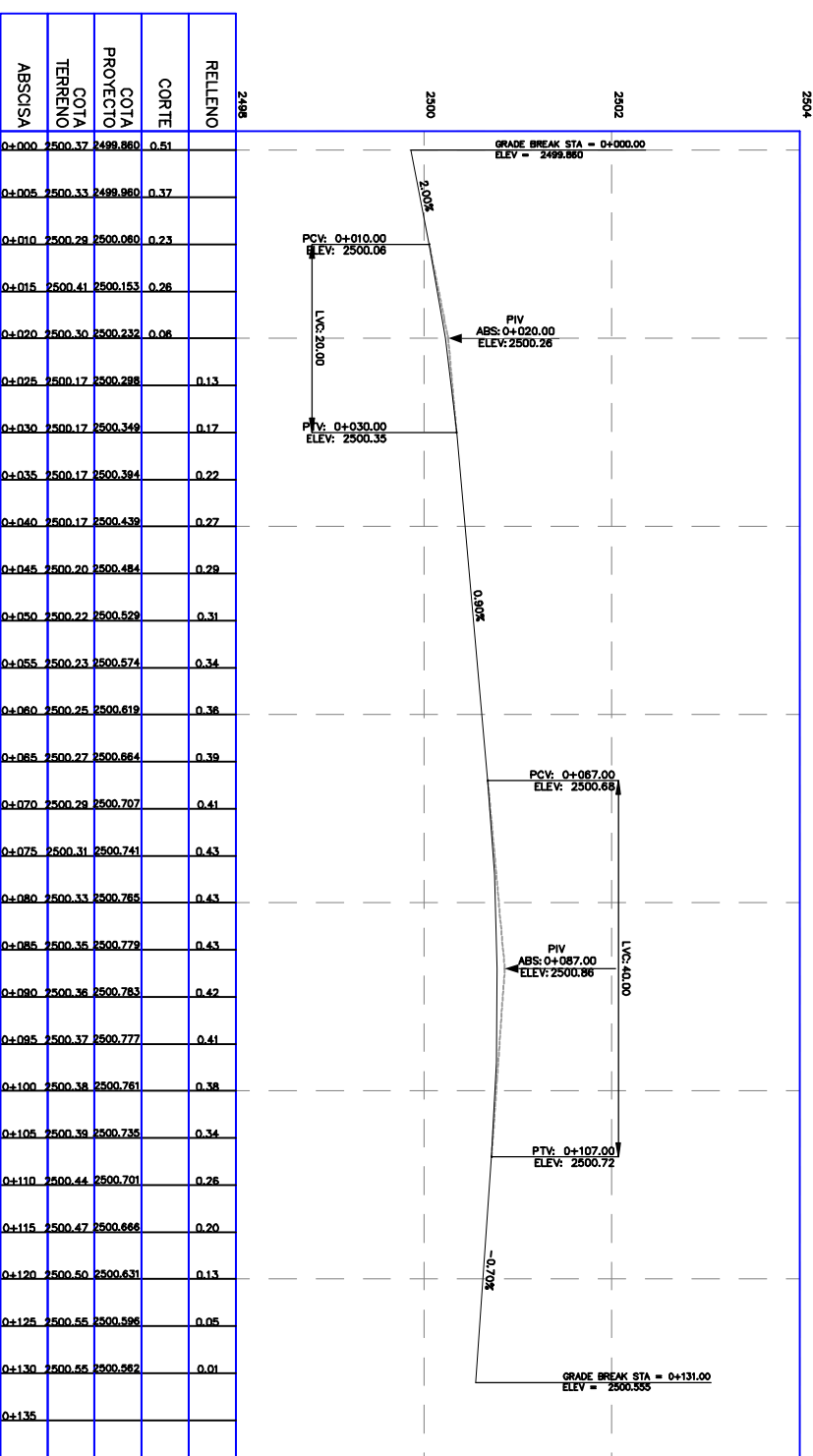
ING. JUAN AVILES ORDONEZ

DISEÑO Y DIBUJO:
BETSY ROMÁN SANMARTÍN

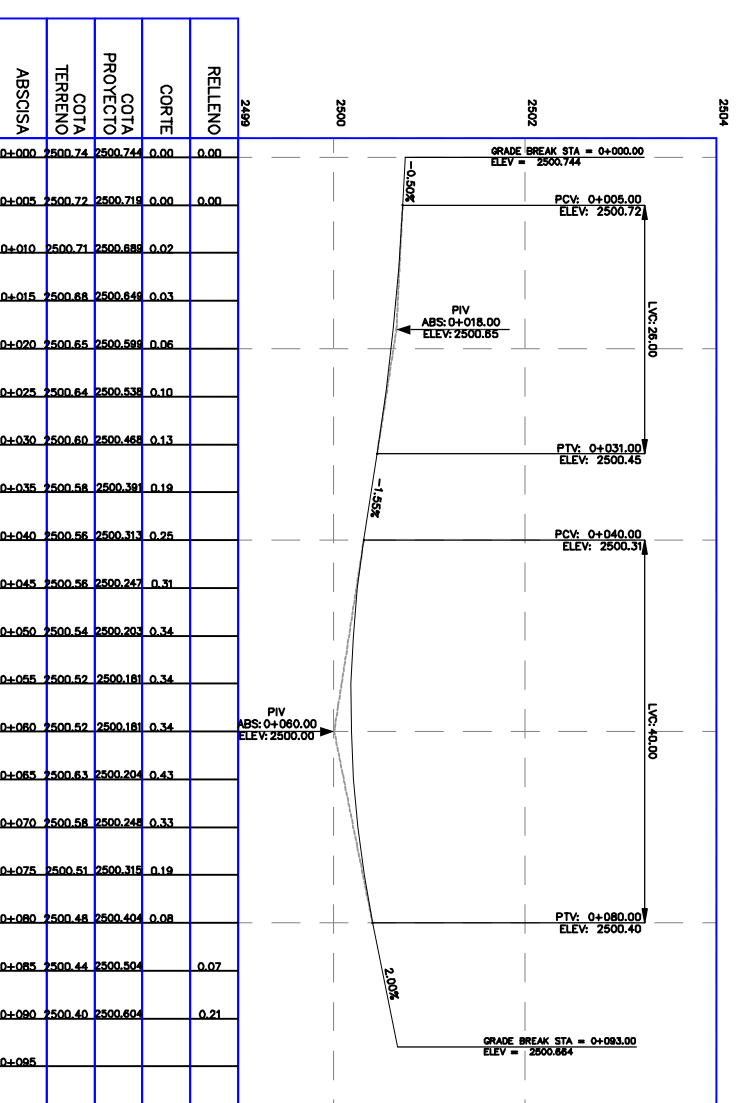
EJE CESAR VALLEJO EJE CENTRAL (E-O)



EJE MAX UHLE EJE CENTRAL (S-N)



EJE PASEO DE LOS CAÑARIS EJE CENTRAL (O-N)



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
PERFILES

LAMINA:

6/8

ESCALA:
HORIZONTAL 1:1000
VERTICAL 1:100

FECHA:

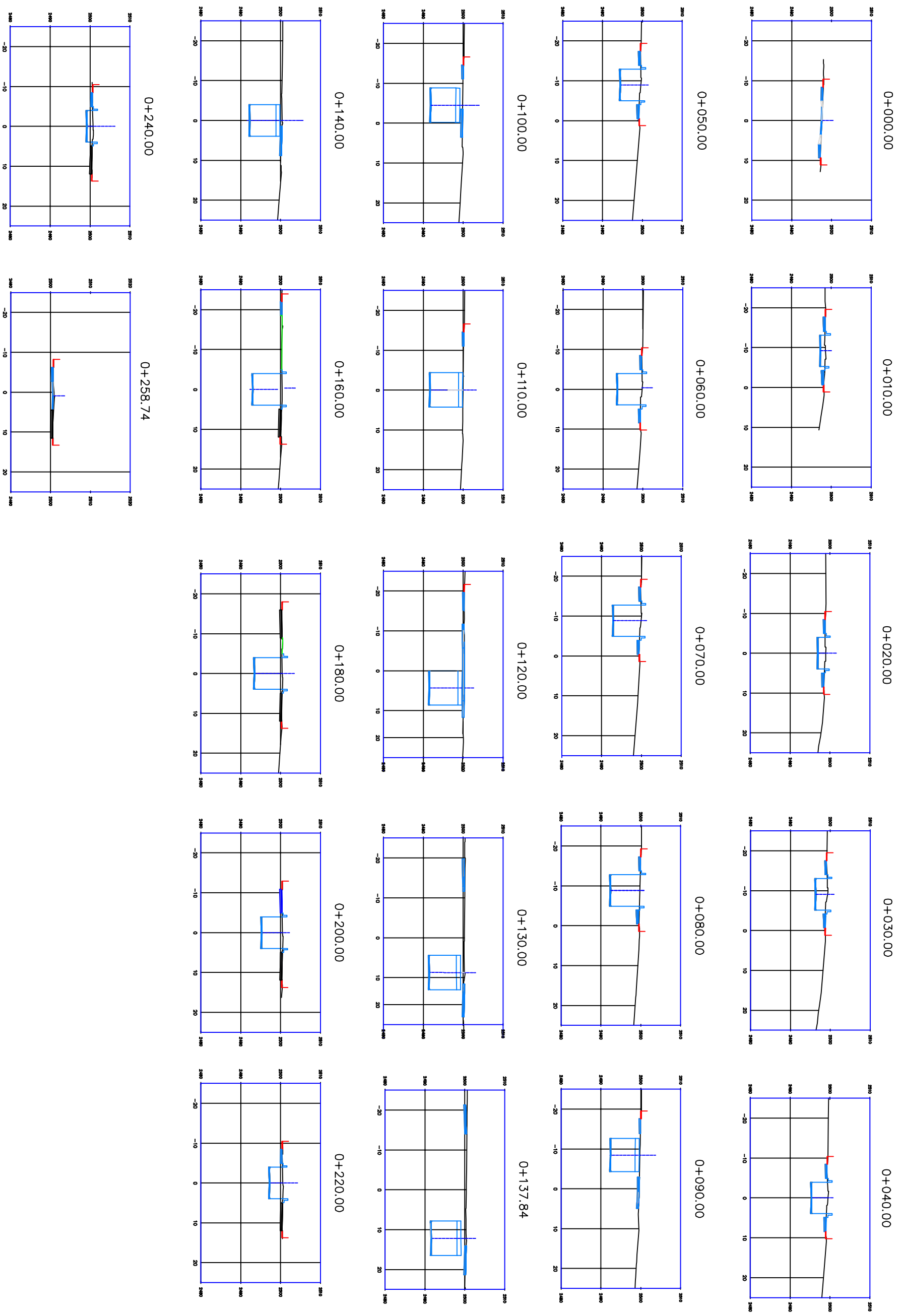
OCTUBRE/2016

DISEÑO Y DIBUJO:

BETSY ROMÁN SANMARTÍN

REVISIÓN:

ING. JUAN AVILES ORDÓÑEZ



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
SECCIONES TRANSVERSALES

LAMINA:

7/8

ESCALA:
HORIZONTAL 1:1000
VERTICAL 1:100

FECHA:

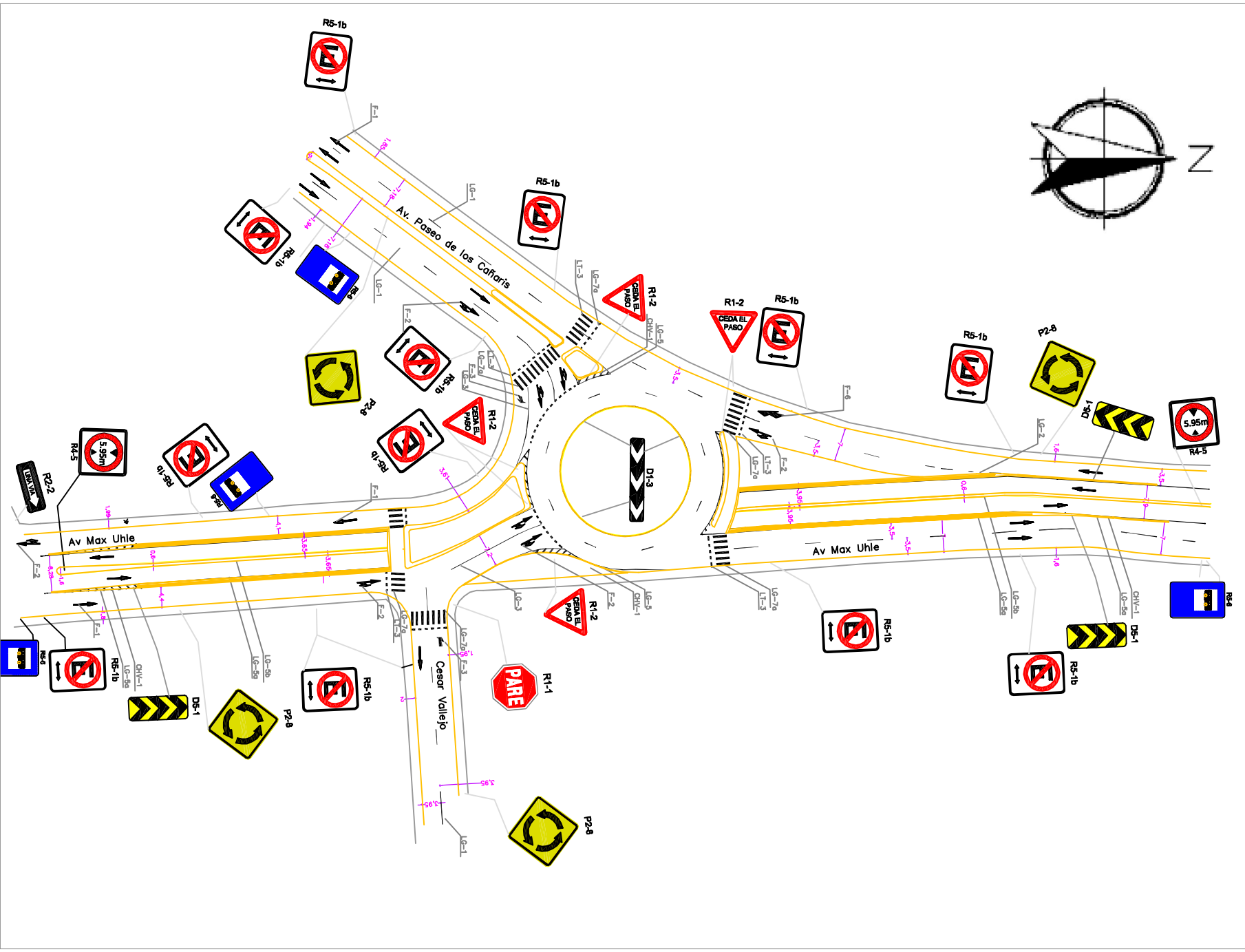
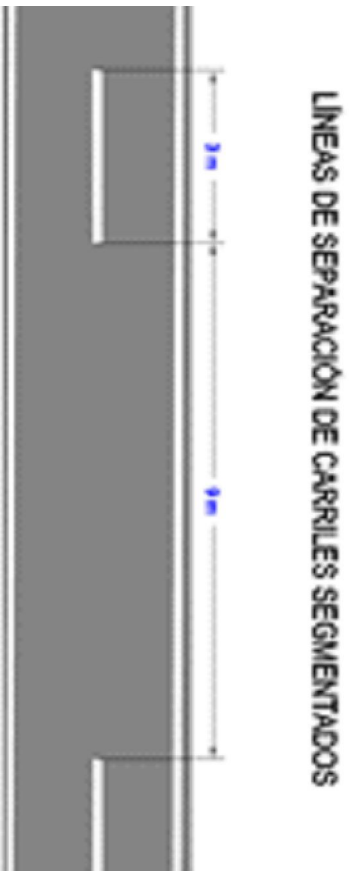
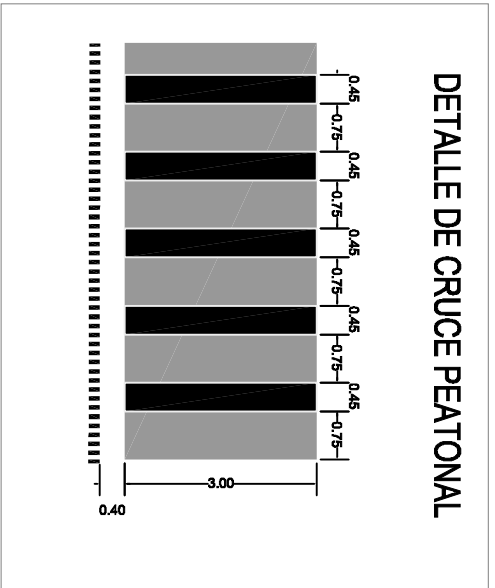
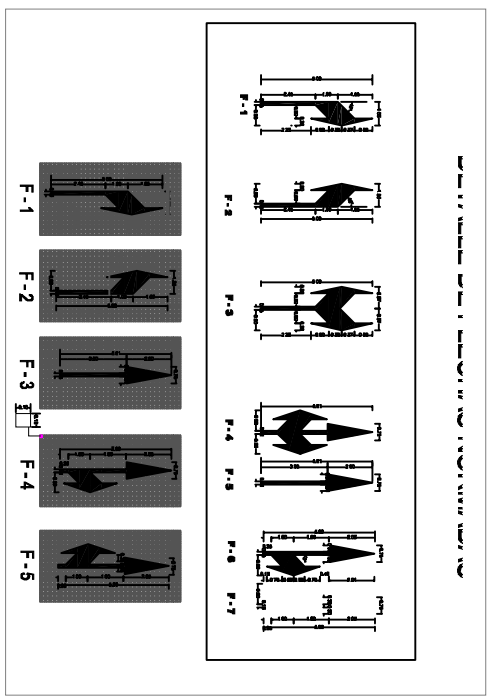
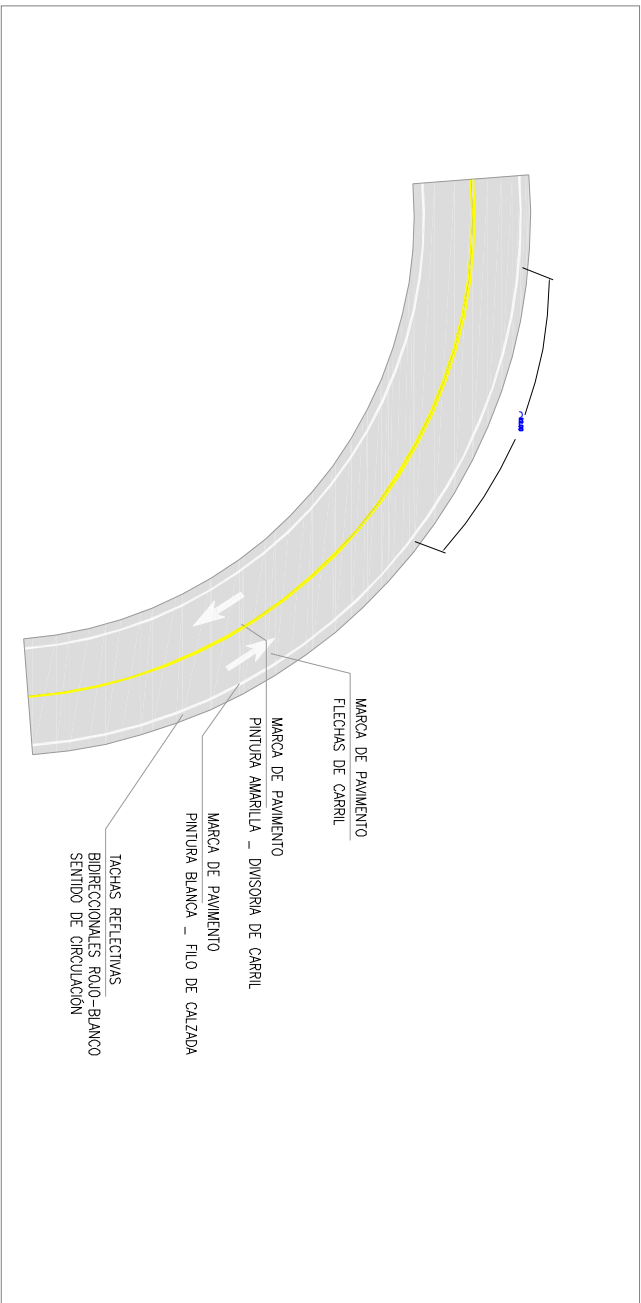
OCTUBRE/2016

DISEÑO Y DIBUJO:

BETSY ROMÁN SANMARTÍN

REVISIÓN:

ING. JUAN AVILÉS ORDOÑEZ



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ingeniería Civil

CONTIENE:
REDISEÑO DE LA INTERSECCIÓN MAX UHLE Y PASEO DE LOS CAÑARIS
SEÑALIZACIÓN

LAMINA:
8/8

ESCALA:
1:1000

FECHA:
OCTUBRE/2016

DISEÑO Y DIBUJO:
BETSY ROMÁN SANMARTÍN

REVISIÓN:
ING. JUAN AVILÉS ORDOÑEZ