

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“Diseño geométrico de un paso a desnivel en la intersección carretera a
Otuzco km. +7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de
Trujillo, departamento La libertad”**

Área de Investigación:
Transportes

Autor(es):
Br. Méndez Orbegozo Daniela
Br. Guzmán Muñoz Jesús Abel

Jurado Evaluador:

Presidente: Lujan Silva, Enrique Francisco

Secretario: Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Vocal: Galicia Guamiz, William Conrad

Asesor:
Ms. Henríquez Ulloa Juan Paul E.
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-2315>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/04/07

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, APRUEBAN la tesis desarrollada por la Bachiller **Daniela Méndez Orbegozo** y el Bachiller **Jesús Abel Guzmán Muñoz** denominada:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.



MS. Lujan Silva, Enrique Francisco
CIP: 54460

**JURADO
PRESIDENTE**



Ing. Burgos Sarmiento Tito
CIP: 82596

**JURADO
SECRETARIO**



Ing. Galicia Guarniz William
CIP: 96091

**JURADO
VOCAL**



Ms. Henríquez Ulloa Juan Paul
CIP: 118101

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por concederme la vida y guiarme por el camino del bien, todo se lo debo a este ser omnipresente que mantuvo mi fe para no desmayar ante las adversidades de este mundo.

A mis padres Mariana Muñoz y Santos Guzmán por inculcarme a seguir el camino de la educación.

A mis hermanos, Ángel, David, Damián, Ruth, Franco y Nicolás por todo el apoyo económico que me brindaron desde el inicio de mi carrera hasta el final.

A una persona muy especial, con quien quiero compartir toda mi vida, quien fue mi motivación emocional en el desarrollo de este trabajo de investigación. “Te amo Luz”

JESÚS GUZMÁN

Dedico esta tesis a Dios en primer lugar por darme la fortaleza, paciencia e inteligencia en todo momento; a mis padres Giovanna y Daniel, quienes con su apoyo y cariño incondicional me ayudaron a culminar esta importante etapa de mi vida; y a mis hermanos Rosa y Caleb, quienes con su ejemplo me alentaron a seguirlos en el camino de la vida profesional.

DANIELA MÉNDEZ

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser nuestro apoyo y sustento que nos conduce por buenos caminos y nos anima a perseverar y a no rendirnos ante las dificultades, por darnos la vida y por permitirnos culminar esta etapa académica con éxito.

A nuestro asesor el Ms. Henríquez Ulloa Juan Paul por ser nuestro guía en el desarrollo de nuestra investigación, por su dedicación y paciencia que nos brindó ante cualquier duda durante el desarrollo de la tesis.

LOS AUTORES.

RESUMEN

La presente investigación está orientada al estudio del tránsito en la Intersección de la carretera a Otuzco Km. +7.650 con carretera al distrito de Laredo, siendo estas vías de considerable importancia ya que unen provincias de la sierra de La Libertad, donde se producen y extraen distintas materias primas las cuales son transportadas a la ciudad de Trujillo, pese a ello la gran cantidad de vehículos mixtos que transitan y el deficiente diseño geométrico hacen de esta una intersección vulnerable a los congestionamientos e incluso posibles accidente, a todo lo mencionado se propone una mejor opción para reducir el caos vehicular mediante el diseño geométrico de un paso a desnivel.

Es importante conocer previamente el estado actual de la Intersección de estudio es por ello que se determinó los parámetros del tránsito y de la geometría vial aplicando las metodologías y procedimientos pertinentes para luego ingresarlos al Software Ptv Vissim el cual mediante una calibración previa simulara el estado actual con mayor precisión.

Para la Capacidad y Niveles de Servicio se determinó mediante la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual 2010. Así mismo para determinar las velocidades se hizo uso del método del vehículo flotante.

En lo que respecta al Diseño Geométrico se ha analizado mediante la normativa del manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, donde la vía secundaria se unió a la vía principal mediante un paso a desnivel el cual conforma una calzada de dos carriles en diferentes sentidos divididas por un separador central tipo barrera y cuenta con dos ramales de enlace a nivel disponibles para un tránsito mixto, con la finalidad de mejorar la movilización de los distintos medios de transporte que circulan por la intersección de estudio.

Palabras claves: Intersección, paso a desnivel, circulación.

ABSTRACT

The following investigation is oriented to the study of the traffic in the Intersection of the highway to Otuzco Km. 7,650 with the highway to the Laredo district, these routes being of considerable importance because they connect the provinces of La Libertad, where they produce and extract different raw materials that are transported to the city of Trujillo, despite the large number of mixed vehicles that transit and the poor geometric design make this an intersection vulnerable to congestion and even possible accidents, to all of the above, a better option is proposed to reduce traffic through the geometric design of an overpass.

It is important to previously know the current state of the Study Intersection, so the traffic parameters and road geometry were determined by applying the relevant methodologies and procedures for then enter them into the Vissim Software by means of a previous calibration, simulated the current state with greater precision.

For the Capacity and Service Levels it was determined using the methodology proposed by the Highway Capacity Manual 2010. Likewise, the floating vehicle method was used to determine the speeds.

Regarding the Geometric Design, it was analyzed through the Geometric Design of Roads -2018, where the secondary road was joined to the main road by means of an overpass which forms a two-lane road in different directions divided by a central separator, it also has two level connecting branches available for mixed transit, in order to improve the mobilization of the different means of transport that circulate through the study intersection

Key words: Intersection, overpass, circulation.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Delimitación del Problema	2
1.3 Formulación del Problema	3
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivo Específicos	3
1.6 Justificación del Estudio	4
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. ANTECEDENTES.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales:	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales:	6
2.1.3. Antecedentes Locales	7
2.2 MARCO TEÓRICO	9
2.2.1 Volumen del Tránsito	9
2.2.1.1 Tasa de Flujo o Flujo (q)	9
2.2.1.2 Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales	9
2.2.1.3 Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios	9
2.2.1.4 Volúmenes de Tránsito Horarios	10
2.2.1.5 Volumen de Tránsito Futuro	11
2.2.1.6 Características de los Volúmenes de Tránsito	13
2.2.2. Aforo de Tráfico	14
2.2.2.1. Clasificación de Aforos.....	14
2.2.2.2 Métodos de conteo	15
2.2.3. Simulación del Tránsito.....	16
2.2.3.1 Microsimulación del Tráfico.....	16
2.2.3.2 Vissim, Software de Microsimulación de Tráfico.....	17
2.2.4 Análisis del Flujo Vehicular	17
2.2.5 Velocidad de los Vehículos.....	19
2.2.5.1 Velocidad de Marcha	19
2.2.5.2 Velocidad de Operación	20
2.2.5.3 Velocidad de Recorrido	20
2.2.5.4 Velocidad Media Temporal (Vt)	20

2.2.5.5 Velocidad Media Espacial (Ve).....	20
2.2.5.6 Velocidad de Proyecto.....	21
2.2.6.1 Condiciones de la Infraestructura Vial	22
2.2.6.2 Condiciones del Tránsito.....	22
2.2.6.3 Condiciones de Control	23
2.2.7 Niveles de Servicio	23
2.2.8 Tipos de vehículos para el diseño.....	26
2.2.8.1 Vehículos Ligeros	26
2.2.8.2 Vehículos Pesados	27
2.2.8.3 Giro mínimo para el tipo de vehículo	28
2.2.9 Clasificación de las Carreteras.....	29
2.2.10 Derecho de Vía o Faja de Dominio	30
2.2.11 Topografía	31
2.2.11.1 Métodos de Levantamiento Topográficos	31
2.2.12 Diseño Geométrico de Intersecciones.....	31
2.2.13 Intersecciones Rotatorias o Rotondas.....	32
2.2.14 Intersecciones a Desnivel.....	32
2.2.15 Intersecciones con Pasos a Desnivel.....	33
2.2.16 Criterios necesarios para el Diseño del Paso a Desnivel	34
2.2.17. Características de los Pasos a Desnivel	34
2.2.17.1 Capacidad de las vías y flujos emergentes	35
2.2.17.2 Sección de entrecruzamiento	35
2.2.17.3 Carriles de Cambio de Velocidad.....	36
2.2.17.4 Vías de Enlace	40
2.2.17.5 Peraltes y Bombeos.....	41
2.2.17.6 Rampas y Pendientes	42
2.2.17.7 Distancia de Visibilidad	42
2.2.18 Señalización.....	44
2.2.18.1 Señalización Vertical	45
2.2.18.2 Señalización Horizontal.....	46
2.3 MARCO CONCEPTUAL	47
2.4 HIPÓTESIS	48
2.5 VARIABLES.....	48
2.5.1 Operacionalización de las Variables.....	48

III. METODOLOGÍA.....	50
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.1.1. Nivel de Investigación: Investigación Explicativa.....	50
3.1.2. Diseño de la Investigación: Investigación de Campo.....	50
3.1.3. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos:	50
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	50
3.2.1 Población:.....	50
3.2.2. Muestra:.....	50
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	50
IV. RESULTADOS.....	56
4.1 Volúmenes vehiculares.	56
4.2.- Calculo de Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).....	65
4.3.- Volumen de Tránsito en la Intersección.	67
4.4 Flujo Vehicular en la Intersección.....	69
4.5 Índice Medio Diario Anual (IMDA)	72
4.6 Volumen vehicular futuro.....	73
4.7 Velocidades en la Intersección	77
4.8 Nivel de Servicio en la Intersección	80
4.9 Levantamiento Topográfico.....	84
4.10 Software PTV Vissim.....	85
4.11 Propuesta de Diseño	92
4.11.1 Diseño Geométrico de la Propuesta	93
4.11.2 Diseño vertical de la intersección.....	98
4.11.3 Análisis de volúmenes vehiculares en la propuesta de diseño	100
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	105
VI. CONCLUSIONES	108
VII. RECOMENDACIONES.....	110
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos del parque automotor en La Libertad	12
Tabla 2: Niveles de Servicio según el HCM 200	23
Tabla 3: Factor de relación (v/c) para carreteras de dos carriles.....	24
Tabla 4: Factores Direccionales para carreteras de dos carriles	25
Tabla 5: Factor de Restricción (Fw)	25
Tabla 6: Factor de Ajuste por tipo de Vehículo (Vehículos equivalentes)	26
Tabla 7: Datos básicos de vehículos tipo M para el dimensionamiento de carreteras	28
Tabla 8: Radios máximos / mínimos y ángulos según el tipo de vehículo.....	29
Tabla 9: Anchos Mínimos de Derecho de Vía	30
Tabla 10: Criterios de diseño geométrico de Rotondas	32
Tabla 11: Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel.....	35
Tabla 12: Volúmenes vehiculares de servicio según calidad de flujo	36
Tabla 13: Longitudes mínimas de entrecruzamiento.....	36
Tabla 14: Longitudes Totales de Carriles de Aceleración	37
Tabla 15: Factores de corrección que relaciona la longitud en pendiente con la longitud en horizontal.....	38
Tabla 16: Ángulo de Incidencia (\emptyset) de carril de aceleración.....	40
Tabla 17: Velocidad de diseño, ancho de calzada y pendiente en vías de enlace	41
Tabla 18: Valores mínimos de velocidades de diseño en ramales de enlace	41
Tabla 19: Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendientes 0%	42
Tabla 20: Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).....	43
Tabla 21: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles y dos sentidos	44
Tabla 22: Operacionalización de las Variables.....	49
Tabla 23: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
Tabla 24: Nomenclatura clasificada por acceso	52
Tabla 25: Aporte de movimientos.....	53
Tabla 26: Composición Vehicular.....	54
Tabla 27: Variación Horaria del volumen del tránsito mixto acceso Norte	56
Tabla 28: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	58
Tabla 29: Variación Horaria del volumen de tránsito mixto acceso Este	59
Tabla 30: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	61
Tabla 31: Variación Horaria del volumen de tránsito mixto acceso Oeste	62
Tabla 32: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	64
Tabla 33: Volumen Horario de máxima demanda acceso Norte	65
Tabla 34: Volumen Horario de máxima demanda acceso Este	66
Tabla 35: Volumen Horario de máxima demanda acceso Oeste.....	67
Tabla 36: Variación Horaria del volumen de tránsito.....	68
Tabla 37: Flujo vehicular del día crítico en el sentido Norte.....	70
Tabla 38: Flujo vehicular del día crítico en el Este	71
Tabla 39: Flujo vehicular del día crítico en el sentido Oeste	72
Tabla 40: Índice Medio Diario Anual	73
Tabla 41: Tasa de crecimiento de la regresión lineal y regresiones matemáticas .	76
Tabla 42: Determinación del volumen futuro en la intersección	77

Tabla 43: Velocidades de recorrido y velocidades de marcha por acceso.....	78
Tabla 44: Densidad, Intensidad y porcentaje de demoras	80
Tabla 45: Características de las vías de estudio	81
Tabla 46: Relación Volumen/ carril (v/c)	81
Tabla 47: Factor de ancho de carril y hombro para cada nivel de servicio	82
Tabla 48: Valores de vehículos equivalentes para cada Nivel de Servicio	82
Tabla 49: Nivel de Servicio en la dirección Norte	83
Tabla 50: Nivel de Servicio en la dirección Este.....	83
Tabla 51: Nivel de Servicio en la dirección Oeste	83
Tabla 52: Resultados Software ptv Vissim de la situación actual	90
Tabla 53: Volumen Vehicular por giro	91
Tabla 54: Volumen Vehicular por giro	91
Tabla 55: Criterios de Diseño	93
Tabla 56: Parámetro de diseño horizontal GIRO 12	95
Tabla 57: Parámetros de diseño horizontal GIRO 22.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de la intersección vial - Google Maps.....	3
Figura 2: Esquema de la clasificación de los conteos.....	15
Figura 3: Representación gráfica de la fórmula de densidad.....	18
Figura 4: Representación gráfica del espaciamiento promedio	19
Figura 5: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	22
Figura 6: Alturas de vehículos ligero - DG 2018.....	27
Figura 7: Alturas del vehículo pesado - DG- 2018.....	27
Figura 8: Esquema base intersección en "T" o "Y"- DG- 2018	33
Figura 9: Tipos básicos de enlace - DG-2018	33
Figura 10: Secuencia general de actividades de un Diseño Geométrico de paso a desnivel - DG-2018	34
Figura 11: Puntos Singular de Carril de Aceleración - DG-2018	38
Figura 12: Carril de Desaceleración Caso I - DG-2018.....	39
Figura 13: Carril de Desaceleración Caso II - DG-2018.....	40
Figura 14: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento - DG-2018	43
Figura 15: Ubicación de las Señales - Manuela de dispositivos de control 2016....	44
Figura 16: Ejemplo de señales reguladoras - Manual de dispositivos de control 2016	45
Figura 17: Ejemplo de señales Preventivas - Manual de dispositivos de control 2016	45
Figura 18: Ejemplo de señales Horizontales - Manual de dispositivos de control 2016	46
Figura 19: Codificación de movimiento	53
Figura 20: Variación horario del volumen de tránsito total	57
Figura 21: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo	58

Figura 22: Variación horaria del volumen de tránsito total	60
Figura 23: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo	61
Figura 24: Variación horario del volumen de tránsito total	63
Figura 25: Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo	64
Figura 26: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda.....	65
Figura 27: Variación de tránsito en la hora de máxima demanda.....	66
Figura 28: Variación de tránsito en la hora de máximo demanda.....	67
Figura 29: Volúmenes de tránsito direccionales.....	68
Figura 30: Volúmenes de salida en cada acceso	69
Figura 31: Flujo vehicular acceso Norte.....	70
Figura 32: Flujo vehicular acceso Este	71
Figura 33: Flujo vehicular acceso Oeste.....	71
Figura 34: Regresión Lineal	74
Figura 35: Regresión Exponencial	74
Figura 36: Regresión Logarítmica	75
Figura 37: Regresión Potencial.....	75
Figura 38: Velocidad en el sentido Este (O- E)	78
Figura 39: Velocidad en el sentido Este (E-O).....	78
Figura 40: Velocidad en el sentido Oeste (O-E)	79
Figura 41: Velocidad en el sentido Oeste (E-O)	79
Figura 42: Velocidad en el sentido Norte (N-S)	79
Figura 43: Velocidad en el sentido Norte (S-N).....	80
Figura 44: Levantamiento topográfico con la Estación total.....	84
Figura 45: Vista en planta de las curvas de nivel en el AutoCAD.....	84
Figura 46: Dimensiones de la Intersección.....	85
Figura 47: Modelación de la intersección en el Software ptv Vissim	86
Figura 48: Volúmenes Vehiculares	86
Figura 49: Composición y tipos de vehículos	87
Figura 50: Vía Oeste - Este (decisión de ruta).....	87
Figura 51: Vía Este - Oeste (decisión de ruta).....	88
Figura 52: Vía Norte - Este (decisión de ruta)	88
Figura 53: Conflicto vehicular en el a intersección	89
Figura 54: Simulación Vissim del estado actual en la intersección.....	89
Figura 55: Diseño de curva circular.....	95
Figura 56: Diseño de curva circular.....	96
Figura 57: Diseño de curva circular.....	97
Figura 58: Peralte de curvas horizontales.....	98
Figura 59: Diseño vertical de la intersección paso a desnivel y gálibo	98
Figura 60: Diseño vertical de la intersección sentido Oeste - Este.....	99
Figura 61: Diseño vertical de la intersección sentido Este - Oeste.....	99
Figura 62: Diseño vertical de la intersección sentido Norte - Este y Oeste	100
Figura 63: Giros en la intersección de la propuesta de mejora.....	101
Figura 64: Volúmenes de tránsito futuro en HMD	103
Figura 65: Simulación del volumen futuro.....	103

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Una rama muy importante en la ingeniería es la del tránsito y transporte ya que se encarga de la planificación y el correcto funcionamiento del tránsito en carreteras, vías y avenidas que unen nuestro territorio para favorecer la comunicación y transporte entre países o ciudades, así mismo tiene que ver con la aplicación de criterios científicos y tecnológicos en la planeación y operación de proyectos funcionales, en las diferentes áreas del transporte, con la finalidad de promover de forma segura, rápida y económica la movilidad de personas y mercancías (Rafael Cal y Mayor Reyes, 2004). Es por ello; que es necesario realizar un análisis de tránsito para una correcta planificación vial adaptando el diseño de la vía a las necesidades del tránsito.

Una de las problemáticas existente “es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc.” (Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 aplicando MathCad, p.27); es cierto que las señales de tránsito son fundamentales en una intersección y más cuando esta es muy transitada, pero cuando las medidas de control no están relacionadas al diseño como al planeamiento, esto podría contribuir a la problemática.

Actualmente la ciudad de Trujillo ha tenido un crecimiento económico considerable, dando como consecuencia el aumento del parque automotor y la falta de un diseño adecuado de las vías han generado, congestión, demoras y accidentes de tránsito; es por ello que para el planteamiento de un diseño geométrico se deberá emplear métodos directos de recolección de datos de tal forma que “se investigan la velocidad, el volumen y la densidad, el origen y el destino del movimiento, la capacidad de las calles, carreteras y el funcionamiento de pasos a desnivel, etc. Así poniendo en evidencia la capacidad y limitación de los usuarios de tránsito”. (Ingeniería

de Carreteras Wright Dixon, 2011, p. 400); estas unidades de análisis nos servirán como puntos de partida en nuestra investigación.

Un claro ejemplo de la falta de diseño y planificación vial se puede observar dentro de la intersección carretera a Otuzco km +7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad. donde se aprecia distintos factores que generan conflicto en el tránsito como: diseño inadecuado de la vía, el deterioro del pavimento, diversos tipos de vehículos, ausencia de señales de tránsito, que a causa de estas se viene dando un problema en el flujo vehicular en horarios específicos del día, que puede conducir a posibles accidentes de tránsito.

Teniendo en cuenta que la intersección mencionada en el párrafo anterior es muy transitada por ser un punto de comunicación relevante hacia diferentes provincias de la sierra de la libertad, donde se producen y extraen distintas materias primas, las cuales son transportadas a la ciudad de Trujillo para su comercialización, sin embargo no se ha tomado la debida importancia al riesgo que presenta para los usuarios que transitan por la intersección, es así que nuestra investigación pretende determinar las variables del tráfico para poder determinar el régimen de congestionamiento vehicular que se produce en la zona, considerando que nuestras autoridades encargadas no le dan la debida importancia al incremento acelerado del parque automotor y a la falta de planificación.

1.2 Delimitación del Problema

El lugar de estudio donde se llevó a cabo el desarrollo de la tesis se encuentra geográficamente ubicado en la intersección de la carretera a Otuzco km. +7.650 con carretera al distrito de Laredo, perteneciente a la provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

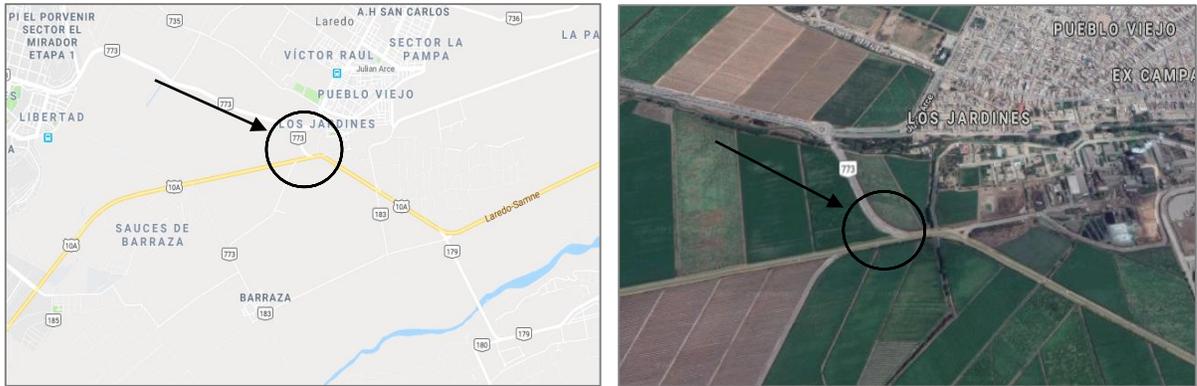


Figura 1:
Mapa de ubicación de la intersección vial - Google Maps

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo el análisis del tránsito influye en el diseño geométrico de un paso a desnivel, para la optimización del flujo vehicular de la intersección carretera a Otuzco km +7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad?

1.4 Objetivo General

Realizar un análisis del tránsito y diseño geométrico de un paso a desnivel en la intersección carretera a Otuzco km +7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

1.5 Objetivo Específicos

- Determinar el volumen de tránsito y flujo vehicular.
- Determinar las velocidades de marcha y recorrido de los vehículos, empleando el método del vehículo flotante.
- Evaluar la geometría y condiciones operacionales actuales de la intersección mediante el Software PTV Vissim.
- Realizar el diseño geométrico de un paso a desnivel, en planta y perfil según lo establecido en el Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018 y Highway Capacity Manual HCM 2010.
- Simular el funcionamiento del diseño geométrico de un paso a desnivel en la intersección de estudio, mediante el Software PTV Vissim, garantizando la seguridad y comodidad en la movilidad.

1.6 Justificación del Estudio

Este proyecto de investigación está enfocado en el estudio y análisis de la realidad actual del tránsito en un punto donde el flujo vehicular se ve afectado por condiciones de seguridad vial insuficientes que presenta la intersección de estudio, haciéndola muy vulnerable a posibles accidentes de tránsito por las altas velocidades que desarrollan los vehículos, como ocurre en la intersección de la carretera a Otuzco km. +7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad, es por ello que la propuesta de diseño geométrico de un paso a desnivel tiene como fin el optimizar el flujo vehicular, a su vez ofrecer seguridad a la movilidad de los usuarios buscando evitar accidentes de tránsito lo cual es muy común en este punto del análisis, así permitiendo acceder de manera más rápida a las zonas con mayor concentración de servicios básicos (educativos, salud, oportunidades laborales, etc.). Académicamente este trabajo de investigación nos permitirá aplicar los conocimientos adquiridos, tanto empíricos como teóricos durante el transcurso de nuestra formación universitaria, buscando mejorar la situación actual en la intersección de estudio.

CAPÍTULO II

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

a) *Bach.* (Farinango Hernández, 2016). “Estudio de Tránsito y Modelación para dar Soluciones Viales a Desnivel de la Intersección de la Carretera 8 entre el par vial de la calle 25 y calle 26 de la ciudad de Santiago de Cali.” Tiene como objetivo principal realizar un estudio de tránsito para luego plantear posibles soluciones o propuestas de mejora a desnivel en la intersección de la carretera, proporcionando a la ciudad de Cali una mejor movilidad vehicular, optimizando en lo posible el sistema vial y generando así un mejor desarrollo en la ciudad. Por lo tanto, para lograr el objetivo general se hizo un diagnóstico de la situación actual y futuro, definiendo las posibles soluciones mediante la simulación TSIS, un software que permite trabajar con redes complejas urbanas proporcionando posibles escenarios basándose en el diseño geométrico de pasos a desnivel, optimizando el flujo vehicular y mejorando el nivel de servicio. En tal sentido concluye que para poder solucionar la problemática actual se deben implementar todos los escenarios planteados en el diseño geométrico vial, ya que sólo en conjunto, modifican todos los factores que afectan la movilidad en la ciudad.

De esta manera el antecedente aporta a la investigación con la modelación en el Software de los posibles escenarios futuros del diseño geométrico y análisis de la fluidez del tránsito, contribuyendo con la información necesaria para el estudio del tránsito y diseño geométrico en la intersección.

b) *Bach.* (Alemán Vásquez, 2015). “Propuesta de Diseño Geométrico del Km. 5.0 de la vía de acceso vecinal en Quezaltepeque-Cantón Victoria (El Salvador)”, Tiene como objetivo principal elaborar una

propuesta de diseño geométrico en el Km. 5.0 en la vía de acceso vecinal; en tal sentido los objetivos de esta investigación quedaron cumplidos al generar el alineamiento geométrico horizontal y vertical tomando en consideración aspectos internacionales de diseño basados en el confort, visibilidad, seguridad, viabilidad económica y sostenibilidad, también se realizaron los planos respectivos para así determinar el diseño potencial en la vía, que en un futuro pueda convertirse en uno de los tres accesos principales al cráter del boquerón y dar apertura así al turismo en la zona y por ende mejorar las condiciones económicas de los pobladores. Concluyendo con los datos obtenidos, se identificó que el volumen vehicular es alto, por lo tanto, se determinó que en el proceso de diseño es importante tener en cuenta datos fidedignos obtenidos en el análisis previo para determinar correctos parámetros de diseño, también se debe tener en cuenta que el mejor diseño geométrico de una carretera puede llegar a considerarse inviable por afectación en el medio ambiente natural y social que perjudique el equilibrio existente en el mismo antes de la ejecución del proyecto. Por lo tanto, este antecedente aporta a la investigación con el estudio de flujo de saturación en las intersecciones siguiendo la metodología del HCM, proporcionándonos resultados que contribuirán al diseño geométrico como propuesta de mejora en la intersección, y por consiguiente las recomendaciones para una mejoría en el nivel de servicio.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

- a) *Bach.* (Delzo Cuyubamba,2018). “Propuesta de Diseño Geométrico y Señalización del tramo 5 de la red vial Vecinal Empalme Ruta AN- 111 – Tingo Chico Provincias de Huamálés y Dos de Mayo, departamento de Huánuco”, tiene como objetivo principal proponer el diseño geométrico del km 10 a nivel de asfaltado y la señalización en el tramo 5, de acuerdo con la norma vigente de diseño de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (DG 2014), tomando en

cuenta criterios, métodos y/o principios de manuales internacionales, de manera que resulte cómoda y segura para los usuarios.

En tal sentido concluye que el diseño geométrico de la carretera cumple con todos los criterios y recomendaciones de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú y la señalización proyectada se basa en los criterios del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, esta metodología puede ser utilizada en el Perú, como una herramienta para analizar el estado y comportamiento de las intersecciones viales, teniendo los siguientes indicadores como resultado; la relación del volumen y capacidad vial en la intersección y los indicadores de operacionalización en el sistema vial.

Por lo tanto, este antecedente nos brindara conocimiento teórico y datos prácticos contribuyendo a los criterios de señalización, del mismo modo al diseño geométrico planteado en el presente proyecto de investigación.

2.1.3. Antecedentes Locales

- a) *Bach.* (Pereda Rondón, 2018). “Estudio y Optimización de la red vial avenida América Sur, tramo prolongación Cesar Vallejo – Avenida Ricardo Palma, Trujillo”, tiene como objetivo principal realizar un estudio de tráfico para luego optimizar la red vial de las avenidas mencionadas; entonces se identificaron las horas de mayor congestión vehicular, se determinaron los parámetros de tráfico vehicular; como son los volúmenes de tránsito, las velocidades e índices de flujo para determinar la problemática existente; también se hizo el diagnóstico de la infraestructura vial, y se evaluó la instalación de dispositivos de control, contrastando los tiempos calculados como óptimos para los tiempos de semaforización con los tiempos reales en la intersección. Se llegó a la conclusión que algunos semáforos no

están correctamente calibrados para la demanda que exige la vía, ocasionando así grandes colas y embotellamientos en las vías adyacentes, así mismo, se puede observar que el tiempo de ámbar no es suficiente ya que en todos los semáforos a tratar se está manejando de 3 segundos lo cual contradice el cálculo de diseño que recomienda 5 o 6 segundos como prevención para accidentes.

Por lo tanto, este antecedente contribuirá en el análisis del tránsito que se realizará en la intersección, y nos orientará en la propuesta de mejora, dándonos un mejor enfoque de la utilidad de los dispositivos de control.

- b) *Bach.* (Solano Estrada, 2017). “Aplicación de la Simulación Matemática empleando el Software Vissim como herramienta en el control de tráfico en la intersección de las avenidas César Vallejo con José María Euguren, Distrito de Trujillo- La Libertad”, tiene como objetivo general evaluar si la aplicación de la simulación matemática empleando el Software Vissim contribuye a la solución vial en la intersección, para esto primero se hizo el diagnóstico en el punto crítico de congestión vehicular, para así obtener los parámetros del tránsito, también se evaluó la capacidad vial actual, para luego presentar una solución como propuesta de mejora en el funcionamiento de la intersección, y por último se evaluó la funcionalidad de la propuesta empleando el Software Vissim.

Concluyendo así, que la propuesta de solución vial evaluada en el simulador, proporcionó resultados satisfactorios con respecto a la mejora en los niveles de servicio de los carriles en la intersección, ya que presento una notoria disminución de colas y por consiguiente una mejora de calidad de servicio para los usuarios.

Por lo tanto, este antecedente nos será sumamente útil, porque por medio del Software Vissim se hará la simulación del escenario actual de la intersección de estudio mostrándonos el estado real de los niveles de servicio en las vías, para luego simular la propuesta de mejora y así observar que tan viable podría llegar a ser.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Volumen del Tránsito

Según Navarro Hudiel (2010); se refiere al total de vehículos que circulan en una vía en un periodo de tiempo, estos volúmenes tienen características tanto espaciales, como temporales y se pueden expresar como:

$$Q = N/T \quad (1)$$

Q= Vehículo que circulan en un intervalo de tiempo.

N= Cantidad total de vehículos.

T= Espacio de tiempo.

2.2.1.1 Tasa de Flujo o Flujo (q)

Cantidad de unidades de transporte que circulan en un intervalo de tiempo menor a una hora, teniendo en cuenta que tanto el volumen de tránsito como la tasa de Flujo “q” son componentes esenciales que se tendrán en cuenta a la hora de la planificación de un proyecto vial.

2.2.1.2 Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales

Se le denomina al volumen total de medios de transporte que transitan bajo un espacio de tiempo, definiéndolos así:

- a) **Tránsito Anual (TA):** N° de transportes que circulan en un año.
- b) **Tránsito Mensual (TM):** N° de transportes que circulan en un mes.
- c) **Tránsito Semanal (TS):** N° de transportes en una semana.
- d) **Tránsito Diario (TD):** N° de transportes que circulan en un día.
- e) **Tránsito Horario (TH):** N° de transportes que circulan en una hora.

2.2.1.3 Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios

Según Garber J. (2006); Es la cantidad de medios de transporte que transitan bajo un intervalo de tiempo, donde este puede ser igual o inferior a un año y superior a un día, dividido entre el número de días determinados.

De manera general el volumen de tránsito promedio diario (TPD) se expresa como:

$$TPD = (N) / (1 \text{ día} < T < 1 \text{ año}) \quad (2)$$

a) Tránsito promedio diario anual (TPDA): Es el promedio de aforos registrados en 24 horas todos los días del año y es importante para: establecer las tendencias de volúmenes en el tránsito, evaluar si es factiblemente económico los proyectos de carreteras futuro, para la construcción de autopistas y para el desarrollo de programas de mejora y mantenimiento.

$$TPDA = TA / 365 \quad (3)$$

b) Tránsito promedio diario mensual (TPDM): Es el promedio de los aforos diarios realizados en 24 horas durante un mes.

$$TPDM = TM / 30 \quad (4)$$

c) Tránsito promedio diario semanal (TPDS): Es el promedio de los aforos diarios realizados en 24 horas durante una semana.

$$TPDS = TS / 7 \quad (5)$$

d) Tránsito Diario (TD): Es el número total de medios de transporte que se movilizan en una sección de vía en un rango de 24 horas.

e) Tránsito horario (TH): Es el número total de medios de transporte que se movilizan por una vía en un rango de tiempo, este puede ser de una hora, de quince minutos (V15) o cinco minutos (V5) todos ellos realizados dentro de la hora pico.

2.2.1.4 Volúmenes de Tránsito Horarios

Se selecciona una hora determinada para definir así los volúmenes de tránsito horario (Veh/h).

a) Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

Es la hora de máximo aforo vehicular que ocurre en una vía específica bajo un periodo de un año.

b) Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Es la cantidad máxima de medios de transporte que circulan en una vía contando por un tiempo de 60 minutos consecutivos. Se le conoce también como la hora punta en un día y es útil para la clasificación funcional de las carreteras y para su diseño geométrico.

c) Volumen Horario de Diseño (VHD)

El VHD en carreteras de alta demanda de tránsito determinara las características con las que se trabajara el proyecto, para evitar problemas futuros de congestión con las condiciones de servicio adecuadas.

Para estimar el VHD, de una nueva ruta, se podrá utilizar la relación empírica extensamente comprobada en caminos de tránsito mixto, que relaciona el IMDA con el VHD.

$$VHD = k \times TMDA \quad (6)$$

Donde:

k = 0.12 carreteras suburbanas y 0.18 carreteras rurales y principales.

2.2.1.5 Volumen de Tránsito Futuro

Para determinar los volúmenes futuros es conveniente tener información histórica de aforos realizados en la intersección o en zonas cercanas que nos permitan comprender el comportamiento del tránsito.

Sin embargo, para la intersección de estudio no se encontró información de aforos de la misma intersección o de la zona por lo que tomamos como referencia la información del crecimiento anual del parque automotor en el departamento de La Libertad (Tabla N° 1) proporcionada por la página del Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú en su informe titulado Proyección de cifras por Departamento 2018.

Con los siguientes datos se nos facilitara realizar las regresiones lineal, exponencial, logarítmica y potencial, con la finalidad de conocer así cuál de estas tiene un coeficiente de correlación más alto y por consiguiente una mayor veracidad en la proyección de los datos.

Tabla 1:
Datos del parque automotor en La Libertad

VEHÍCULOS MATRICULADOS EN EL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD				
Año	Privado	Público	Carga	Total
2009	33,347	24,321	15,208	72,876
2010	40,113	31,100	22,834	94,047
2011	47,235	34,121	23,124	104,480
2012	53,452	38,345	25,564	117,361
2013	58,321	41,127	28,342	127,790
2014	62,642	45,457	31,310	139,409
2015	70,120	48,652	33,346	152,118
2016	78,024	54,478	35,472	167,974
2017	88,235	62,587	40,548	191,370
2018	96,254	67,178	43,976	207,408

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones Perú

Una vez obtenido los datos de la proyección a 20 años se identificará la tasa de crecimiento que representa cada año sobre el total, con esas tasas de crecimiento anuales se podrá proyectar los volúmenes actuales con las siguientes formulas.

$$TF = TA + CNT + TG + TD \quad (7)$$

TF= Tránsito futuro

TA=Tránsito actual

CNT= Crecimiento normal del tránsito

TG = Tránsito generado

TD = Tránsito desarrollado

$$TA = TE \quad (7.1)$$

TA =Tránsito actual

TE = Tránsito existente

$$CNT = IMDA \times (1 + i)^n \quad (7.2)$$

CNT =Crecimiento normal del tránsito

$IMDA$ =Índice medio diario anual

i = Año

n =Tasa de crecimiento

2.2.1.6 Características de los Volúmenes de Tránsito

Según Valdés Gonzáles A. (2008); estos volúmenes deben ser evaluados dinámicamente ya que son precisos únicamente en la duración de los aforos ya que sus variaciones son constantes y consecutivas por lo cual es a priori saber sus características para así programar, prevenir y conserva un tránsito funcional.

a) Distribución y Composición del Volumen de Tránsito

Estas características de volúmenes deberán ser considerados para futuros proyectos, donde se evaluará su eficiente operación en calles y carreteras mediante el tipo de servicio, desplazamiento de los usuarios y la infraestructura vial.

b) Variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima

Demanda

La variación de la hora pico está sujeta según el día, bien puede ser día hábil o inhábil, variando así las horas de viaje y el destino de los usuarios. Por ello, es importante conocer y contabilizar la permanecía de los flujos máximos, y así planificar señalizaciones que vayan acorde a este periodo de tiempo, se le conoce como factor de hora de máxima demanda (FHDM) a la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD), y el flujo máximo (q máx.).

El intervalo utilizado en el conteo fue de 15 minutos, también se puede evaluar en ciclos de 5 y 10 minutos, por lo tanto, el factor de hora de máxima demanda viene a ser representado:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4 (q \text{ máx.})} \quad (8)$$

q máx.= Volumen máximo en el periodo de la hora de máxima demanda

2.2.2. Aforo de Tráfico

Domínguez López (2004) afirma que antes de efectuar un análisis de tráfico se debe tener en cuenta la intensidad de circulación y para llegar a conocerla es conveniente hacer el conteo de vehículos que transcurren por la sección de la vía.

2.2.2.1. Clasificación de Aforos

Estos aforos son útiles para registrar la cantidad de vehículos que pasan por la sección de vía, donde se deberá considerar dicha cantidad como volúmenes actuales teniendo en cuenta que éstas pueden estar sujetas a variaciones. En el siguiente esquema presentado en la Figura 1 encontramos el resumen de todas las clasificaciones de los conteos.

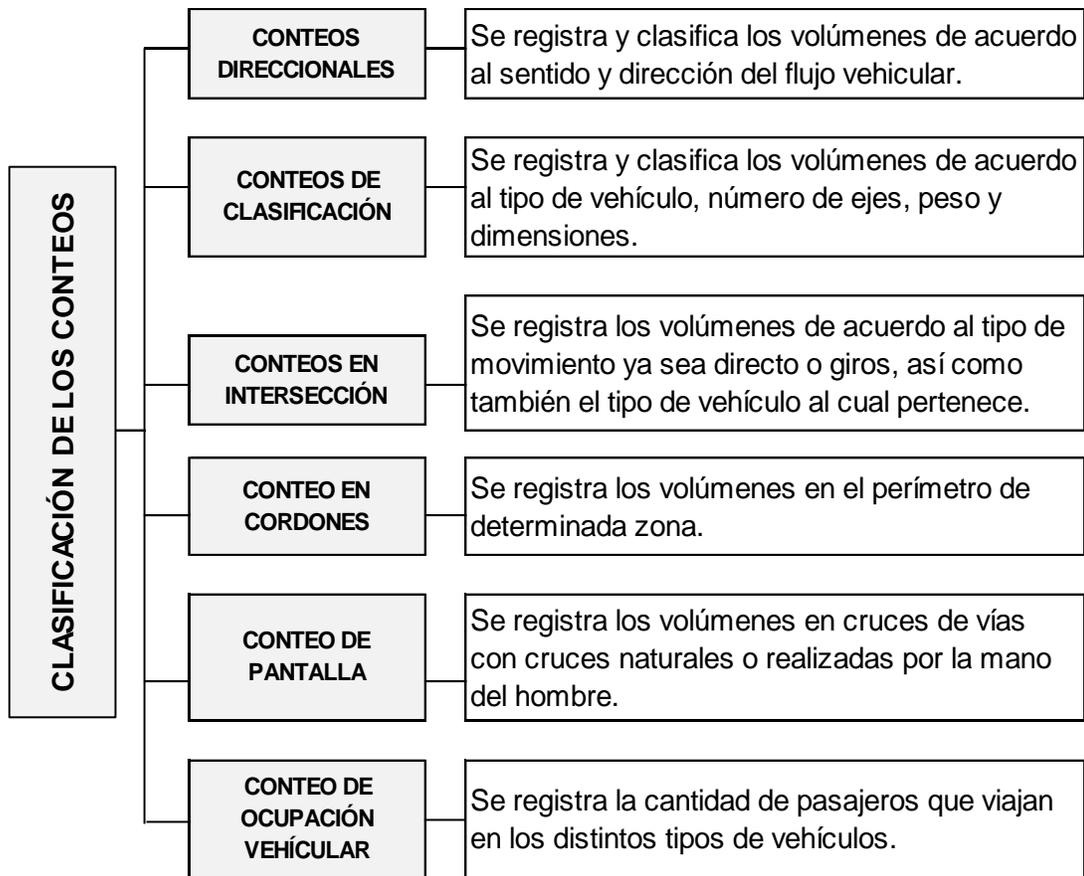


Figura 2:
Esquema de la clasificación de los conteos

2.2.2.2 Métodos de conteo

a) Aforos Manuales:

Se utiliza hojas con formatos para llenar los datos que nos arrojaran en campo mediante los observadores, con este método se podrá recoger datos que no pueden ser obtenidos en otros procesos como la clasificación de los vehículos, movimientos direccionales, uso de carril.

Este tipo de conteo se usa por lo general para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados. En estos la duración del aforo puede variar según el propósito. Algunos aforos clasificados pueden durar hasta 24 horas.

b) Contadores Mecánicos:

Se utiliza en aforos que requieren más de 12 horas, ya que no se necesitara un personal permanente, estos contadores podrán ser fijos o portátiles.

2.2.3. Simulación del Tránsito

Moyano (2014) afirma que “Este tipo de estudio ayuda a determinar resultados que nos brindaran un mayor conocimiento de la situación actual del tráfico en una ciudad, esto facilita las posibles soluciones ante problemas encontrados, y sabremos qué efectos podrían ocurrir al modificar la organización general del tránsito” (p.90).

Existe tres tipos de modelación de tránsito y son los siguientes:

a) Modelo Microscópico:

Describe el problema del tráfico detalladamente, basándose en el comportamiento individual de cada vehículo incluyendo su posición y velocidades.

b) Modelo Mesoscópico:

Se representa la densidad del tráfico en el carril, por grupos de vehículos que tengan las mismas características como el tipo de vehículo, velocidad, etc. Omitiendo las restricciones de aceleración.

c) Modelo Macroscópico:

La circulación del tránsito se representa como un histograma o con valores escalares como el flujo, la densidad o la velocidad.

2.2.3.1 Microsimulación del Tráfico

Los modelos de simulación microscópica describen de forma precisa el comportamiento de los vehículos, para esto se debe hacer una detallada descripción del escenario que se desea simular incluyendo el comportamiento de las unidades en distintas circunstancias.

El proceso de Microsimulación de redes de tránsito se divide en tres etapas:

• Elección de Redes:

Muestra la situación vehicular actual en la vía, para luego evaluar cómo afecta la estabilidad del tránsito ante un crecimiento de flujo y cambios en la infraestructura.

- **Construcción y Calibración de la Red:**

Se hará la representación gráfica detallada de las características físicas y condiciones operativas de la red recogidas en campo para luego hacer una calibración y reajuste a los parámetros.

- **Indicadores de Desempeño y Resultados de la Red:**

Se observa si los indicadores de desempeño (demoras, niveles de servicio, tiempo de viaje, longitudes de colas y velocidades de operación) mejoraron ante las propuestas de soluciones diseñadas.

2.2.3.2 Vissim, Software de Microsimulación de Tráfico

El software Vissim es un simulador que se basa en el estudio de un modelo microscópico permitiéndonos realizar un detallado análisis del comportamiento del tráfico; analizando la operación del transporte bajo las condiciones como son configuración de carriles, composición vehicular, semáforos y paradas.

2.2.4 Análisis del Flujo Vehicular

Mediante este análisis se podrá entender el comportamiento y las características del tránsito, también nos mostrará el sentido de circulación de los vehículos, permitiendo conocer el nivel del eficiente funcionamiento. (Cal, y otros, 2007).

Mediante este flujo se deberá tener en cuenta la relación que existe entre la tasa de flujo, tasa de volumen y tasa de intervalo simple que ocurre en flujos consecutivos.

- a) Tasa de flujo o flujo (q) y el volumen (Q):**

Es la frecuencia con la que los vehículos circulan en una vía determinada, donde N es el índice de vehículos en un intervalo de tiempo que circulan en punto específico, T es el tiempo que tardara el vehículo al pasar, esta puede ser menor a una hora y se calcula:

$$q = \frac{N}{T} \quad (9)$$

b) Intervalo Simple (hi):

Se le denomina al periodo que ocurre entre dos o más unidades de transporte consecutivamente y es expresado en segundos.

c) Intervalo Promedio (h):

Viene a ser el promedio del total de intervalos simples (hi) que se da entre dos o más vehículos que transcurren por una vía determinada y generalmente se expresa (s/veh).

d) Densidad (k):

Se determina calculando el número de vehículos que están presentes en una determinada vía entre un tiempo específico, y es expresada mediante la siguiente formula:

$$k = \frac{N}{d} \quad (10)$$

Donde:

N= número de vehículos

d= longitud específica.

k = densidad

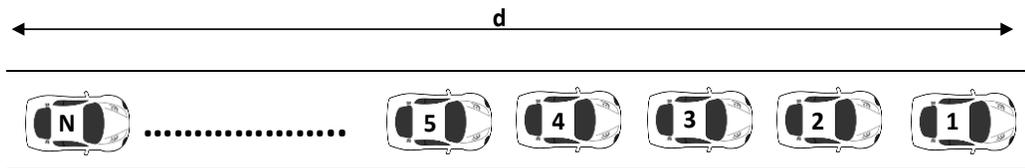


Figura 3:
Representación gráfica de la fórmula de densidad

e) Espaciamento Simple (Si):

Es el espacio que se presenta entre dos vehículos que se encuentran consecutivamente, este espacio es expresado en metro.

f) Espaciamento Promedio (\bar{s}):

Es el promedio de todos los espaciamentos simples que se hallan en la vía, se determina mediante la siguiente expresión:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} S_i}{N-1} \quad (11)$$

Donde:

\bar{S} = espaciamento promedio (m/veh.)

N= número de vehículos (veh.)

N-1 = número de espaciamentos (veh.)

S_i = espaciamento simple entre el vehículo i y el vehículo i+1

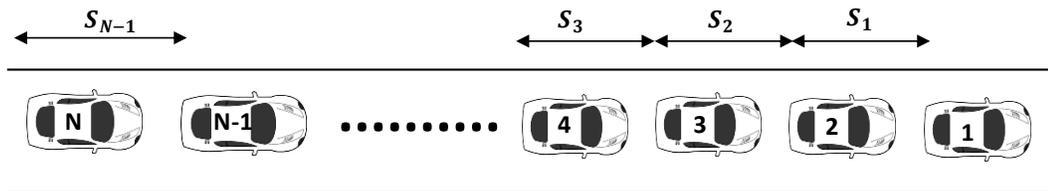


Figura 4:
Representación gráfica del espaciamento promedio

2.2.5 Velocidad de los Vehículos

Según Kraemer (2004); la velocidad en un tramo de carretera puede variar dependiendo del tipo de vehículo que circula. Estos valores medios de la velocidad serán obtenidos de diferentes métodos, generando variación de resultados, por lo que se utiliza las siguientes definiciones (p.64).

La fórmula por la cual se expresa la velocidad es la siguiente:

$$v = \frac{d}{t} \quad (12)$$

Dónde:

V = velocidad (Km/h).

d= distancia recorrida (km).

t= tiempo de recorrido (h).

2.2.5.1 Velocidad de Marcha

Es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, la vía y los dispositivos de control.

2.2.5.2 Velocidad de Operación

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo condiciones del tránsito.

2.2.5.3 Velocidad de Recorrido

También es conocida como velocidad de viaje y se obtiene al dividir la distancia del tramo entre el tiempo utilizado para recorrerla, esta velocidad es utilizada con frecuencia para la comparación de condiciones en cuanto a la fluidez de la ruta.

2.2.5.4 Velocidad Media Temporal (V_t)

Esta velocidad media se da en todas las unidades de transporte que circulan en una sección de vía determinada durante un ciclo de tiempo.

Se define como velocidad media temporal a la media aritmética de las velocidades de un grupo de vehículos que pasa por un punto específico de una calle o carretera en un terminado tiempo según el criterio seleccionado. La velocidad media temporal se puede expresar de la siguiente manera (Cal, y otros, 2007):

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (13)$$

Donde:

\bar{v}_t = velocidad media temporal

v_i = velocidad de vehículo i

n = número de vehículos

2.2.5.5 Velocidad Media Espacial (V_e)

Se define como la media aritmética tomada de las velocidades de los vehículos que pasan por un mismo punto en el instante en el que pasan por un intervalo de tiempo. (Cal, y otros, 2007)

Para un espacio determinado esta velocidad se calcula mediante la división de la longitud recorrida por el promedio de los tiempos que es utilizado por los vehículos:

$$\bar{v}_e = \frac{d}{\bar{t}} \quad (14)$$

Donde:

\bar{v}_e = velocidad media espacial.

d = distancia recorrida.

v_i = velocidad de punto del grupo i.

\bar{t} = tiempo promedio de recorrido.

La siguiente expresión se le conoce como media armónica. Es decir, esta velocidad media espacial es la que más se ajusta para hallar los indicadores en los cuales se analizan los flujos vehiculares.

$$\bar{v}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{v_i}\right)} \quad (14.1)$$

2.2.5.6 Velocidad de Proyecto

También conocida como velocidad de diseño, esto nos indica la máxima velocidad en la que pueden circular los vehículos con seguridad en un tramo determinado de carretera.

"Todos aquellos elementos geométricos del alineamiento horizontal, vertical y transversal, tales como radios mínimos, pendientes y acotamientos, anchuras y alturas libres, etc., dependen de la velocidad de proyecto y varían con un cambio de ésta". (Cal, y otros, 2007. p. 221).

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Figura 5: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

2.2.6 Capacidad Vial

Es el aforo máximo de unidades de transporte que viajan por una sección de vía determinada durante un tiempo estimado mayormente de 15 minutos, el tiempo probable de encontrar un flujo vehicular estable.

Según Cal y otros (2007); es importante precisar que esta capacidad puede variar, ya que puede aumentar o disminuir en cualquier momento, también cabe mencionar que para definir la capacidad se debe tener en cuenta factores que al variar pueden modificarla, estos factores son de tres tipos:

2.2.6.1 Condiciones de la Infraestructura Vial

Se denomina a todas las características de la infraestructura vial, estas pueden ser carreteras de dos o más carriles con tránsito continuo o discontinuo.

2.2.6.2 Condiciones del Tránsito

Se refiere a la composición del tránsito es decir a todos los tipos unidades de transporte; como livianos y pesados.

2.2.6.3 Condiciones de Control

Se refiere a los dispositivos de control del tránsito, los cuales se encargan de mantener el orden del flujo vehicular.

2.2.7 Niveles de Servicio

Según Cal y otros (2007); es un factor que permite evaluar la calidad del flujo vehicular de una forma cualitativa donde se muestra el estado de operación del tránsito y la percepción de los usuarios.

En el Highway Capacity Manual 2010, se dan fórmulas y factores de ajuste para autopistas de accesos controlados, para avenidas urbanas y suburbanas, así como para calles de centros comerciales; las condiciones generales de operación para los niveles de servicio se describen de la siguiente manera:

Tabla 2:
Niveles de Servicio según el HCM 2010

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km./h. o más) y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh./h.
B	Flujo libre razonables, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito (80 km./h.) y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh. /h.
C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 km./h.) y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh./h.
D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar, la velocidad se mantiene alrededor de los 60 km./h. y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh./h.
E	Flujo inestable, suceden pequeños embotellamientos, y la velocidad cae hasta 40 km./h.
F	Flujo forzado, condiciones de "pare y siga", congestión de tránsito

Fuente: Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, DC, 2000

Teniendo en cuenta que en la intersección de estudio no se cuenta con dispositivos de control usaremos los factores de ajustes proporcionados en el HCM 2010 que nos permitirá conocer el flujo de servicio mediante la siguiente formula:

$$Sfi = 2800 \times \left(\frac{v}{c}\right) \times Fd \times Fw \times Fhv \quad (15)$$

Donde:

sfi = Cálculo de flujo de servicio

2800 = Es la capacidad de las carreteras de dos carriles en ambas direcciones según el HCM 2010

(*v/c*) = Máxima relación entre el volumen y la capacidad del nivel de servicio, está en función de las restricciones de rebase y del tipo de terreno.

Fd =Factor de ajuste de distribución direccional del tránsito.

Fw = Factor de restricción en el ancho del carril y hombros.

Fhv = Factor de ajuste de vehículos pesados.

a) Relación volumen sobre carril (*v/c*)

Está en función de la orografía del terreno y el porcentaje de restricción de paso, como se observa en la Tabla 5.3

Tabla 3:
Factor de relación (v/c) para carreteras de dos carriles

FACTORES DE RELACIÓN PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES																		
NIVEL DE SERVICIO	TERRENO PLANO						TERRENO ONDULADO						TERRENO MONTAÑOSO					
	RESTRICCIÓN DE PASO (%)						RESTRICCIÓN DE PASO (%)						RESTRICCIÓN DE PASO (%)					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.07	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.16	0.16	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.39	0.28	0.28	0.23	0.20	0.16
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.45	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.84	0.84	0.82	0.80	0.78

Fuente: "Highway Capacity Manual, 2010.

b) Factor de ajuste de distribución direccional del tránsito (*Fd*)

En carreteras que presentan dos carriles con sentidos opuestos, las maniobras de rebase de una dirección pueden afectar el flujo de la dirección contraria.

Tabla 4:
Factores Direccionales para carreteras de dos carriles

SEPARACIÓN DIRECCIONAL (%)	FACTOR
50/50	1
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

Fuente: "Highway Capacity Manual, 2010.

c) Factor de restricción en el ancho del carril y hombros (Fw)

Está sujeto a la medición del ancho del carril y al ancho de hombro.

Tabla 5:
Factor de Restricción (Fw)

HOMBRO (m)	CARRIL DE 3.65		CARRIL DE 3.35		CARRIL DE 3.05		CARRIL DE 2.75	
	NS A-D	NS E						
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.7	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.7
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

Fuente: "Highway Capacity Manual, 2010.

d) Factor de ajuste de vehículos pesados (Fhv)

Este factor de ajuste se calcula mediante la siguiente formula:

$$F_{hv} = 1 / [1 + PT (ET - 1) + PR (ER - 1) + PB (EB - 1)] \quad (16)$$

Donde:

PT= % de camiones

PR= % de vehículos recreativos

PB=% de buses

ET= Número equivalente de camiones para carros de pasajeros.

ER=Número equivalente de vehículos recreativos para auto.

EB =Número equivalente de buses para carros de pasajeros.

Tabla 6:
Factor de Ajuste por tipo de Vehículo (Vehículos equivalentes)

TIPO DE VEHICULO	NIVEL DE SERIVCIO	TIPO DE TERRENO		
		PLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
CAMIONES, EC	A	2.0	4.0	7.0
	B-C	2.2	5.0	10.0
	D-E	2.00	5.0	12.0
BUSES, EB	A	1.8	3.0	5.7
	B-C	2.0	3.4	6.0
	D-E	1.6	2.9	6.5
VEHICULOS RECRE., ER	A	2.2	3.2	5.0
	B-C	2.5	3.9	5.2
	D-E	1.60	3.3	5.2

Fuente: "Highway Capacity Manual, 2010.

2.2.8 Tipos de vehículos para el diseño

Según el Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018; las características del tipo de vehículo marcarán diversos aspectos que serán útiles para realizar el dimensionamiento geométrico de un proyecto vial, como es el ancho del vehículo de diseño que va relacionado con el ancho del carril y el sobre ancho de la sección transversal, así mismo los radios mínimos de giro, y la longitud entre ejes influirá en los anchos y radios mínimos internos y externos de las vías.

2.2.8.1 Vehículos Ligeros

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros solo serán de utilidad para proyecto de una vía donde solo circularán estos, teniendo las siguientes dimensiones:

- Ancho: 2.10m
- Largo: 5.80m

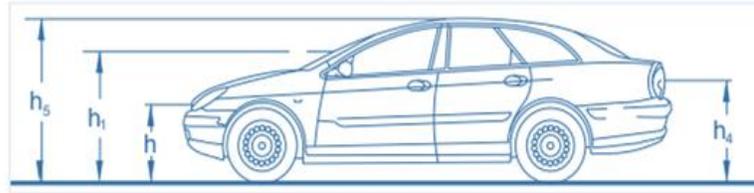


Figura 6:
 Alturas de vehículos ligero - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

2.2.8.2 Vehículos Pesados

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se tendrá en cuenta las siguientes alturas:

- h: altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h3: altura de ojos de un conductor fundamental para la visibilidad de curvas: 2.50 m.
- h4: altura de las luces traseras: 0.45 m.
- h6: altura del techo: 4.10 m

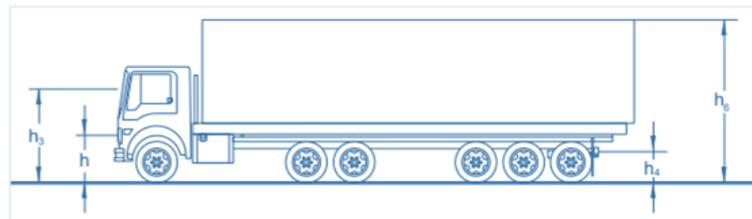


Figura 7:
 Alturas del vehículo pesado - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

Las características de sección y altura del transporte pesado tienen como función definir; las dimensiones de las vías, la capacidad portante de radios, el sobre ancho de curvaturas, alturas permisibles y adición de carriles si así se requiere.

Tabla 7:
Datos básicos de vehículos tipo M para el dimensionamiento de carreteras

Datos básicos de Vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según el Reglamento Nacional de Vehículos									
Tipo de vehículo	Alto total	Ancho total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Omnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Omnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Omnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Omnibus articulados (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 /1.90/4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00/12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30/0.80/ 2.15/7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40/6.80/1.40 /6.80	1.40	13.70
Semirremolque doble (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45/5.70/1.40 /2.15/5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40/11.90	2.00	1.00

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.8.3 Giro mínimo para el tipo de vehículo

El espacio mínimo absoluto para un giro de 180° en sentido horario, está sujeto a la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior), también se debe tener en cuenta el espacio libre necesario para la sección en volado que hay entre el primer eje y el parachoques o elemento más sobresaliente.

Tabla 8:

Radio máximos / mínimos y ángulos según el tipo de vehículo

TIPO DE VEHICULO	Ángulo trayectoria	R. máx. exterior vehículo (E)	R. mín. interior vehículo (I)	R. mín. interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulado
Vehículo ligero (VL)	90°	7.87 m	4.59 m	4.74 m	26.4°	-
	120°	7.88 m	4.54 m	4.69 m	27.3°	-
	180°	7.88 m	4.51 m	4.66 m	27.7°	-
Ómnibus de dos ejes (B2)	90°	14.24 m	-	7.96 m	34.9°	-
	120°	14.31 m	-	7.59 m	37.4°	-
	180°	14.37 m	-	7.30 m	39.3°	-
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	90°	15.07 m	-	9.20 m	30.7°	-
	120°	15.12 m	-	9.00 m	32.2°	-
	180°	15.15 m	-	8.87 m	33.2°	-
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	90°	15.61 m	-	9.12 m	31.4°	-
	120°	15.68 m	-	8.89 m	33.0°	-
	180°	15.72 m	-	8.74 m	34.1°	-
Semirremolque simple (T2S1)	90°	14.24 m	5.41 m	-	25.0°	41.1°
	120°	14.26 m	4.19 m	-	25.7°	50.8°
	180°	14.27 m	2.22 m	-	25.9°	65.4°

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.9 Clasificación de las Carreteras

Clasificación de acuerdo a la demanda según el Manual de Carreteras:

- **Autopistas de Primera Clase:** IMDA superior a 6 000 veh/día, con separador central mínimo de 6.00 m y debe tener dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.
- **Autopistas de Segunda Clase:** IMDA entre 6 000 y 4 001 veh/día, con separador central de 6.00 m hasta 1.00 m, y debe tener dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.
- **Carreteras de Primera Clase:** IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.
- **Carreteras de Segunda Clase:** IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo.
- **Carreteras de Tercera Clase:** IMDA inferior a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo.

- **Trochas Carrozables:** IMDA inferior a 200 veh/día, calzadas de ancho mínimo de 4.00 m.

Clasificación según la orografía por Manual de Carreteras:

- **Terreno Plano (Tipo 1):** La pendiente transversal es menor o igual al 10% y la longitudinal mayormente es menor al 3%.
- **Terreno Ondulado (Tipo 2):** Las pendientes transversales están entre 11% y 50% y las longitudinales entre 3% y 6%.
- **Terreno Accidentado (Tipo 3):** Las pendientes transversales están entre 51% y 100% y las longitudinales entre 6% y 8%.
- **Terreno Escarpado (Tipo 4):** Las pendientes transversales son mayores que 100% y las longitudinales son superiores al 8%.

2.2.10 Derecho de Vía o Faja de Dominio

Se refieren a la faja del terreno donde se encuentra la carretera, también sus obras complementarias: servicios, áreas para futuras obras de mejoramiento y zona de seguridad. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018, p.22).

Tabla 9:
Anchos Mínimos de Derecho de Vía

CLASIFICACIÓN	ANCHOS MÍNIMOS (m)
Autopista Primera Clase	40
Autopista Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

Los anchos de Derecho de Vía se podrán incrementar 5.00 m, en los siguientes casos:

- Del borde superior de los taludes de corte más alejados.
- Del pie de los terraplenes más altos.
- Del borde más alejado de las obras de drenaje
- Del borde exterior de los caminos de servicio.

2.2.11 Topografía

“La topografía juega un papel muy importante en la ingeniería ya que por medio de los levantamientos topográficos previos a las construcciones se puede determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre haciendo uso de los tres elementos del espacio; que son distancias, elevación y dirección” (Navarro Hudiel, 2008, p.9).

2.2.11.1 Métodos de Levantamiento Topográficos

- **Levantamientos Planimétricos:** Determina las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana donde cada punto en el plano queda definido por sus coordenadas.
- **Levantamientos Altimétricos:** Determina la diferencia de alturas entre distintos puntos del espacio, a partir de una superficie de referencia. A la altura de un punto determinado se le denomina cota del punto.
- **Levantamientos Planialtimétricos:** Determina las tres coordenadas de puntos en el espacio, en forma simultánea, las alturas se representan mediante las curvas de nivel.
- **Poligonación:** El levantamiento de la poligonal comprende la medición de los ángulos que forman las direcciones de los lados adyacentes (o los rumbos de estos lados) y las distancias entre los vértices, tiene como finalidad determinar las coordenadas de una serie de puntos a partir de otros cuya posición ya ha sido determinada por procedimientos más precisos.

2.2.12 Diseño Geométrico de Intersecciones

Según Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018; La solución de una intersección vial está sujeta a diversos factores involucrados en el diseño, como factor principal tenemos la topografía, también se encuentran las diversas características geométricas de las vías que se cruzan, la capacidad de las vías y del flujo vehicular.

Las intersecciones viales pueden ser a nivel o desnivel, en función a las características de las vías que se cruzan y los requerimientos del diseño geométrico del proyecto.

2.2.13 Intersecciones Rotatorias o Rotondas

Esta intersección se caracteriza por los flujos vehiculares que ingresan por sus ramas y circulan por el anillo vial, son parecidos a los entrecruzamientos y tienen un bajo porcentaje de conflictos en comparación a otros tipos de intersección a nivel.

Tabla 10:
Criterios de diseño geométrico de Rotondas

Descripción	Unidad	Magnitud
Diámetro mínimo de la isla central	m	25
Diámetro mínimo del círculo inscrito	m	50
Relación W/L (Sección entrecruzamiento)		Entre 0.25 y 0.40
Ancho sección entrecruzamiento (W)	m	Máximo 15
Radio interior mínimo de los accesos		
De entrada	m	30
De salida	m	40
Ángulo ideal de entrada		60°
Ángulo ideal de salida		30°

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.14 Intersecciones a Desnivel

Según Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018; es una solución viable para el cruzamiento de dos o más carreteras en niveles diferentes, tiene como objetivo hacer que las unidades de transporte que circulan puedan cambiar de trayectoria de una carretera a otra sin presentar conflicto alguno, haciendo que esto aumente el nivel de servicio en una intersección con un elevado aforo vehicular. Estas intersecciones deben tener condiciones aptas de seguridad, visibilidad, funcionabilidad y capacidad.

- **Clasificación y tipo de intersección a desnivel:** En esta clasificación encontramos la intersección tipo trompeta en “T”, direccionales en “T” y direccionales en “Y”, que tienen intercambios a tres ramales.

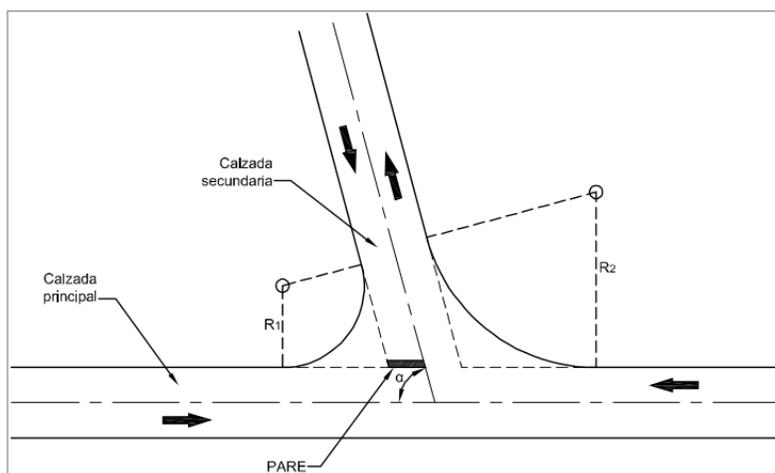


Figura 8:
Esquema base intersección en "T" o "Y"- *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

- Ramales o Enlaces:** Son vías que se cruzan a distinto nivel, y tienen como finalidad hacer que las unidades de transporte que circulan pueda atravesar la zona de cruce sin presentar conflicto alguno. Se agrupan en tres categorías en función a sus formas: ramales directos, semi directos y de enlace.

DE CUATRO RAMAS				DE TRES RAMAS	
DE LIBRE CIRCULACION		CON CONDICION PARADA		DIRECCIONALES	TROMPETAS
OTROS	TREBOL COMPLETO	DIAMANTES	TREBOL PARCIAL		

Figura 9:
Tipos básicos de enlace - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

2.2.15 Intersecciones con Pasos a Desnivel

Se hace alusión al conjunto de ramales que tienen como finalidad facilitar el paso a los vehiculos que viajan en carriles que se cruzan en niveles diferentes con el propósito de una mejora en el nivel de servicio en intersecciones con un alto aforo vehicular y condiciones de seguridad insuficientes.

2.2.16 Criterios necesarios para el Diseño del Paso a Desnivel

La forma más conveniente para minimizar incidentes en el flujo vehicular es a través de procesos restrictivos, pero cuando el problema sobrepasa a estos, se debe plantear como solución hacer mejoras en la infraestructura de la intersección, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

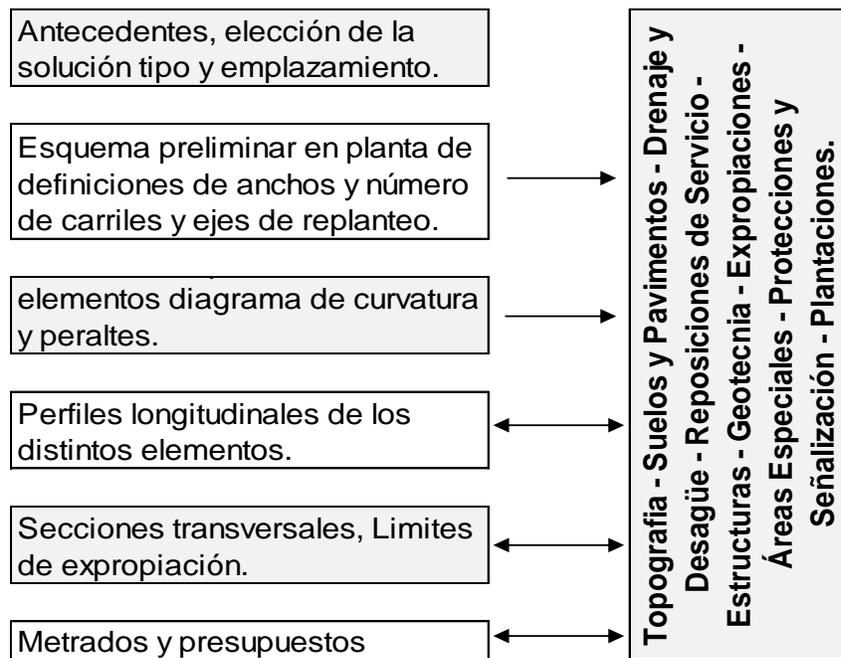


Figura 10:
Secuencia general de actividades de un Diseño Geométrico de paso a desnivel - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

2.2.17. Características de los Pasos a Desnivel

Para efectuar un diseño geométrico en una intersección a desnivel se tomará como punto de partida los resultados obtenidos a través de un estudio de tráfico detallado.

2.2.17.1 Capacidad de las vías y flujos emergentes

Se llama flujo emergente al máximo número de unidades de transporte que viajan en el carril más próximo al punto de entrada, más el flujo de la vía secundaria que conecta a la principal (Manual de Carreteras: diseño geométrico, 2018, p.256).

Tabla 11:
Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel

Tipo de Vía	Ancho de Carril (m)	Capacidad por carril (Veh./h.)
Vía Principal	3.60	1.500
Vía Secundaria	3.30	1.350
Vía de Enlace		1.200
Carril de Deceleración		1.200, Colocar informativa antes de llegar a la intersección (200 m).

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.17.2 Sección de entrecruzamiento

En esta sección podemos observar diversas unidades de transporte que viajan a un mismo sentido llegando a un punto de cruzamiento y esta sección debe tener un número adecuado de carriles con la longitud mínima indicada en la Tabla N° 11, y se determina mediante la siguiente formula:

$$N = \frac{(W1+KW2+F1+F2)}{C} \quad (17)$$

Dónde:

N= N° de carriles de entrecruzamiento.

W1= Volumen vehicular mayor que se entrecruza.

K= Factor de entrecruzamiento (1 a 3)

W2= Volumen vehicular menor que se entrecruza.

F1, F2= Flujos exteriores que no se entrecruzan.

C= Capacidad normal del carril de la vía principal.

La calidad del flujo óptimo está relacionado al nivel de servicio en la capacidad de carreteras que tienen un tránsito interrumpido en los tramos de entrecruzamiento como se observa en la Tabla N° 12.

Tabla 12:
Volúmenes vehiculares de servicio según calidad de flujo

Calidad de Flujo	C: (Volumen por carril)
I	2.000
II	1.900
III	1.800
IV	1.700
V	1.600

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

En la Tabla N° 13 se observa las longitudes mínimas de la sección de entrecruzamiento.

Tabla 13:
Longitudes mínimas de entrecruzamiento

Volumen de Entrecruzamiento = W1 + W2 (vehículo/hora)	Longitud Mínima de la Sección de entrecruzamiento (m)
1.000	75
1.500	120
2.000	200
2.500	290
3.000	410
3.500	565

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.17.3 Carriles de Cambio de Velocidad

Estos carriles son esenciales para la salida e ingreso de unidades de transporta de una vía a otra, posibilitando también los giros (u) con un mínimo de riesgo. Estos carriles son conocidos como carriles de aceleración y desaceleración; el primero permite el ingreso a una vía principal paralela mientras que el segundo permite la salida de una vía principal.

Estos carriles deben ubicarse en tramos tangentes dónde los estándares del trazo longitudinal y del nivel de visibilidad son altos, no se deben ubicar en los alineamientos curvos de la vía principal. (Manual de Carreteras: diseño geométrico, 2018, p.260).

- **Carriles de Aceleración:** Su longitud total (LT) es la suma de los largos de las zonas de aceleración y de transición o cuña, en tal caso la LT no debe pasar los 300 metros.

$$LT = LA + LC \quad (18)$$

Dónde:

LT = Largo total

LA = Largo en zona de aceleración

LC = Largo de la cuña

La Tabla N° 14 presenta valores de LT en función a velocidades de diseño, y valores de LC fijos.

Tabla 14:
Longitudes Totales de Carriles de Aceleración

VC (Km/h)	LC (m)	Vr = 0 (Km/h)	Vr =30 (Km/h)	Vr = 40 (Km/h)	Vr = 50 (Km/h)	Vr = 60 (Km/h)	Vr = 70 (Km/h)	Vr =80 (Km/h)	Vr = 90 (Km/h)
60	50	100	75	50					
70	50	150	120	100					
80	50	240	200	180	140	100			
90	75	300	275	250	220	170	140		
100	75	300	300	300	275	250	225	200	
110	75	300	300	300	300	300	250	250	250
≥ 120	75	300	300	300	300	300	300	300	300

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

Los valores LT y LA, son útiles para pendientes que están entre +3 % y -3 %, pero si se pasan de estos límites debe corregirse, en la Tabla N° 15 se indican los factores de corrección, que relacionan la longitud en pendiente (±) con la longitud en horizontal. Las correcciones por pendiente, se calculan sobre LT, pero la longitud adicional o por deducir que corresponda, afecta sólo a LA, permaneciendo LC fijo, aunque LT

eventualmente pueda resultar menor que LC. (Diseño Geométrico, 2018, p.235).

Tabla 15:

Factores de corrección que relaciona la longitud en pendiente con la longitud en horizontal

Factores de Corrección de Lt (*) en Carriles de Aceleración, para Velocidades de diseño de la Carretera (Vc) de:							
60 Km/h		70 Km/h		80 Km/h		100 (***) Km/h	
Caso Pendiente de Subida de: (%)							
3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6
1.30	1.50	1.30	1.60	1.35	1.70	1.40	1.90
Caso pendiente de Bajada, Si Vr=0 (***) de:							
3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6
0.5	0.5	0.75	0.65	0.90	0.80	1.00	1.00

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

(*) Factores se aplican a LT, pero afectan a LA; LC= Constante.

(**) LT Máximo= 300m. Vc=100 sirve para interpolar.

(***) Si Vr<0 no hay reducciones.

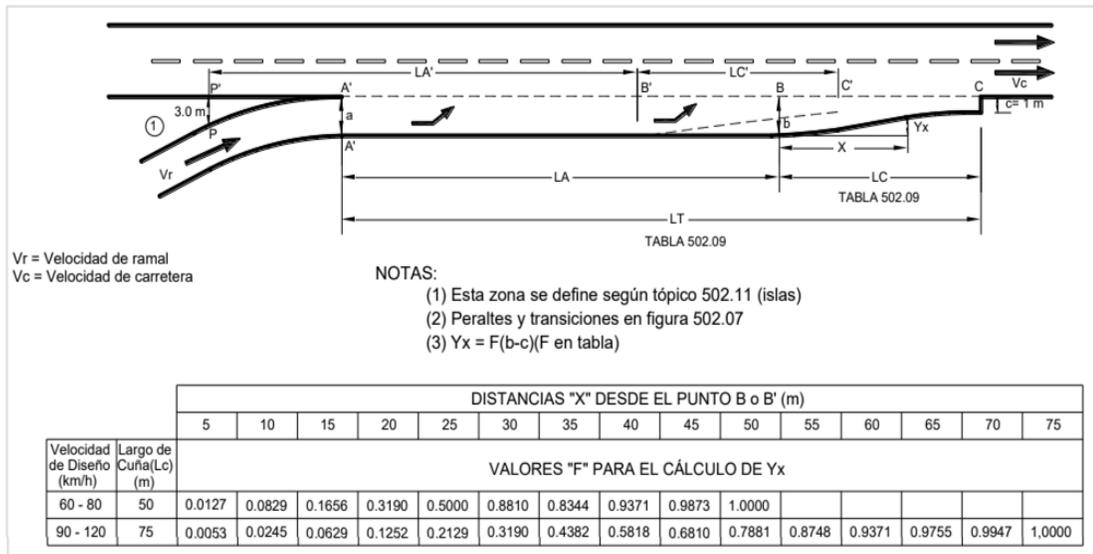


Figura 11:

Puntos Singular de Carril de Aceleración - Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

En C se tiene el ancho final de la cuña (c) que debe ser de 1 m. para hacerla utilizable. En B el inicio de la cuña y final de la zona de aceleración, se debe tener el ancho total del carril (b), por si fuera proyectado en una curva que requiera sobre ancho, obteniéndola con la siguiente fórmula:

$$b = b_0 + Sa \quad (18)$$

Dónde:

b= nuevo ancho total del carril

b₀= ancho inicial del carril

S_a= sobre ancho

- **Carriles de Desaceleración:** En función a las características geométricas del carril se tienen los dos siguientes casos:

Caso I: Se presenta cuando la curva de transición es mayor o igual a la longitud de desaceleración (LD), este caso es el más adecuado para la geometría ya que se puede diseñar el ramal sobre la carretera con un ángulo de incidencia (\emptyset) que haga claramente perceptible su función.

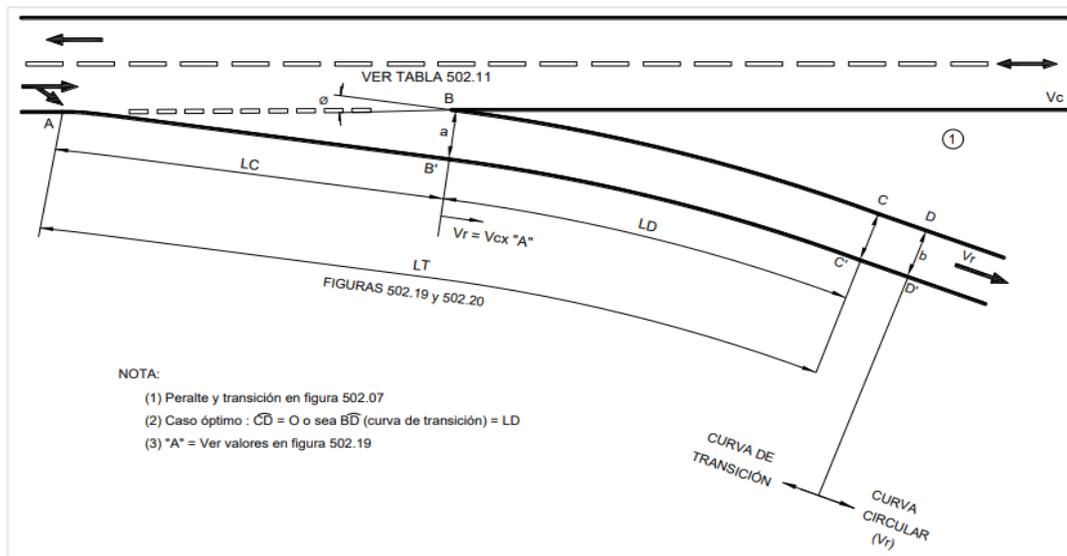


Figura 12:
Carril de Desaceleración Caso I - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

Cuando el trazado de los ramales no corresponda al caso de los mínimos absolutos, se debe cuidar que el ángulo de incidencia (\emptyset) no exceda los valores indicados en la Tabla N° 16.

Tabla 16:
Ángulo de Incidencia (\emptyset) de carril de aceleración

VC (Km/h)	< 60	60	70	80	90	100	110	120
\emptyset (°)	11.0	9.0	7.5	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

Caso II: Cuando la longitud de la curva de transición es menor que la longitud de deceleración (LD) o no existe. Para este caso, la cuña es similar al Caso I, iniciándose con un ancho de 1 m. para compensar el efecto de la maniobra de curva – contra curva.

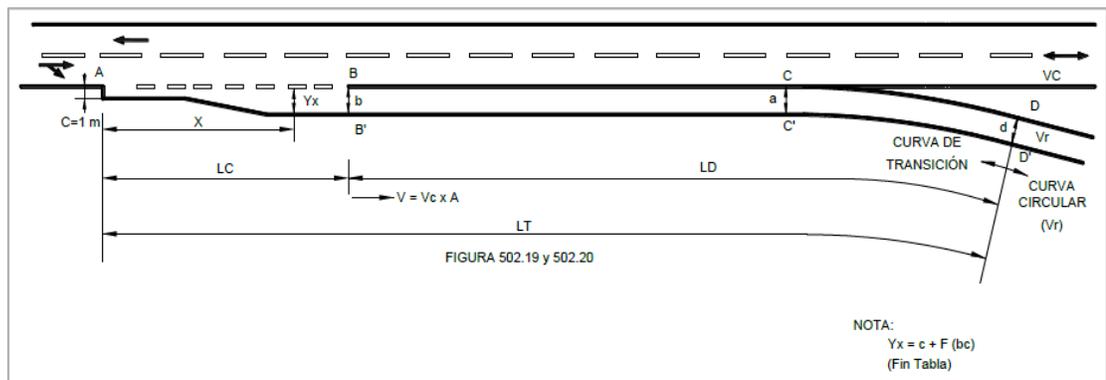


Figura 13:
Carril de Desaceleración Caso II - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

2.2.17.4 Vías de Enlace

En la Tabla N° 17 se presentan los criterios correspondientes a velocidad de diseño, ancho de la calzada y pendiente en vías de enlace de intersecciones a desnivel.

Tabla 17:

Velocidad de diseño, ancho de calzada y pendiente en vías de enlace

DESCRIPCIÓN	CRITERIO
Velocidad de diseño	Adecuarla a la demanda de tránsito para lograr una capacidad suficiente y homogénea que no sea inferior a la mitad de la velocidad de la vía que procede. Si es un enlace, mínimo 25 Km/h.
Ancho de calzada	Mínimo 4,0 m de calzada. Si el de tránsito requiere la adición de una vía de enlace con dos carriles, el ancho de la calzada se debe incrementar a 7,20m.
Sobre ancho	No serán de aplicación los correspondientes a las vías principales y únicamente para radios menores de 30 m, el ancho de calzada será de 4,50 m.
Pendiente	Normal < 5% Máxima. 8% tránsito liviano. 5% mayor porcentaje de tránsito pesado.

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

Tabla 18:

Valores mínimos de velocidades de diseño en ramales de enlace

		Enlaces directos entre autopistas			Enlaces Directos				Enlaces semi directos				Lazos			
		V.D Carretera de destino (Km/h)														
		80	100	120	40	60	80	100	120	40	60	80	100	120	40-80	00-120
V.D Carretera de origen	40					30	30	35	40		30	30	35	40	25	30
	60				30	35	40	45	50	30	35	40	45	30	35	
	80	60	65	70	45	50	55	60	40	45	50	35				
	100	70	80	70	60	40										
	120	80	90	100	80	70	50									

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.17.5 Peraltes y Bombeos

Los peraltes en los pasos a desnivel y las curvas de accesos y salidas se determinan mediante normas que aplican a estas en intersecciones, a pesar que la probabilidad de lograr los peraltes deseados es mínima se debe tratar de aproximar a esos valores y en ningún caso emplear peraltes inversos o negativos.

2.2.17.6 Rampas y Pendientes

En las rampas y pendientes en los pasos a desnivel el ángulo deseable entre la vía de enlace o secundaria y la calzada de la vía principal es de: 4° a 5°.

2.2.17.7 Distancia de Visibilidad

Es una de las características más importantes que ofrecer el proyecto al conductor, se trata de la longitud continua que permitirá poder ver hacia adelante facilitando así todas las maniobras que se realicen de forma segura.

a) Distancia de Visibilidad de Parada:

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de alcanzar un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Tabla 19:

Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendientes 0%

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada	Redondeada
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

Tabla 20:

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

Velocidad de diseño (Km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

b) Distancia de Visibilidad de Adelantamiento:

Equivale a la visibilidad mínima que necesita un conductor para adelantar a otro vehículo que lleva una velocidad menor a la de diseño, para después regresar a su carril de origen de forma segura, sin influir en la velocidad de un tercer vehículo que viene en sentido contrario.

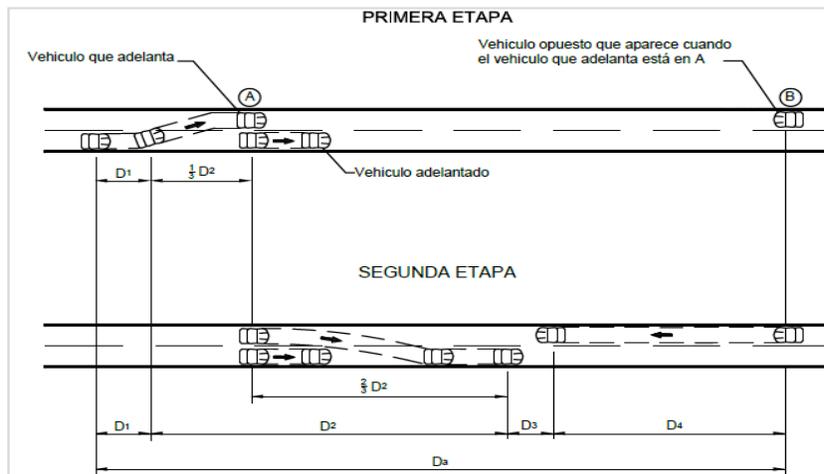


Figura 14:

Distancia de Visibilidad de Adelantamiento - *Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018*

Tabla 21:

Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles y dos sentidos

Velocidad específica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (Km/h)	Velocidad de vehículo adelantado (Km/h)	Velocidad del vehículo que adelanta, V (Km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento D_a (m)	
			Calculada	Redondeada
20	–	–	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018

2.2.18 Señalización

La ubicación de las señales debe ser al lado derecho de la vía, fuera de las bermas, pero dentro del área de atención de los usuarios para orientar su desplazamiento de forma segura, también se debe tener en cuenta la distancia del borde de la calzada (sardineles) al borde de la señal, éste debe ser de 0.60 m mín.

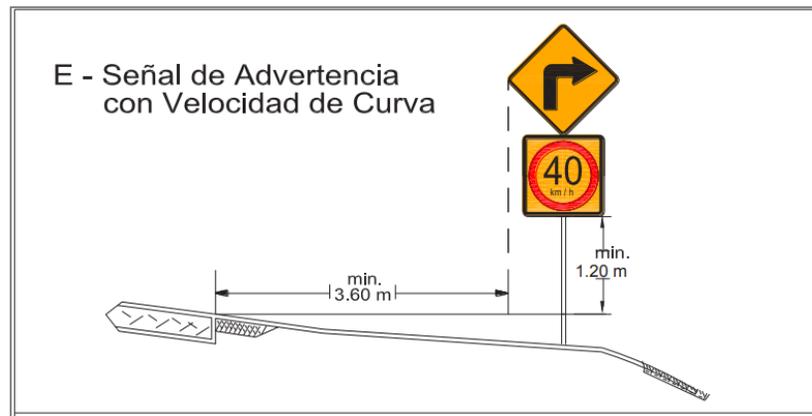


Figura 15:

Ubicación de las Señales - Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016

2.2.18.1 Señalización Vertical

De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito (2016); “son dispositivos instalados al costado de la vía con la finalidad de reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos” (p.12). Por su funcionalidad se clasifican en:

- **Señales Regulatoras o de reglamentación:**

Notificar a los usuarios de las vías: prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

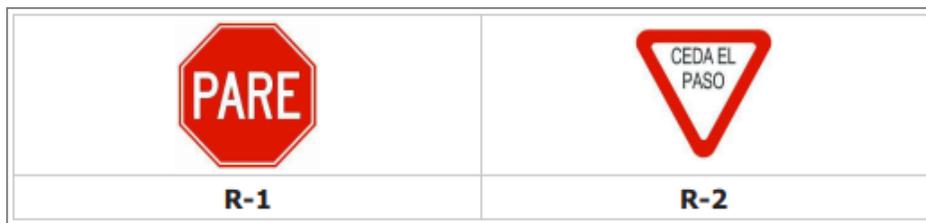


Figura 16:
Ejemplo de señales regulatoras - Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016

- **Señales Preventivas:**

Tiene como fin anunciar a los usuarios sobre situaciones de riesgo presentes en la vía.



Figura 17:
Ejemplo de señales Preventivas - Manual de dispositivos de control 2016

- **Señales Informativas:**

Tiene como fin orientar y brindar información a los usuarios sobre su destino de forma clara a una menor distancia.

2.2.18.2 Señalización Horizontal

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito (2016); las marcas en el pavimento están constituidas por líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican sobre el pavimento. Se emplean para delimitar carriles y calzadas, indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril, zonas con prohibición de estacionamiento.

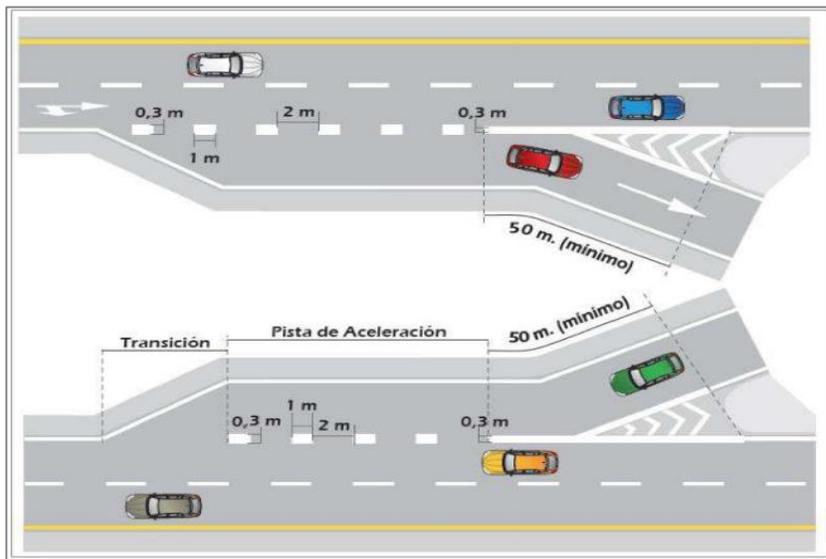


Figura 18:
Ejemplo de señales Horizontales - Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras 2016

2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Ingeniería de Tránsito:** forma parte de la ingeniería de transportes dedicada a la planificación del proyecto geométrico y a la operación del tránsito vehicular.
- **Planificación Vial:** Es un instrumento de planeación de proyectos de infraestructura y gestión vial, con el fin de crear una adecuada movilidad urbana mediante la integración de redes viales.
- **Velocidad de Diseño:** Esta es la velocidad máxima que determina el diseño geométrico, garantizando la comodidad y seguridad de los usuarios sobre un tramo de la vía.
- **Volumen de Tránsito:** Es la cantidad de vehículos que circulan por un tramo de vía durante un período de tiempo específico.
- **Densidad de Tránsito:** Es la cantidad de vehículos que existen por unidades de longitud sobre una vía, utilizando como unidad de medida el número de vehículos por kilómetros de vías.
- **Capacidad Vial:** Está directamente relacionado con el diseño geométrico de la vía, tipo de carretera, zona y el comportamiento de los usuarios.
- **Planificación Urbana:** Es donde se busca mejorar la infraestructura vial y el bienestar de las personas teniendo en cuenta, los parámetros de estudio de tránsito.
- **Flujo Vehicular:** Es el comportamiento del tránsito vehicular en una determinada área o espacio que depende del volumen, la velocidad y la densidad.
- **Controles del Tránsito:** Son señales horizontales y verticales, encargas del ordenamiento vehicular.
- **Congestión Vehicular:** Es la acumulación de vehículos en una sección de vía, ocasionado por el exceso de vehículos.
- **Intersección a Nivel:** Es donde se encuentran dos o más vías, que se cortan al mismo nivel, este tipo de intersecciones tienen un menor costo y son las más usadas.

2.4 HIPÓTESIS

El análisis de tránsito influirá en el diseño geométrico de paso a desnivel para la optimización de la Intersección carretera a Otuzco km +7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

2.5 VARIABLES

- **Variable Independiente:** Análisis del tránsito
- **Variable Dependiente:** Diseño geométrico de paso a desnivel

2.5.1 Operacionalización de las Variables

Tabla 22:
Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
Dependiente:			Diseño de carril de desaceleración.	Norma DG - 2018
			Diseño de ramales de enlace.	Norma HCM 2010
			Cálculo del número de carriles.	Software Excel
Diseño Geométrico de paso a desnivel	Conjunto de cálculos y análisis para el reajuste del diseño de la vía según la topografía del lugar, satisfaciendo estándares de seguridad, de servicio y de funcionamiento.	Diseño de intersección a desnivel aéreo	Cálculo de velocidad específica de destino.	Software de simulación PTV Vissim
			Elección de los radios de giro en función a la velocidad.	
			Elección de ancho de carril.	
Independiente:			Volumen de tránsito.	
			Flujo vehicular.	Ficha técnica de registro de conteo vehicular
Análisis de tránsito	Describe como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad permitiendo conocer el nivel de eficiencia de operación.	Estudio de los parámetros del tránsito vehicular	Velocidad de marcha de recorrido.	Normas
			Tipos de vehículos	Software Excel

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Nivel de Investigación: Investigación Explicativa

3.1.2. Diseño de la Investigación: Investigación de Campo

3.1.3. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos: Investigación Cuantitativa

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población: Los vehículos que transitan por la intersección carretera a Otuzco Km+ 7.650 con carretera al distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

3.2.2. Muestra: Los diferentes tipos vehículos que transitan por la intersección vial en un periodo de 15 minutos en 18 horas por siete días.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Se utilizarán dos métodos de recolección de datos, el primero será para el estudio de tráfico en la intersección:

- Se realizará la técnica de observación, por medio de un conteo simple, con la ayuda de una hoja de registro manual, que nos permitirá obtener los datos del volumen diario en la intersección.
- Pasaremos a procesar los datos obtenidos en campo apoyados de la normativa, bibliografía y métodos normalizados como el highway capacity manual HCM 2010 y Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018
- Se identificará la problemática existente.

Segundo método de recolección de datos para la propuesta de mejora:

- Se realizará la medición de la geometría en la intersección, mediante instrumentos manuales y digitales, que servirá para obtener las dimensiones y desniveles del terreno.

- Se analizará y sustentará la propuesta de diseño geométrico de un paso a desnivel mediante métodos normalizados como highway capacity manual HCM 2010 y Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018.
- Recomendar y explicar el porqué de la propuesta descrita.

Tabla 23:

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	USOS
Conteo manual	Ficha Técnica de registro	Se aforará durante 7 días, 18 hrs. Para determinar volúmenes que circulan en la intersección.
Codificación de giros	Ficha Técnica de registro	Determinar la cantidad de giros hacia la derecha o izquierda en la intersección para observar la demanda.
Medición de la geometría vial	Wincha o cinta métrica	Medir dimensiones de las calzadas y aceras.
Levantamiento topográfico: método poligonal	Estación total, 1 jalón, 1 prisma, GPS y Wincha.	Medición de las longitudes de los tramos y ángulos horizontales entre ejes, para determinar los desniveles del terreno.

Fuente: Elaboración propia

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la elaboración de esta investigación emplearemos el siguiente procedimiento durante su desarrollo:

-Tomaremos los datos en campo como: volumen vehicular, tipos de vehículos, y dimensiones de la intersección.

-Para la toma de datos en campo se debe considerar la accesibilidad al área de estudio, esto nos permitirá obtener la información necesaria, tanto para el aforo vehicular como el diseño geométrico de paso a desnivel en la intersección de análisis.

-Luego se procederá a calcular los parámetros de análisis como son: los volúmenes de tránsito, flujo vehicular, la velocidad de marcha, la velocidad de recorrido, capacidad y niveles de servicio, para así evaluar los resultados obtenidos y proponer un diseño geométrico de un paso a desnivel, buscando optimizar el flujo vehicular.

-Se realizará el diseño de un paso a desnivel en la intersección, cumpliendo con lo establecido en el Manual de Carreteras: diseño geométrico DG-2018 y Highway Capacity manual HCM 2010, se detallará los parámetros de diseño de acuerdo a las normas para así poder realizar un diseño apto para volúmenes actuales y futuros.

-Finalmente se simulará con el software Vissim la movilidad de los vehículos y así demostrar que el diseño de un paso a desnivel en la intersección, genera un flujo vehicular continuo, ofreciendo mayor seguridad ante posibles accidentes de tránsito.

- **Codificación de movimientos:**

Para conocer la demanda de volumen que tiene cada giro en la intersección se tomó la nomenclatura que se muestra en la Tabla N° 23.

Tabla 24:
Nomenclatura clasificada por acceso

ACCESO	MOVIMIENTO	CODIGO - NOMENCLATURA
Oeste (1)	Directo	11
	Giro a la Izquierda	12
Este (2)	Directo	21
	Giro a la Derecha	22
Norte (3)	Giro a la Derecha	31
	Giro a la Izquierda	32

Fuente: Elaboración propia

El aporte de movimientos que se presenta en la leyenda de los planos es la siguiente.

Tabla 25:
Aporte de movimientos

N° de Giro	Sentido	Aporte de Movimientos (*)
G1	Sur a Norte	12 + 22
G2	Este a Oeste	21 + 31
G3	Oeste a Este	11 + 32

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se presenta la codificación de movimientos en el plano de ubicación.

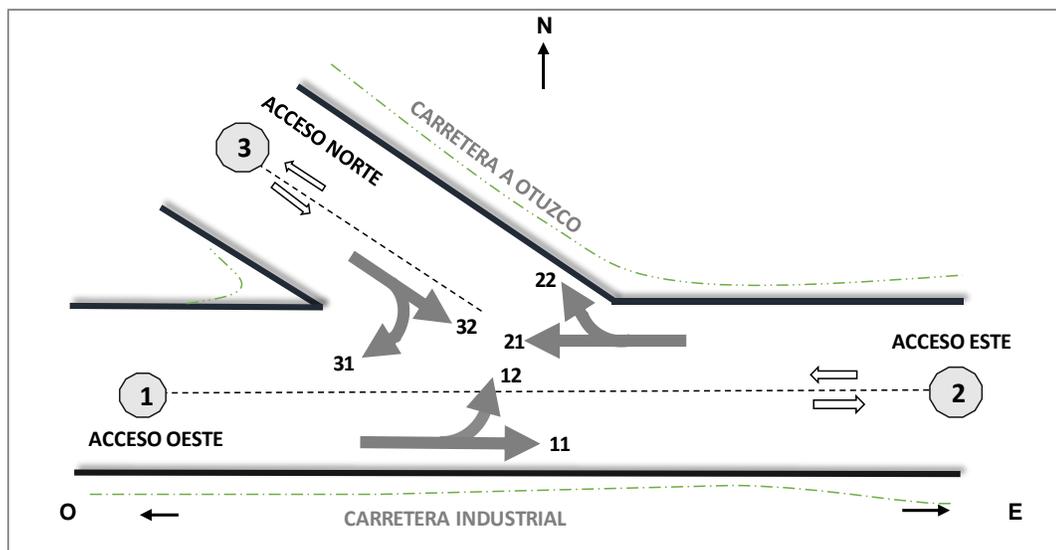
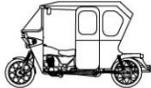
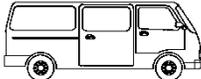
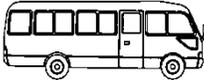
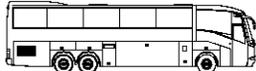
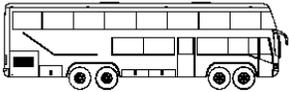
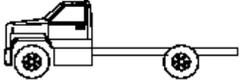
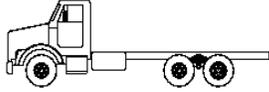
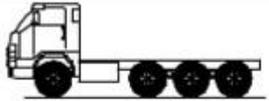
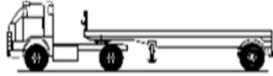


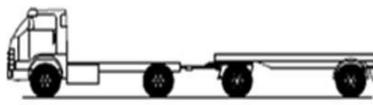
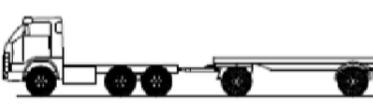
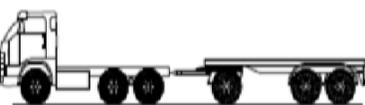
Figura 19:
Codificación de movimiento

- **Composición Vehicular:**

Los vehículos se clasificaron según MTC como se muestra en la Tabla N° 26

Tabla 26:
Composición Vehicular

TIPO DE VEHICULO	CONFIGURACIÓN VEHÍCULAR	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA
VEHÍCULOS DE PASAJEROS	Motos	Motos	
	Moto taxi	Moto taxi	
	Autos o Station Wagon (SW)	Autos o Station Wagon (SW)	
	Pick Up	Pick Up	
	Micro Bus	Micro Bus	
	B2	Ómnibus de 2 ejes	
	B3	Ómnibus de 3 ejes	
	B4	Ómnibus de 4 ejes	
	C2	Camión de 2 ejes	
	C3	Camión de 3 ejes	
VEHÍCULOS DE CARGA	C4	Camión de 4 ejes	
	T2S1	Tracto Camión de 2 Ejes y Semi-remolque de 1 Eje	
	T2S2	Tracto Camión de 2 Ejes y Semi-remolque de 2 Ejes	

T2S3	Tracto Camión de 2 Ejes y Semi-remolque de 3 Ejes	
T3S1	Tracto Camión de 3 Ejes y Semi-remolque de 1 Ejes	
T3S2	Tracto Camión de 3 Ejes y Semi-remolque de 2 Ejes	
≥T3S3	Tracto Camión de 3 Ejes y Semi-remolque de 3 Ejes a más	
C2R2	Camión de 2 ejes y remolque de 2 ejes	
C2R3	Camión de 2 ejes y remolque de 3 ejes	
C3R2	Camión de 3 ejes y remolque de 2 ejes	
≥C3R3	Camión de 3 ejes y remolque de 3 ejes a más	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

IV. RESULTADOS

4.1 Volúmenes vehiculares.

- **Volúmenes Vehiculares acceso Norte:**

En la tabla N° 27 muestra los volúmenes correspondientes para cada día de la semana en un conteo manual de 18 horas en el acceso Norte donde se observa que el día con mayor volumen es el día domingo.

Tabla 27:

Variación Horaria del volumen del tránsito mixto acceso Norte

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
00:00 - 1:00	-	-	-	-	-	-	-
1:00 - 2:00	-	-	-	-	-	-	-
2:00 - 3:00	-	-	-	-	-	-	-
3:00 - 4:00	-	-	-	-	-	-	-
4:00 - 5:00	-	-	-	-	-	-	-
5:00 - 6:00	70	60	85	20	73	72	171
6:00 - 7:00	226	124	138	95	108	147	274
7:00 - 8:00	283	156	189	129	213	189	176
8:00 - 9:00	276	211	180	151	278	208	218
9:00 - 10:00	224	165	219	177	230	263	366
10:00 - 11:00	168	127	170	180	196	213	537
11:00 - 12:00	198	141	189	201	198	224	430
12:00 - 13:00	201	197	219	227	237	216	308
13:00 - 14:00	247	253	250	198	303	205	378
14:00 - 15:00	217	179	194	211	202	237	291
15:00 - 16:00	196	156	266	199	239	200	223
16:00 - 17:00	177	194	228	191	197	192	212
17:00 - 18:00	180	222	192	216	199	183	206
18:00 - 19:00	183	167	311	220	267	194	215
19:00 - 20:00	202	169	255	206	197	174	175
20:00 - 21:00	184	173	203	177	184	188	196
21:00 - 22:00	138	103	175	112	181	194	147
22:00 - 23:00	107	85	148	86	172	131	178
23:00 - 00:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL (Veh./18h.)	3,477	2,882	3,611	2,996	3,674	3,430	4,701

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 16 Se observa las variaciones diarias del tráfico en el transcurso de las horas demostrando así que el día domingo predomina en todos los días por su alto volumen vehicular.

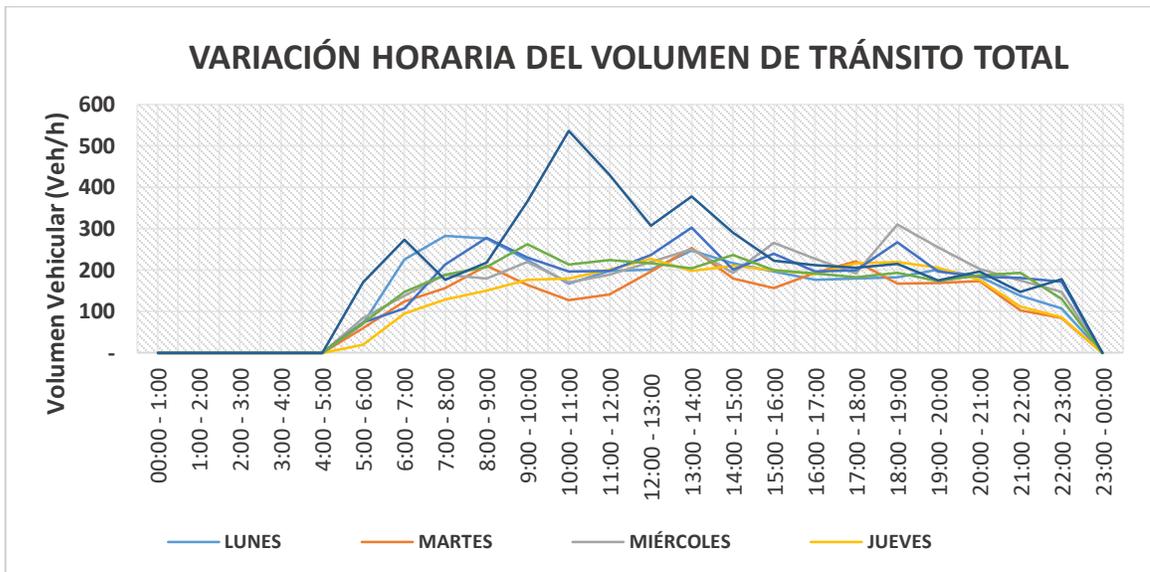


Figura 20:
Variación horaria del volumen de tránsito total

La tabla N° 27 muestra los volúmenes de tránsito de cada día de la semana analizada clasificándolos por tipos de vehículo que circulan en la vía, por consiguiente, en la Figura N° 17 se empleó un gráfico circular o de anillo donde se podrá apreciar mejor los porcentajes volumétricos.

Tabla 28:

Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo

TIPOS DE VEHICULOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL	PORCENTAJE
MOTO	275	199	204	255	225	145	236	1,539	6.21%
MOTO-TAXÍ	12	6	13	7	4	1	6	49	0.20%
AUTO SW	862	737	1007	825	941	848	1,255	6,475	26.14%
PICK UP	692	607	656	510	701	765	1,036	4,967	20.05%
COMBI PRIVADA	731	587	735	615	782	775	1,054	5,279	21.31%
COMBI PÚBLICA	781	619	856	714	891	781	881	5,523	22.30%
BUS	60	65	73	43	64	60	113	478	1.93%
2E	53	48	61	36	53	50	92	393	1.59%
>=3E	7	17	12	7	11	10	21	85	0.34%
CAMIÓN	42	40	31	8	30	25	47	223	0.90%
2E	25	19	9	3	13	14	21	104	0.42%
3E	7	13	11	0	6	7	9	53	0.21%
4E	10	8	11	5	11	4	17	66	0.27%
SEMITRAYLER	19	20	30	16	33	25	57	200	0.81%
T2S1/T2S2	6	7	10	8	4	12	14	61	0.25%
T2S3	3	7	5	2	11	4	18	50	0.20%
T3S1/T3S2	7	5	12	4	11	5	17	61	0.25%
T3S3	3	1	3	2	7	4	8	28	0.11%
TRAYLER	3	2	6	3	3	5	16	38	0.15%
2T2	2	1	4	3	2	2	4	18	0.07%
2T3	1	0	2	0	1	3	6	13	0.05%
3T2	0	1	0	0	0	0	3	4	0.02%
>=3T3	0	0	0	0	0	0	3	3	0.01%
TOTAL	3,477	2,882	3,611	2,996	3,674	3,430	4,701	24,771	100%

Fuente: Elaboración Propia.

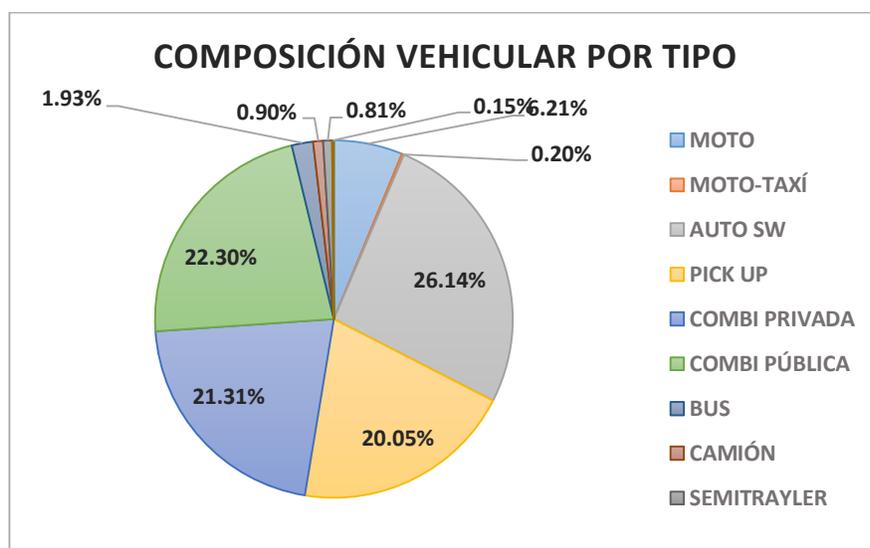


Figura 21:

Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo

• **Volúmenes Vehiculares acceso Este:**

En la tabla N° 28 muestra los volúmenes correspondientes para cada día de la semana en un conteo manual de 18 horas en el acceso Este donde se observa que el día con mayor volumen es el día viernes.

Tabla 29:

Variación Horaria del volumen de tránsito mixto acceso Este

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
00:00 - 1:00	-	-	-	-	-	-	-
1:00 - 2:00	-	-	-	-	-	-	-
2:00 - 3:00	-	-	-	-	-	-	-
3:00 - 4:00	-	-	-	-	-	-	-
4:00 - 5:00	-	-	-	-	-	-	-
5:00 - 6:00	113	106	145	127	200	95	101
6:00 - 7:00	161	127	194	141	230	160	163
7:00 - 8:00	192	200	200	201	229	187	216
8:00 - 9:00	194	237	210	199	373	300	191
9:00 - 10:00	194	221	199	226	240	204	317
10:00 - 11:00	152	204	242	182	204	191	330
11:00 - 12:00	192	165	327	220	210	311	203
12:00 - 13:00	213	228	222	266	288	220	303
13:00 - 14:00	169	249	313	210	449	192	213
14:00 - 15:00	230	222	232	198	229	251	306
15:00 - 16:00	179	192	305	205	219	219	218
16:00 - 17:00	187	215	210	199	230	240	187
17:00 - 18:00	212	231	222	243	257	186	219
18:00 - 19:00	133	217	309	251	357	199	213
19:00 - 20:00	150	208	223	208	256	206	203
20:00 - 21:00	118	177	202	150	253	194	183
21:00 - 22:00	77	155	173	132	219	186	157
22:00 - 23:00	43	135	113	120	193	157	82
23:00 - 00:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL (Veh./18h.)	2,909	3,489	4,041	3,478	4,636	3,698	3,805

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 18 Se observa las variaciones diarias del tráfico en el transcurso de las horas, demostrando así que el día viernes predomina en todos los días por su alto volumen vehicular.

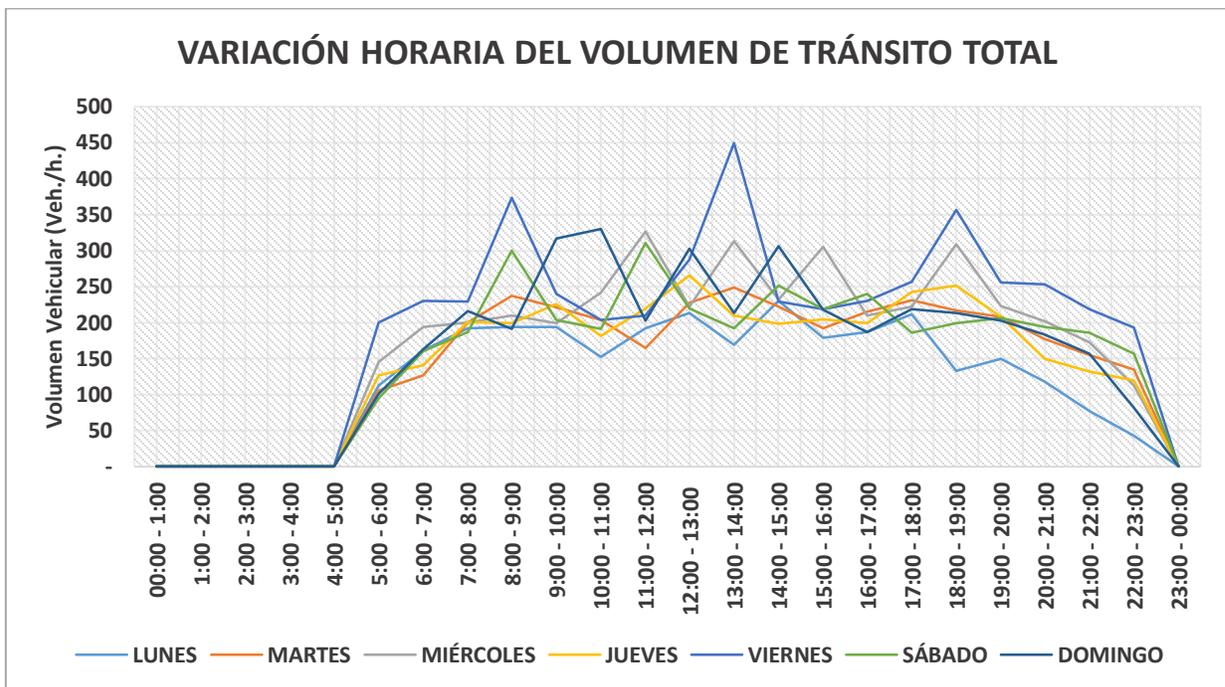


Figura 22:
Variación horaria del volumen de tránsito total

La tabla N° 29 muestra los volúmenes de tránsito de cada día de la semana analizada clasificándolos por tipos de vehículo que circulan en la vía, por consiguiente, en la Figura 19 se empleó un gráfico circular o de anillo donde se podrá apreciar mejor los porcentajes volumétricos.

Tabla 30:

Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo

TIPOS DE VEHÍCULOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL	PORCENTAJE
MOTO	193	275	277	288	337	195	291	1,856	7.12%
MOTO-TAXÍ	3	11	19	12	5	6	12	68	0.26%
AUTO SW	789	919	1,165	952	1,223	875	1,047	6,970	26.75%
PICK UP	466	668	710	596	852	787	740	4,819	18.49%
COMBI PRIVADA	560	658	712	626	889	820	806	5,071	19.46%
COMBI PÚBLICA	677	720	894	787	1009	813	761	5,661	21.73%
BUS	111	151	193	116	180	138	106	995	3.82%
2E	94	131	158	101	146	110	83	823	3.16%
>=3E	17	20	35	15	34	28	23	172	0.66%
CAMIÓN	54	54	42	51	71	36	20	328	1.26%
2E	12	27	19	23	33	14	11	139	0.53%
3E	22	13	13	16	24	18	6	112	0.43%
4E	20	14	10	12	14	4	3	77	0.30%
SEMITRAYLER	35	24	23	38	49	21	14	204	0.78%
T2S1/T2S2	13	8	9	16	19	9	5	79	0.30%
T2S3	1	5	3	5	9	2	3	28	0.11%
T3S1/T3S2	15	10	8	12	17	9	5	76	0.29%
T3S3	6	1	3	5	4	1	1	21	0.08%
TRAYLER	21	9	6	12	21	7	8	84	0.32%
2T2	7	2	2	6	9	4	3	33	0.13%
2T3	7	4	1	3	6	2	3	26	0.10%
3T2	4	2	1	2	6	1	2	18	0.07%
>=3T3	3	1	2	1	0	0	0	7	0.03%
TOTAL	2,909	3,489	4,041	3,478	4,636	3,698	3,805	26,056	100%

Fuente: Elaboración Propia.

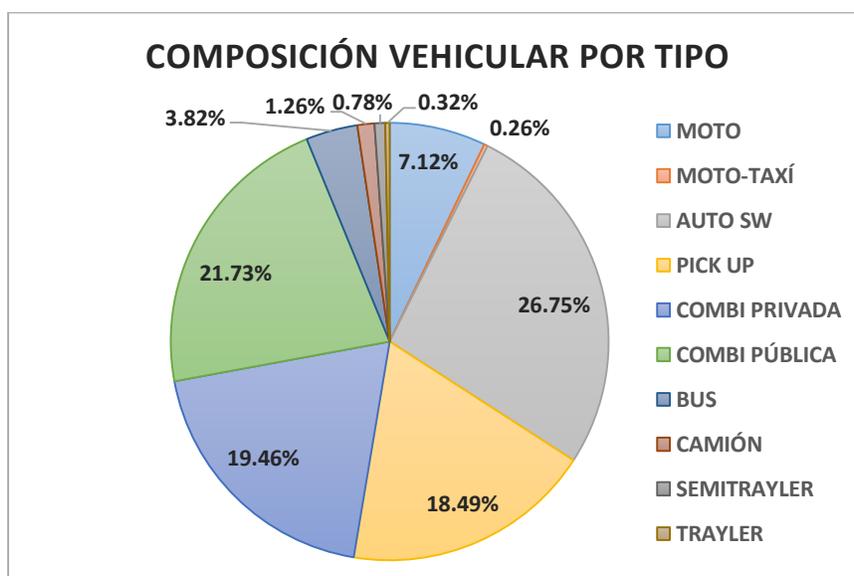


Figura 23:

Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo

- **Volúmenes Vehiculares acceso Oeste:**

En la tabla N°30 muestra los volúmenes correspondientes para cada día de la semana en un conteo manual de 18 horas en el acceso Oeste donde se observa que el día con mayor volumen es el día viernes.

Tabla 31:

Variación Horaria del volumen de tránsito mixto acceso Oeste

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
00:00 - 1:00	-	-	-	-	-	-	-
1:00 - 2:00	-	-	-	-	-	-	-
2:00 - 3:00	-	-	-	-	-	-	-
3:00 - 4:00	-	-	-	-	-	-	-
4:00 - 5:00	-	-	-	-	-	-	-
5:00 - 6:00	127	79	128	99	202	115	92
6:00 - 7:00	156	112	211	197	234	165	142
7:00 - 8:00	282	256	468	328	446	210	197
8:00 - 9:00	331	313	395	242	654	319	253
9:00 - 10:00	301	252	306	237	304	233	256
10:00 - 11:00	213	212	331	227	320	217	266
11:00 - 12:00	239	228	341	224	279	297	240
12:00 - 13:00	305	310	360	291	346	256	232
13:00 - 14:00	314	332	463	320	656	265	241
14:00 - 15:00	199	191	282	232	291	304	256
15:00 - 16:00	213	204	238	228	300	272	282
16:00 - 17:00	259	215	240	259	343	255	208
17:00 - 18:00	313	313	250	232	452	258	195
18:00 - 19:00	238	201	400	295	762	243	177
19:00 - 20:00	216	206	217	224	410	247	152
20:00 - 21:00	202	188	209	218	283	233	134
21:00 - 22:00	188	123	178	182	263	170	110
22:00 - 23:00	175	71	152	163	267	140	57
23:00 - 00:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL (Veh./18h.)	4,271	3,806	5,169	4,198	6,812	4,199	3,490

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N° 20 Se observa las variaciones diarias del tráfico en el transcurso de las horas, demostrando así que el día viernes predomina en todos los días por su alto volumen vehicular.

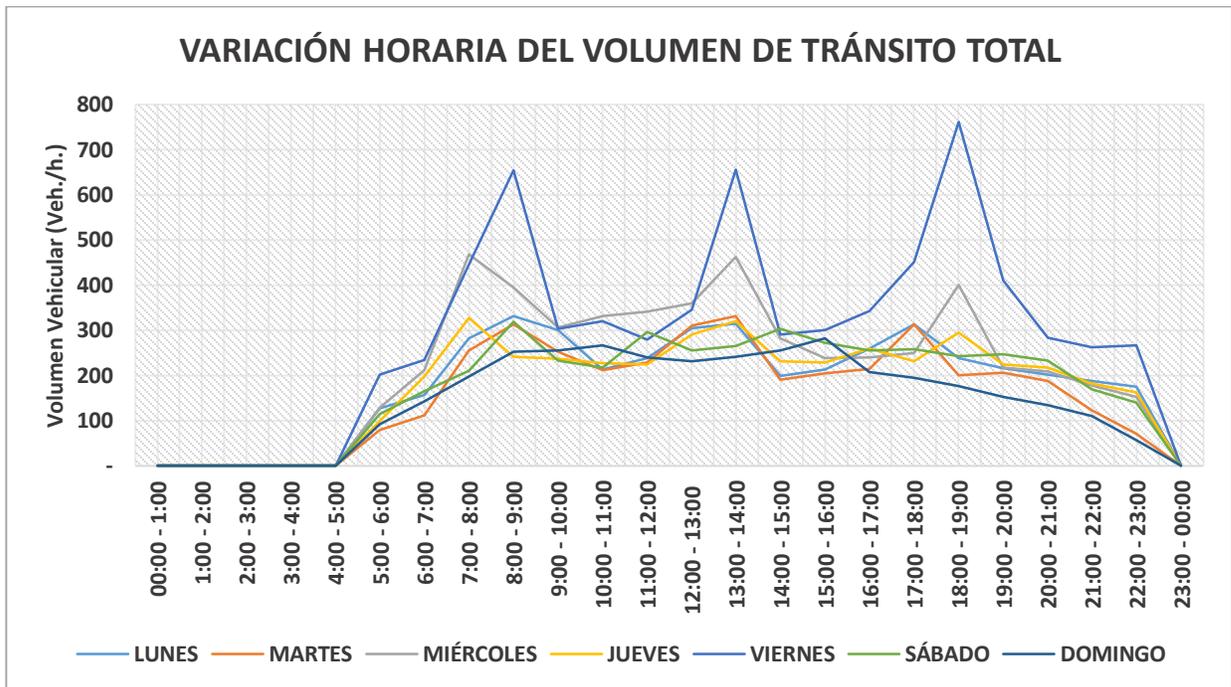


Figura 24:
Variación horario del volumen de tránsito total

La tabla N° 31 muestra los volúmenes de tránsito de cada día de la semana analizada clasificándolos por tipos de vehículo que circulan en la vía, por consiguiente, en la Figura 21 se empleó un gráfico circular o de anillo donde se podrá apreciar mejor los porcentajes volumétricos.

Tabla 32:

Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo

TIPOS DE VEHÍCULOS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL	PORCENTAJE
MOTO	441	293	418	461	616	465	235	2,929	9.17%
MOTO-TAXÍ	31	16	26	11	31	29	6	150	0.47%
AUTO SW	1,104	992	1,471	1,075	1,722	994	941	8,299	25.98%
PICK UP	557	494	791	662	1,139	708	641	4,992	15.63%
COMBI PRIVADA	706	681	815	704	1,076	840	747	5,569	17.43%
COMBI PÚBLICA	883	798	923	885	1,248	744	518	5,999	18.78%
BUS	309	232	374	242	512	287	281	2,237	7.00%
2E	261	193	300	200	411	235	248	1,848	5.78%
>=3E	48	39	74	42	101	52	33	389	1.22%
CAMIÓN	133	139	166	85	199	70	48	840	2.63%
2E	66	67	70	43	81	30	24	381	1.19%
3E	36	37	54	22	76	27	17	269	0.84%
4E	31	35	42	20	42	13	7	190	0.59%
SEMITRAYLER	78	102	115	47	180	39	41	602	1.88%
T2S1/T2S2	41	35	32	19	51	12	12	202	0.63%
T2S3	10	15	17	11	42	9	9	113	0.35%
T3S1/T3S2	17	34	42	11	54	14	13	185	0.58%
T3S3	10	18	24	6	33	4	7	102	0.32%
TRAYLER	29	59	70	26	89	23	32	328	1.03%
2T2	12	20	22	7	25	12	12	110	0.34%
2T3	9	20	20	9	28	6	13	105	0.33%
3T2	1	9	14	5	20	2	6	57	0.18%
>=3T3	7	10	14	5	16	3	1	56	0.18%
TOTAL	4,271	3,806	5,169	4,198	6,812	4,199	3,490	31,945	100%

Fuente: Elaboración Propia.

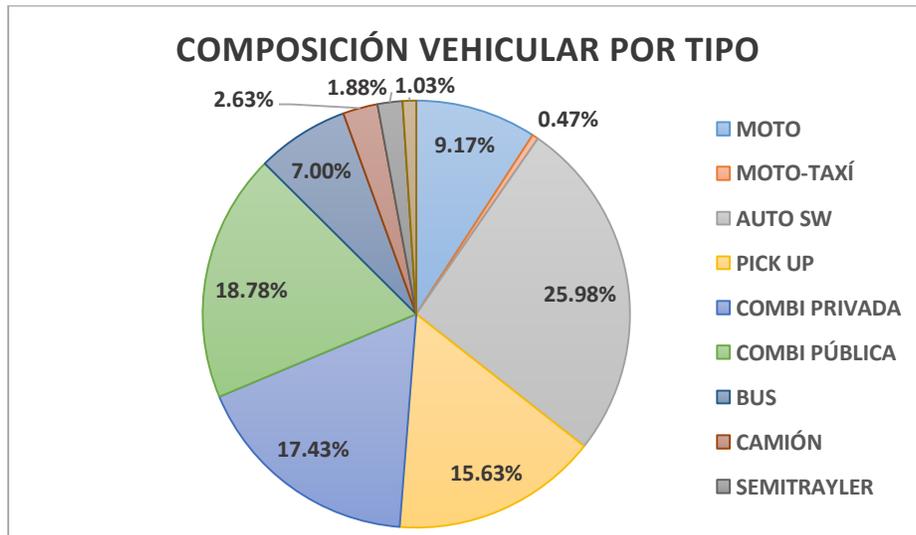


Figura 25:

Variación diaria del volumen de tránsito por tipo de vehículo

4.2.- Calculo de Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

- **Volumen horario de máxima demanda acceso Norte.**

La tabla N° 32 muestra los flujos máximos (Q15) de cada día de la semana analizada, observándose que el día domingo tuvo un índice superior a los demás tal como se observa en la gráfica ubicada en la figura N° 22

Tabla 33:

Volumen Horario de máxima demanda acceso Norte

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
VHMD	283	253	311	227	303	263	537
Q15MAX	87	82	79	70	81	71	184
FHMD 15	0.81	0.77	0.98	0.81	0.94	0.93	0.98
VHMD como Q15 =	71	63	78	57	76	66	134

Fuente: Elaboración Propia.

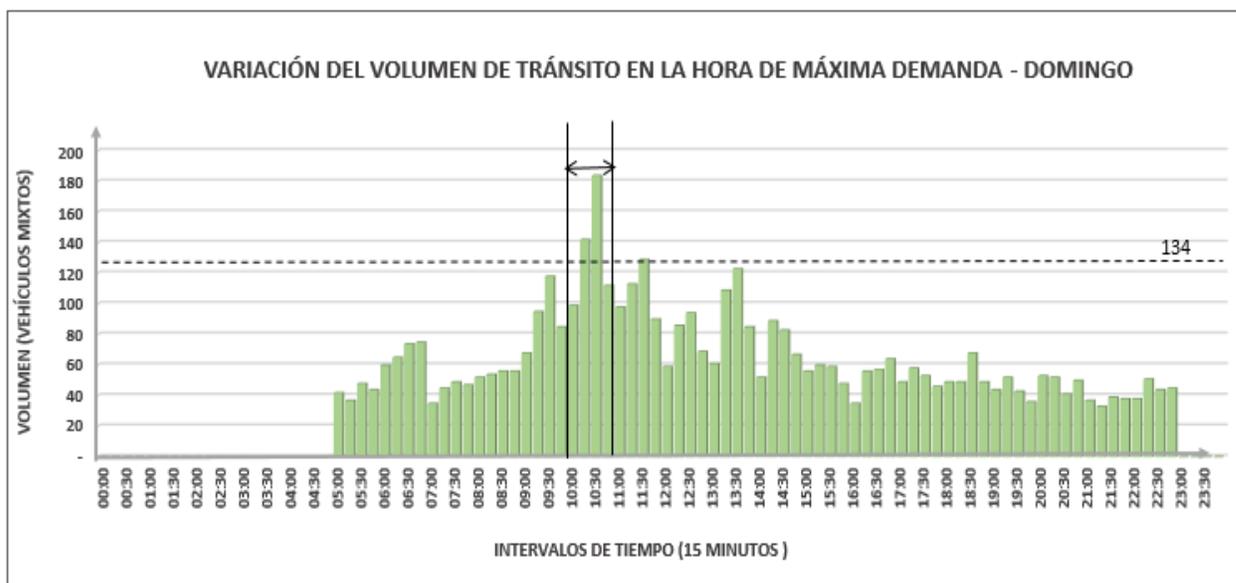


Figura 26:

Variación de tránsito en la hora de máxima demanda

- **Volumen horario de máxima demanda acceso Este.**

La tabla N° 34 muestra los flujos máximos (Q15) de cada día de la semana analizada, observándose que el día viernes tuvo un índice

superior a los demás tal como se observa en la gráfica ubicada en la figura N° 27.

Tabla 34:

Volumen Horario de máxima demanda acceso Este

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
VHMD	230	249	327	266	449	311	330
Q15MAX	73	70	91	74	145	91	87
FHMD 15	0.79	0.89	0.90	0.90	0.97	0.85	0.95
VHMD como Q15 =	58	62	82	67	112	78	83

Fuente: Elaboración Propia.

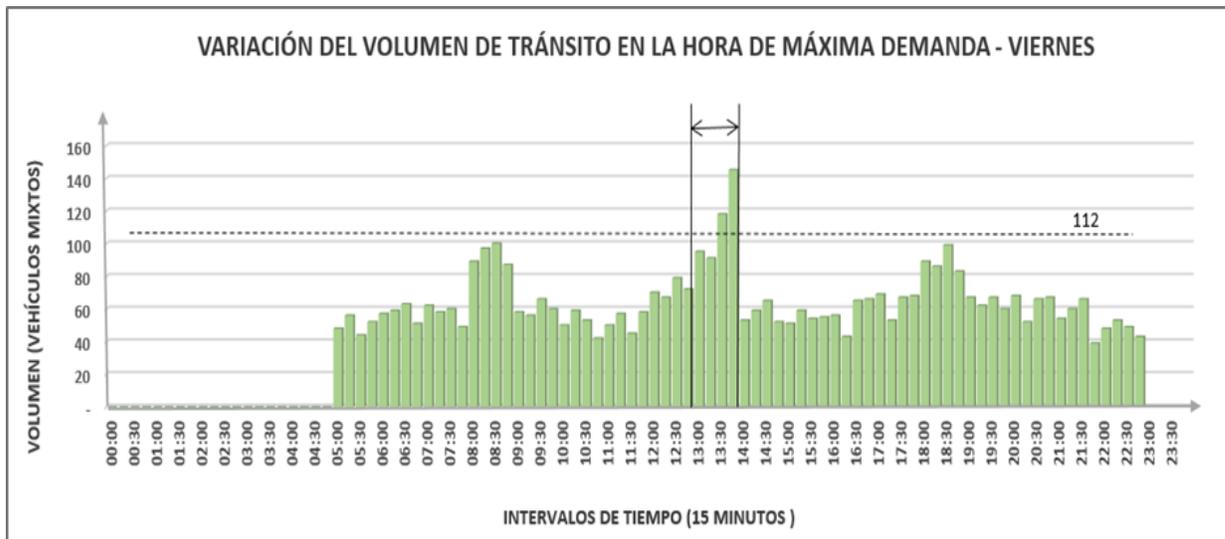


Figura 27:

Variación de tránsito en la hora de máxima demanda

- **Volumen horario de máxima demanda acceso Oeste.**

La tabla N° 35 muestra los flujos máximos (Q15) de cada día de la semana analizada, observándose que el día viernes tuvo un índice superior a los demás tal como se observa en la gráfica ubicada en la figura N° 28.

Tabla 35:
Volumen Horario de máxima demanda acceso Oeste

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
VHMD	331	332	463	328	762	319	286
Q15MAX	94	91	138	94	345	99	67
FHMD 15	0.88	0.91	0.84	0.87	0.99	0.81	1.07
VHMD como Q15 =	83	83	116	82	191	80	72

Fuente: Elaboración Propia.

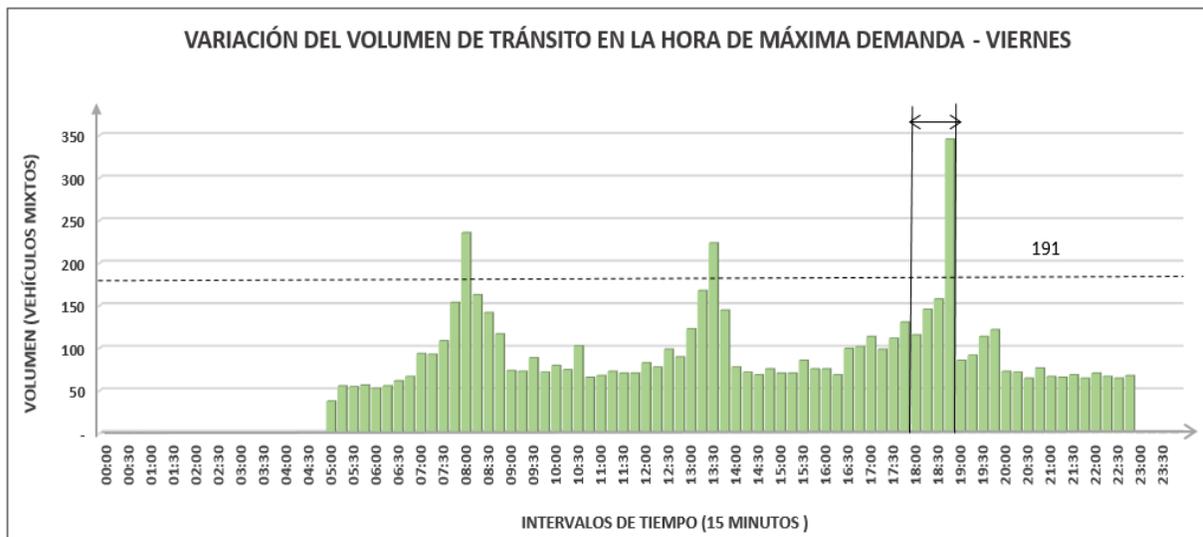


Figura 28:
 Variación de tránsito en la hora de máximo demanda

4.3.- Volumen de Tránsito en la Intersección.

El volumen de tránsito en la intersección se calculó teniendo en cuenta el día de mayor demanda en la semana; es decir, el día más crítico que en este caso fue el día viernes, donde se podrá apreciar con más detalle a continuación la representación gráfica en la figura N° 29 y a su vez el volumen de cada acceso durante el día en la tabla N° 36.

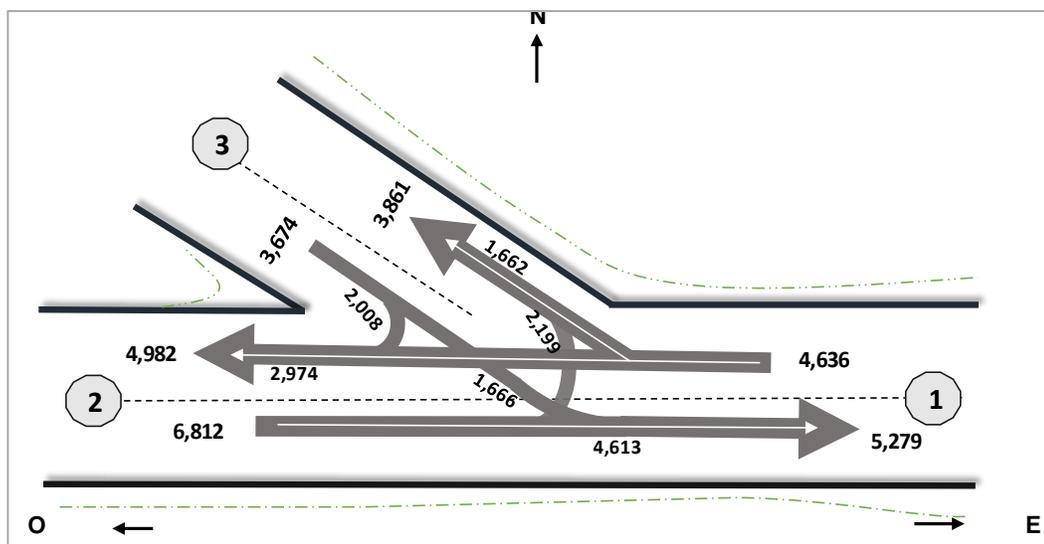


Figura 29:
Volúmenes de tránsito direccionales.

Tabla 36:
Variación Horaria del volumen de tránsito

INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO A KM. +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, TRUJILLO, LA LIBERTAD							
HORA	RAMA DE INTERSECCIÓN						TOTAL EN LA INTERSECCIÓN
	①		②		③		
	ENTRAN	SALEN	ENTRAN	SALEN	ENTRAN	SALEN	
00:00 - 01:00	-	-	-	-	-	-	-
01:00 - 02:00	-	-	-	-	-	-	-
02:00 - 03:00	-	-	-	-	-	-	-
03:00 - 04:00	-	-	-	-	-	-	-
04:00 - 05:00	-	-	-	-	-	-	-
05:00 - 06:00	180	200	168	202	127	73	950
06:00 - 07:00	218	230	233	234	121	108	1,144
07:00 - 08:00	380	229	251	446	257	213	1,776
08:00 - 09:00	574	373	371	654	360	278	2,610
09:00 - 10:00	317	240	259	304	198	230	1,548
10:00 - 11:00	334	204	239	320	147	196	1,440
11:00 - 12:00	292	210	261	279	134	198	1,374
12:00 - 13:00	369	288	303	346	199	237	1,742
13:00 - 14:00	563	449	443	656	402	303	2,816
14:00 - 15:00	278	229	296	291	148	202	1,444
15:00 - 16:00	317	219	279	300	162	239	1,516
16:00 - 17:00	337	230	256	343	177	197	1,540
17:00 - 18:00	380	257	266	452	262	199	1,816
18:00 - 19:00	601	357	349	762	436	267	2,772
19:00 - 20:00	364	256	285	410	214	197	1,726
20:00 - 21:00	280	253	258	283	182	184	1,440
21:00 - 22:00	255	219	246	263	162	181	1,326
22:00 - 23:00	240	193	219	267	173	172	1,264
23:00 - 00:00	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL 24 Hr.	6,279	4,636	4,982	6,812	3,861	3,674	30,244

Fuente: Elaboración Propia.

Para una mejor comprensión y tomando en cuenta los próximos análisis en la intersección se decidió representar los volúmenes de salida de cada acceso, como se puede observar en la figura N°30.

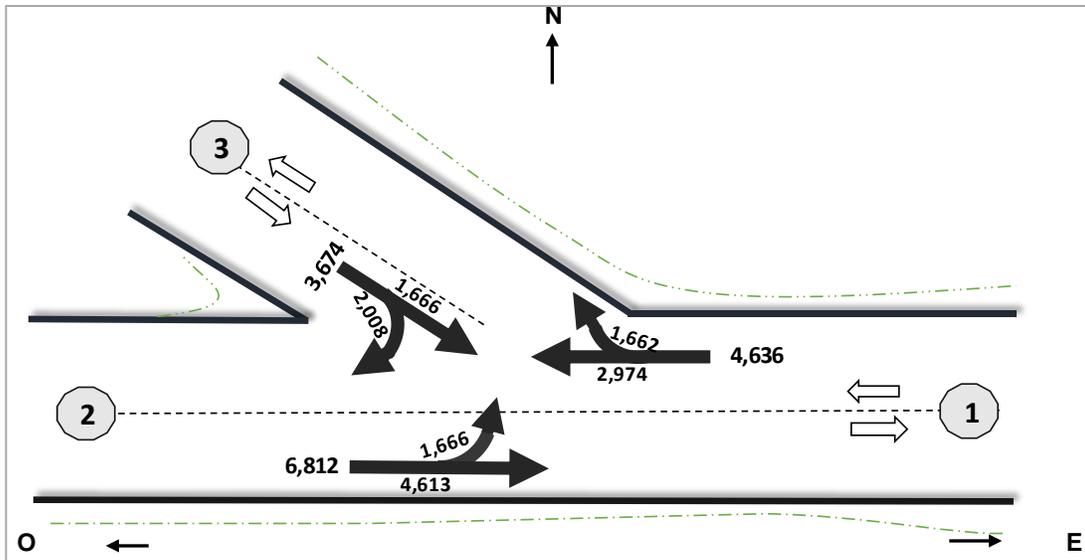


Figura 30:
Volúmenes de salida en cada acceso

4.4 Flujo Vehicular en la Intersección

- **Flujo vehicular del acceso Norte**

Teniendo como datos anteriores el día más crítico de los volúmenes diarios de la semana en el acceso norte, se procede a identificar el flujo vehicular para dicho día en este caso fue el día domingo. Los resultados se muestran en la figura N° 31 y la tabla N° 37.

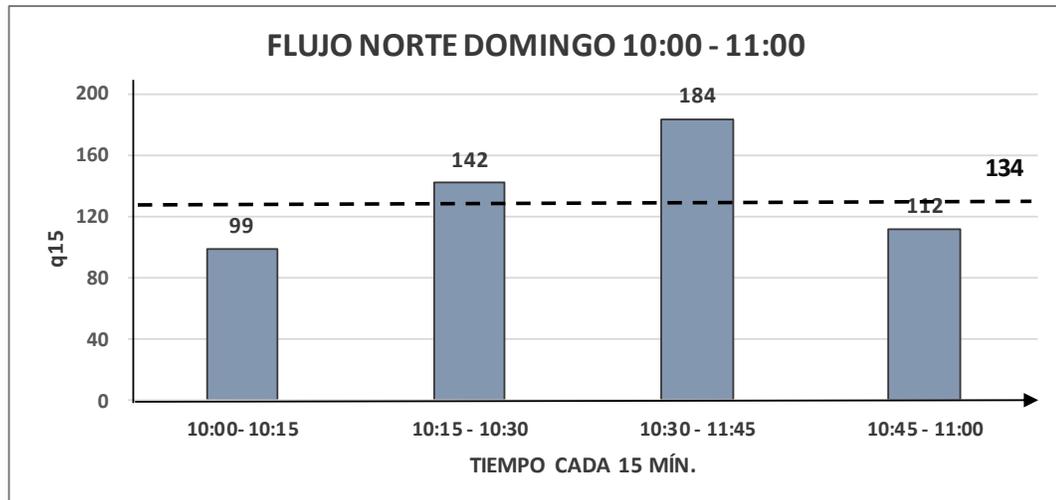


Figura 31:
Flujo vehicular acceso Norte

Tabla 37:
Flujo vehicular del día crítico en el sentido Norte

DÍA	TURNO	HORA	q 15	q 15 máx.	Qi VHMD (vehículos mixtos / 15 min)	Q ≤ q 15	Densidad K (veh./ Km.)
DOMINGO	MAÑANA	10:00- 10:15	99			Flujo normal	58
		10:15 - 10:30	142			Posibles problemas de congestionamiento	
		10:30 - 11:45	184	184	134	Posibles problemas de congestionamiento	
		10:45 - 11:00	112			Flujo normal	

Fuente: Elaboración Propia.

- **Flujo vehicular del acceso Este**

Teniendo como datos anteriores el día más crítico de los volúmenes diarios de la semana en el acceso este, se procede a identificar el flujo vehicular para dicho día en este caso fue el día viernes. Los resultados se muestran en la figura N° 32 y la tabla N° 38.

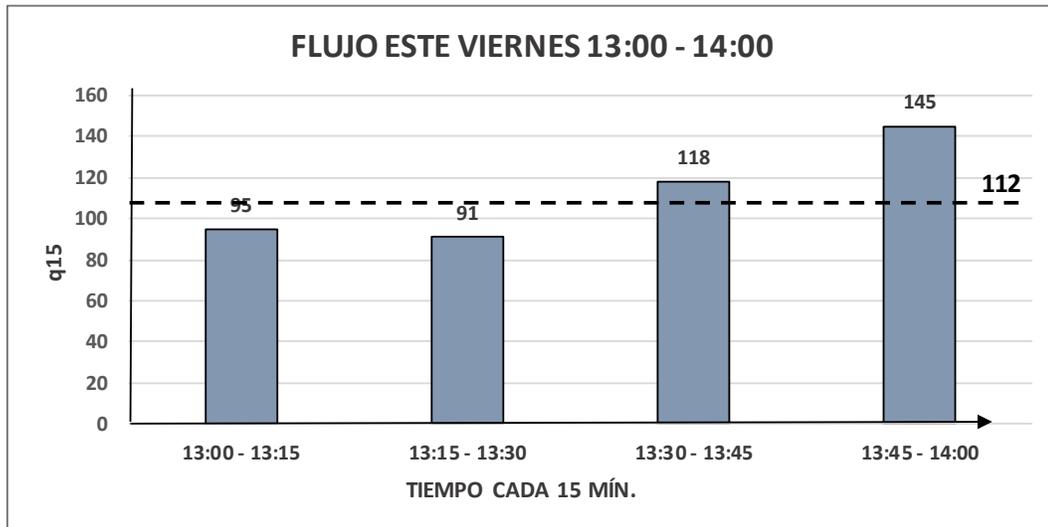


Figura 32:
Flujo vehicular acceso Este

Tabla 38:
Flujo vehicular del día crítico en el Este

DÍA	TURNO	HORA	q 15	q 15 máx.	Qi VHMD (vehículos mixtos / 15 min)	Q ≤ q 15	Densidad K (veh./ Km.)
		13:00- 13:15	95			Flujo normal	
		13:15 - 13:30	91			Flujo normal	
VIERNES	TARDE	13:30 - 13:45	118	145	112	Posibles problemas de congestionamiento	75
		13:45 - 14:00	145			Posibles problemas de congestionamiento	

Fuente: Elaboración Propia.

- **Flujo vehicular del acceso Oeste**

Teniendo como datos anteriores el día más crítico de los volúmenes diarios de la semana en el acceso oeste, se procede a identificar el flujo vehicular para dicho día en este caso fue el día viernes. Los resultados se muestran en la figura N° 33 y la tabla N° 39.

Figura 33:
Flujo vehicular acceso Oeste

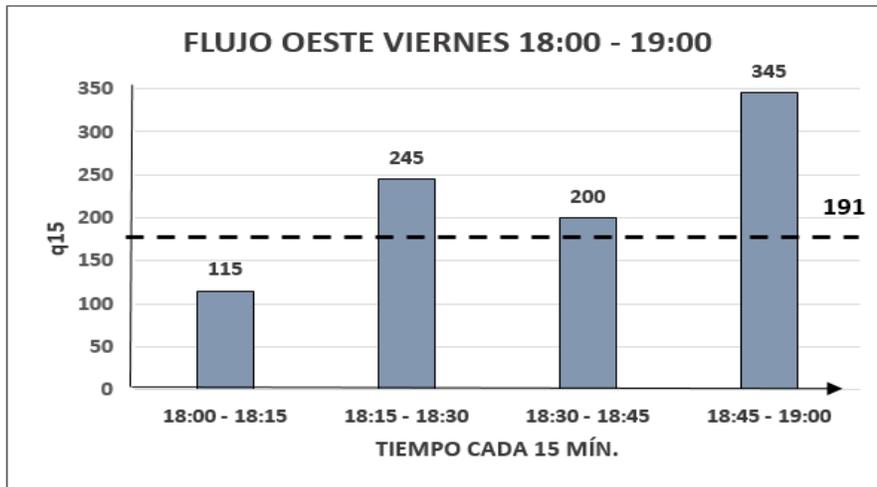


Tabla 39:
Flujo vehicular del día crítico en el sentido Oeste

DÍA	TURNO	HORA	q 15	q 15 máx.	Qi VHMD (vehículos mixtos / 15 min)	Q ≤ q 15	Densidad K (veh./ Km.)
VIERNES	NOCHE	18:00- 18:15	115			Flujo normal	82
		18:15 - 18:30	245			Posibles problemas de congestionamiento	
		18:30 - 18:45	200	345	191	Posibles problemas de congestionamiento	
		18:45 - 19:00	345			Posibles problemas de congestionamiento	

Fuente: Elaboración Propia.

4.5 Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Para calcular el IDMA se hará uso de la siguiente formula:

$$IMDA = \frac{IMDS}{7} * F.C.E.$$

Donde previamente se obtendrá el Índice Medio Diario Semanal para luego ser multiplicado por el factor de corrección estacional.

El factor de corrección estacional es 0.90 para vehículos ligeros y 1.1 para vehículos pesados según el Consorcio Vial Concepción de Estudio de Tráfico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú p.11.

Tabla 40:
Índice Medio Diario Anual

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)									
SENTIDO DE FLUJO	VEHICULOS LIGEROS				VEHICULOS PESADOS				TOTAL IMDA
	VOLUMEN SEMANAL	IMDS	FACTOR DE CORRECCIÓN	IMDA	VOLUMEN SEMANAL	IMDS	FACTOR DE CORRECCIÓN	IMDA	
NORTE	23,832	3,404.57	0.9	3,064	939	134.14	1.1	148	3,212
ESTE	24,445	3,492.14	0.9	3,143	1,611	230.14	1.1	253	3,397
OESTE	27,938	3,991.14	0.9	3,592	4,007	572.43	1.1	630	4,222
TOTAL									10,831

Fuente: Elaboración Propia.

4.6 Volumen vehicular futuro

- **Determinar la tasa de crecimiento**

Para determinar la tasa de crecimiento se parte de la serie histórica que registra el crecimiento del parque automotor en La Libertad, en la cual se presentan datos desde el año 2009 hasta el 2018 (ver Tabla 1). Con base en la información histórica se realizan las regresiones matemáticas de tipo lineal, exponencial, logarítmica y potencial que se presentan a continuación.

Aplicando el concepto matemático en tránsito la “y” sería el TPD por estudiar y la “x” el año, la “R²” representa el coeficiente de correlación, el cual debe ser mayor a 0.75, sino no es viable utilizar la información, ya que no ofrece confiabilidad. (Vargas, Rincon y González, 2012).

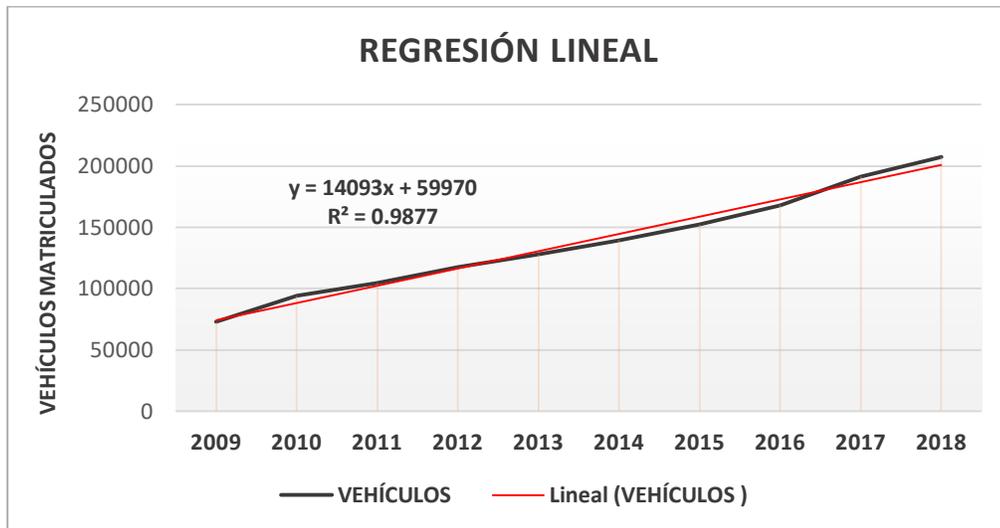


Figura 34:
Regresión Lineal

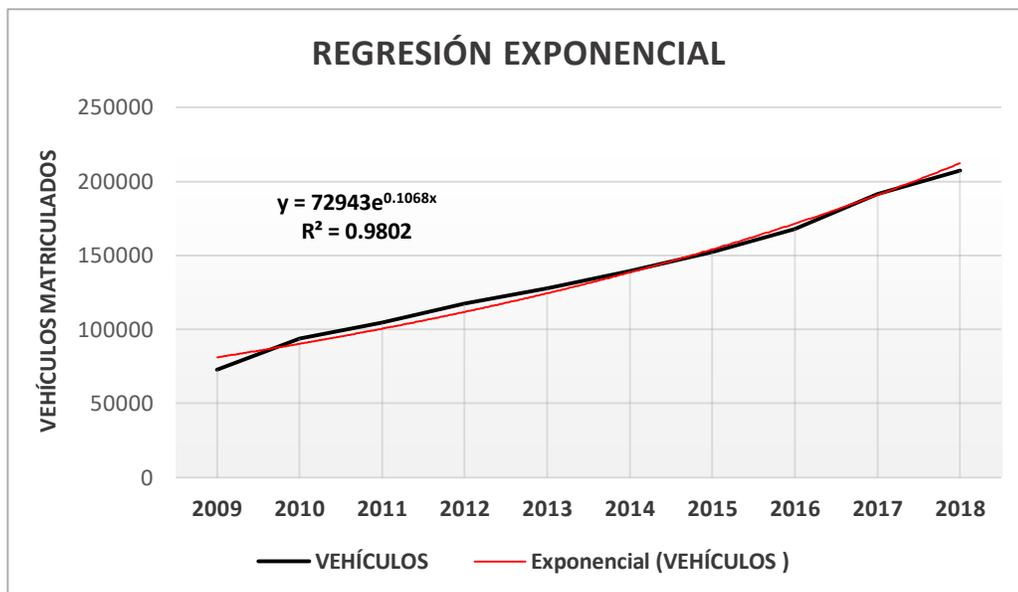


Figura 35:
Regresión Exponencial

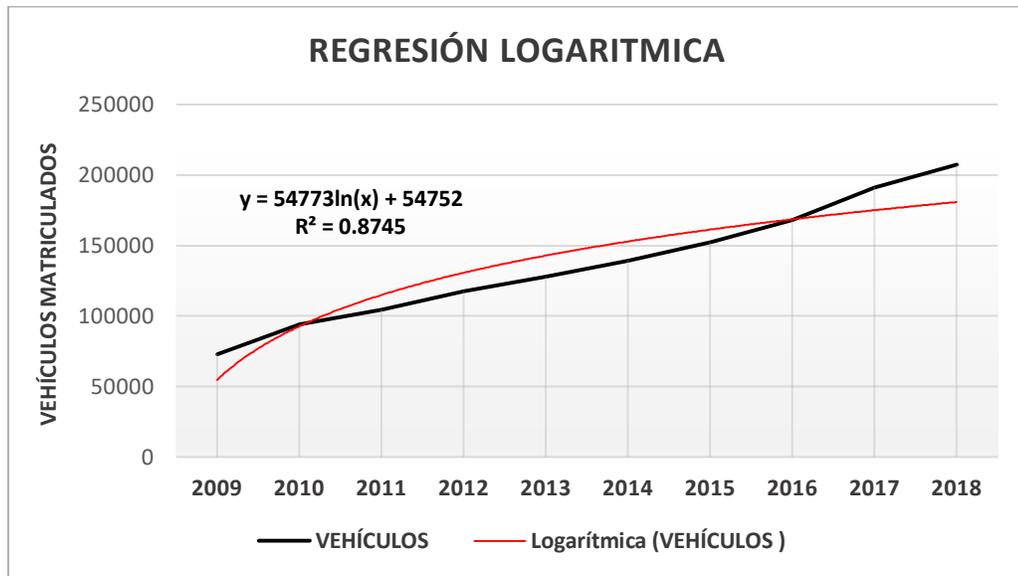


Figura 36:
Regresión Logarítmica

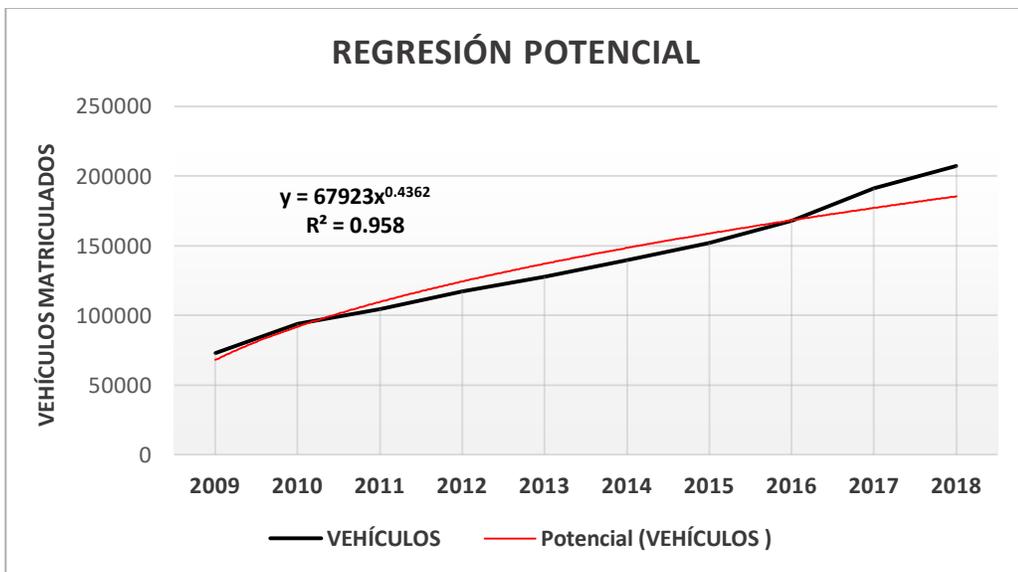


Figura 37:
Regresión Potencial

Utilizando las ecuaciones obtenidas en cada una de las regresiones se determinan los volúmenes de motorización de los años con información y se expande al año de diseño, como se puede observar los coeficientes de correlación para las regresiones logarítmica ($R^2=0.87$) y potencial ($R^2=0.96$) son bajas, mientras que los valores del coeficiente de correlación (R^2) por encima del 0.97 en la regresión

lineal y la exponencial son altos, sin embargo, se opta por tomar la información generada a partir de la regresión lineal debido a que se incrementa de manera más racional el número de vehículos matriculados a futuro.

Tabla 41:
Tasa de crecimiento de la regresión lineal y regresiones matemáticas

DATOS DE VEHICULOS MATRICULADOS EN LA LIBERTAD						
INFO. HISTÓRICA		REGRESIONES				TASA DE CRECIMIENTO (%)
AÑO	Veh. Matriculados	LINEAL	EXPONENCIAL	POTENCIAL	LOGARITMICA	
2009	72876	74063	81165	67923	54752	0.00%
2010	94047	88156	90313	91902	92718	1.12%
2011	104480	102249	100492	109682	114926	1.23%
2012	117361	116342	111819	124347	130684	1.35%
2013	127790	130435	124422	137059	142906	1.46%
2014	139409	144528	138446	148404	152892	1.58%
2015	152118	158621	154050	158726	161335	1.71%
2016	167974	172714	171413	168246	168649	2.08%
2017	191370	186807	190734	177116	175101	2.24%
2018	207408	200900	212232	185446	180871	2.36%
2019		214993	236153	193318	186092	2.49%
2020		229086	262770	200796	190858	2.67%
2021		243179	292387	207931	195242	2.80%
2022		257272	325342	214762	199301	3.10%
2023		271365	362012	221324	203080	3.22%
2024		285458	402815	227643	206615	3.45%
2025		299551	448217	233743	209936	3.67%
2026		313644	498737	239644	213066	3.94%
2027		327737	554950	245363	216028	4.17%
2028		341830	617500	250915	218837	4.34%
2029		355923	687099	256312	221510	4.51%
2030		370016	764543	261566	224058	4.72%
2031		384109	850716	266687	226492	4.88%
2032		398202	946602	271685	228824	5.21%
2033		412295	1053295	276566	231059	5.46%
2034		426388	1172013	281338	233208	5.79%
2035		440481	1304113	286008	235275	5.83%
2036		454574	1451102	290581	237267	6.12%
2037		468667	1614658	295063	239189	6.28%
2038		482760	1796649	299459	241046	6.34%
2039		496853	1999152	303773	242842	6.55%

Fuente: Elaboración Propia.

Después de identificar la tasa de crecimiento vehicular se procede hallar el tránsito futuro proyectado a 20 años, con las formulas 7, 7.1 y 7.2.

Tabla 42:
Determinación del volumen futuro en la intersección

INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO KM +7.650				
AÑO	CRECIMIENTO NORMAL	TRÁNSITO ACTUAL	TRÁNSITO GENERADO	TRÁNSITO DESARROLLADO
2020	10,831	10,831	0	0
2021	11,033	10,831	2,708	1083
2022	11,169	10,831	2,708	542
2023	11,307	10,831	2,708	542
2024	11,407	10,831	2,708	542
2025	11,522	10,831	2,708	542
2026	11,633	10,831	2,708	542
2027	11,756	10,831	2,708	542
2028	11,870	10,831	2,708	542
2029	11,969	10,831	2,708	542
2030	12,068	10,831	2,708	542
2031	12,179	10,831	2,708	542
2032	12,275	10,831	2,708	542
2033	12,427	10,831	2,708	542
2034	12,557	10,831	2,708	542
2035	12,717	10,831	2,708	542
2036	12,776	10,831	2,708	542
2037	12,927	10,831	2,708	542
2038	13,031	10,831	2,708	542
2039	13,096	10,831	2,708	542
	13,221	10,831	2,708	542
TRANSITO FUTURO: TE+CN+TG+TD				55,000 Veh/día

Fuente: Elaboración Propia.

4.7 Velocidades en la Intersección

Mediante el uso de un vehículo de prueba y haciendo uso del método del vehículo flotante se pudo determinar las velocidades de marcha y de recorrido teniendo como resultados valores que fluctúan entre 20 Km/h y 30 Km/h como lo podemos observar en las siguientes en la tabla N° 42.

Tabla 43:
Velocidades de recorrido y velocidades de marcha por acceso

DIRECCIÓN		VELOCIDAD RECORRIDO	VELOCIDAD MARCHA
NORTE	V1 (N-S)	15.06 Km/h	20.79 Km/h
	V2 (S-N)	20.51 Km/h	23.92 Km/h
ESTE	V3 (O-E)	13.36 Km/h	18.78 Km/h
	V4 (E-O)	9.85 Km/h	14.59 Km/h
OESTE	V5 (O-E)	18.34 Km/h	21.90 Km/h
	V6 (E-O)	21.38 Km/h	23.36 Km/h

Fuente: Elaboración Propia.

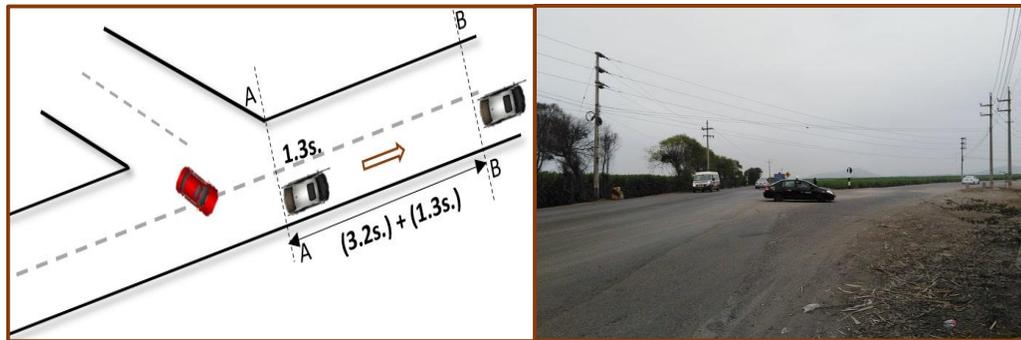


Figura 38:
 Velocidad en el sentido Este (O- E)

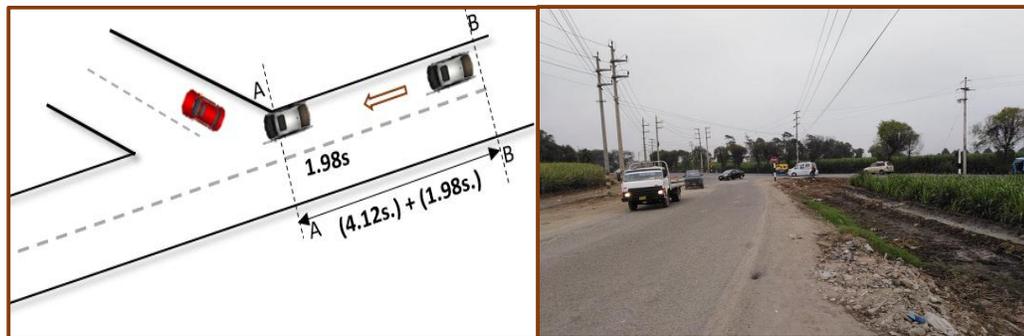


Figura 39:
 Velocidad en el sentido Este (E-O)

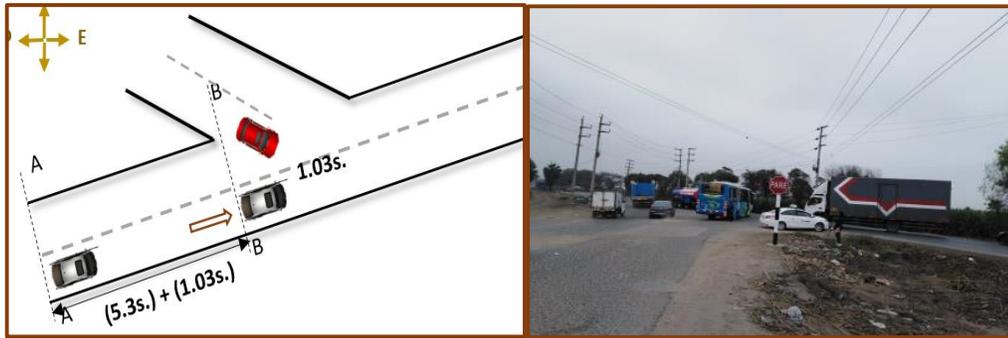


Figura 40:
Velocidad en el sentido Oeste (O-E)

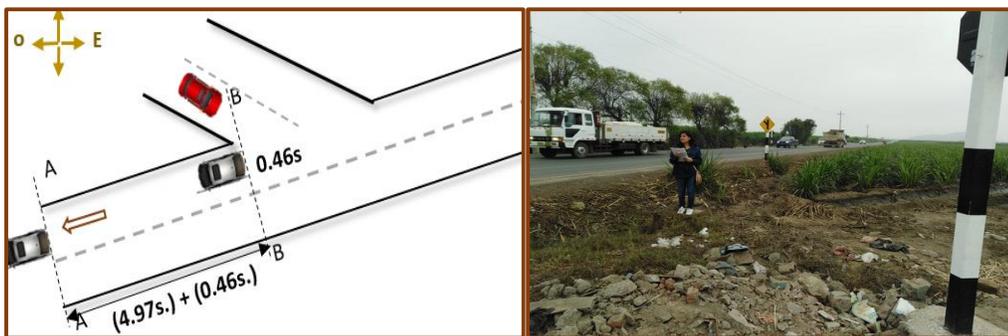


Figura 41:
Velocidad en el sentido Oeste (E-O)

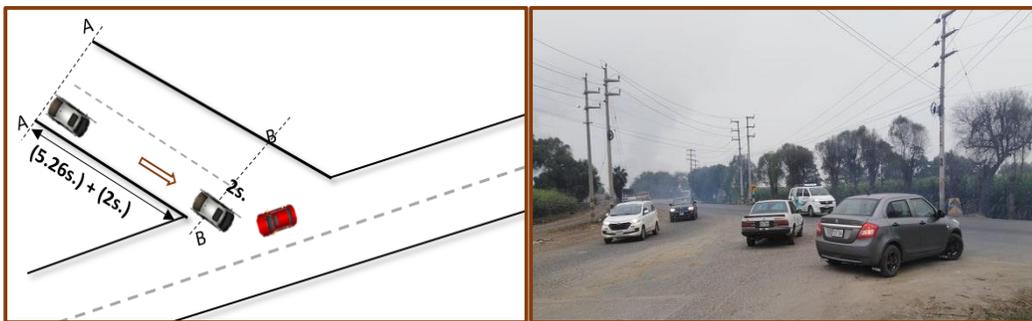


Figura 42:
Velocidad en el sentido Norte (N-S)

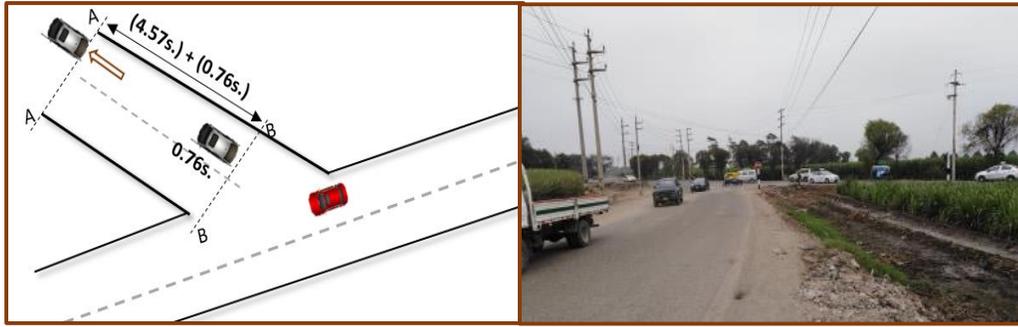


Figura 43:
Velocidad en el sentido Norte (S-N)

Teniendo las velocidades para cada carril procedemos hallar las densidades (k), Intensidades (I) y los porcentajes de demora, tal como se muestra en la tabla N° 44; las densidades como se mostró anteriormente en las tablas del flujo vehicular son la relación del q15 máx. entre la velocidad mínima de recorrido teniendo como unidad Veh. / Km.

Tabla 44:
Densidad, Intensidad y porcentaje de demoras

		% DE DEMORAS	DENSIDAD (K)	INTENSIDAD (I)
NORTE	N-S	57%	55 Veh./Km.	753 Veh./h.
	S-N	44%	48 Veh. /Km.	820 Veh./h.
ESTE	O-E	40%	50 Veh./Km.	601 Veh./h.
	E-O	38%	60 Veh./Km.	591 Veh./h.
OESTE	O-E	64%	76 Veh./Km.	1394 Veh./h.
	E-O	47%	65 Veh./Km.	1625 Veh./h.

Fuente: Elaboración Propia.

4.8 Nivel de Servicio en la Intersección

Para hallar el nivel de servicio que opera en cada vía se empleó las tablas y formulas del HCM, donde teniendo todas las características de las vías y del tráfico como se muestra en la Tabla N° 45 se procede hacer el cálculo de la fórmula N° 15

$$Sfi = 2800 \times \left(\frac{v}{c}\right) \times Fd \times Fw \times Fhv$$

Tabla 45:
Características de las vías de estudio

CARRIL	VThp (Veh./h.)	Fhp	Ve	COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO (%)			DISTR. DIREC. (%)	ANCHO DE CARRIL (m)	ANCHO DE HOMBRO (m)
				BUSES	CAMIONES	OTROS			
NORTE	537	0.98	736	20%	5%	1%	52/48	3.60	1.20
ESTE	449	0.97	583	26%	5%	2%	52/48	3.60	1.20
OESTE	762	0.99	1,385	26%	7%	2%	52/48	3.60	1.20

Fuente: Elaboración Propia.

Para la relación de volumen/ carril (v/c) los valores se obtienen de la tabla N° 3, conociendo que se tiene una restricción de rebase del 20% y un terreno plano, obtenemos los siguientes resultados que se muestran en la tabla N° 46.

Tabla 46:
Relación Volumen/ carril (v/c)

N.S.	V/C
A	0.12
B	0.24
C	0.39
D	0.62
E	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Para el factor de distribución direccional de tránsito (Fd) los valores se obtienen de la tabla N°4, conociendo que en la vía principal el carril de entrada es 52% y salida es de 48% y en la vía secundaria el carril de entrada es de 50% y salida 45%, tabulando podemos llegar al valor de 0.99 como factor direccional para ambas vías.

Para el factor de ancho de carril y hombro (Fw), los valores se obtienen de la tabla N° 5, conociendo que se tiene un ancho de carril de 3.60m y un ancho de hombro de 1.20 m, se obtiene los resultados en la tabla N° 47.

Tabla 47:
Factor de ancho de carril y hombro para cada nivel de servicio

N.S.	F.W.
A	0.92
B	0.92
C	0.92
D	0.92
E	0.97

Fuente: Elaboración Propia.

El factor de vehículo pesado (Fhv) se obtiene de la formula N° 16

$$F_{hv} = 1/[1 + PT (ET - 1) + PR (ER - 1) + PB (EB - 1)]$$

Los valores ET, EB y ER se nos proporcionaran por medio de la tabla N° 6 del HCM y los valores PT, PB y PR son los porcentajes de camiones, buses y otros correspondientemente, que pasan por la intersección. Obteniendo los siguientes valores que se muestran en la Tabla N° 48.

Tabla 48:
Valores de vehículos equivalentes para cada Nivel de Servicio

Nivel de Servicio	AUTOS EQUIVALENTES		
	%EC	%EB	%ER
A	2.0	1.8	2.2
B	2.2	2.0	2.5
C	2.2	2.0	2.5
D	2.0	1.6	1.6
E	2.0	1.6	1.6

Fuente: Elaboración Propia.

- **Nivel de servicio en la dirección Norte**

Teniendo un Volumen Equivalente de **736 veh/h** el Nivel de servicio en la dirección Norte será D+.

Tabla 49:
Nivel de Servicio en la dirección Norte

N.S.	Fhv	Sfi (Veh./h.)
A	0.3448	106
B	0.2994	183
C	0.2994	298
D	0.4032	638
E	0.4032	1,084

Fuente: Elaboración Propia.

- **Nivel de servicio en la dirección Este**

Teniendo un Volumen Equivalente de **583 veh/h** el Nivel de servicio en la dirección Este será D-.

Tabla 50:
Nivel de Servicio en la dirección Este

N.S.	Fhv	Sfi (Veh./h.)
A	0.3571	109
B	0.3115	191
C	0.3115	310
D	0.4065	643
E	0.4065	1,093

Fuente: Elaboración Propia.

- **Nivel de servicio en la dirección Oeste**

Teniendo un Volumen Equivalente de **1,385 veh/h** el Nivel de servicio en la dirección Oeste será F+.

Tabla 51:
Nivel de Servicio en la dirección Oeste

N.S.	Fhv	Sfi (Veh./h.)
A	0.3704	113
B	0.3236	198
C	0.3236	322
D	0.4237	670
E	0.4237	1,139

Fuente: Elaboración Propia.

4.9 Levantamiento Topográfico

En la primera etapa de trabajo en campo comprendió el levantamiento topográfico de la poligonal abierta, en la segunda etapa procedimos a la nivelación de la poligonal, utilizando como cotas de referencia el Nivel Medio del Mar (BM) enlazadas a coordenadas. Los resultados y planos se encontrarán en el Anexo.



Figura 44:
Levantamiento topográfico con la Estación total

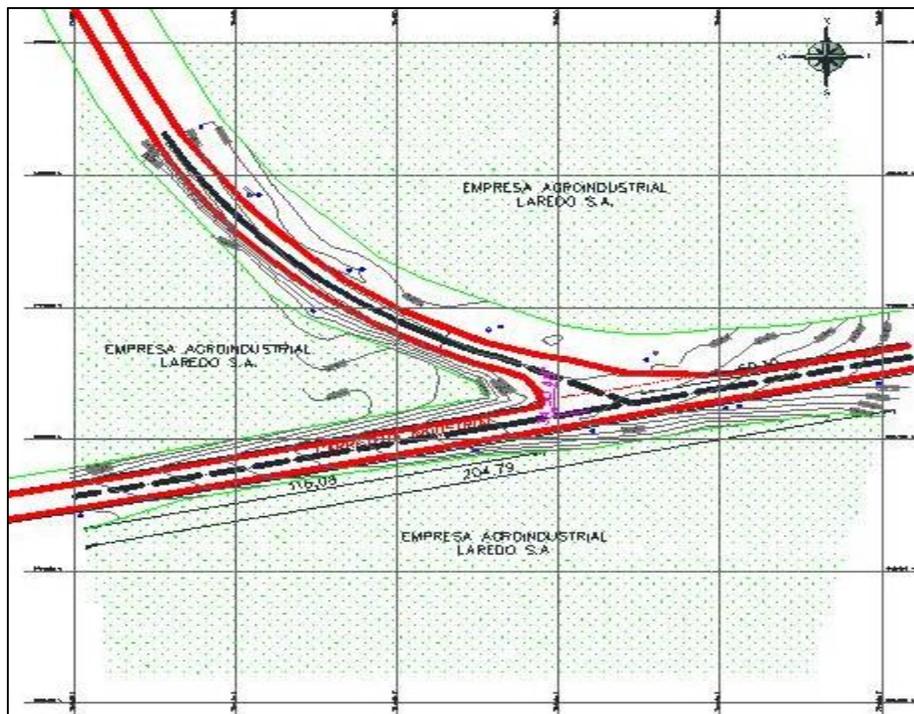


Figura 45:
Vista en planta de las curvas de nivel en el AutoCAD

- **Características de la Intersección en condiciones actuales**

La intersección se encuentra ubicada en el km +7.650 de la carretera a Otuzco con dirección al distrito de Laredo, cuenta con una vía principal y secundaria que conectan a la ciudad de Trujillo con diferentes provincias de la sierra liberteña, las cuales hemos clasificado con los siguientes sentido respectivamente Oeste – Este y Norte- Este, ambas vías tienen una calzada con dos carriles (3.60m.) en diferente sentido de tráfico mixto, de acuerdo al manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018 y sus parámetros de diseño se clasifica como una carretera de primera clase.

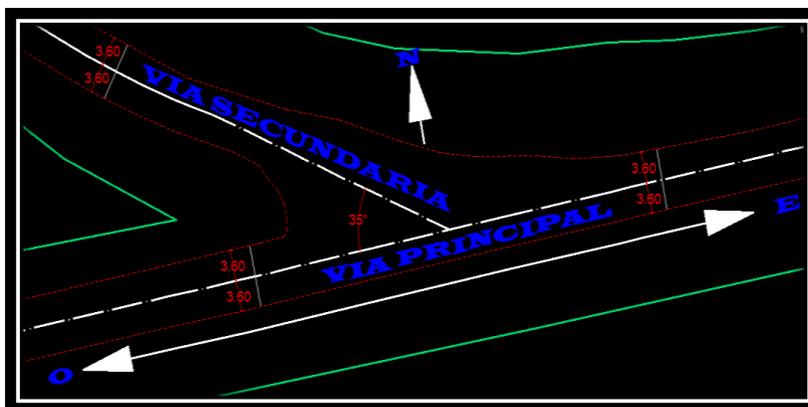


Figura 46:
Dimensiones de la Intersección.

4.10 Software PTV Vissim

Basado en la imagen satelital del software Ptv Vissim, iniciamos la modelación de las calzadas en condiciones actuales, el procedimiento consistirá en trazar dichas calzadas y definir todos los parámetros geométricos de la intersección como son anchos de vías, número de carriles, conectores, señales verticales y horizontales como se puede observar en la figura N° 47.

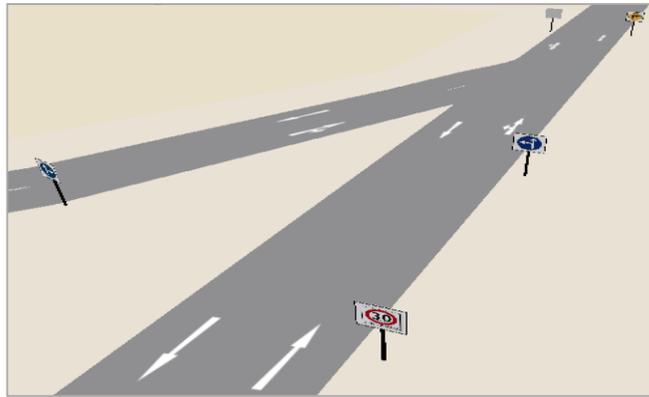


Figura 47:
Modelación de la intersección en el Software ptv Vissim

Los volúmenes vehiculares que se ingresan al software, son los mismos que se tomaron en campo a la hora de máxima demanda, lo cual representa el momento más crítico del flujo vehicular en la intersección. Por defecto el software Ptv Vissim trabaja con volúmenes vehiculares estocásticos, por lo que es importante tener en cuenta que al ingresar datos el software los reconozca estos volúmenes como exactos.

Vehicle Inputs / Vehicle Volumes By Time Interval						
C No	NLink	Volume...	VehComp(0)	Co...	Co...	VolType
1	2: VÍA OESTE-ESTE (11)	762.0	1: VIA OESTE - ESTE	1	<input type="checkbox"/> 0-MAX	Exact
3	1: VÍA ESTE-OESTE (21)	449.0	2: VIA ESTE - OESTE			Stochastic
4	3: VÍA NORTE-ESTE(SECONDARIA)	303.0	3: VIA NORTE - ESTE			

Figura 48:
Volúmenes Vehiculares

- **Configuración Vehicular**

Los vehículos se agruparon en función a sus dimensiones y clasificación, teniendo en cuenta los tipos de vehículos más representativos para realizar la simulación. Así mismo, se configuro las composiciones vehiculares para cada sentido y la velocidad con la que se desplazaran los vehículos en la intersección de estudio.

Vehicle Compositions / Relative Flows			
Select layout...			
Count: 3	No	Name	
1	1	VIA OESTE - ESTE	
2	2	VIA ESTE - OESTE	
3	3	VIA NORTE - ESTE	
Count: 5	VehType	DesSpeedDistr	RelFlow
1	630: AUTOS	30: 30 km/h	0.272
2	640: CAMIONETAS	30: 30 km/h	0.465
3	650: BUSES	30: 30 km/h	0.088
4	660: CAMIONES	30: 30 km/h	0.091
5	670: MOTOS	30: 30 km/h	0.085

Figura 49:
Composición y tipos de vehículos

- **Asignación de Giros**

En la vía principal sentido Oeste – Este, los conductores pueden tomar dos direcciones: Oeste – Este (11) y Oeste – Norte (12), también se define el porcentaje de vehículos para cada giro respectivamente de acuerdo a los volúmenes obtenidos en campo, los cuales se ingresan al software ptv Vissim.

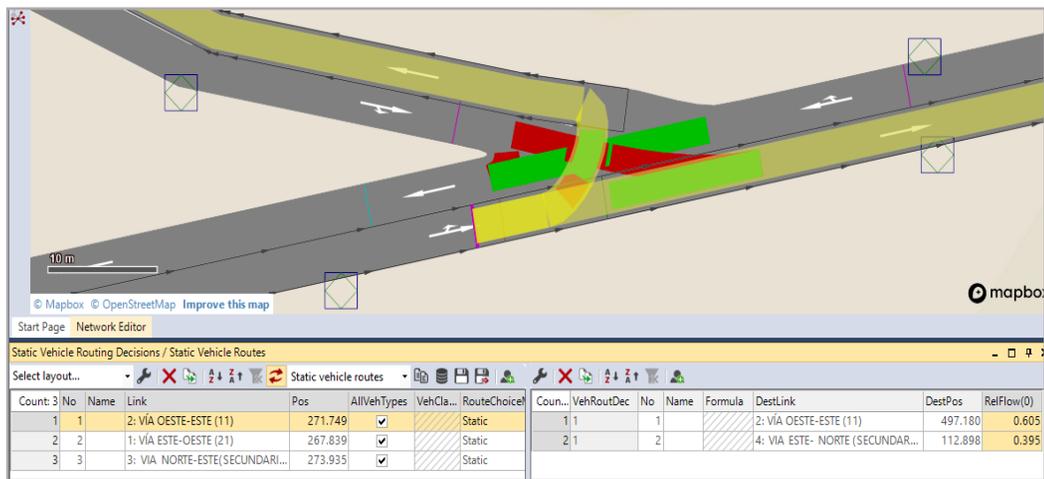


Figura 50:
Vía Oeste - Este (decisión de ruta)

En la vía principal sentido Este – Oeste, los conductores pueden tomar dos direcciones: Este - Oeste (21) y Este – Norte (22), de la misma forma se define el porcentaje de vehículos para cada giro respectivamente de acuerdo a los volúmenes obtenidos en campo.

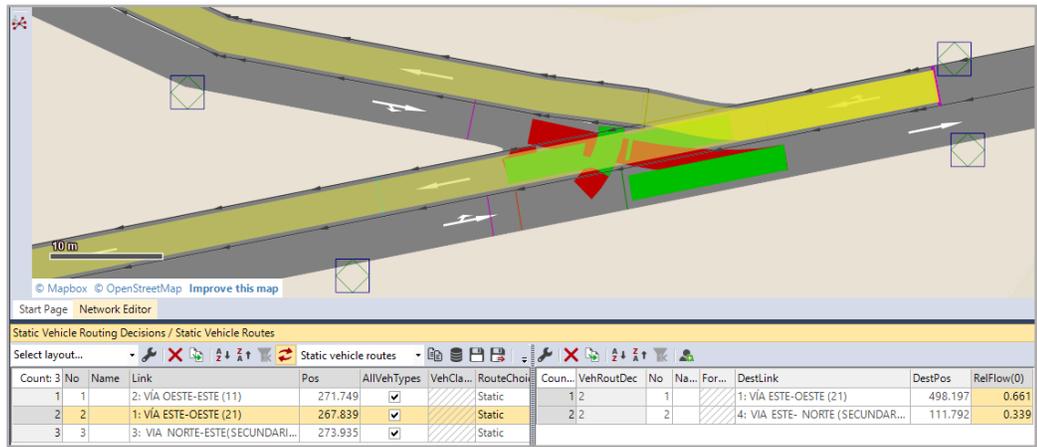


Figura 51:
Vía Este - Oeste (decisión de ruta)

En la vía secundaria sentido norte - este, los conductores pueden tomar dos direcciones, Norte - Oeste (31) y Norte - Este (32), así también se define el porcentaje de vehículos para cada giro respectivamente de acuerdo a los volúmenes obtenidos en campo

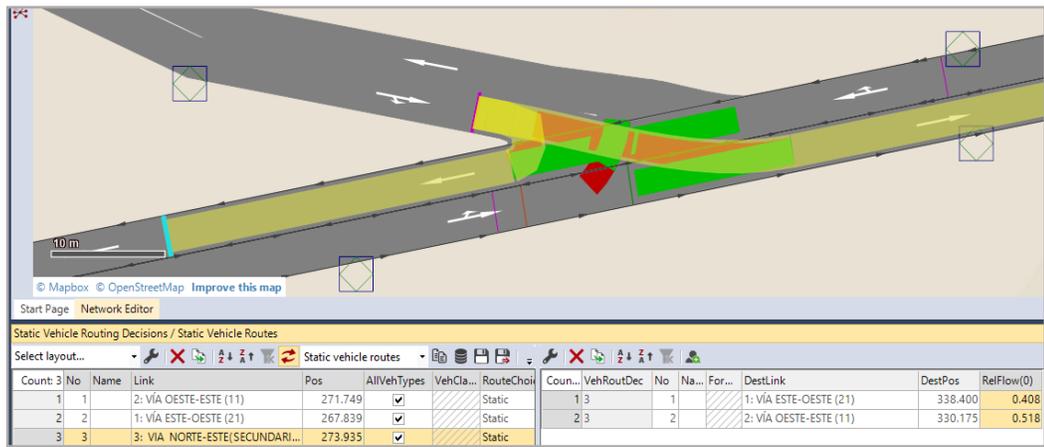


Figura 52:
Vía Norte - Este (decisión de ruta)

En la intersección de estudio, podemos visualizar claramente el conflicto vehicular en las condiciones actuales debido a los diferentes giros y preferencias de paso, tal como lo muestra la Figura N° 53.



Figura 53:
Conflicto vehicular en el a intersección

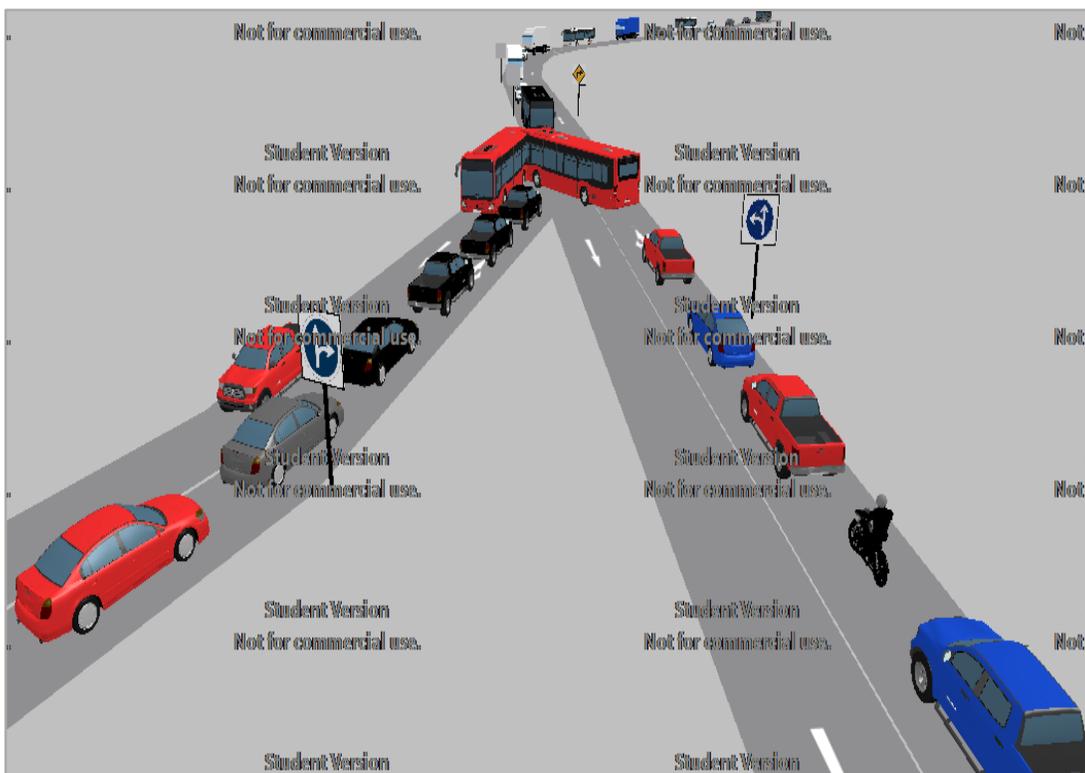


Figura 54:
Simulación Ptv Vissim del estado actual en la intersección

La simulación en el escenario actual evidencia que la intersección de estudio no ofrece un flujo vehicular continuo, también se observa un problema en la deficiente geometría, tal como se muestra en la Figura N° 54. Así mismo, la intersección tiene un nivel de servicio “D”, resultado obtenido del software ptv Vissim que se detalla a continuación en la Tabla N° 52.

Tabla 52:

Resultados Software ptv Vissim de la situación actual

SIM RUN	TIME INT	MOVEMENT	QLEN	QLEN MAX	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	LOS VAL (ALL)	VEH DELAY (ALL)	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	EMISSIONS CO	EMISSIONS NOX	EMISSIONS VOC	FUELS CONSUMPTION
1	0-900	2.1 SENTIDO ESTE-OESTE (GIRO21)	0	0	80	LOS_A	1	0.24	0	0	24.205	4.709	5.61	0.346
1	0-900	2.1 SENTIDO ESTE-OESTE (GIRO22)	0	0	44	LOS_A	1	0.2	0	0	13.221	2.572	3.064	0.189
1	0-900	1.1 SENTIDO OESTE-ESTE (GIRO11)	167.97	284.46	68	LOS_D	4	25.49	4.9	1.76	65.943	12.83	15.283	0.943
1	0-900	1.1 SENTIDO OESTE-ESTE (GIRO12)	167.97	284.46	52	LOS_D	4	28.16	6.97	2.06	55.356	10.77	12.829	0.792
1	0-900	3. SENTIDO NORTE-ESTE (GIRO32)	102.44	259.2	20	LOS_F	6	106.5	84.04	3.31	38.163	7.425	8.845	0.546
1	0-900	3. SENTIDO NORTE-ESTE (GIRO31)	102.03	258.65	24	LOS_F	6	130.64	103	4.4	58.99	11.477	13.671	0.844
1	0-900	1	93.11	284.46	288	LOS_D	4	26.94	14.64	1.31	255.593	49.729	59.236	3.657

Fuente: Elaboración Propia.

- **Calibración del software Ptv Vissim**

Una vez realizada la simulación y obtenido los resultados de análisis, se procede a calibrar el software mediante el indicador de calibración GEH, con el fin de obtener resultados representativos y confiables.

En la siguiente secuencia de tablas, se muestran volúmenes utilizados para el cálculo del indicador de calibración comparando los volúmenes de campo con los volúmenes de simulación, Según *Transport Roads & Maritime Services*, 2013, pág. 84; teóricamente el resultado no debe ser mayor a 10 para tener un ajuste de calibración moderado.

Tabla 53:
Volumen Vehicular por giro

VOLUMEN DE CAMPO	
VOLUMEN PROMEDIO / GIROS 11 - 12	191
VOLUMEN PROMEDIO / GIROS 21 - 22	112
VOLUMEN PROMEDIO / GIROS 31 - 32	76
VOLUMEN PROMEDIO EN LA INTERSECCIÓN (Veh./h.)	379

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54:
Volumen Vehicular por giro

VOLUMEN DE MODELO	
VOLUMEN / GIROS 11 - 12	120
VOLUMEN / GIROS 21 - 22	124
VOLUMEN / GIROS 31 - 32	44
VOLUMEN EN LA INTERSECCIÓN (Veh./h.)	288

Fuente: Elaboración Propia.

Teniendo 4.98 como resultado del indicador de calibración siendo menor a 10, podemos concluir entonces que el modelo se encuentra correctamente calibrado, en consecuencia, el análisis con el software ptv Vissim nos brindara resultados representativos y confiables.

4.11 Propuesta de Diseño

Basados en el estudio de tráfico, y la geometría de la intersección, planteamos una intersección a desnivel, la cual permitirá que los movimientos vehiculares sean continuos buscando eliminar colas y reducir las demoras que actualmente presenta la intersección.

De acuerdo a la geometría de la intersección de estudio nos encontramos en un intercambio de tres ramales, direccional en “Y”. Se eligió una intersección a desnivel tipo trompeta según lo establecido en manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018.

- **Criterios de Diseño**

La intersección actual está conformada por dos vías; para definir nuestros criterios y parámetros de diseño tomamos como referencia la vía principal, de acuerdo al manual de carreteras: diseño geométrico DG - 2018 consideramos; el IMDA, demanda, orografía y parámetros de diseño existentes. Esta vía se clasifica por sus parámetros de diseño como carretera de primera clase, pero por el IMDA = 4,222 veh/día se clasifica como una autopista de segunda clase, esto nos indica que su periodo de diseño ha terminado, así mismo se determina que el derecho de vía corresponde a 25 m.

Conociendo estos antecedentes definimos los criterios de diseño, valores mínimos y máximos que nos proporciona el manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018.

Tabla 55:
Criterios de Diseño

Velocidad de diseño	
Velocidad mínima de carretera	60 km/h
Velocidad mínima de ramal	30 km/h
Radio mínimo de curvatura	35 m
Peralte	4%
Rotondas	
Diámetro mínimo de circulo inscrito	50 m
carriles de cambio de velocidad	
Velocidad mínima de diseño	25 km/h
Ancho mínimo de calzada	4 m
Pendiente	8%
Carriles de aceleración y deceleración	
Longitud mínima total	50 m

Fuente: Elaboración Propia.

4.11.1 Diseño Geométrico de la Propuesta

Una vez conocido los parámetros de diseño los cuales guiaran el desarrollo de la propuesta, se procederá al desarrollo del diseño en planta mediante el software AutoCAD 2D, donde se trabajará: el diseño de curvas horizontales, paso a desnivel, rotonda, carriles de enlace y secciones. Ver anexos (planos DG-01 al DG-10).

- **Diseño Horizontal de la Intersección**

La propuesta de mejora para esta intersección plantea que los giros actuales 12 y 32 transitarán por un paso a desnivel para así evitar conflictos de tránsito ocasionados por dichos giros.

El primer nivel contara con una calzada de dos carriles en diferentes sentidos (giros 11 y 21), dos ramales de enlace a nivel (giros 22 y 31), disponibles para un tránsito vehicular mixto.

El paso a desnivel cuenta con dos calzadas en diferente sentido divididas por un separador central tipo barrera, cada calzada provee de dos carriles en un mismo sentido para los giros 12 y 32 permitiendo así un flujo vehicular continuo, demostrado mediante el software Ptv Vissim, resultados posteriormente presentados.

- **Parámetros de diseño para el alineamiento horizontal de los ramales de enlace**

a) Ramal de Enlace giro 12: El ramal de enlace está compuesto por una calzada de dos carriles de un sentido, una curva horizontal, un alineamiento recto el cual conecta con una rotonda, superando una pendiente ascendente del 5.23 % hasta el paso a desnivel y finalmente con un alineamiento recto con una pendiente descendente 7.04 % conectando con la vía secundaria, sus parámetros usados para el diseño son los siguientes.

Tabla 56:
Parámetro de diseño horizontal GIRO 12

Descripción de los parámetros	
Velocidad de diseño de ramal de enlace	40 km/h
Longitud de radio (R)	60 m
Peralte	4%
Tipo de curva	circular
Angulo de deflexión (Δ)	36°
Longitud de la subtangente (T)	19.50 m
Distancia externa (E)	3.07m
Distancia de la ordenada media (M)	2.94m
Longitud de la curva (L)	37.72m
Longitud de la curva (Lc)	37.10m
Diámetro de circulo inscrito (rotonda)	70 m
Pendiente	5.23%
Número de carriles	2
Ancho de carriles	3.60 m
Berma interior	0.5
Berma exterior o sobre ancho	1.20m

Fuente: Elaboración Propia.

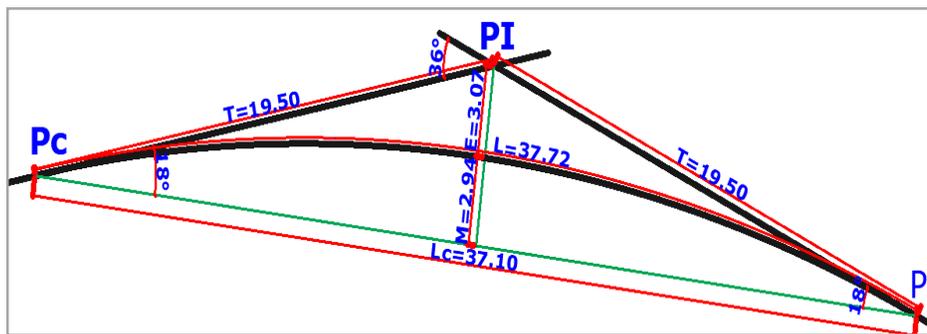


Figura 55:
 Diseño de curva circular

- b) Ramal de enlace giro 22:** El ramal de enlace está compuesto por una calzada de un carril en un sentido, una curva horizontal y un alineamiento recto el cual conecta con la vía secundaria, sus parámetros usados para el diseño son los siguientes.

Tabla 57:
Parámetros de diseño horizontal GIRO 22

Descripción de los parámetros	
Velocidad de diseño de ramal de enlace	30 km/h
Longitud de radio (R)	60 m
Peralte	4%
Tipo de curva	circular
Angulo de deflexión (Δ)	36°
Longitud de la subtangente (T)	19.44 m
Distancia externa (E)	3.07m
Distancia de la ordenada media (M)	2.92m
longitud de la curva (L)	37.60m
Longitud de la curva (Lc)	36.99m
Número de carriles	1
Ancho de carril	3.60 m
Berma interior	0.5
Berma exterior	0.5

Fuente: Elaboración Propia.

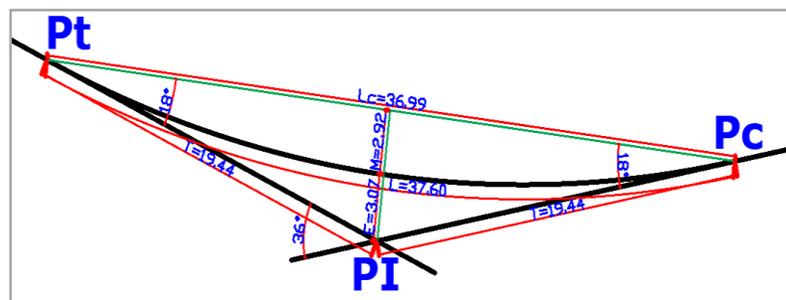


Figura 56:
 Diseño de curva circular

- c) **Ramal de enlace giro 31:** El ramal de enlace está compuesto por una calzada de un carril con un solo sentido, una curva horizontal y un alineamiento recto el cual conecta con la vía principal, sus parámetros usados para el diseño son los siguientes.

Tabla 58:
Parámetros de diseño horizontal GIRO 31

Descripción de los parámetros	
Velocidad de diseño de ramal de enlace	30 km/h
Longitud de radio (R)	35 m
Peralte	4%
Tipo de curva	circular
Angulo de deflexión (Δ)	127°
Longitud de la subtangente (T)	72.72 m
Distancia externa (E)	45.15 m
Distancia de la ordenada media (M)	20.03 m
Longitud de la curva (L)	80.00 m
Longitud de la cuerva (Lc)	64.53 m
Número de carriles	1
Ancho de carril	3.60 m
Berma interior	0.50 m
Berma exterior	0.50 m

Fuente: Elaboración Propia.

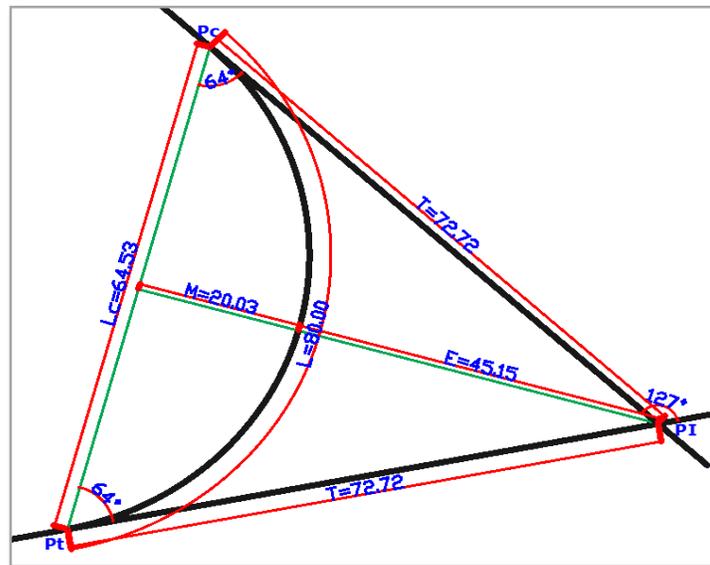


Figura 57:
 Diseño de curva circular

- **Desarrollo del peralte en curvas horizontales**

El desarrollo del peralte es la inclinación transversal de la vía en los tramos de curva, para así contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo durante su desplazamiento, a continuación, se presenta los detalles.



*Figura 58:
Peralte de curvas horizontales*

4.11.2 Diseño vertical de la intersección

Los diseños verticales en los ramales de enlace para el paso a desnivel se trazaron considerando una pendiente máxima del 8% de acuerdo a la tabla N° 55 de la presente investigación nuestro diseño se realizó con una pendiente mínima del 5.23 %, una pendiente máxima del 7.04 % y un galibo de 5.50 m, según el vehículo de diseño.

En las figuras N° 59, 60, 61 y 62, se muestra diferentes vistas de la propuesta de diseño como el paso a desnivel, el galibo y los ramales de enlace.



*Figura 59:
Diseño vertical de la intersección paso a desnivel y galibo*

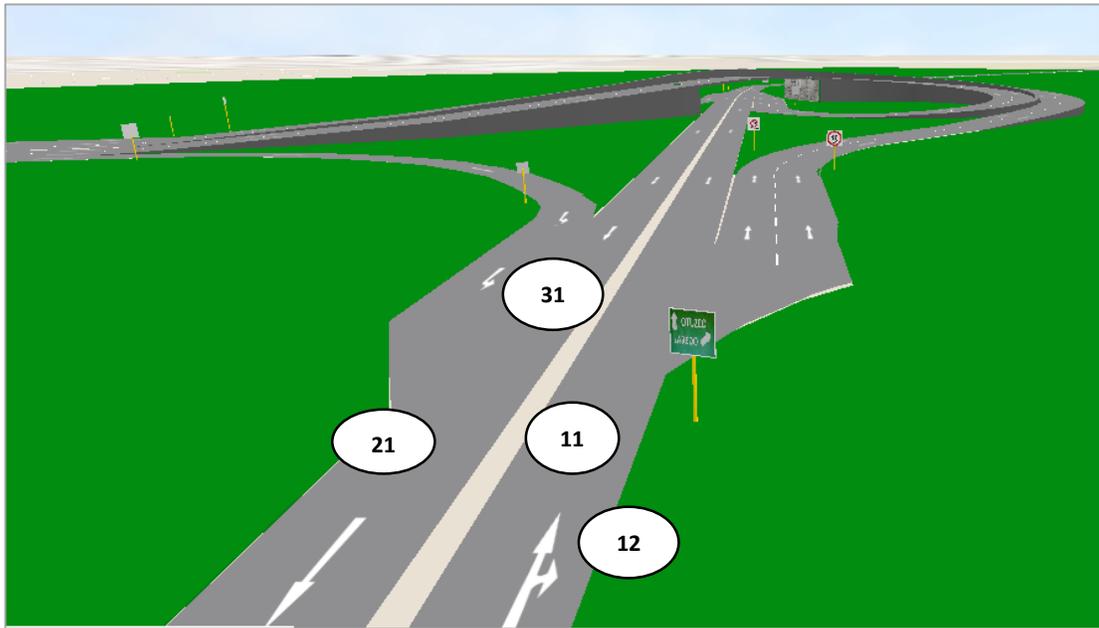


Figura 60:
Diseño vertical de la intersección sentido Oeste - Este

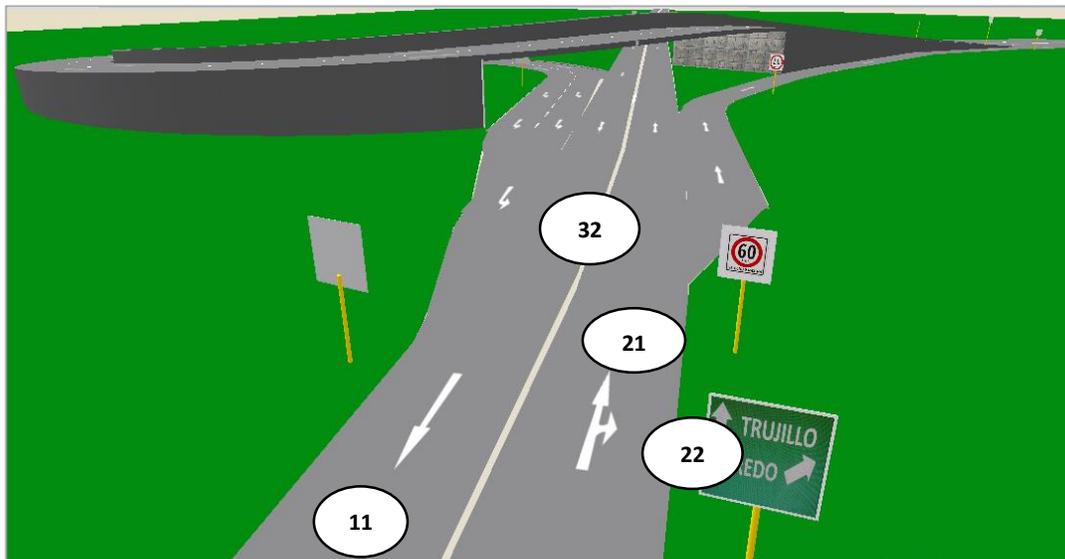


Figura 61:
Diseño vertical de la intersección sentido Este - Oeste

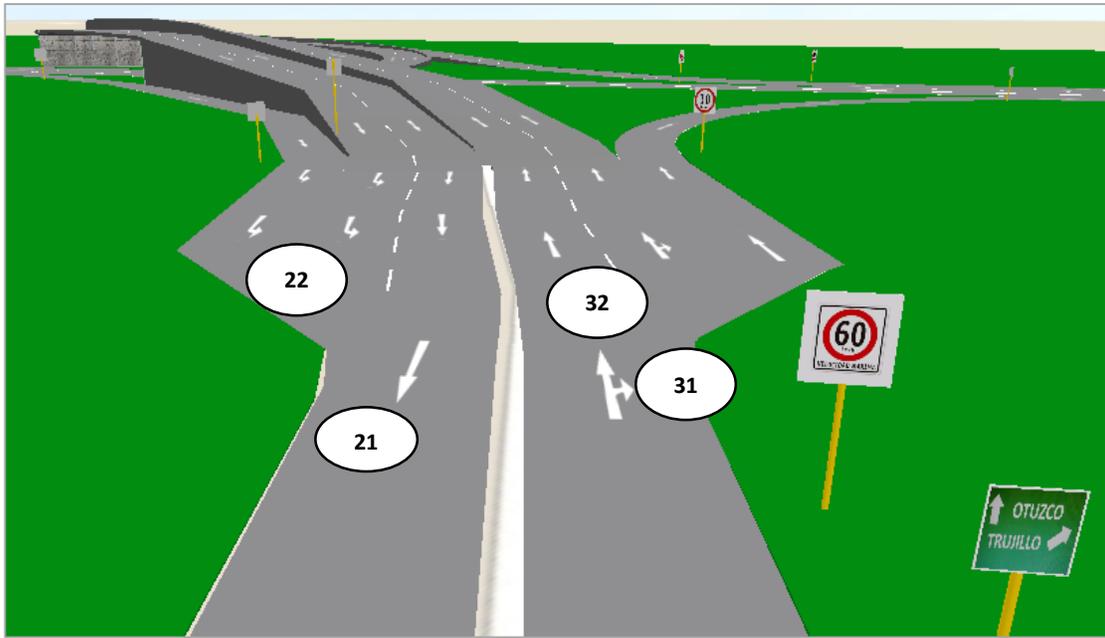


Figura 62:
Diseño vertical de la intersección sentido Norte - Este y Oeste

4.11.3 Análisis de volúmenes vehiculares en la propuesta de diseño

En esta sección se presentan los resultados de los volúmenes vehiculares actuales simulados en la propuesta de diseño geométrico en el software ptv Vissim, adicional a esto se determinan los volúmenes vehiculares futuros con el periodo de diseño que se prevé transitar por esta intersección dentro de 20 años, con sus respectivos resultados.

Así mismo en la Figura N° 63 se puede visualizar cómo será el tránsito vehicular en la propuesta de diseño geométrico, de acuerdo a cada giro establecido inicialmente.

En la Tabla N° 59 se presenta los resultados obtenidos después de realizar la simulación en el software ptv Vissim, con los volúmenes actuales, en la intersección a desnivel propuesta.

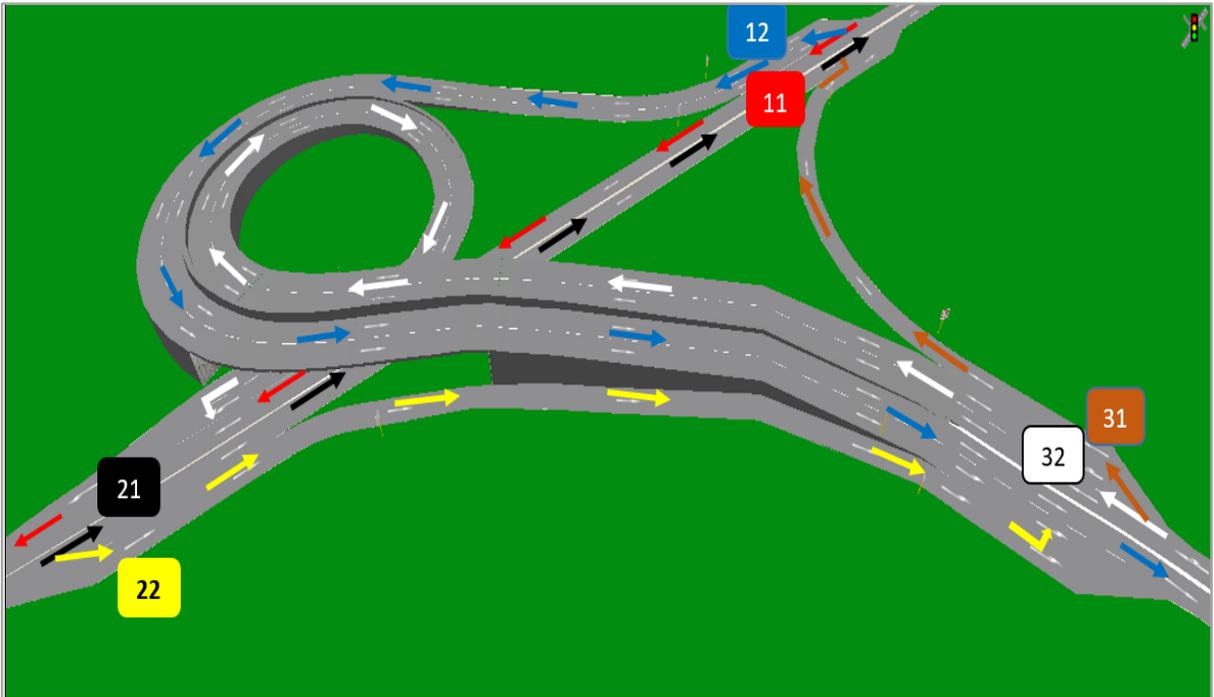


Figura 63:
Giros en la intersección de la propuesta de mejora

Tabla 59:
Resultados de Software Ptv Vissim en la propuesta de diseño

SIM RUN	TIME INT	MOVEMENT	QLEN	QLEN MAX	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	LOS VAL (ALL)	VEH DELAY (ALL)	STOP DELAY (ALL)	STOP S (ALL)	EMISSIONS CO	EMISSIONS NOX	EMISSIONS VOC	FUEL CONSUMPTION
1	0-900	2.1 SENTIDO ESTE-OESTE (GIRO21)	0	0	80	LOS_A	1	0.27	0	0	47.091	9.162	10.914	0.674
1	0-900	2.1 SENTIDO ESTE-OESTE (GIRO22)	0	0	45	LOS_A	1	0.87	0	0	25.561	4.973	5.924	0.366
1	0-900	1.1 SENTIDO OESTE-ESTE (GIRO11)	0	0	105	LOS_A	1	0.33	0	0	61.934	12.05	14.354	0.886
1	0-900	1.1 SENTIDO OESTE-ESTE (GIRO12)	0	0	47	LOS_A	1	0.11	0	0	44.53	8.664	10.32	0.637
1	0-900	3. SENTIDO NORTE-ESTE (GIRO31)	0.26	14.28	30	LOS_A	1	3.67	0.7	0.2	20.07	3.905	4.652	0.287
1	0-900	3. SENTIDO NORTE-ESTE (GIRO32)	1.45	46.23	36	LOS_A	1	5.54	0.7	0.19	38.299	7.452	8.876	0.548
1	0-900	1	0.49	46.23	343	LOS_A	1	1.2	0.13	0.04	237.34	46.17	55.00	3.39

Fuente: Elaboración Propia.

Como se muestra en la tabla N° 59 obtuvimos un **nivel de servicio "A"**, donde podemos concluir que la intersección a un paso a desnivel propuesta, cumple con los parámetros de diseño y un óptimo funcionamiento.

En la Figura N° 64, se ingresa los volúmenes vehiculares futuros, al software ptv Vissim para así evaluar el comportamiento del tránsito en la intersección a desnivel propuesta a un periodo de diseño de 20 años de acuerdo al manual de carreteras diseño: geométrico DG - 2018.

Vehicle Inputs / Vehicle Volumes By Time Interval						
Count	No	Name	Link	Volume(0)	VehComp(0)	
1	1	1 OESTE - ESTE	2: 1. SENTIDO OESTE - ESTE (11)	1772.0	1: 1 OESTE - ESTE	
2	2	2 ESTE - OESTE	1: 2.1 SENTIDO ESTE - OESTE (21)	1044.0	2: 2 ESTE - OESTE	
3	3	3 NORTE - ES...	4: 3. SENTIDO NORTE - ESTE (3)	704.0	3: 3 NORTE - ES...	

Figura 64:
Volúmenes de tránsito futuro en HMD

Seguidamente en la Figura N° 65 se presenta el escenario correspondiente a la simulación en la infraestructura actual propuesta, sobre la cual transitaran los vehículos durante el periodo de diseño proyectado a 20 años en la hora de máxima demanda.

En la Tabla N° 60 se presenta los resultados obtenidos después de realizar la simulación en el software Ptv Vissim con los volúmenes futuros correspondiente a la simulación en el escenario futuro que es el periodo de diseño a 20 años durante la hora de máxima demanda.



Figura 65:
Simulación del volumen futuro

Tabla 60:

Resultados Ptv Vissim volúmenes de tránsito futuro en la propuesta de diseño

SIM RUN	TIME INT	MOVEMENT	QLEN	QLEN MAX	VEHS (ALL)	LOS (ALL)	LOS VAL (ALL)	VEH DELAY (ALL)	STOP DELAY (ALL)	STOPS (ALL)	EMISION S CO	EMISSI ONS NOX	EMISSI ONS VOC	FUELON SUMPTI ON
2	0-900	2.1 SENTIDO ESTE-OESTE (GIRO21)	0.00	0.00	101	LOS_A	1	0.36	0.00	0.00	60.08	11.69	13.92	0.86
2	0-900	2.1 SENTIDO ESTE-OESTE (GIRO22)	0.49	36.97	61	LOS_A	1	4.64	0.18	0.08	41.85	8.14	9.70	0.60
2	0-900	1.1 SENTIDO OESTE-ESTE (GIRO11)	0.00	0.00	183	LOS_A	1	0.77	0.00	0.00	109.59	21.32	25.40	1.57
2	0-900	1.1 SENTIDO OESTE-ESTE (GIRO12)	0.00	0.00	94	LOS_A	1	0.38	0.00	0.00	91.93	17.89	21.31	1.32
2	0-900	3. SENTIDO NORTE-ESTE (GIRO31)	0.28	25.13	45	LOS_A	1	3.52	0.16	0.04	26.84	5.22	6.22	0.38
2	0-900	3. SENTIDO NORTE-ESTE (GIRO32)	10.3	34.46	47	LOS_B	2	22.30	10.52	1.32	90.03	17.52	20.87	1.29
2	0-900	2	1.98	36.97	531	LOS_A	1	3.09	0.90	0.12	420.01	81.72	97.34	6.01

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla N° 60 obtuvimos un nivel de servicio "A", donde podemos concluir que la intersección a desnivel propuesta en el escenario de diseño proyectado a 20 años, cumple con los parámetros de diseño y con un óptimo funcionamiento.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Para la recolección de datos del aforo vehicular en la zona de estudio se empleó el método de los conteos manuales, con un periodo diario de 18 horas por 7 días correspondientes entre las fechas 16/12/ 2019 – 22/12/2019.
- Según las tablas N° 27,29 Y 31 se muestra los datos obtenidos de la variación vehicular mixto por accesos, donde se puede observar que el día de máximo volumen vehicular mixto fue el día viernes en el acceso Oeste con un volumen diario de 6,812 veh. /día.
- Para el análisis en la intersección se optó por seleccionar el día con mayor volumen vehicular, en este caso fue el día viernes.
- El Volumen Horario de Máxima Demanda por día y para cada acceso de acuerdo a la metodología proporcionada por el HCM 2010 fue la siguiente: Para el acceso Norte fue el día Domingo con un VHMD de 537 veh. /h. y un $Q_{15} \text{ máx}$ de 184 como se muestra en la tabla N°33 ; para el acceso Este fue el día Viernes con VHMD de 449 veh./h. y un $Q_{15} \text{ máx}$ de 145 como se muestra en la tabla N° 34 ; para el acceso Oeste fue el día Viernes con un VHMD de 762 y un $Q_{15} \text{ máx}$ de 345 como se muestra en la tabla N°35.
- La variación horaria de tránsito como se muestra en la tabla N° 36, tiene un volumen de entrada de 30,244 veh. /día para toda la intersección y se puede corroborar gráficamente en las figuras N° 29 y 30.
- La composición vehicular para cada acceso en la intersección fue la siguiente:
 - Acceso Norte: moto-taxi 0.20%, moto 6.21%, auto 26.14%, pick up 20.05%, y el porcentaje de vehículos pesados fue de 51.04%; como se muestra en la tabla N°28 y figura N° 21.
 - Acceso Este: moto-taxi 0.26%, moto 7.12%, auto 26.75%, pick up 18.49%, y el porcentaje de vehículos pesados fue de 53.23%; como se muestra en la tabla N° 30 y figura N°23.

- Acceso Oeste: moto-taxi 0.47%, moto 9.17%, auto 25.98%, pick up 15.63%, y el porcentaje de vehículos pesados fue de 60.27%; como se muestra en la tabla N°32 y figura N°25.
- Para el análisis de flujo vehicular se planteó de acuerdo a los lineamientos en el HCM 2010, los resultados de VHMD como Q15: para el acceso Norte es de 134 veh. mixtos/15 min. y una densidad de 50 veh. /km. según la tabla N°37 y figura N° 31; para el acceso Este es de 112 veh. mixtos/ 15 min. y una densidad de 60 veh. /km. según la tabla N° 38 y figura N° 32; para el acceso Oeste es de 191 veh. mixtos/15 min. y una densidad de 76 veh. /km. según la tabla N° 39 y figura N° 33.
- El método que se utilizó para hallar las velocidades, tanto de marcha como de recorrido, fue el de vehículo en movimiento o vehículo flotante que nos permitió obtener los datos de tiempo de recorrido, volúmenes, densidad, intensidad y porcentaje de demoras en los tramos indicados en las vías de la intersección, llegando a los resultados que se muestran en la tabla N° 44 de la presente investigación.
- Para determinar los niveles de servicio en cada vía de la intersección de estudio se aplicó la metodología propuesta por el HCM 2010, donde al no contar con un dispositivo de control, se determinó con las formulas N° 15 y 16, llegando a los resultados siguientes: en el acceso Norte se tiene un nivel de servicio D+ como se muestra en la tabla N° 49, en el acceso Este se tiene un nivel de servicio D- como se muestra en la tabla N°50 y en el acceso Oeste se tiene un nivel de servicio F+ como se muestra en la tabla N° 51.
- De acuerdo VHMD se realizó la simulación en el software ptv Vissim, figuras N° 53 y 54 en función a la geometría y volúmenes actuales, se obtuvo como resultado un nivel de servicio “D” según la tabla N° 52, ratificando los resultados descrito en los párrafos anteriores conforme a la metodología proporcionada por el HCM 2010, concluyendo que la intersección de estudio amerita una propuesta de mejora.
- En relación a los datos obtenidos referente al estudio de tráfico, velocidades y geometría en la intersección se planteó la propuesta de

diseño geométrico de un paso a desnivel, el diseño de la intersección a desnivel se evidencia en el plano DG-01, de acuerdo a los parámetros que proporciona el manual de carreteras: diseño geométrico DG 2018, según tabla N° 56 criterios mínimos de diseño en la presente investigación.

- Según lo estipulado en las tablas N° 56, 57 y 58 se presentan los parámetros de diseño horizontal de curvas circulares para cada ramal de enlace, figuras N° 55, 56 y 57 muestran su respectivo diseño.
- Los criterios de diseño vertical para el paso a desnivel, según el ítem 4.11.2 se consideró pendientes máximas y mínimas de 7.04% y 5.23% respectivamente y un galibo de 5.50 m de acuerdo al vehículo de diseño.
- Una vez diseñado el paso a desnivel, asimismo conociendo el VHMD actual y futuro a un periodo de diseño a 20 años, con una tasa de crecimiento del 4.66%, según tabla N° 41, obteniendo como resultados en el acceso norte 705 veh. Mixtos/hora, acceso este 1044 veh. Mixtos/hora y en el acceso oeste 1172 veh. Mixtos/hora, a continuación, se realizó la simulación en el software ptv Vissim para ambos escenarios, tanto para volúmenes actuales como futuros, de acuerdo a las tablas N° 59 y 60, donde obtuvimos como resultado un **nivel de servicio "A"**, evidenciando que la intersección opera bajo un nivel óptimo, según lo establecido por El HCM 2010.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que las variaciones de volúmenes diarios tomados en la semana presentan para cada acceso una tendencia de comportamiento diferente; en el acceso Norte vemos que las horas de mayor demanda son en las tardes, mientras que en el acceso Este son en las mañanas pero las mismas abarcan un intervalo horario desde las 7:00 a.m. hasta las 20:00 p.m. donde el tráfico es continuo, pasado las horas de máxima demanda el tráfico disminuye considerablemente.
- De acuerdo a la demanda vehicular realizada durante una semana, el acceso con el día más desfavorable fue el día viernes del acceso Oeste con un volumen máximo de 6,812 veh. mixtos/día presenta el 45% con respecto al volumen máximo en la intersección mientras que en el acceso Norte tiene el 25% y el acceso Este el 30%.
- Se concluye que para la vía principal del acceso Oeste los vehículos pesados representan la tercera parte de la composición vehicular y para la vía secundaria acceso Norte representa aproximadamente la cuarta parte, esto se debe a las dimensiones y velocidad de recorrido con respecto a la geometría vial.
- De acuerdo al manual de capacidad de carreteras HCM 2010 y la modelación en el software ptv Vissim en el escenario de la situación actual, se determinó que la intersección opera bajo un nivel de servicio "D", también cabe mencionar que una consecuencia muy relevante es la geométrica en la intersección, las vías principal y secundaria en la unión de sus ejes forman un ángulo de 35° generando conflictos vehiculares en los giros de circulación debido a las preferencias de paso.
- Asimismo, se planteó una propuesta de diseño geométrico de un paso a desnivel en la intersección con los criterios de diseño, que proporciona el Manual de carreteras DG 2018 y la modelación en el software ptv Vissim, obteniendo como resultado un nivel de servicio "A" en el escenario de volúmenes actuales.

- También se realizó la simulación en el software ptv Vissim 2020 en la infraestructura propuesta a un periodo de diseño de 20 años, que establece el Manual de carreteras DG 2018, con una tasa de crecimiento del 4.66% donde se determinó que la intersección opera bajo un nivel de servicio "A".
- Concluimos que la propuesta de diseño geométrico de un paso a desnivel planteada en la intersección de esta presente investigación opera bajo un nivel de servicio óptimo para volúmenes actuales y futuros.

VII. RECOMENDACIONES

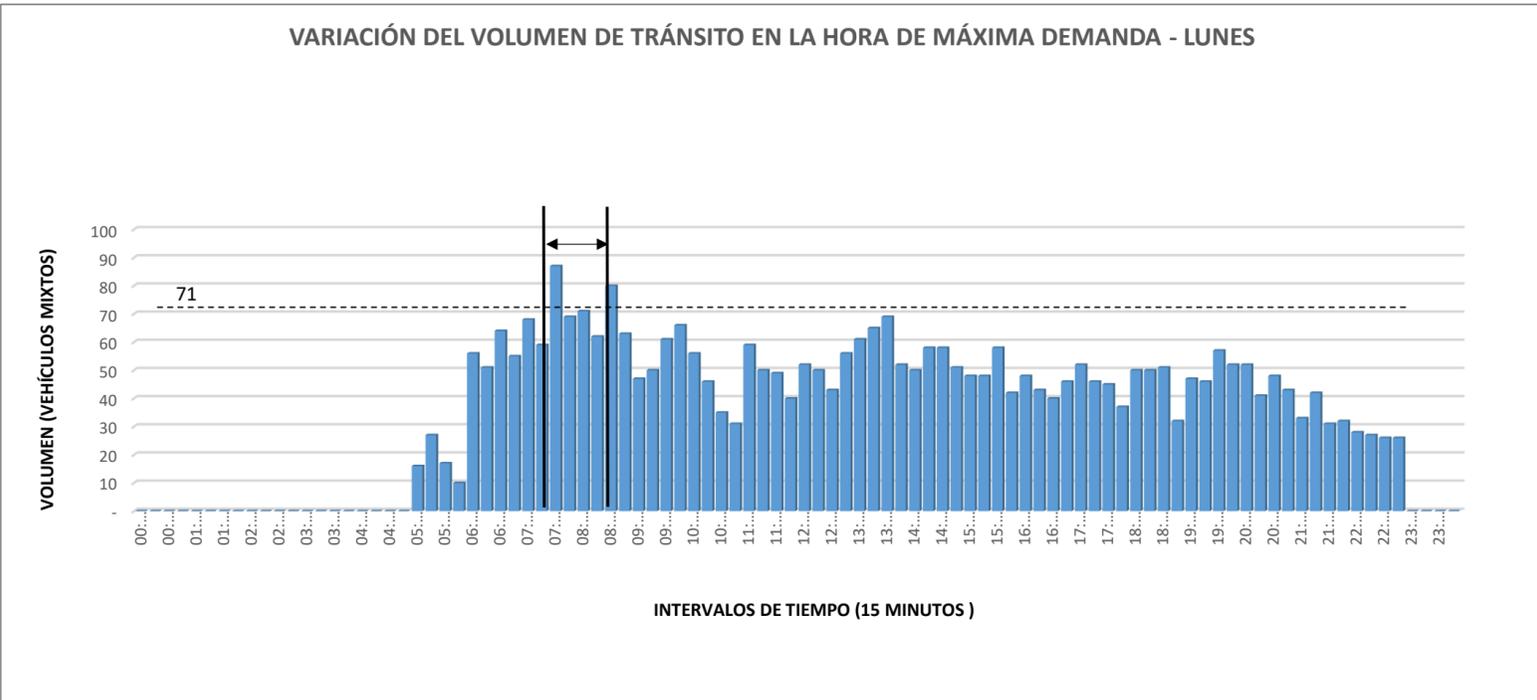
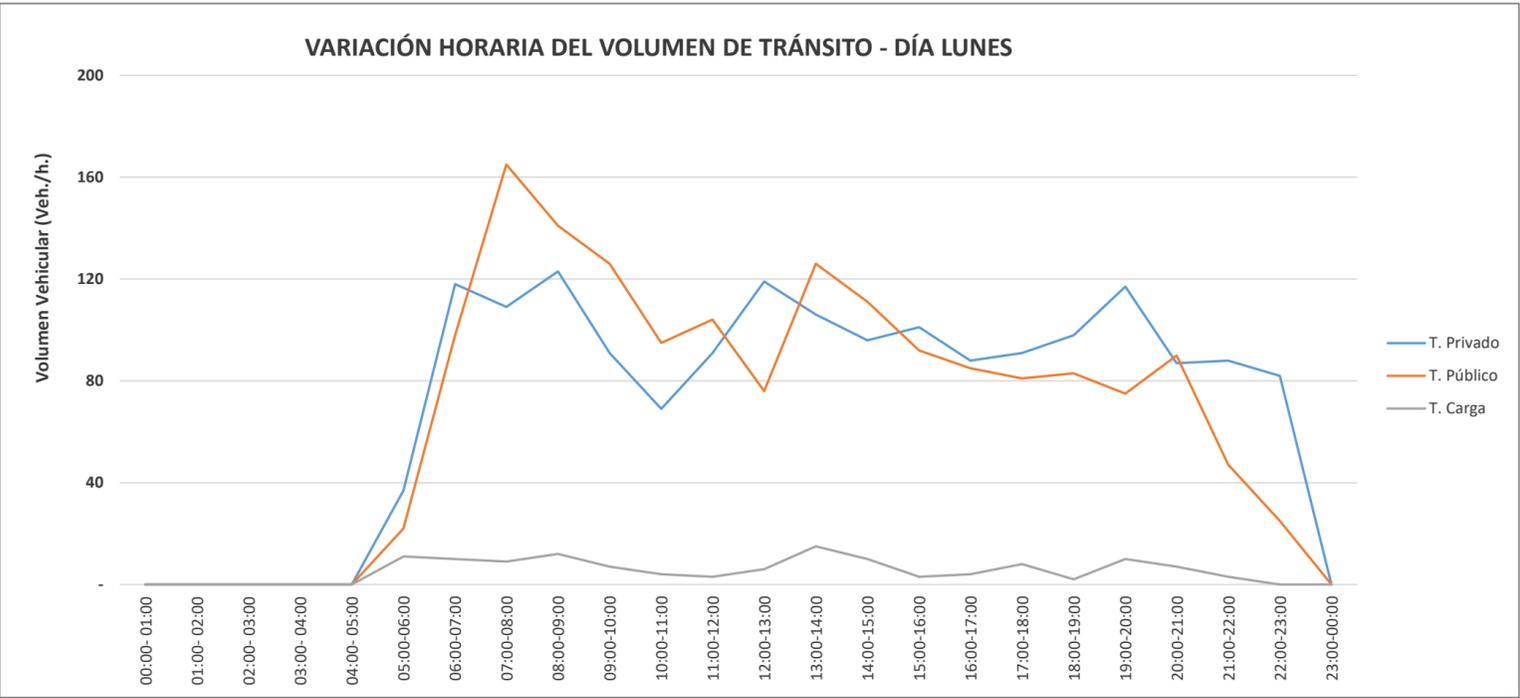
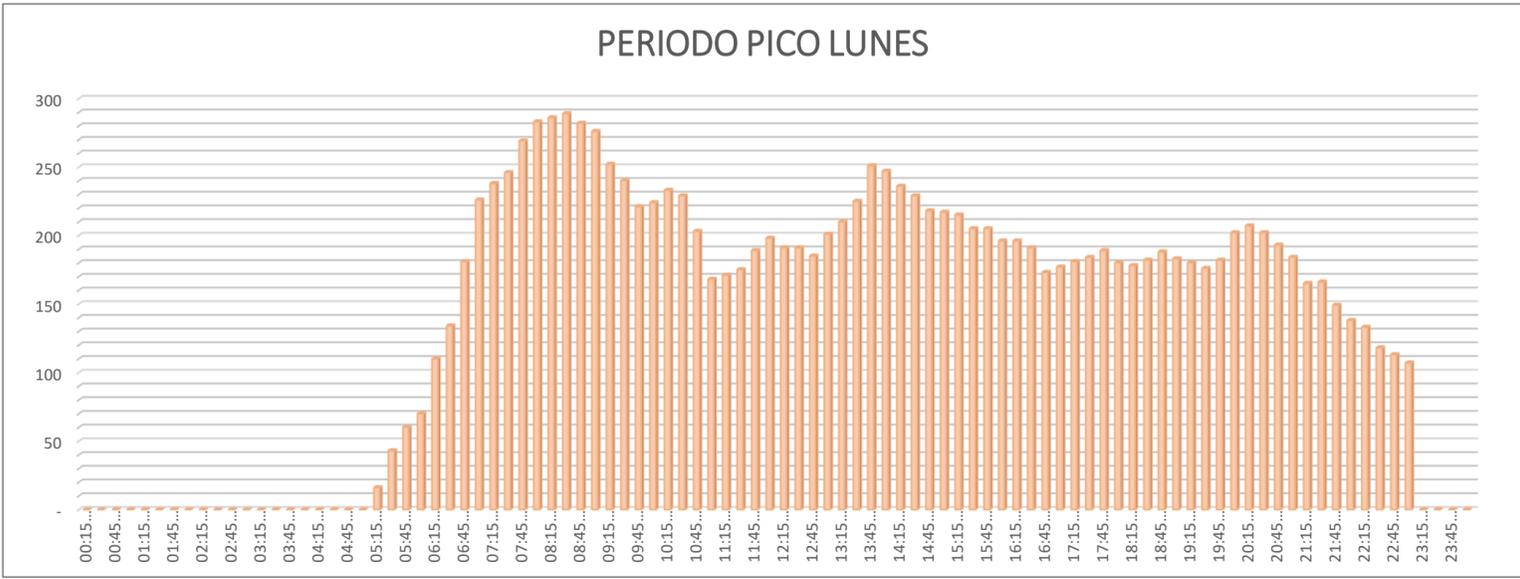
- Se recomienda a la entidad competente encargada de velar por el funcionamiento óptimo de esta vía, tomar en cuenta este trabajo de investigación, para así mejorar y garantizar la seguridad de los usuarios que circulan por dicha intersección.
- Se recomienda a la entidad competente analizar los beneficios que proporcionará a los usuarios al ser ejecutada esta propuesta de diseño geométrico de un paso a desnivel, en la intersección estudiada.
- Se recomienda a los futuros investigadores tomar este trabajo de investigación, como referencia ya que les puede servir de mucha ayuda.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cal, Rafael y Cárdenas, James (2007).** "Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones" (7° Ed.). Perú.
- Carlos Kraemer (2003).** "Ingeniería de Carreteras (Vol.1)". España.
- Henríquez P. (2019).** *Propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Miguel Grau y Gulman.* (Tesis de posgrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Piura.
- Jiménez, M. C. y Quintero, J. R. (2007).** *Manual de estudios de ingeniería de tránsito y transporte.* Colombia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018).** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Perú.
- Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. (2016).** Perú.
- Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad. (2014).** México.
- HCM. (2010).** "Manual de Capacidad de Carreteras". España.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2006).** *Reglamento Nacional Gestión de Infraestructura Vial.* Perú.
- Nicholas J. Garber y Lester A. Hoel (2005).** "Ingeniería de tránsito y carreteras". México.
- Navarro H. (2010).** "Apuntes de Ingeniería de tránsito." Colombia.
- Pérez, R. (2005).** *Módulo de Simulación Microscópica para la Herramienta Tramos, Integración de Modelos y Animación.* España: ETSI Universidad de Sevilla.
- PTV VISION (2012).** VISSIM 5.40 – Manual del Usuario. [Fecha de consulta: 02 de octubre]. Recuperado de: <https://www.ptvgroup.com>
- Rivera, Das Neves, Villanueva, y Rolón. (2008).** *Análisis por micro simulación de las mini rotondas urbanas.*
http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen12/analisis_por_microsimulacion.pdf
- Vargas Vargas, Wilson. (2012).** "Ingeniería de tránsito Conceptos Básicos". Colombia.
- Valdez G. (2008).** "Ingeniería de tráfico". México.
- VISSIM 8 (2019).** "Uso y aplicación en una intersección urbana". Argentina. universidad nacional de Córdoba. Mariana Belloti:
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/12702/ITF%20Mariana%20Belloti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wright Dixon (2011).** *Ingeniería de Carreteras* (2° Ed.) España.

ANEXOS

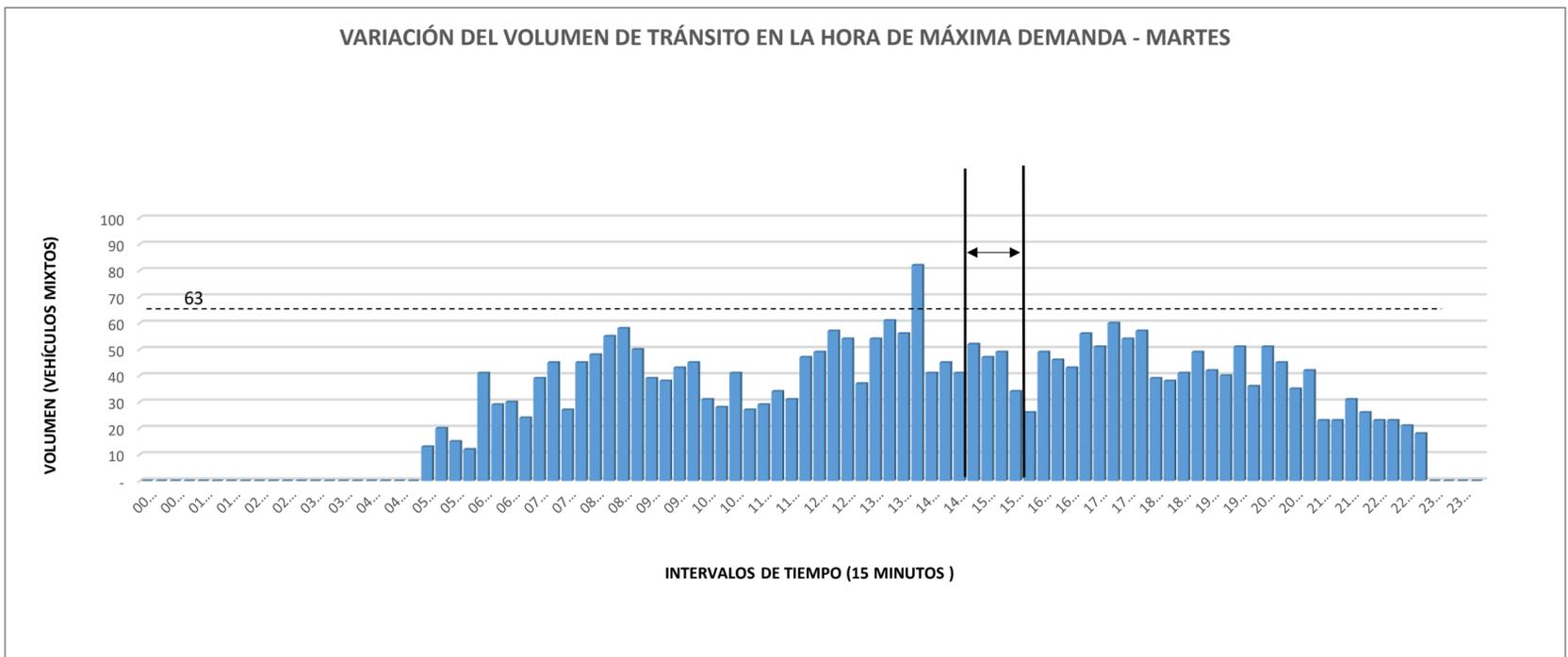
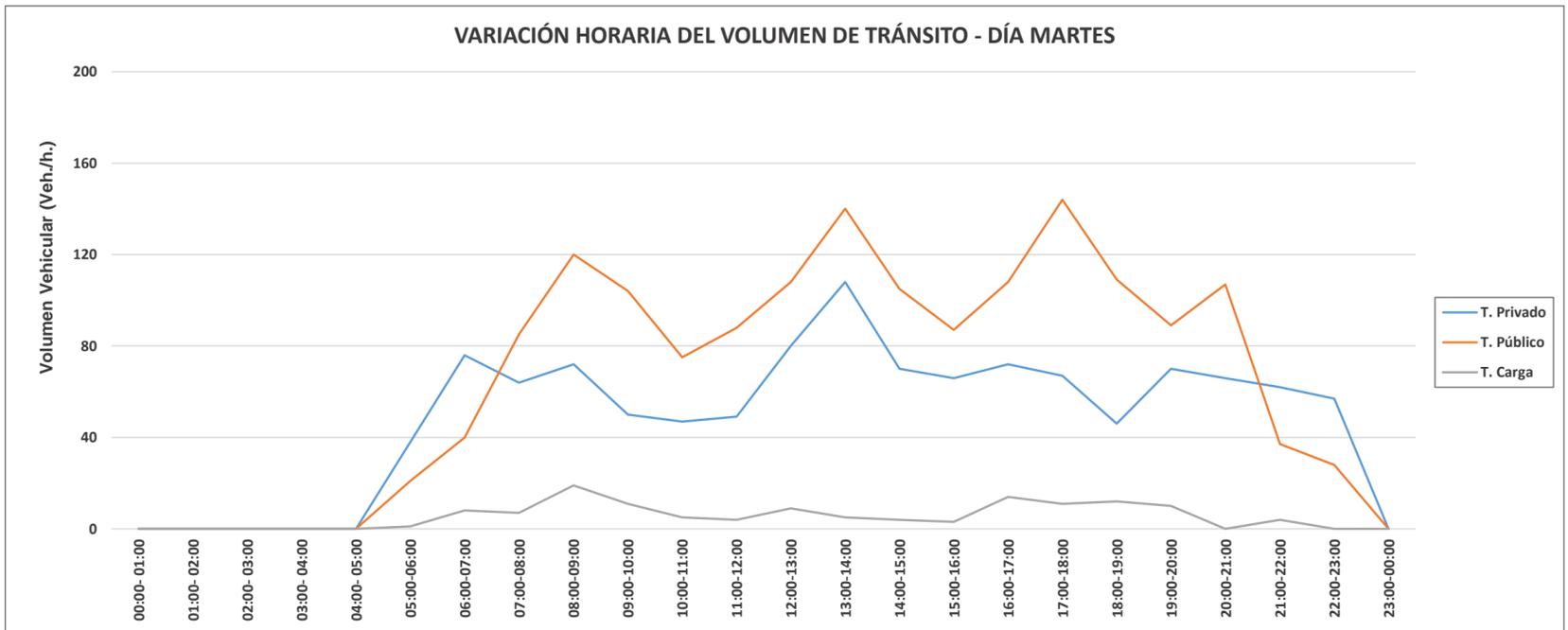
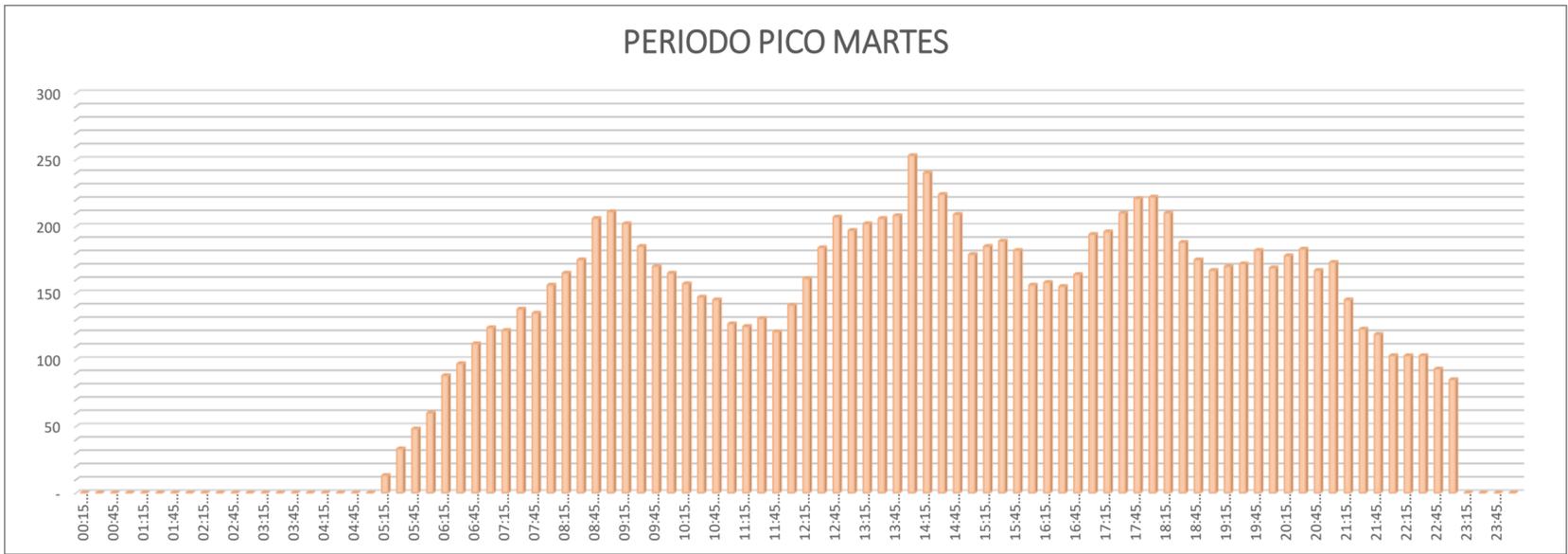
16:00	16:15	16:30	2	-	-	-	7	6	5	9	4	2	2	3	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	191	88	85	4	177	
	16:30	16:45	1	2	-	-	5	8	5	4	4	3	3	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	173						
	16:45	17:00	4	1	-	-	5	7	6	3	5	4	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	177						
17:00	17:00	17:15	5	2	-	-	3	5	4	8	5	6	8	3	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	181	91	81	8	180		
	17:15	17:30	3	3	-	-	2	6	4	7	3	7	6	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	184						
	17:30	17:45	2	1	-	-	3	7	6	3	5	4	6	5	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	189						
	17:45	18:00	3	1	-	1	4	5	3	6	4	3	2	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	180						
18:00	18:00	18:15	5	1	-	-	3	8	5	6	5	7	3	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	178	98	83	2	183		
	18:15	18:30	2	2	-	-	6	6	4	7	4	8	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	182						
	18:30	18:45	1	1	-	-	4	7	6	4	6	7	6	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	188						
	18:45	19:00	3	1	-	-	6	2	3	2	5	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	183						
19:00	19:00	19:15	3	2	-	-	4	6	4	6	3	8	3	5	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	180	117	75	10	202		
	19:15	19:30	4	1	1	-	3	7	4	7	3	7	2	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	176						
	19:30	19:45	7	2	-	-	4	7	5	7	4	8	2	6	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	182						
	19:45	20:00	3	1	-	-	4	8	7	8	3	9	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	202						
20:00	20:00	20:15	2	2	-	-	4	6	4	8	5	7	4	7	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	207	87	90	7	184		
	20:15	20:30	2	1	-	-	2	7	3	2	4	8	4	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	202						
	20:30	20:45	5	1	-	-	4	8	1	8	3	5	5	6	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	193						
	20:45	21:00	3	-	-	1	1	8	5	2	1	7	6	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	184						
21:00	21:00	21:15	4	1	-	-	8	3	1	2	6	-	5	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	165	88	47	3	138		
	21:15	21:30	4	1	-	-	10	7	2	1	5	1	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	166						
	21:30	21:45	5	-	1	-	4	6	3	-	1	4	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	149						
	21:45	22:00	2	-	-	-	5	2	1	1	6	2	6	6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	138						
22:00	22:00	22:15	-	-	-	-	4	5	2	5	3	1	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	133	82	25	0	107		
	22:15	22:30	4	-	-	-	2	7	1	3	2	2	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	118						
	22:30	22:45	-	1	-	-	3	6	4	1	1	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	113						
	22:45	23:00	2	-	-	-	1	6	2	2	6	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	107						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			275	12		862	692	731	781	53	7	25	7	10	6	3	7	3	2	1	0	0																	49.21%	47.22%	3.57%	3,477



VHMD como Q15 :	71	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	----	------------------------------

VHMD:	283
Q 15 Máx :	87
FHMD:	0.81

19:00	19:00	19:15	3	1	-	-	5	6	5	5	3	1	2	7	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	170	70	89	10	169	
	19:15	19:30	1	1	-	-	4	7	4	5	6	2	1	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	172						
	19:30	19:45	2	-	-	-	4	6	7	6	5	9	2	8	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	182						
	19:45	20:00	-	1	-	-	6	3	3	5	2	7	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	169						
20:00	20:00	20:15	1	2	-	-	5	6	5	5	7	1	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	178	66	107	0	173		
	20:15	20:30	1	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	183						
	20:30	20:45	3	-	-	-	6	6	2	1	3	4	4	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	167						
	20:45	21:00	1	1	-	-	2	5	6	4	6	2	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	173						
21:00	21:00	21:15	2	-	-	-	5	2	5	5	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	145	62	37	4	103		
	21:15	21:30	1	1	-	-	2	7	4	1	2	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	123						
	21:30	21:45	-	-	-	-	5	6	6	1	5	4	2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	119						
	21:45	22:00	-	1	-	-	2	3	4	4	4	6	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	103						
22:00	22:00	22:15	-	-	-	-	5	2	3	5	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	103	57	28	0	85		
	22:15	22:30	-	-	-	-	5	7	6	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	103						
	22:30	22:45	-	-	-	-	3	6	6	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	93						
	22:45	23:00	-	-	-	-	3	3	4	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	85						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			199	6		737	607	587	619	48	17	19	13	8	7	7	5	1	1	0	1	0																	40.25%	55.34%	4.41%	2,882



VHMD como Q15 :	63	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	----	---------------------------

VHMD:	253
Q 15 Máx :	82
FHMD:	0.77

REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN - DÍA MIÉRCOLES
 CONTEO VEHICULAR MANUAL
 REGISTRO DE CONTEO VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN - DÍA MIÉRCOLES
 CONTEO VEHICULAR MANUAL

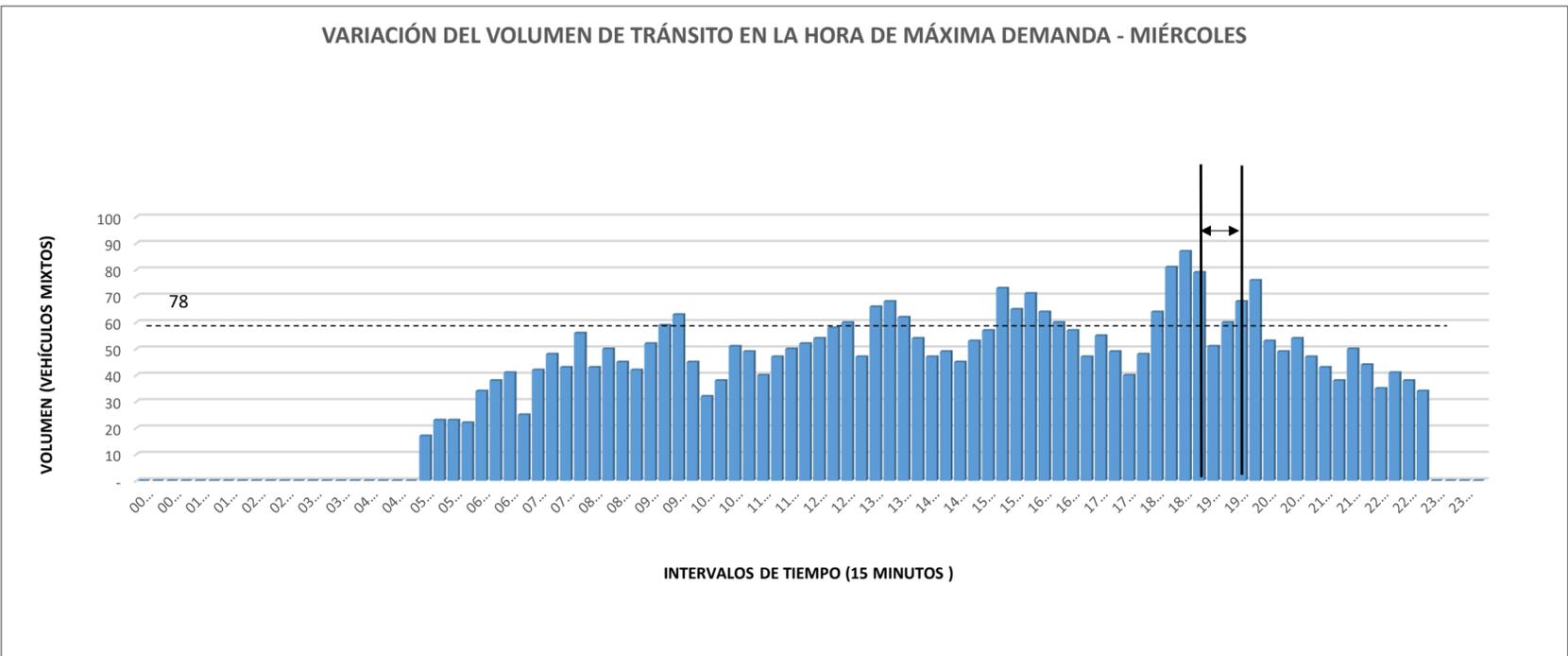
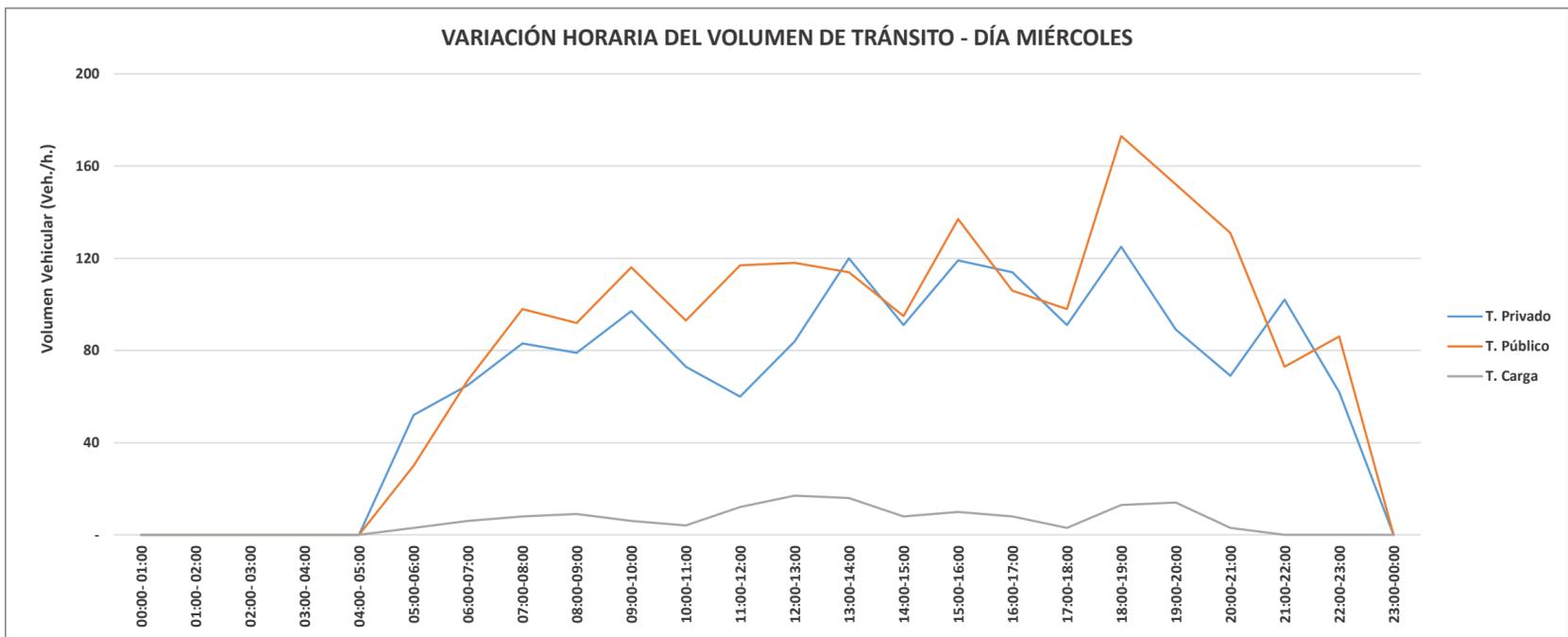
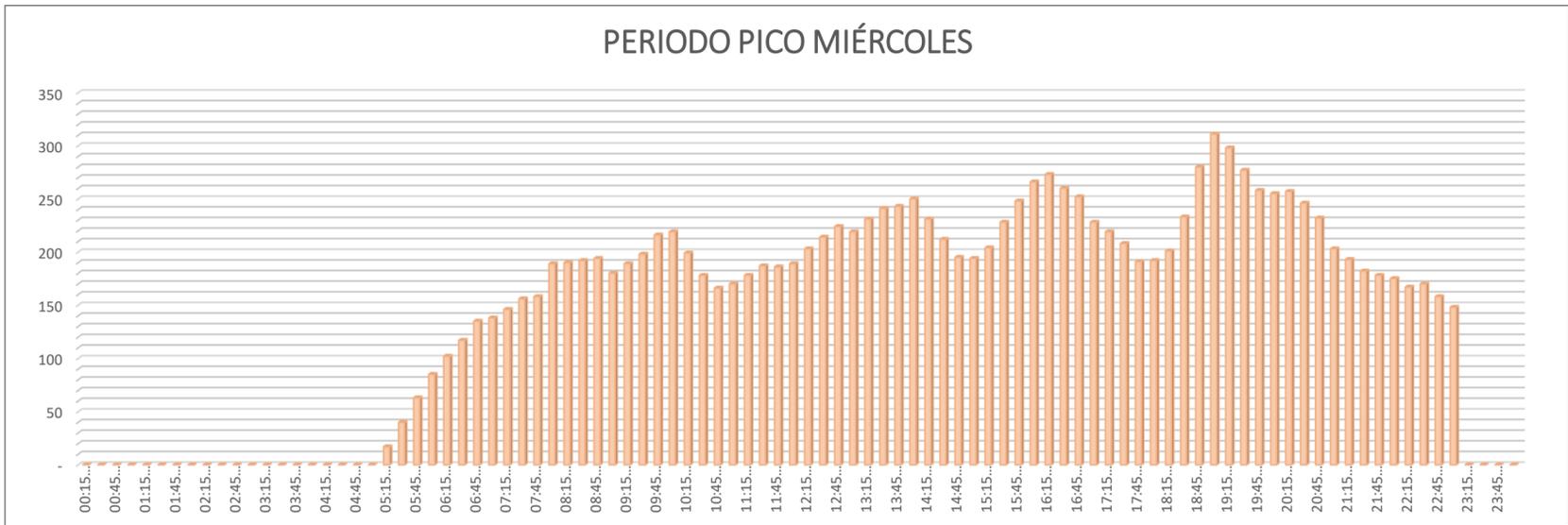
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO KM. +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

FECHA : 18/12/2019
 ESTACIÓN : E1
 UBICACIÓN : TRUJILLO
 INTERSECCIÓN EVALUADA : CARRETERA A OTUZCO- CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO

DÍA : MIÉRCOLES
 CODIFICACIÓN : 21- 22
 ELABORADO POR : Los autores

HORA	INTERVALO		TIPOS DE VEHICULOS																																TOTAL 1	SUMA 1	SUMA HORARIA			
			Moto	Mototaxi	Auto SW	Pick Up	Combi Privada	Combi Pública	BUS				CAMIÓN				SEMITRAYLER				TRAYLER																			
	(min)		31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32	31	32		
	CODIFICACION DE MOVIMIENTOS																																X 1/4 Hora	Horaria	T. Privado	T. Público	T. Carga	TOTAL		
00:00	00:00	00:15																																						
	00:15	00:30																																						
	00:30	00:45																																						
	00:45	01:00																																						
01:00	01:00	01:15																																						
	01:15	01:30																																						
	01:30	01:45																																						
	01:45	02:00																																						
02:00	02:00	02:15																																						
	02:15	02:30																																						
	02:30	02:45																																						
	02:45	03:00																																						
03:00	03:00	03:15																																						
	03:15	03:30																																						
	03:30	03:45																																						
	03:45	04:00																																						
04:00	04:00	04:15																																						
	04:15	04:30																																						
	04:30	04:45																																						
	04:45	05:00																																						
05:00	05:00	05:15		1			1	7	3	1	2		1																								17	17		
	05:15	05:30	2				3	7	2	1	5	2	3	2																						23	40			
	05:30	05:45					4	9	1		4	1	2																							23	63			
	05:45	06:00					4	7	1		3		3	4																						22	85			
06:00	06:00	06:15					5	9	4		4	5	1	6																						34	102			
	06:15	06:30	1	1			8	7	2	1	4	2	2	7																						38	117			
	06:30	06:45					5	8	2	2	7	1	6	8																						41	135			
	06:45	07:00	1				5	1	1	2	3	4	1	6																						25	138			
07:00	07:00	07:15	2	1			8	7	1	2	5	4	5	6																							42	146		
	07:15	07:30	1				7	6	7	4	7	3	4	5																							48	156		
	07:30	07:45	1				6	4	6	6	3	7	5	3	1																						43	158		
	07:45	08:00	1	1	1		4	8	3	8	6	9	6	8																							56	189		
08:00	08:00	08:15	1				5	6	5	6	3	5	6	4																								43	190	
	08:15	08:30	2	1			6	5	6	5	5	3	7	7																							50	192		
	08:30	08:45	1				7	5	4	8	4	7	4	3																							45	194		
	08:45	09:00		1			8	6	5	3	9	3	3	2																							42	180		
09:00	09:00	09:15	1	1			7	8	4	1	6	8	8	7	1																						52	189		
	09:15	09:30	2	2			5	9	7	2	3	9	7	8																							59	198		
	09:30	09:45		1	1		6	11	8	6	8	7	5	9																						63	216			
	09:45	10:00	3	2			5	6	5	3	4	8	4	5																							45	219		
10:00	10:00	10:15	3	2			6	7	3	2	4	1	2	1																							32	199		
	10:15	10:30	2				5	7	3	1	5	1	3	9																							38	178		
	10:30	10:45		1			6	4	6	5	7	8	8	5																							51	166		
	10:45	11:00	1				3	6	9	7	4	3	9	7																							49	170		
11:00	11:00	11:15	1	1			7	8	6	1	3	3	2	5	1																							40	178	
	11:15	11:30	2				8	4	7	3	7	2	9	1																								47	187	
	11:30	11:45	3				9	9	6	5	5	3	4	4																								50	186	
	11:45	12:00	1	1			7	9	8	5	4	5	5	2	1																							52	189	
12:00	12:00	12:15	1				6	9	4	5	6	6	4	7	2	1																							54	203
	12:15	12:30	4	1			7	7	7	6	5	6	6	6																								58	214	
	12:30	12:45	2	2			8	11	8	2	4	8	3	8	2																							60	224	
	12:45	13:00	1	3			4	9	2	1	5	7	2	9	1	3																						47	219	
13:00	13:00	13:15	2	1			7	12	9	6	7	6	5	8	2	1																						66	231	
	13:15	13:30	1				6	9	6	6	8	8	7	9	3																							68	241	
	13:30	13:45	3				7	15	4	7	4	6	3	7	1	2	1																					62	243	
	13:45	14:00	2	1			5	7	5	5	7	7	4	10																								54	250	
14:00	14:00	14:15	4				7	2	8	5	6	2	7	4	2																							47	231	
	14:15	14:30	2	1			6	3	7	4	6	7	4	5	1	1																						49	212	
	14:30	14:45	3	2			9	3	9	6	4	3	2	3																								45	195	
	14:45	15:00	1				7																																	

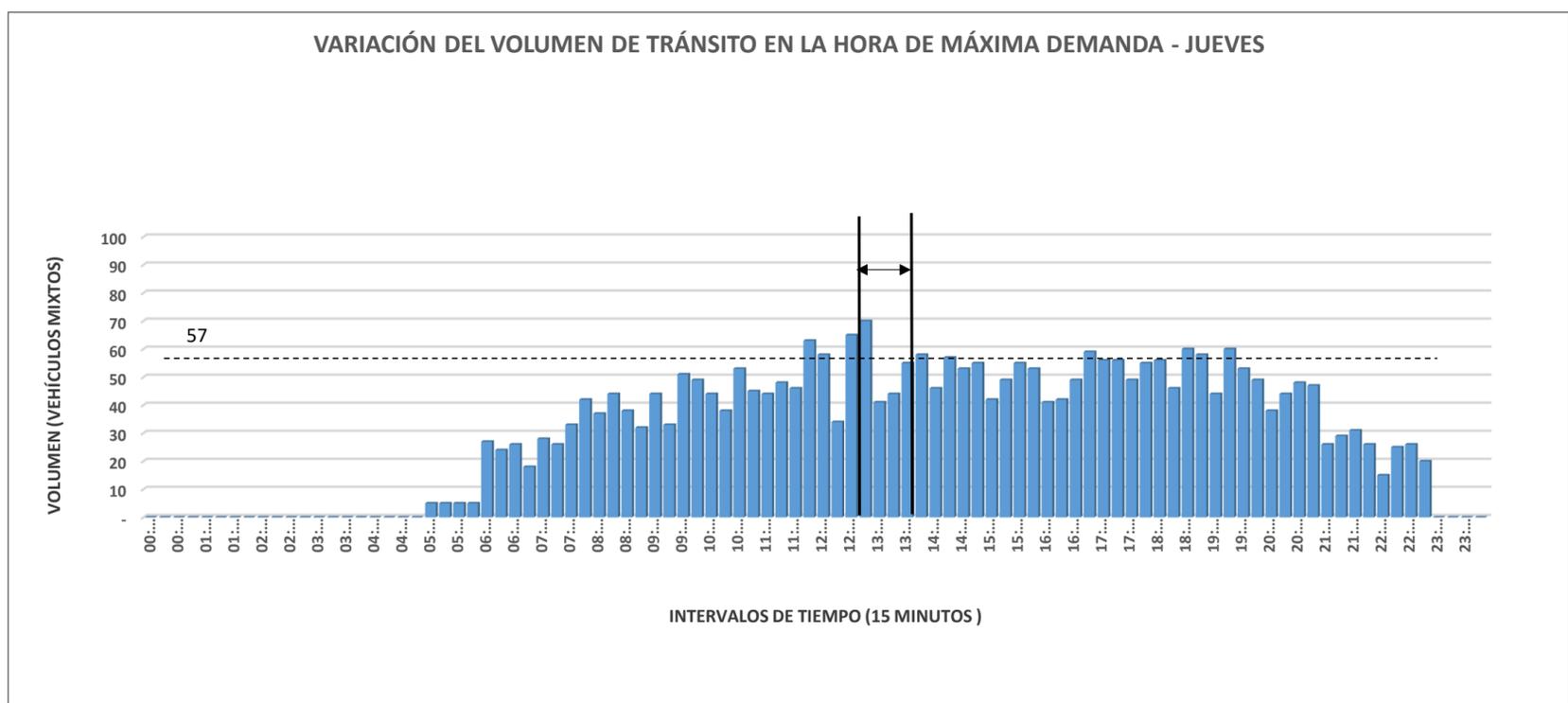
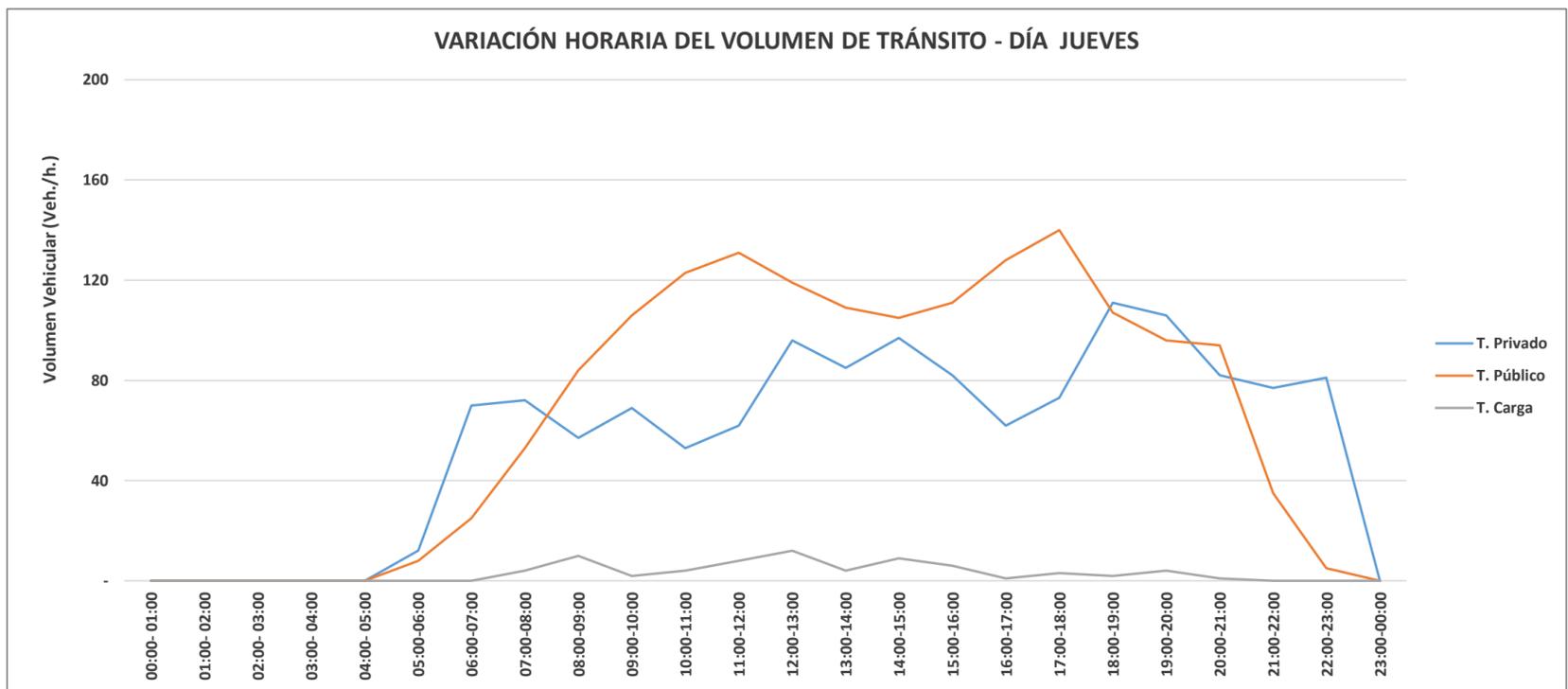
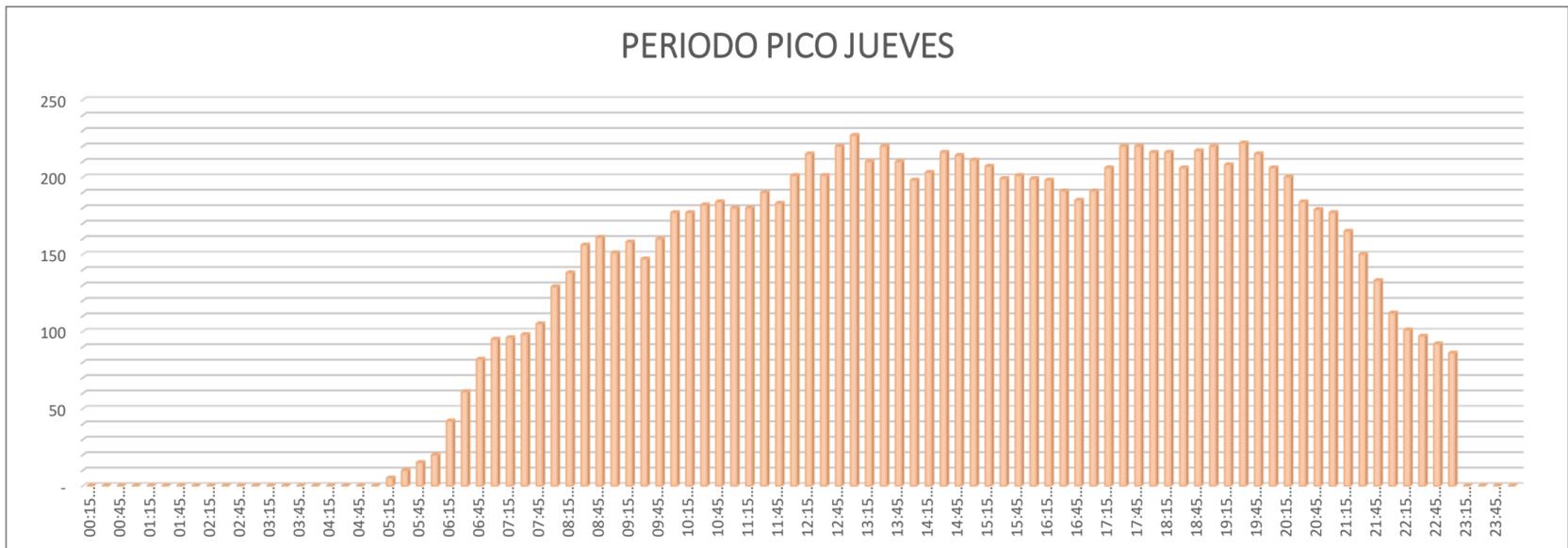
19:00	19:00	19:15	5	-	-	-	7	6	5	5	7	1	9	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	298	89	152	14	255
	19:15	19:30	4	2	-	-	8	9	4	1	6	2	7	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	277					
	19:30	19:45	5	-	-	1	7	12	7	2	7	6	8	9	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	258					
	19:45	20:00	4	3	-	1	8	11	6	8	8	9	6	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	255					
20:00	20:00	20:15	3	2	-	-	5	6	5	5	7	6	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	257	69	131	3	203	
	20:15	20:30	1	-	-	-	8	7	6	4	6	2	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	246					
	20:30	20:45	2	3	-	-	9	5	9	6	4	4	8	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	232					
	20:45	21:00	3	1	-	-	9	5	5	4	5	2	5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	203					
21:00	21:00	21:15	2	1	-	-	7	2	5	5	7	1	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	193	102	73	0	175	
	21:15	21:30	-	-	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	182					
	21:30	21:45	2	-	-	-	9	6	6	1	8	4	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	178					
	21:45	22:00	-	1	-	-	8	3	4	4	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	175					
22:00	22:00	22:15	2	-	-	-	5	2	3	5	7	1	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	167	62	86	0	148	
	22:15	22:30	4	1	-	-	6	5	6	1	6	2	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	170					
	22:30	22:45	-	-	-	-	5	6	4	1	4	4	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	158					
	22:45	23:00	1	1	-	-	5	3	2	4	3	2	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	148					
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			204	13	1007	656	735	856	61	12	9	11	11	10	5	12	3	4	2	0	0																		43.62%	52.51%	3.88%	3,611



VHMD como Q15 : 78 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	311
Q 15 Máx :	79
FHMD:	0.98

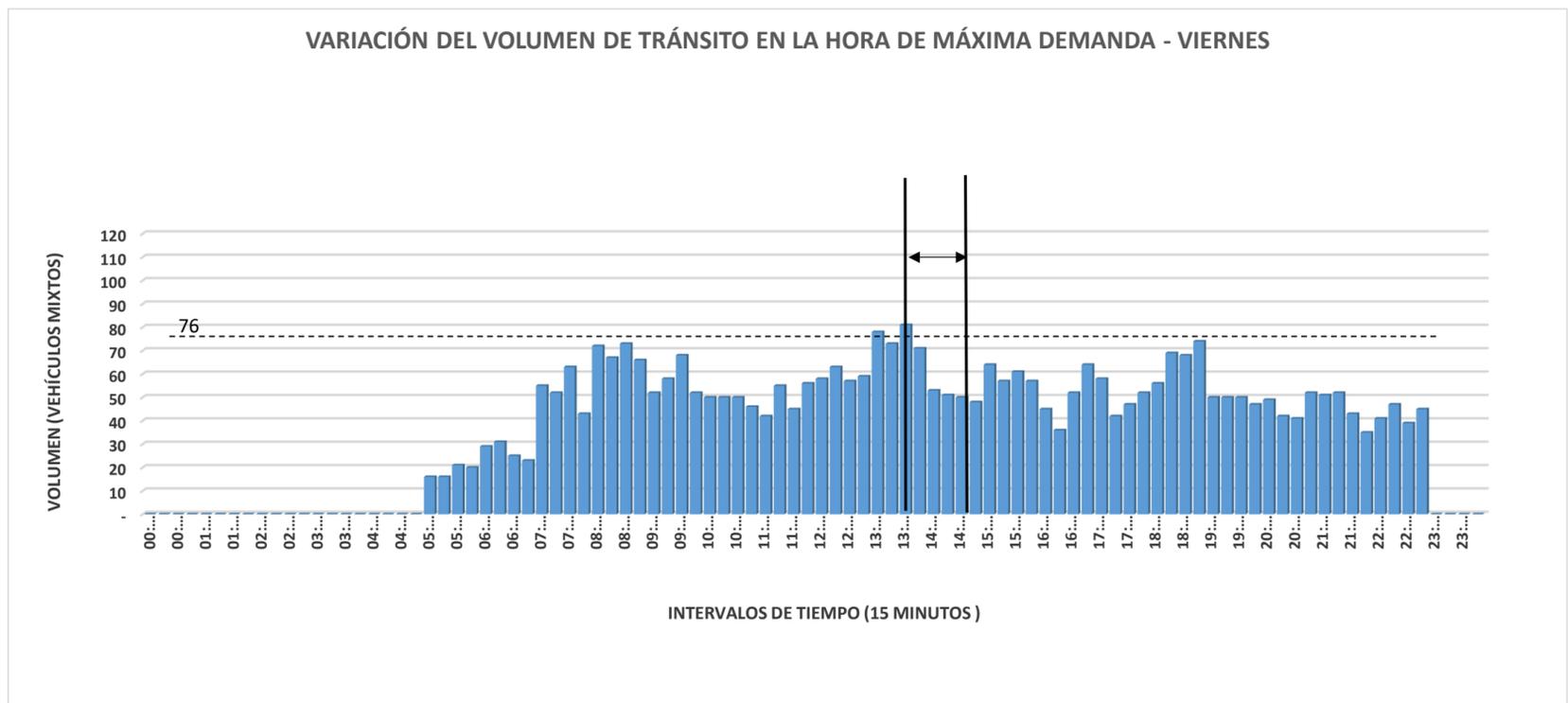
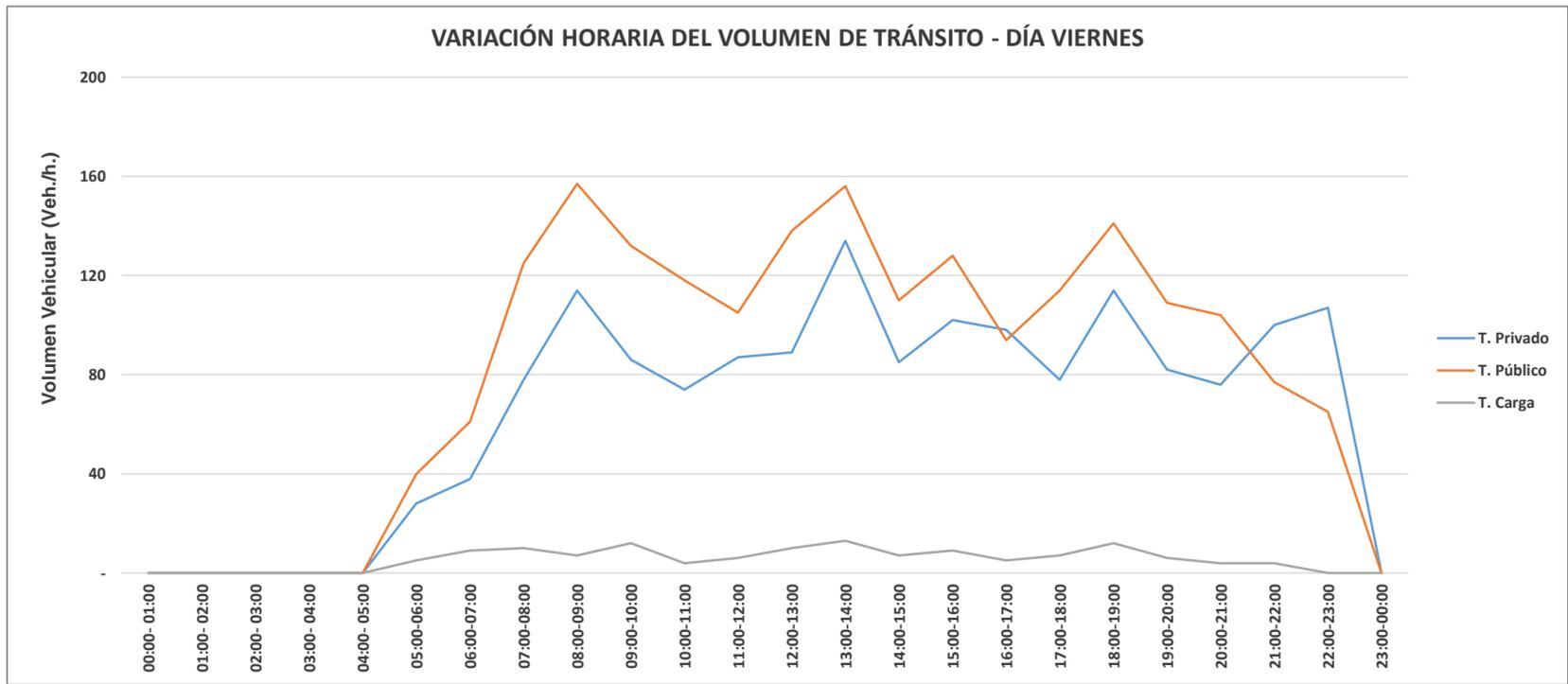
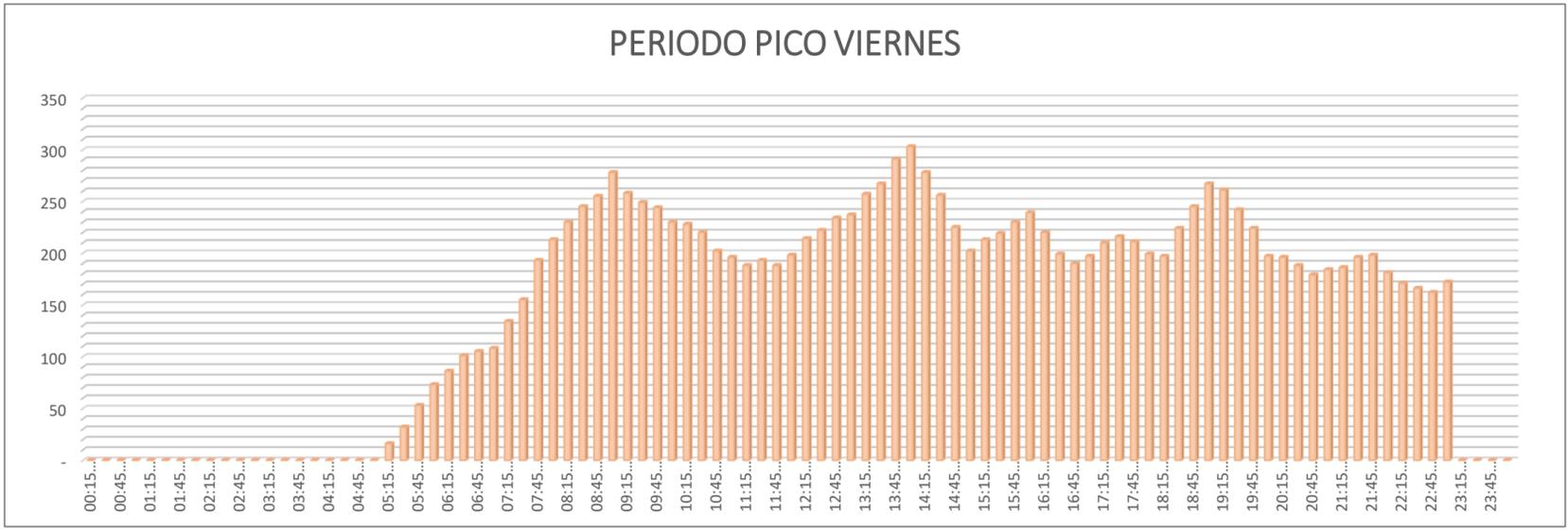
19:00	19:00	19:15	5	2	-	-	7	6	6	2	6	1	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	208	106	96	4	206	
	19:15	19:30	4	1	-	-	8	7	4	5	7	8	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	222						
	19:30	19:45	7	2	-	-	8	5	5	7	4	3	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	215						
	19:45	20:00	-	1	-	-	7	8	7	4	4	7	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	206						
20:00	20:00	20:15	2	-	-	-	7	6	1	2	5	4	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	200	82	94	1	177		
	20:15	20:30	2	2	-	-	8	7	3	1	4	3	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	184						
	20:30	20:45	5	1	-	-	7	8	2	1	3	6	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	179						
	20:45	21:00	4	3	-	-	5	6	4	2	1	7	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	177						
21:00	21:00	21:15	-	1	-	-	5	3	2	-	6	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	165	77	35	0	112		
	21:15	21:30	2	1	-	-	6	7	1	1	5	2	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	150						
	21:30	21:45	3	-	-	-	6	6	-	-	6	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	133						
	21:45	22:00	1	-	-	-	5	2	2	1	6	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	112						
22:00	22:00	22:15	1	-	-	-	4	2	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	101	81	5	0	86		
	22:15	22:30	-	-	-	-	6	7	1	1	6	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	97						
	22:30	22:45	-	-	-	-	7	8	-	-	4	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	92						
	22:45	23:00	-	1	-	-	6	3	1	-	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	86						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			255	7		825	510	615	714	36	7	3	-	5	8	2	4	2	3	0	0	0																44.96%	52.70%	2.34%	2,996



VHMD como Q15 : 57 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	227
Q 15 Máx :	70
FHMD:	0.81

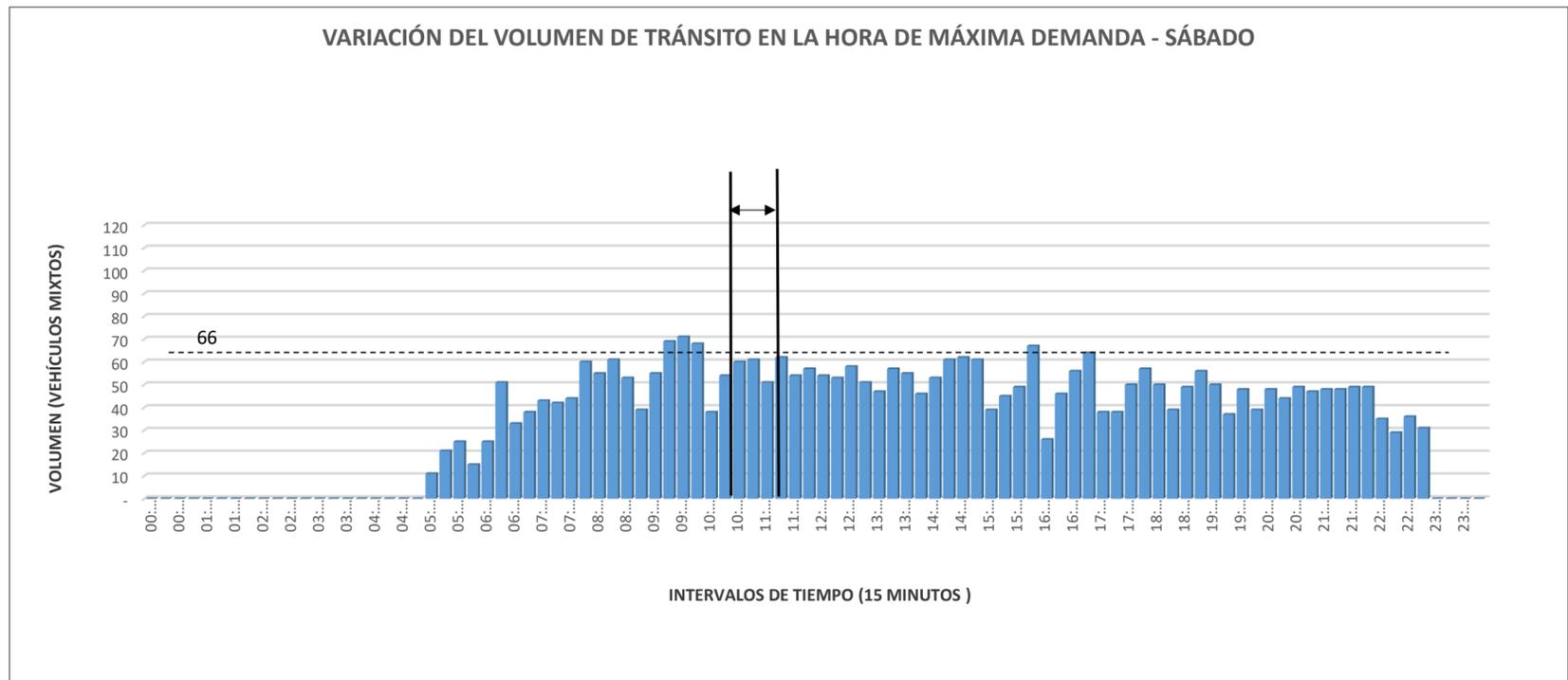
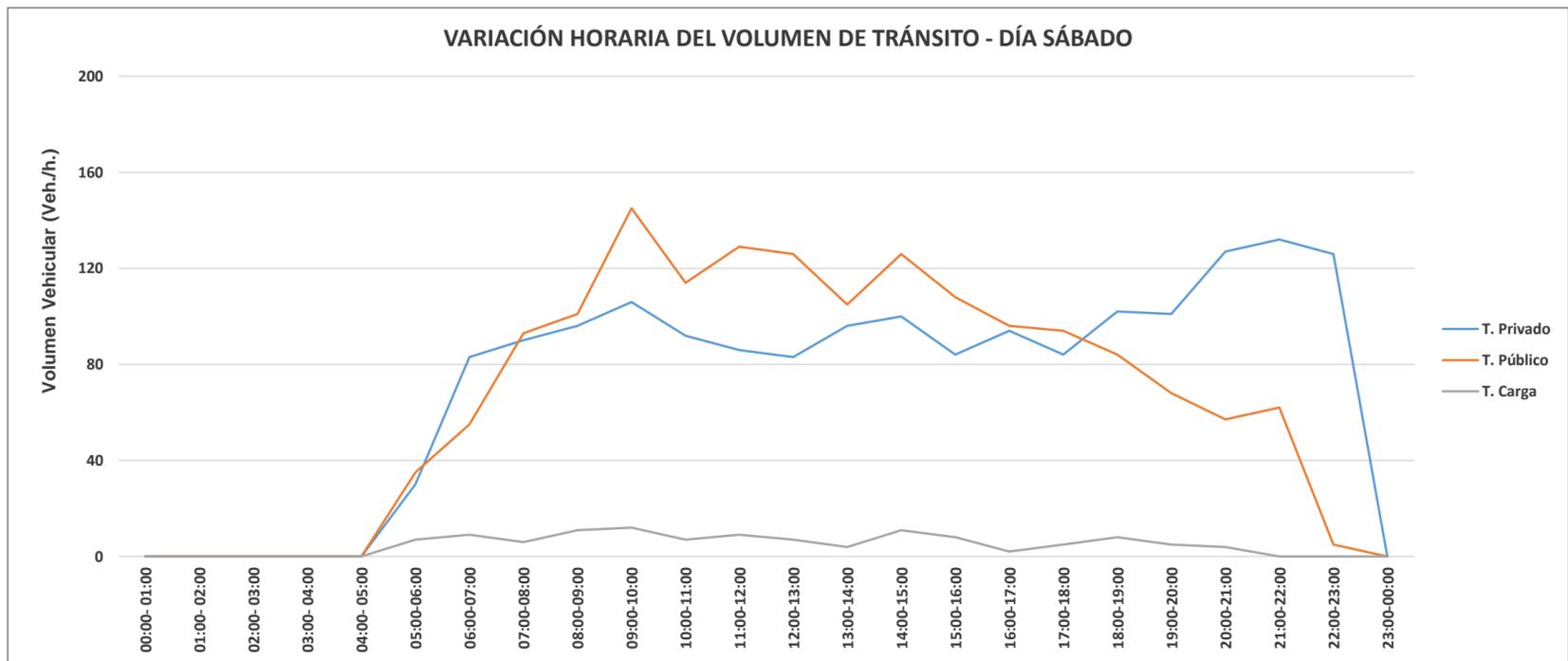
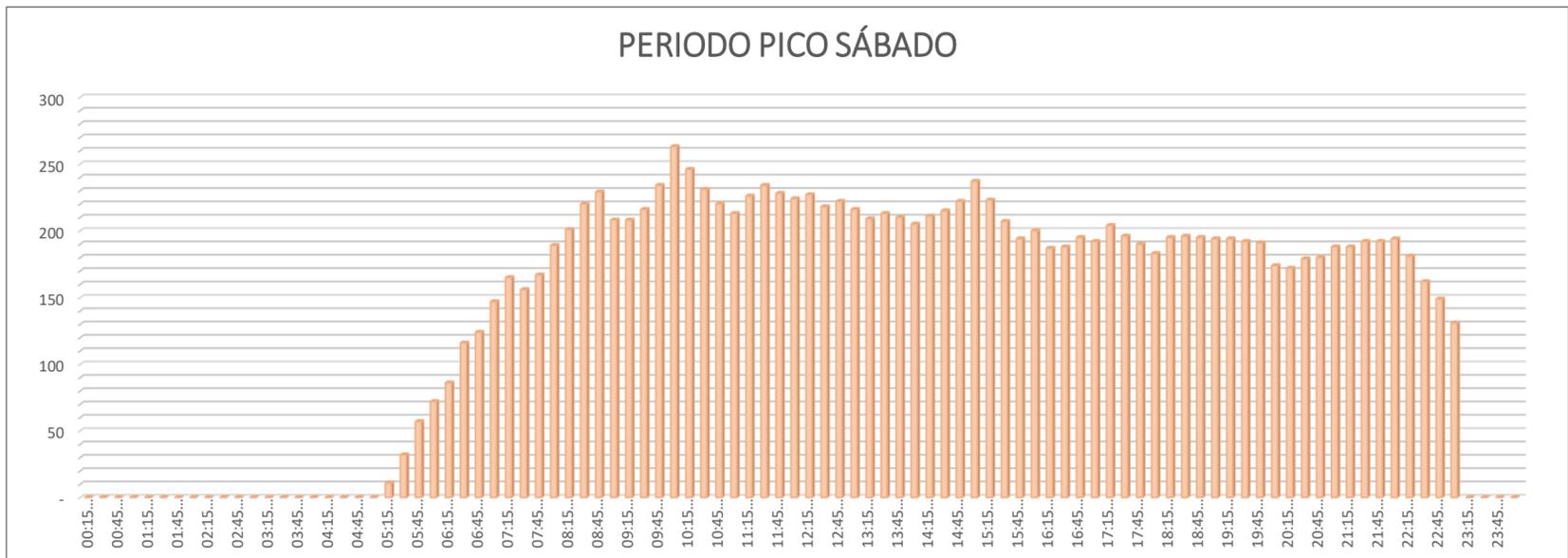
19:00	19:00	19:15	-	1	-	-	7	8	8	5	8	1	6	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	261	82	109	6	197
	19:15	19:30	2	2	-	-	8	7	7	3	7	2	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	242					
	19:30	19:45	1	1	-	-	7	5	7	3	6	4	7	5	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	224					
	19:45	20:00	-	-	-	-	9	6	5	6	8	2	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	197					
20:00	20:00	20:15	2	2	-	-	5	7	6	5	8	2	6	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	196	76	104	4	184	
	20:15	20:30	2	1	-	-	5	8	3	2	7	2	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	188						
	20:30	20:45	1	2	-	-	3	4	5	1	5	4	6	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	179						
	20:45	21:00	-	-	-	-	8	5	7	6	9	2	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	184						
21:00	21:00	21:15	5	1	-	-	7	3	6	5	9	4	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	186	100	77	4	181	
	21:15	21:30	4	3	-	-	7	7	5	1	7	6	4	6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	196						
	21:30	21:45	5	1	-	-	4	4	7	1	4	4	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	198						
	21:45	22:00	2	-	-	-	7	1	4	4	3	6	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	181						
22:00	22:00	22:15	5	-	-	-	6	4	3	5	5	7	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	171	107	65	0	172	
	22:15	22:30	6	4	-	-	5	3	7	3	5	5	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	166						
	22:30	22:45	-	4	-	-	6	4	5	4	5	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	162						
	22:45	23:00	7	2	-	-	5	3	5	4	6	2	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	172						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			225	4	941	701	782	891	53	11	13	6	11	4	11	11	7	2	1	0	0											42.73%	53.73%	3.54%	3,674					



VHMD como Q15 : 76 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	303
Q 15 Máx :	81
FHMD:	0.94

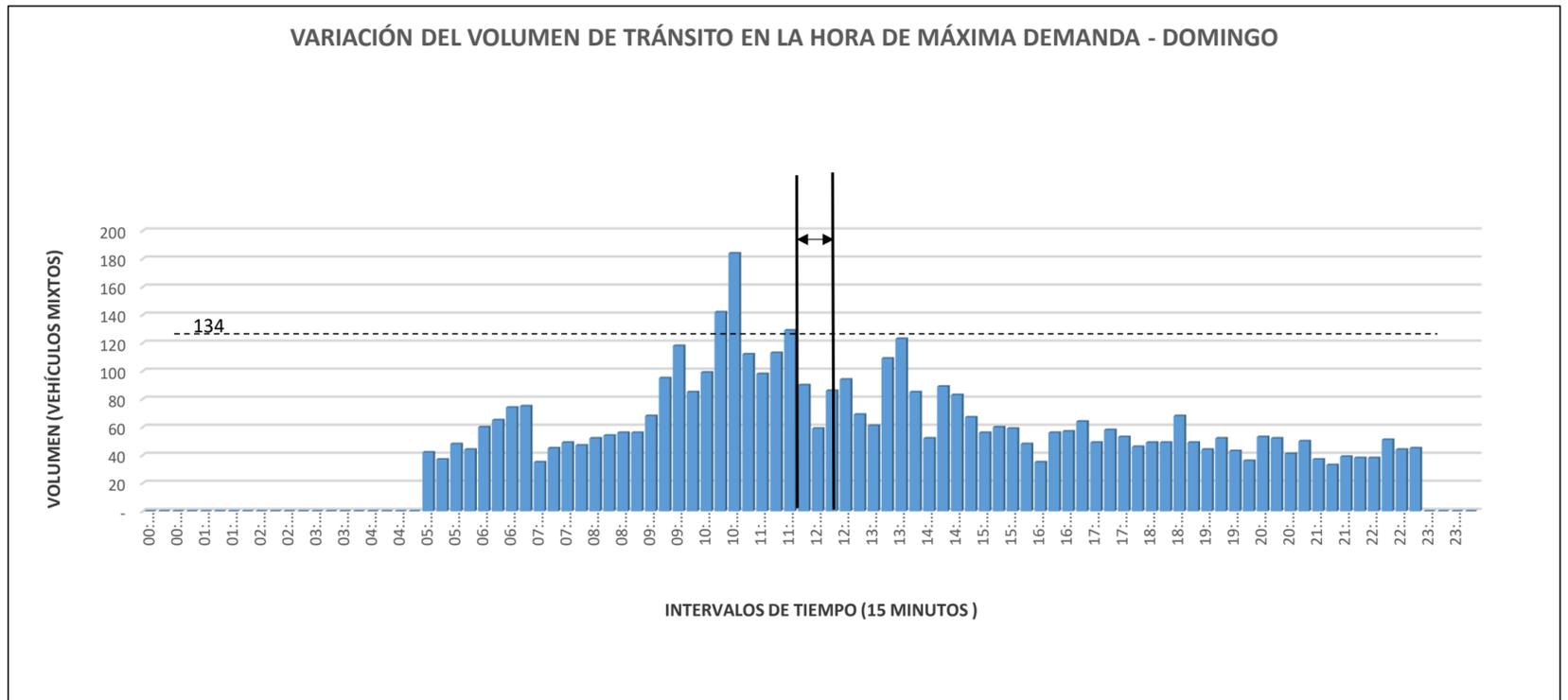
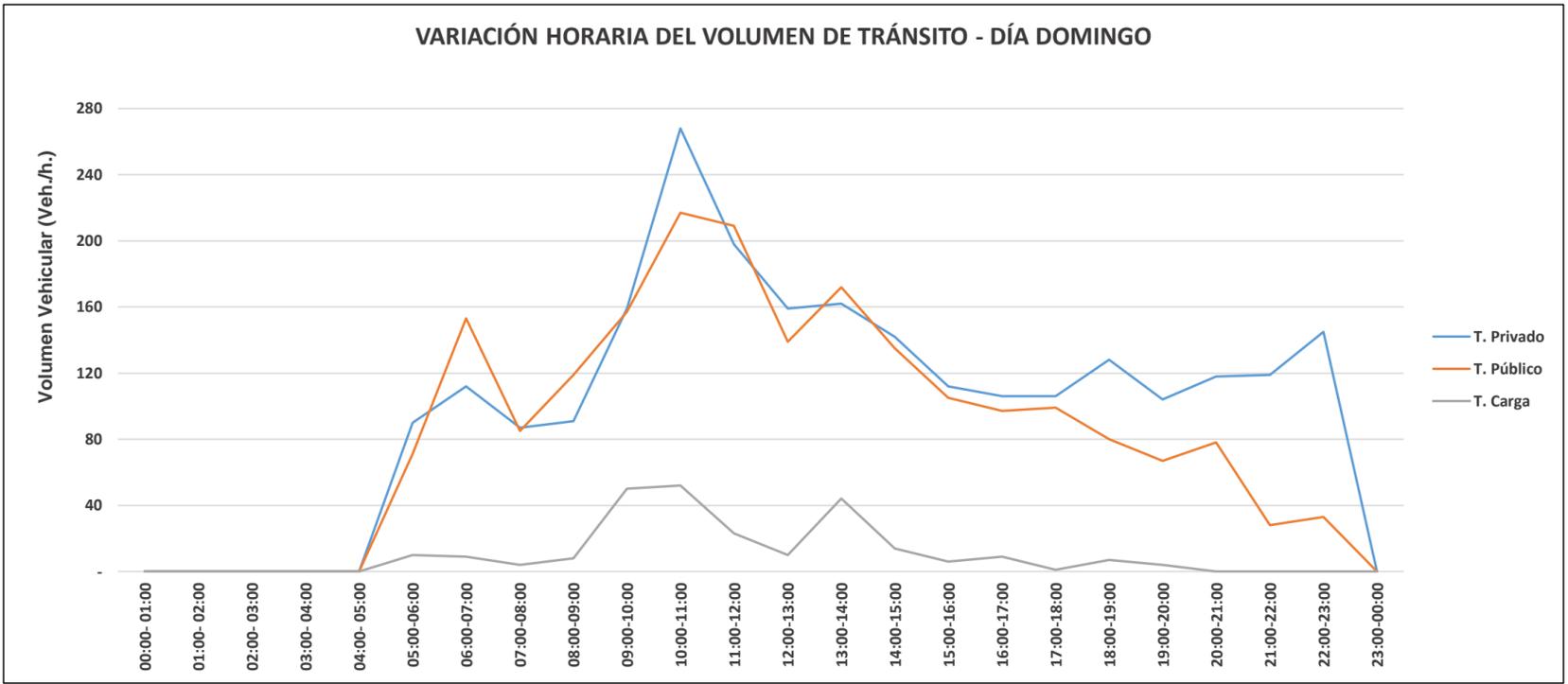
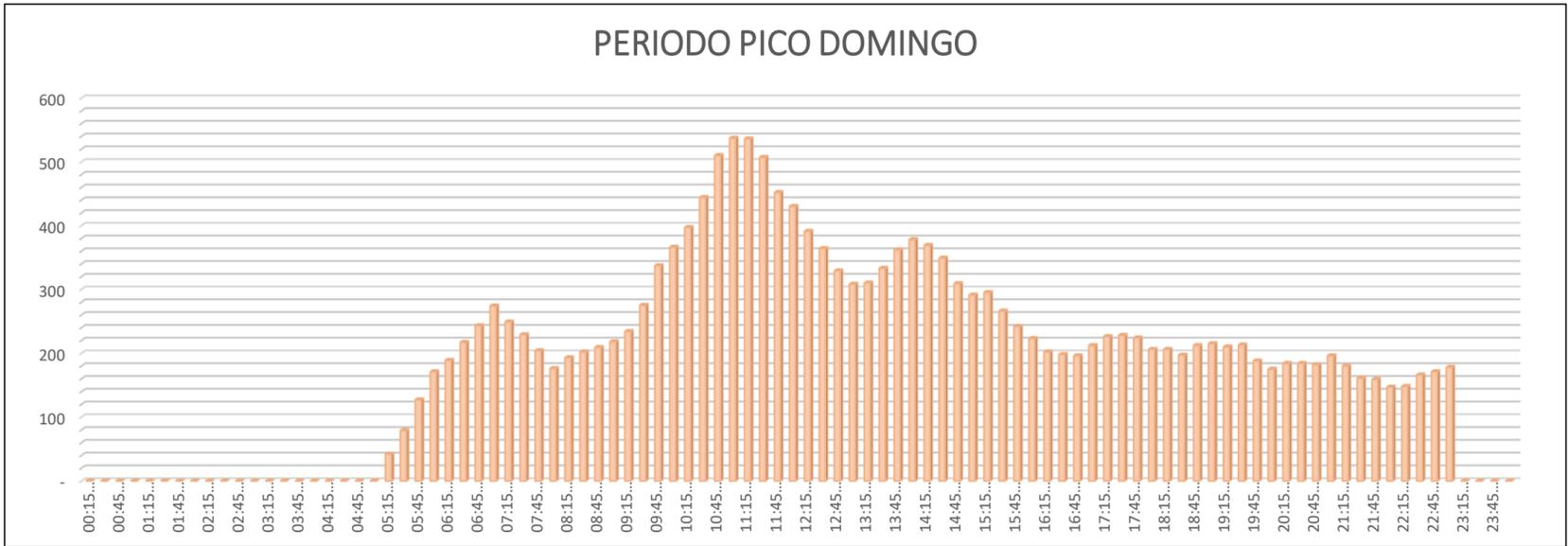
19:00	19:00	19:15	3	3	-	-	6	6	6	5	8	1	7	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	194	101	68	5	174
	19:15	19:30	1	-	-	-	4	7	4	1	7	2	6	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	192						
	19:30	19:45	1	1	-	-	9	6	7	2	6	4	6	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	191						
	19:45	20:00	2	1	-	-	4	3	6	6	9	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	174						
20:00	20:00	20:15	3	1	-	-	4	7	7	5	7	2	4	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	172	127	57	4	188		
	20:15	20:30	-	-	-	-	5	8	3	6	7	4	6	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	179						
	20:30	20:45	3	1	-	-	4	4	5	6	5	7	5	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	180						
	20:45	21:00	2	-	-	-	7	5	7	5	5	2	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	188						
21:00	21:00	21:15	2	1	-	-	7	3	5	5	8	4	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	188	132	62	0	194		
	21:15	21:30	3	-	-	-	9	7	5	1	7	4	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	192						
	21:30	21:45	1	1	-	-	7	6	5	7	5	6	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	192						
	21:45	22:00	1	-	-	-	5	5	7	5	5	5	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	194						
22:00	22:00	22:15	-	2	-	-	7	4	3	5	5	7	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	181	126	5	0	131		
	22:15	22:30	2	1	-	-	4	3	5	3	5	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	162						
	22:30	22:45	1	-	-	-	7	7	4	5	5	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	149						
	22:45	23:00	-	-	-	-	4	3	7	3	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	131						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			145	1		848	765	775	781	50	10	14	7	4	12	4	5	4	2	3	0	0																		49.91%	46.73%	3.35%	3,430



VHMD como Q15 :	66	Vehículos Mixtos/ 15 min.
------------------------	-----------	--------------------------------------

VHMD:	263
Q 15 Máx :	71
FHMD:	0.93

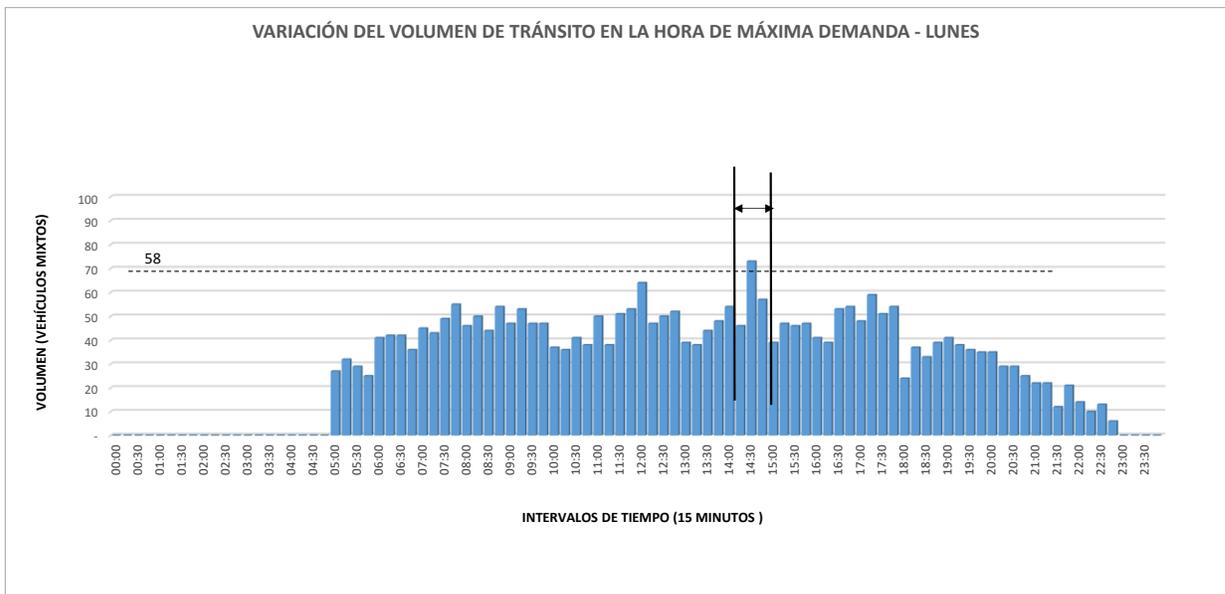
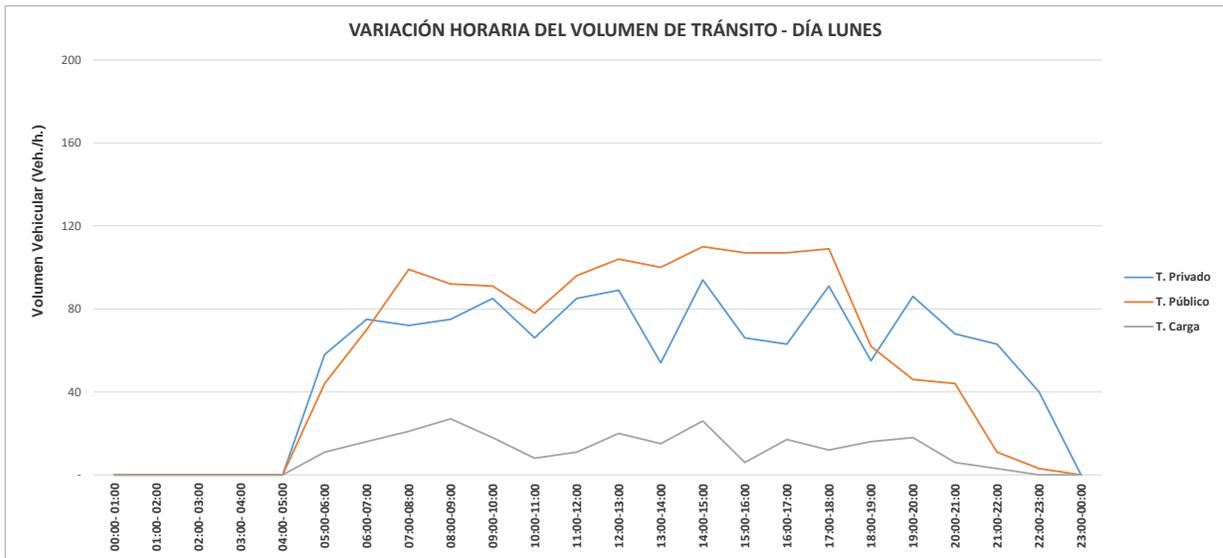
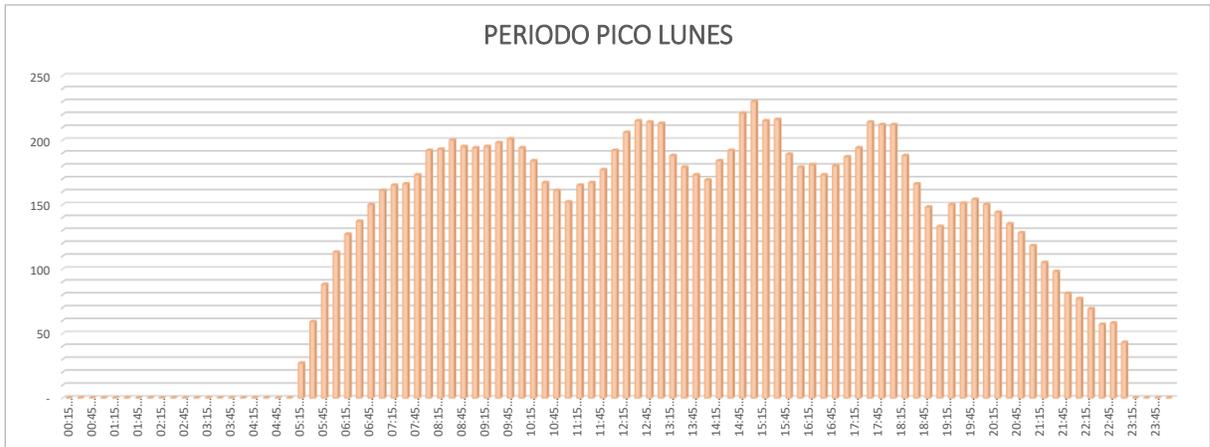
19:00	19:00	19:15	1	3	-	-	6	6	6	5	8	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	210	104	67	4	175			
	19:15	19:30	-	2	-	-	5	7	7	9	7	7	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	213								
	19:30	19:45	1	1	-	-	4	6	7	8	4	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	188							
	19:45	20:00	-	-	-	-	5	3	5	3	5	7	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	175							
20:00	20:00	20:15	1	1	-	-	5	7	7	5	8	8	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	184	118	78	0	196			
	20:15	20:30	2	1	-	-	9	8	3	2	7	9	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	184							
	20:30	20:45	3	1	-	-	6	4	5	1	5	9	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	182							
	20:45	21:00	1	2	-	-	7	6	7	6	5	6	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	196							
21:00	21:00	21:15	2	-	-	-	7	3	5	5	8	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	180	119	28	0	147			
	21:15	21:30	1	1	-	-	5	7	5	1	7	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	161							
	21:30	21:45	4	1	-	-	4	6	9	4	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	159							
	21:45	22:00	1	-	-	-	5	5	7	5	9	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	147							
22:00	22:00	22:15	-	1	-	-	7	4	3	5	9	7	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	148	145	33	0	178		
	22:15	22:30	-	1	-	-	9	8	8	9	9	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	166							
	22:30	22:45	1	-	-	-	9	7	7	5	7	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	171							
	22:45	23:00	1	-	-	-	8	6	7	9	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	178							
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			236	6		1255	1036	1054	881	92	21	21	9	17	14	18	17	8	4	6	3	3																	51.18%	43.48%	5.34%	4,701				



VHMD como Q15 : 134 Vehículos Mixtos/ 15 min.

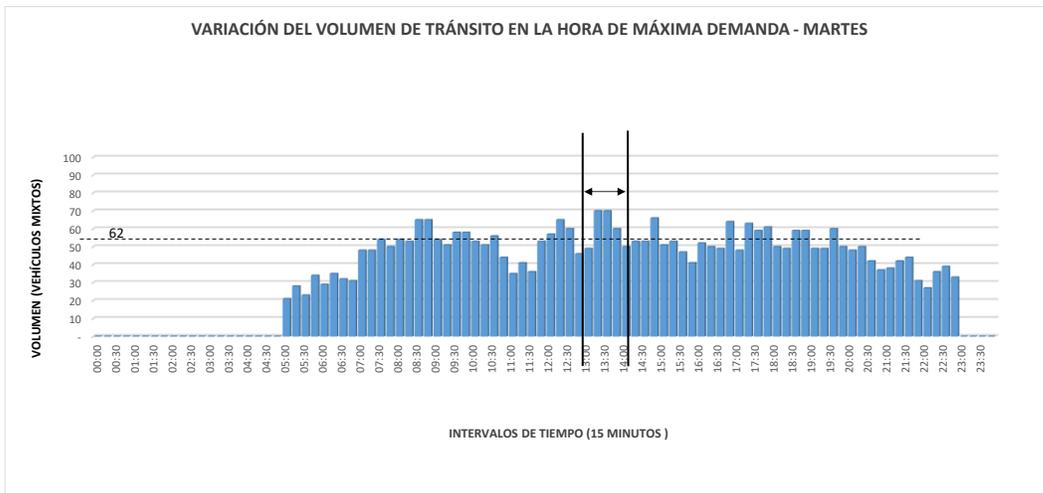
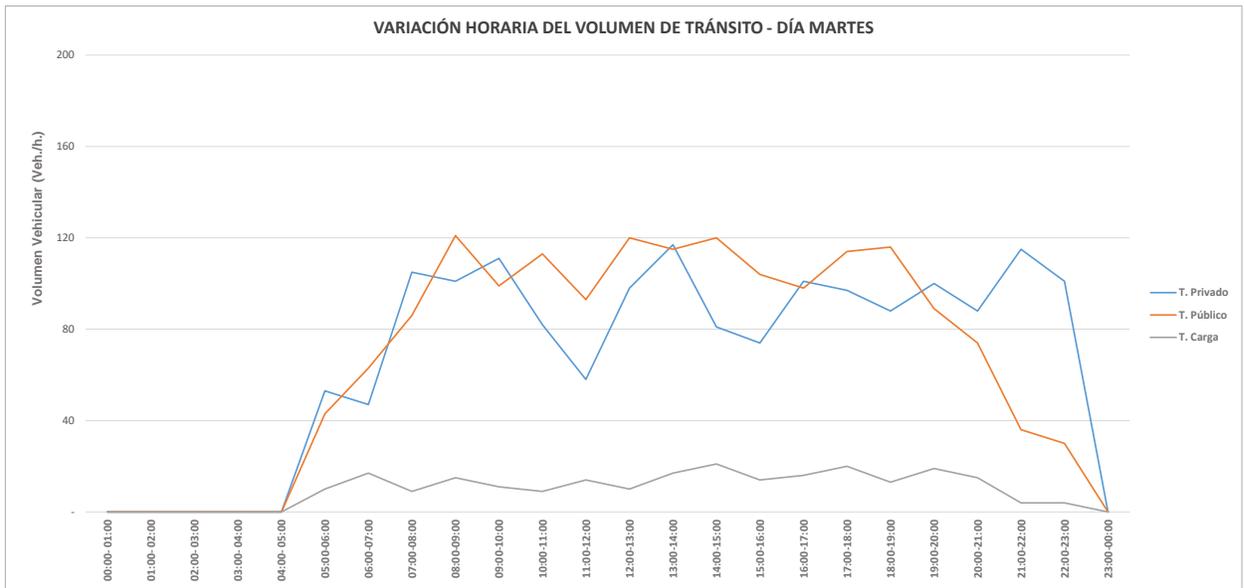
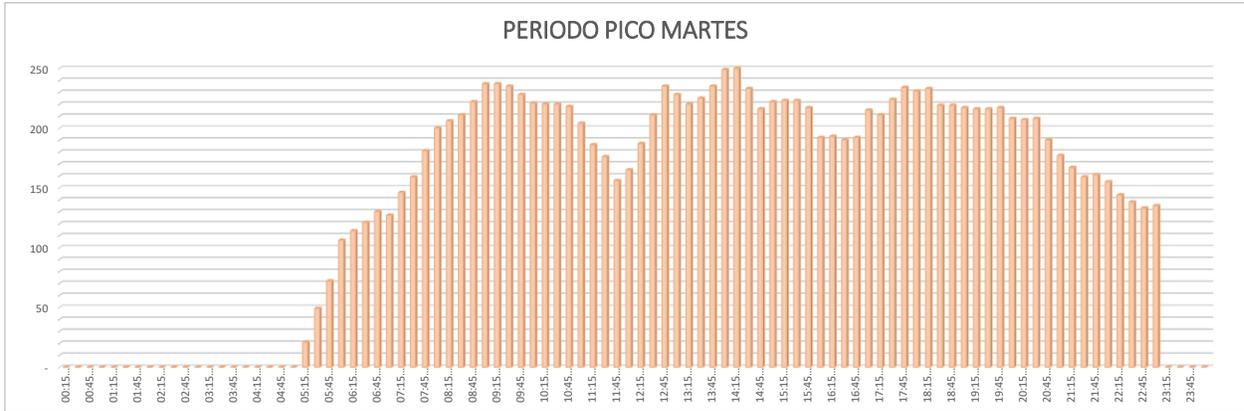
VHMD:	537
Q 15 Máx :	184
FHMD:	0.73

17:00	17:15	17:30	2	3	-	-	-	8	6	8	4	6	7	6	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	214	91	109	12	212
	17:30	17:45	4	1	-	-	7	4	8	3	5	5	6	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	212					
	17:45	18:00	3	-	-	-	9	5	10	4	7	1	7	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	212					
18:00	18:00	18:15	3	-	-	-	1	2	1	2	5	3	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	188	55	62	16	133	
	18:15	18:30	2	1	-	-	6	6	4	2	4	2	7	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	166					
	18:30	18:45	2	1	-	-	9	3	2	1	7	2	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	148					
19:00	18:45	19:00	-	-	-	-	8	6	3	4	8	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	133	86	46	18	150	
	19:00	19:15	2	2	-	-	7	6	2	2	6	1	7	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	150					
	19:15	19:30	1	1	-	-	8	7	4	1	6	2	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	151					
20:00	19:30	19:45	1	2	-	-	6	7	5	-	4	3	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	154	68	44	6	118	
	19:45	20:00	-	1	-	-	6	8	1	2	3	1	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	150					
	20:00	20:15	-	-	-	-	7	6	2	2	5	1	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	144					
21:00	20:15	20:30	2	1	-	-	3	2	3	1	4	1	7	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	135	63	11	3	77	
	20:30	20:45	1	1	-	-	6	3	1	-	3	1	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	128					
	20:45	21:00	-	-	-	-	1	3	5	2	1	1	6	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	118					
22:00	21:00	21:15	-	-	-	-	5	3	2	2	6	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	105	40	3	-	43	
	21:15	21:30	1	-	-	-	2	7	1	1	5	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	98					
	21:30	21:45	-	-	-	-	1	2	1	-	1	4	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	81						
23:00	21:45	22:00	-	-	-	-	5	2	2	1	6	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	77	-	-	-	-	
	22:00	22:15	-	-	-	-	1	2	3	3	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	69					
	22:15	22:30	-	-	-	-	1	2	1	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	57					
23:00	22:30	22:45	-	-	-	-	2	1	1	1	3	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	58	-	-	-	-	
	22:45	23:00	-	-	-	-	1	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	43					
	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					-
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			193	3		789	466	560	677	94	17	12	22	20	13	1	15	6	7	7	4	3						44.17%	47.20%	8.63%	2,909				



VHMD como Q15 : 58 Vehículos Mixtos/ 15 min.

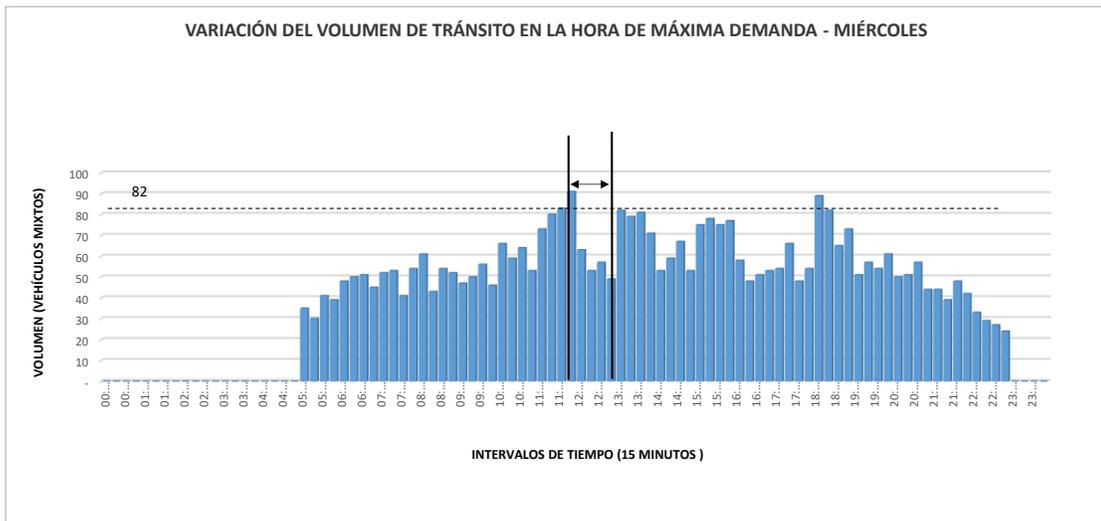
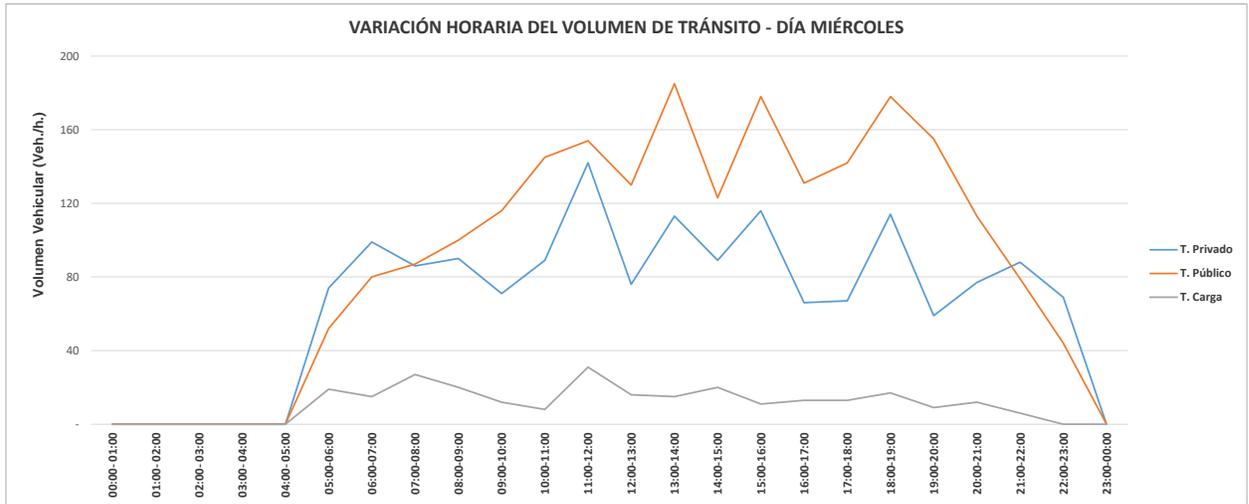
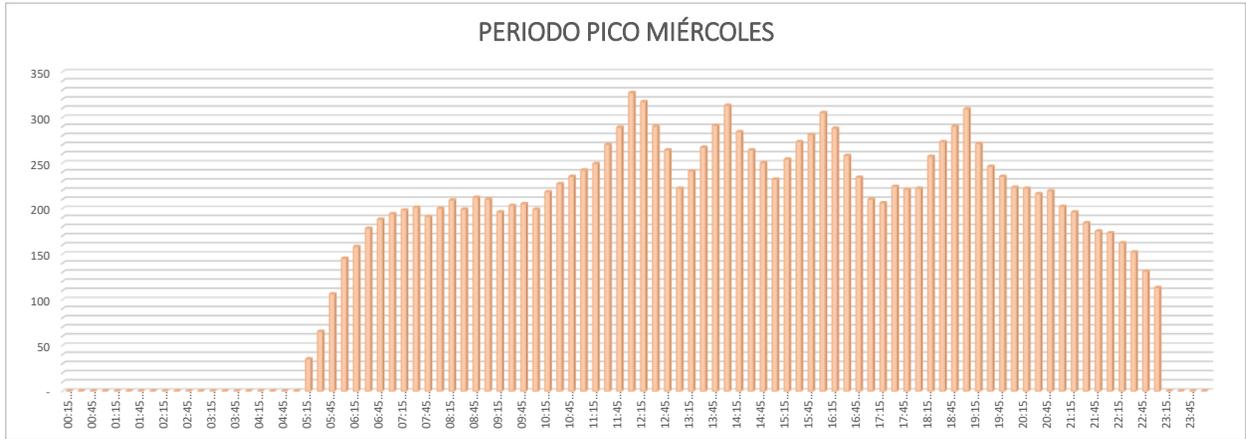
VHMD:	230
Q 15 Máx :	73
FHMD:	0.79



VHMD:	249
Q 15 Máx :	70
FHMD:	0.89

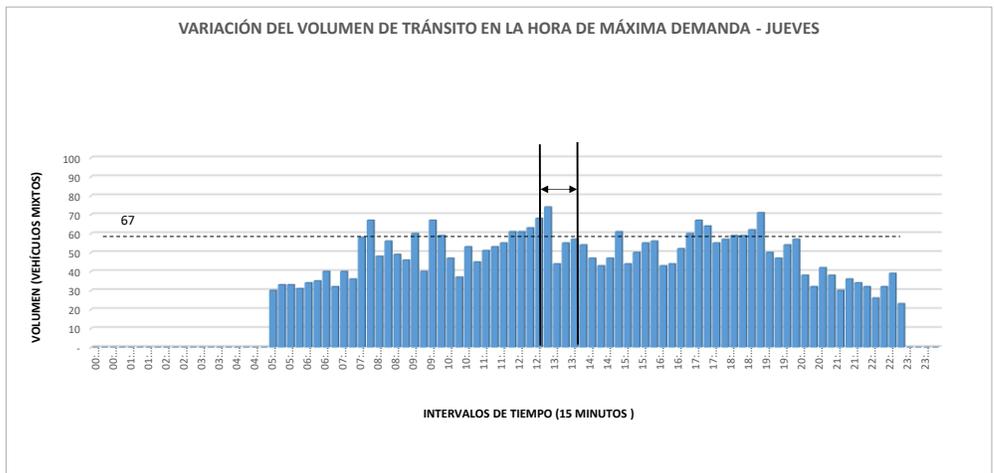
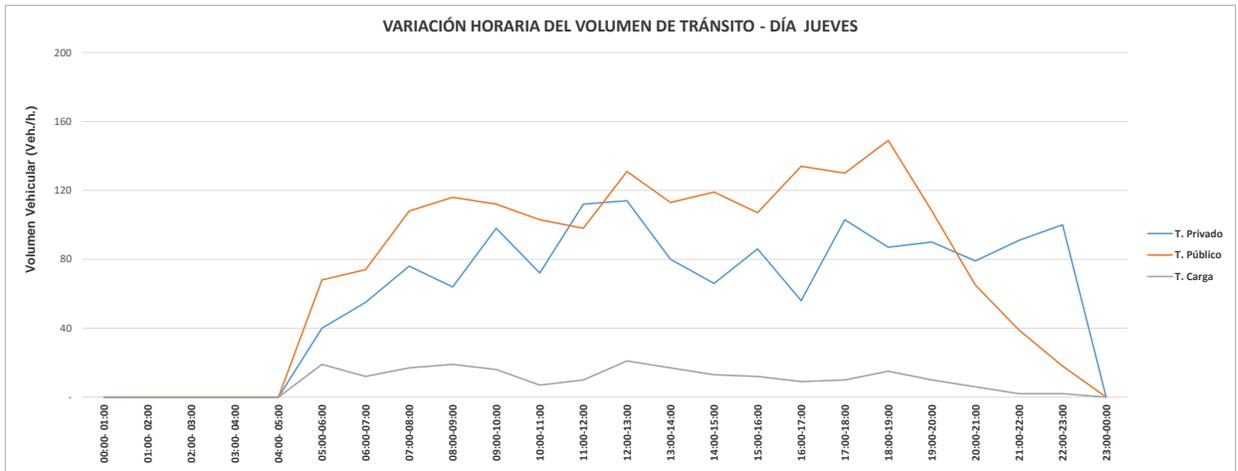
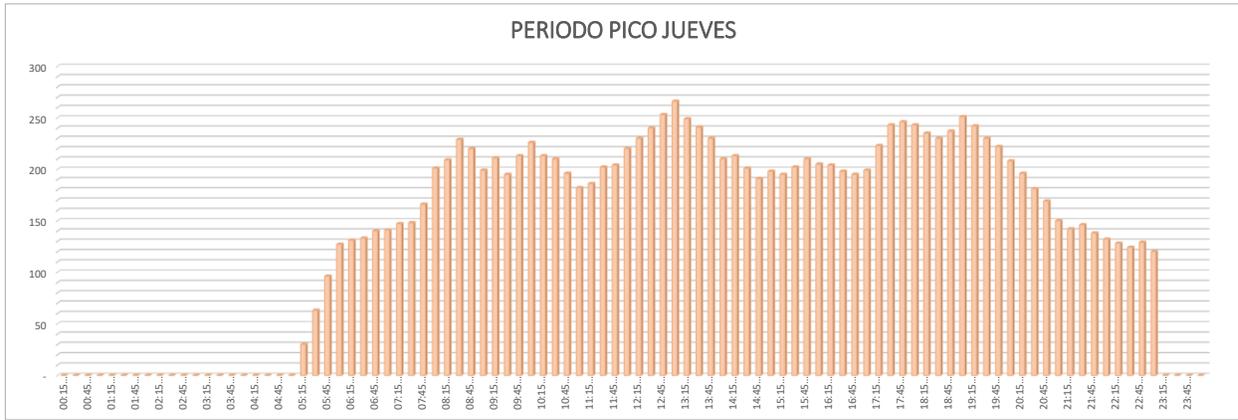
VHMD como Q15 : 62 Vehiculos Mixtos/ 15 min.

18:00	18:00	18:15	3	2	1	-	13	16	9	5	8	1	19	8	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	257	114	178	17	309		
	18:15	18:30	4	1	-	-	11	12	7	8	9	5	12	7	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	273						
	18:30	18:45	3	-	-	-	8	10	6	6	11	4	9	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65					290	
	18:45	19:00	2	1	-	-	12	11	9	4	9	2	11	7	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73					309	
19:00	19:00	19:15	5	-	-	-	7	6	5	5	7	1	9	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	271	59	155	9	223	
	19:15	19:30	4	-	-	-	8	7	6	1	6	2	12	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	246					
	19:30	19:45	5	-	-	1	7	6	7	-	7	6	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	235					
	19:45	20:00	4	3	-	1	8	5	6	8	8	-	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	223					
20:00	20:00	20:15	3	2	-	-	5	9	11	5	7	1	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	222	77	113	12	202
	20:15	20:30	2	-	-	-	12	10	8	1	9	2	5	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	216					
	20:30	20:45	2	3	-	-	14	8	9	1	9	4	1	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	219					
	20:45	21:00	3	1	-	-	11	9	5	4	6	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	202					
21:00	21:00	21:15	6	2	-	-	12	2	5	5	7	1	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	196	88	79	6	173	
	21:15	21:30	4	-	-	-	10	7	4	1	6	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	184					
	21:30	21:45	8	-	1	-	9	8	6	1	8	4	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	175					
	21:45	22:00	4	1	-	1	8	9	4	4	6	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	173					
22:00	22:00	22:15	3	-	-	-	9	2	3	5	7	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	162	69	44	-	113	
	22:15	22:30	1	1	-	-	6	5	6	1	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	152						
	22:30	22:45	-	-	-	-	8	6	4	1	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	131						
	22:45	23:00	2	1	-	-	7	3	2	4	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	113						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			277	19	1165	710	712	894	158	35	19	13	10	9	3	8	3	2	1	1	2																		39.22%	54.24%	6.53%	4.041	



VHMD:	327
Q 15 Máx :	91
FHMD:	0.90

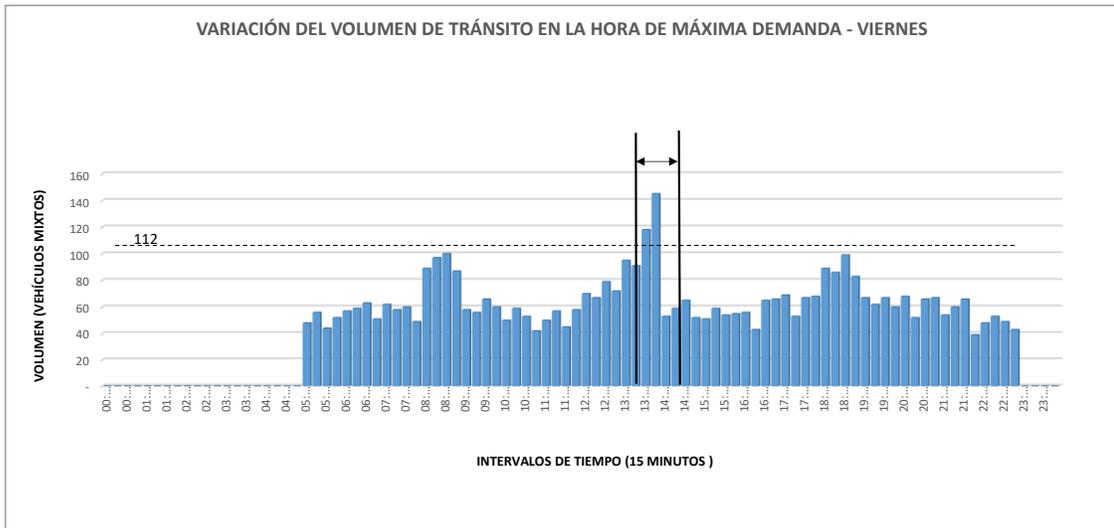
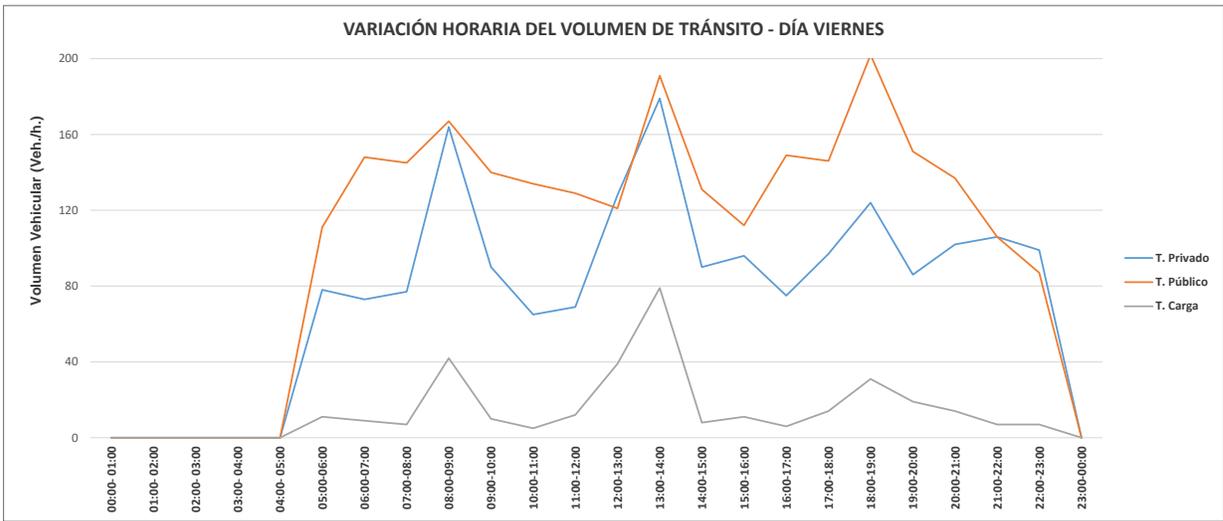
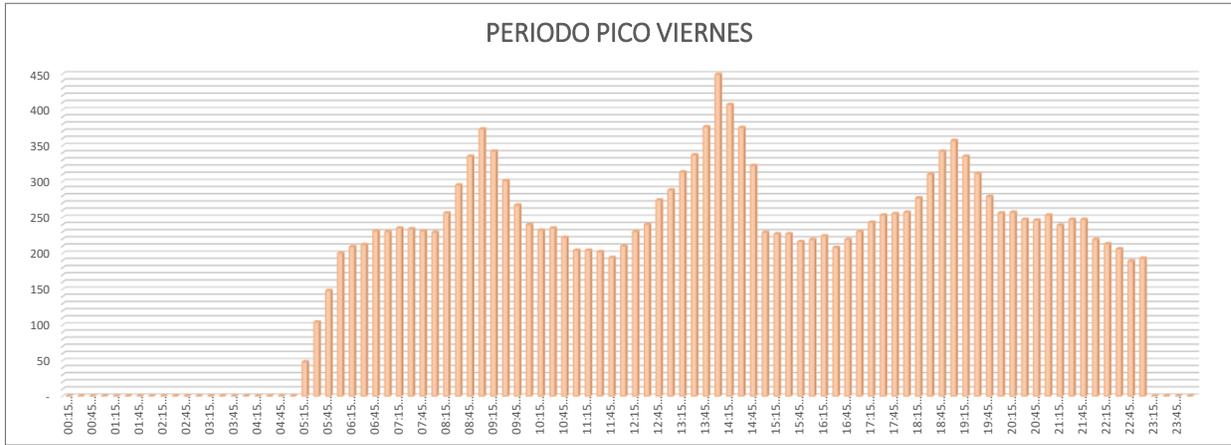
VHMD como Q15 : 82 Vehículos Mixtos/
15 min.



VHMD como Q15 : 67 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	266
Q 15 Máx :	74
FHMD:	0.90

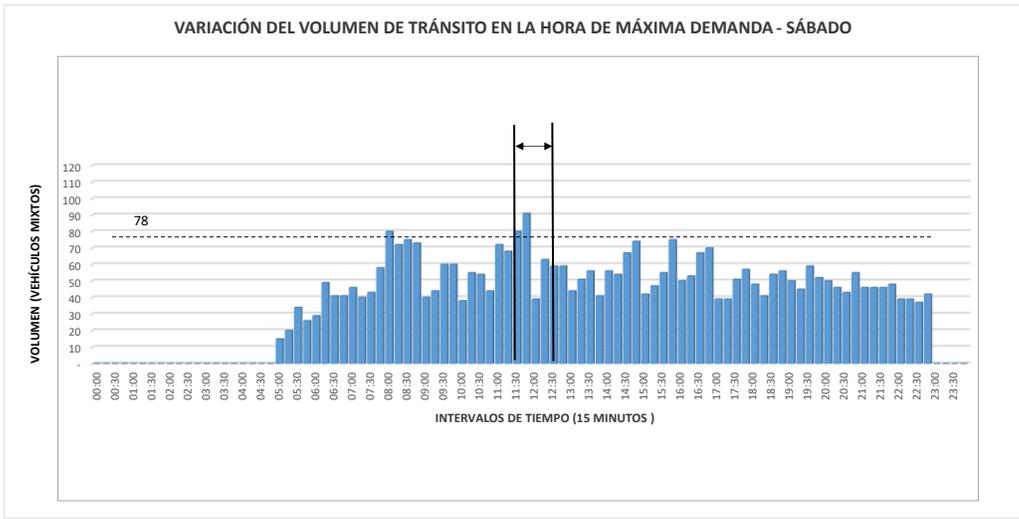
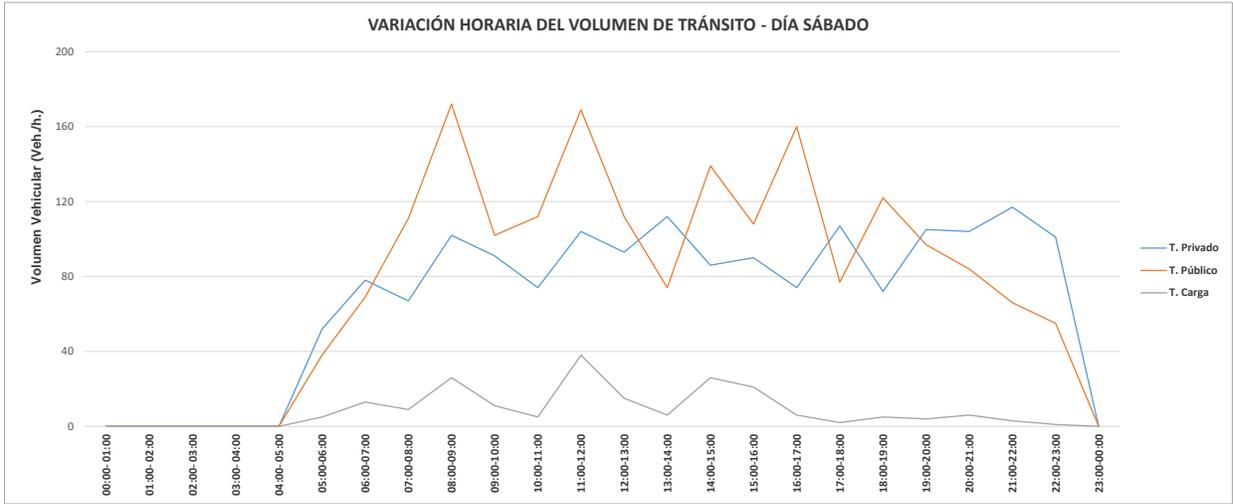
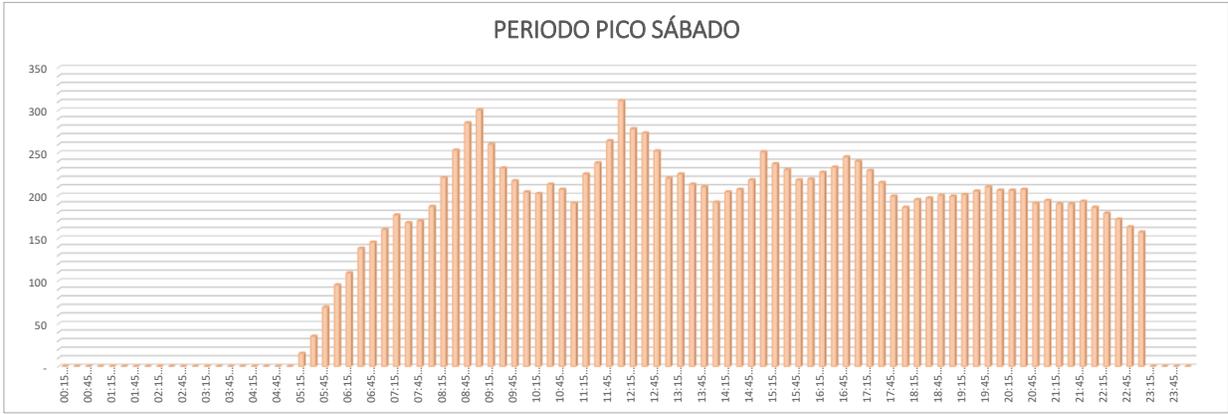
	18:30	18:45	1	2	-	-	15	11	8	8	12	5	13	12	2	2	1	-	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	342
	18:45	19:00	3	-	-	1	16	5	9	5	10	7	12	9	-	1	1	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	357	
19:00	19:00	19:15	1	2	-	-	12	8	8	5	8	4	11	4	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	335		
	19:15	19:30	2	2	-	-	8	7	7	6	11	4	9	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	311			
	19:30	19:45	1	1	-	-	12	8	7	7	7	6	8	5	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	279			
	19:45	20:00	4	-	-	-	10	6	5	6	8	2	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	256			
20:00	20:00	20:15	4	2	-	-	8	7	6	5	8	7	12	5	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	257			
	20:15	20:30	3	1	-	-	10	8	3	2	7	2	8	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	247			
	20:30	20:45	4	3	-	-	14	12	5	1	6	4	6	7	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	246			
	20:45	21:00	-	-	-	-	12	8	7	6	9	8	9	6	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	253			
21:00	21:00	21:15	5	1	-	-	8	3	6	5	9	4	6	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	239			
	21:15	21:30	4	3	-	-	15	7	5	1	8	6	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	247			
	21:30	21:45	5	2	-	-	11	8	7	1	7	8	7	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	247			
	21:45	22:00	2	-	-	-	9	1	5	4	3	6	5	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	219			
22:00	22:00	22:15	2	2	-	-	12	4	3	5	7	7	1	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	213			
	22:15	22:30	6	1	-	-	15	8	7	3	5	5	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	206			
	22:30	22:45	1	4	-	-	11	7	5	6	5	6	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	189			
	22:45	23:00	2	2	-	-	9	6	5	4	6	6	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	193			
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
			337	5	1223	852	889	1009	146	34	33	24	14	19	9	17	4	9	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.78%	54.08%	7.14%	4,636



VHMD como Q15 : 112 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	449
Q 15 Máx :	145
FHMD:	0.77

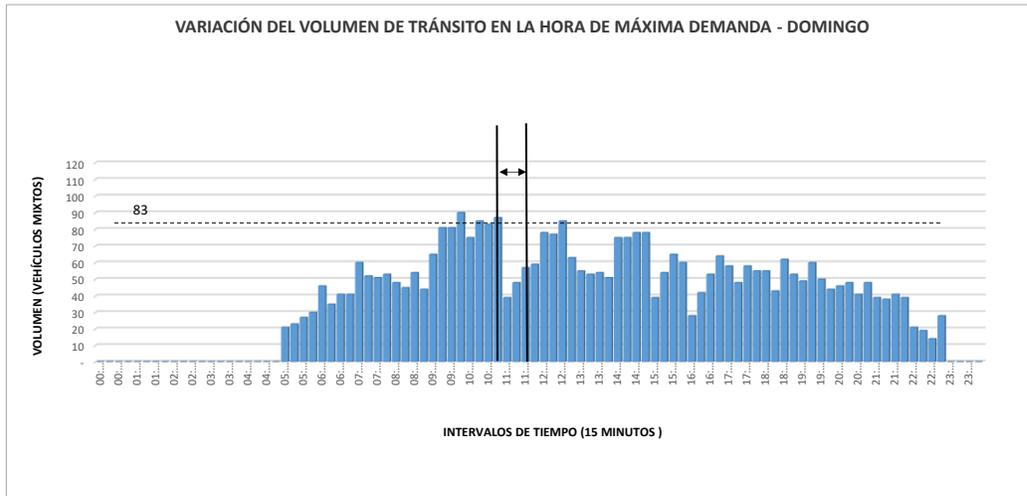
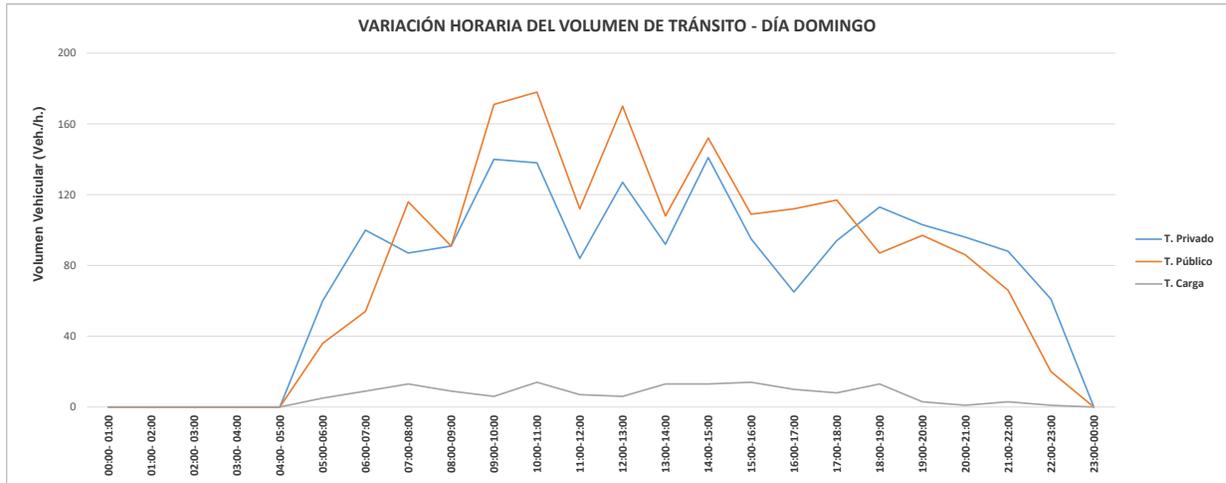
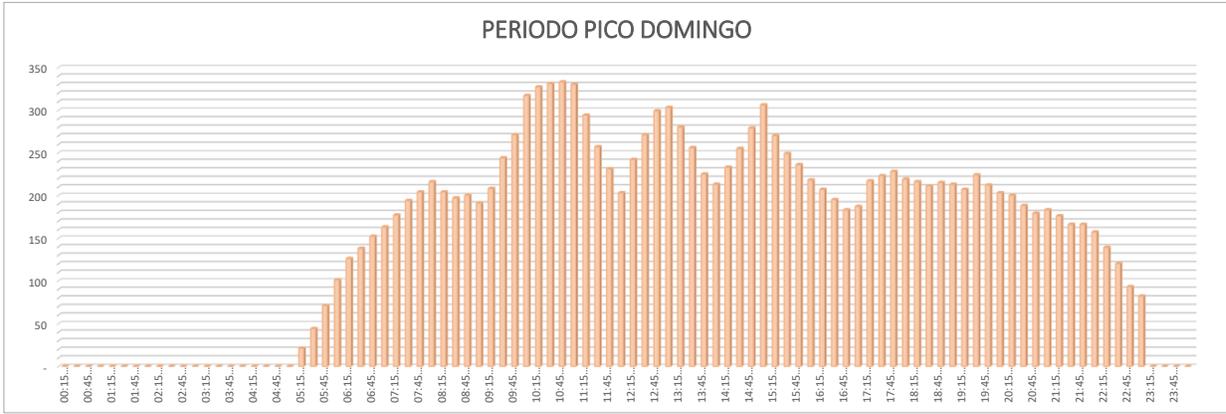
	18:30	18:45	1	1	-	-	8	6	8	5	8	2	7	5	1	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	200				
	18:45	19:00	-	-	-	-	7	5	7	8	9	8	8	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	199				
19:00	19:00	19:15	3	3	-	-	6	6	6	5	8	1	7	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	201					
	19:15	19:30	1	-	-	-	8	7	6	1	7	6	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	205	105	97	4	206		
	19:30	19:45	3	1	-	-	9	6	8	6	6	4	6	8	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	59	210						
	19:45	20:00	3	1	-	-	8	3	6	6	9	5	4	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	52	206						
20:00	20:00	20:15	2	1	-	-	8	7	7	5	7	2	4	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	50	206						
	20:15	20:30	3	1	-	-	9	8	3	2	7	2	6	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	207	104	84	6	194		
	20:30	20:45	1	1	-	-	8	4	5	1	5	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	191						
	20:45	21:00	2	-	-	-	7	6	7	6	9	2	6	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	55	194						
21:00	21:00	21:15	2	1	-	-	7	3	5	5	8	3	6	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	190						
	21:15	21:30	3	-	-	-	6	7	5	1	7	4	7	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	190						
	21:30	21:45	1	1	-	-	4	6	5	7	5	6	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	193	117	66	3	186		
	21:45	22:00	1	-	-	-	3	5	7	5	5	5	9	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	186						
22:00	22:00	22:15	4	2	-	-	3	4	3	5	5	7	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	179						
	22:15	22:30	2	1	-	-	4	5	5	3	4	5	7	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	172	101	55	1	157		
	22:30	22:45	1	1	-	-	7	3	4	5	5	5	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	163						
22:45	23:00	2	2	-	-	2	6	7	3	3	6	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	157							
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			195	6	875	787	820	813	110	28	14	18	4	9	2	9	1	4	2	1	-	-	-	-	-	-			44.05%	50.49%	5.46%	3,698		



VHMD como Q15 :	78	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	----	------------------------------

VHMD:	311
Q 15 Máx :	91
FHMD:	0.85

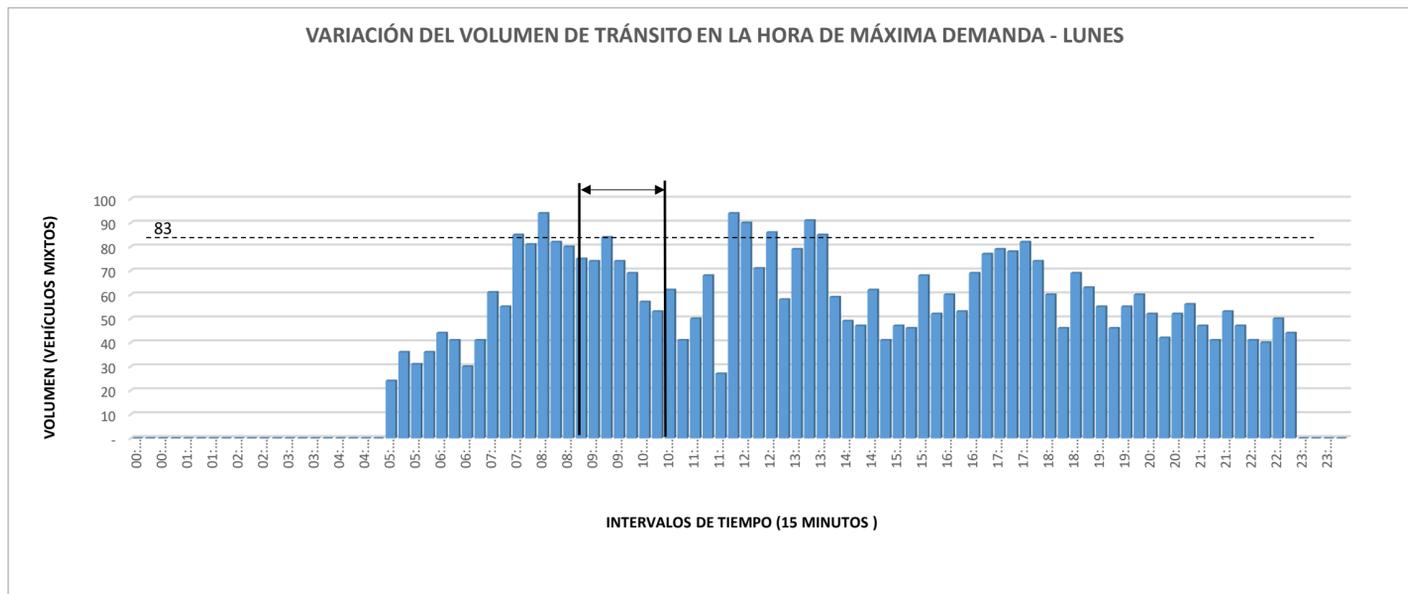
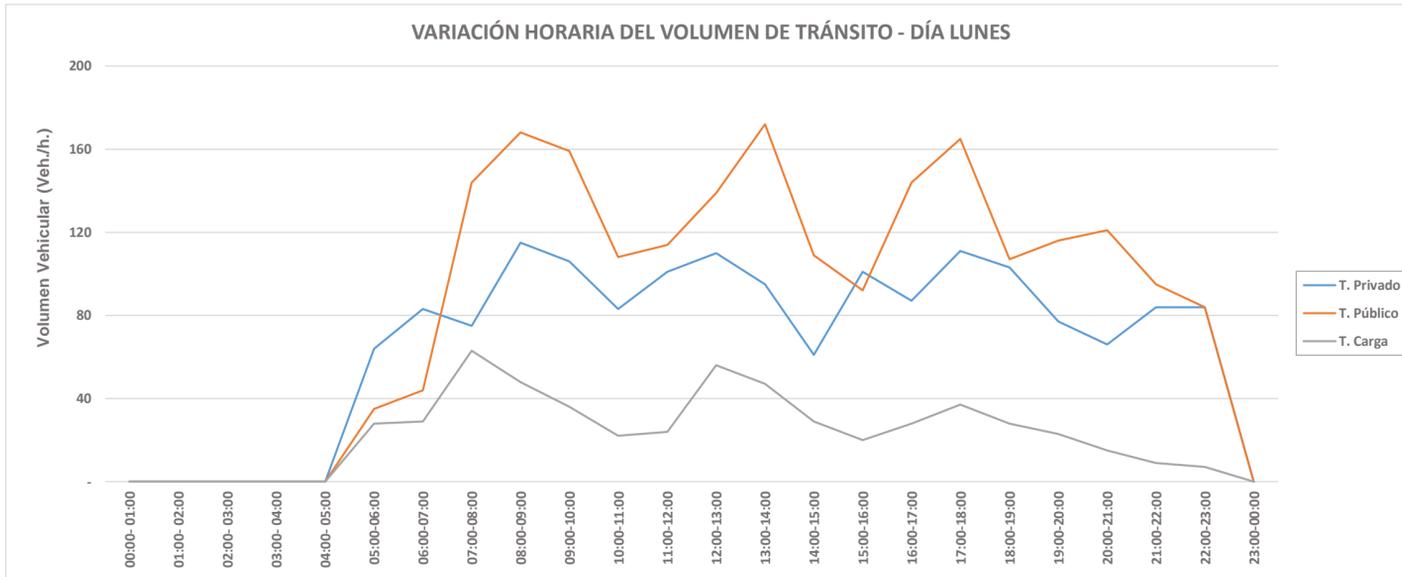
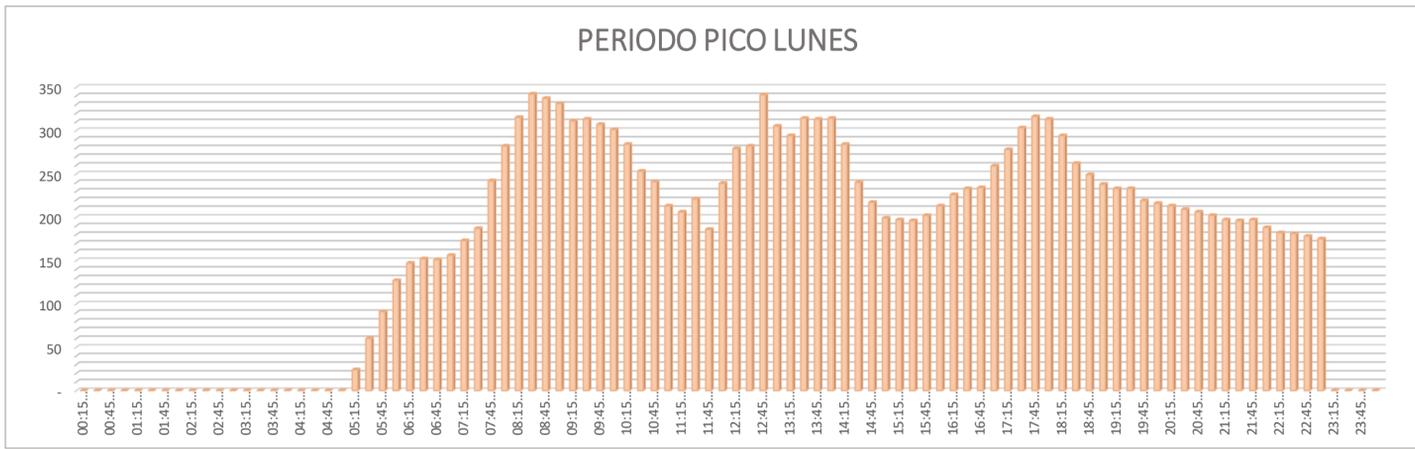
	18:30	18:45	5	4	-	-	8	6	8	5	9	2	7	2	1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	62	215				
	18:45	19:00	4	2	-	-	6	5	6	7	5	7	5	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	213					
19:00	19:00	19:15	1	3	-	-	6	6	6	5	8	1	7	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	207						
	19:15	19:30	5	2	-	-	12	7	7	1	12	2	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	224						
	19:30	19:45	1	1	-	-	9	6	7	2	9	4	3	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	212	103	97	3	203		
	19:45	20:00	-	2	-	-	16	3	5	3	5	2	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	203						
20:00	20:00	20:15	1	1	-	-	8	7	7	5	8	2	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	200						
	20:15	20:30	7	4	-	-	9	8	3	2	7	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	188	96	86	1	183		
	20:30	20:45	3	1	-	-	6	4	5	1	9	2	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	179						
	20:45	21:00	1	2	-	-	7	6	7	6	9	2	2	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	183						
21:00	21:00	21:15	2	-	-	-	7	3	5	5	8	4	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	176						
	21:15	21:30	1	1	-	-	9	7	5	1	7	4	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	166						
	21:30	21:45	4	1	-	-	4	6	9	4	4	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	166	88	66	3	157		
	21:45	22:00	1	-	-	-	5	5	7	5	9	5	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	157						
22:00	22:00	22:15	-	-	-	-	3	4	3	-	2	7	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	139						
	22:15	22:30	-	-	-	-	2	3	2	3	2	5	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	120	61	20	1	82		
	22:30	22:45	-	-	-	-	1	2	-	5	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	93						
	22:45	23:00	-	-	-	-	8	6	2	3	1	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	82						
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			291	12	1047	740	806	761	83	23	11	6	3	5	3	5	1	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
																												46.65%	49.46%	3.89%	3,805				



VHMD como Q15 : 83 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	330
Q 15 Máx :	87
FHMD:	0.95

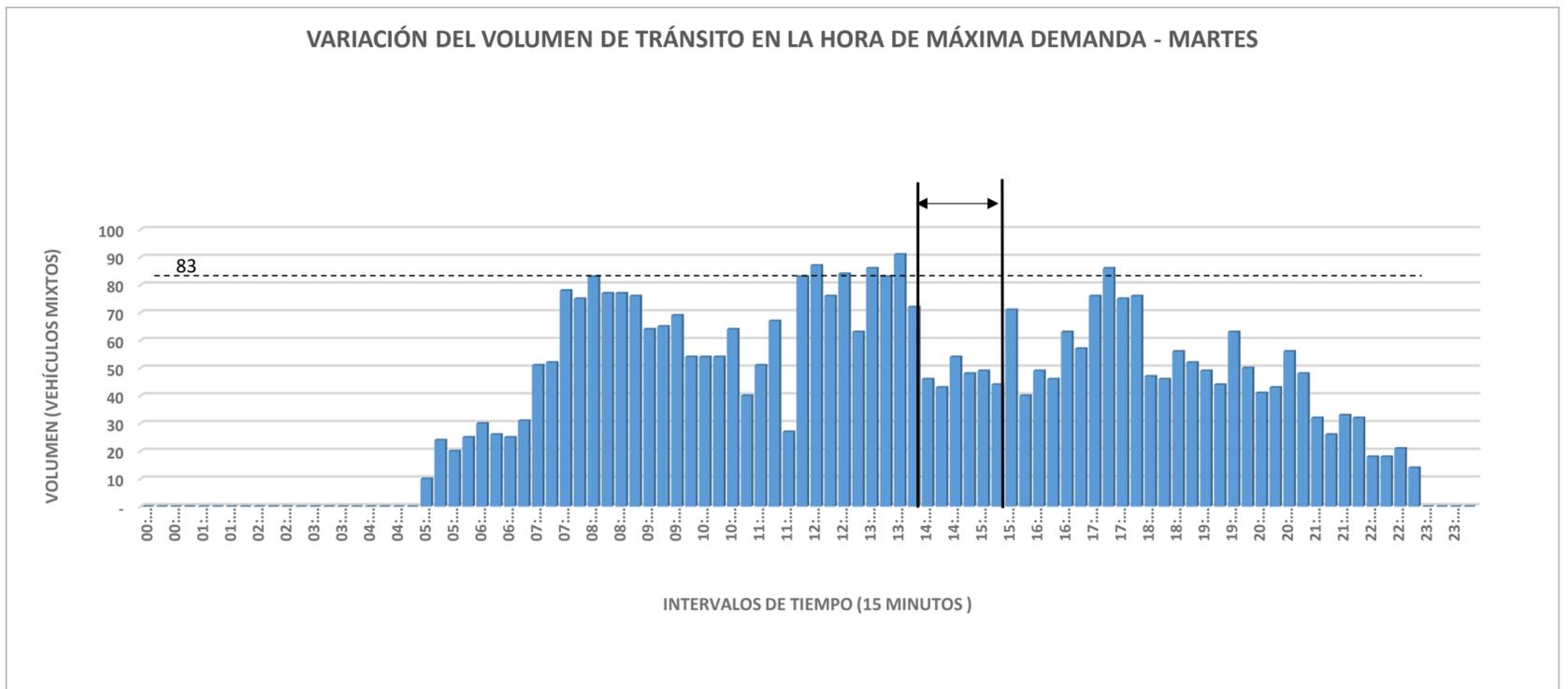
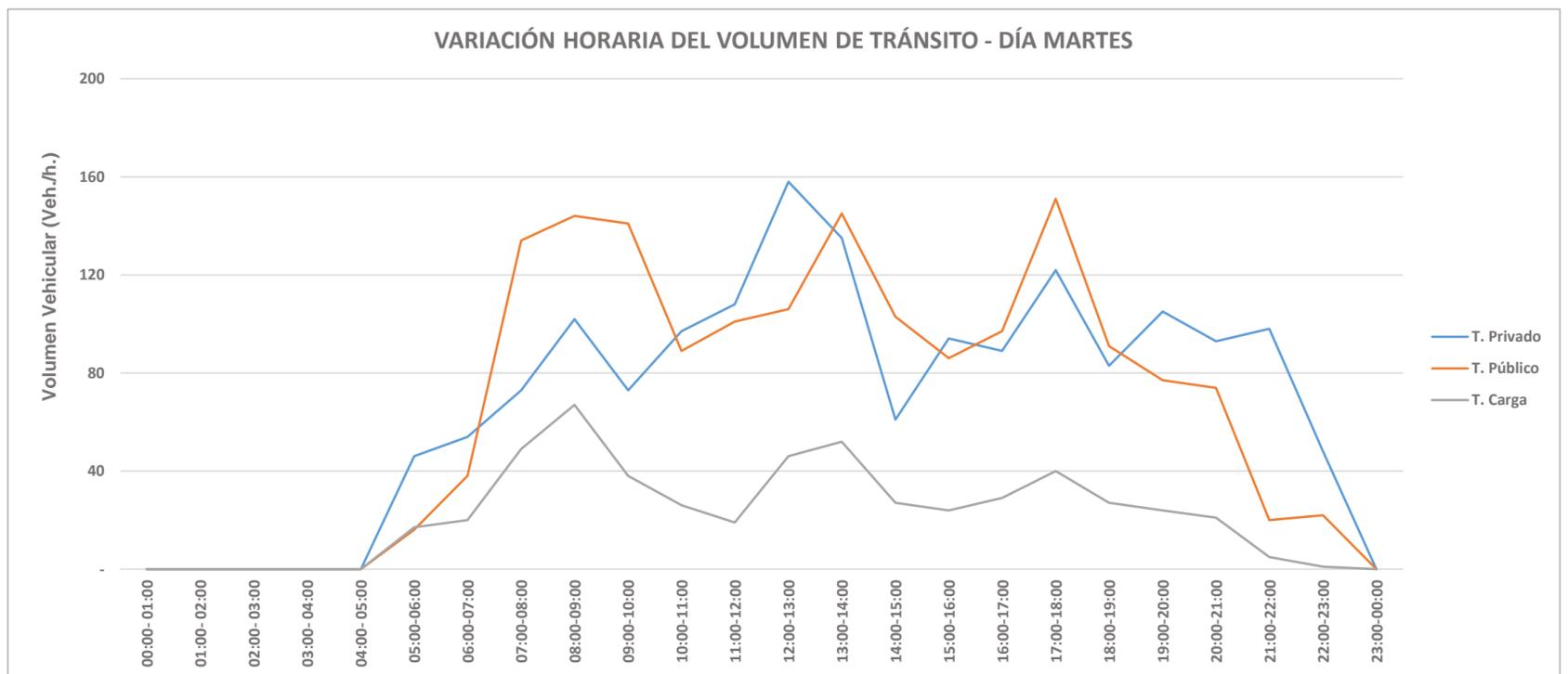
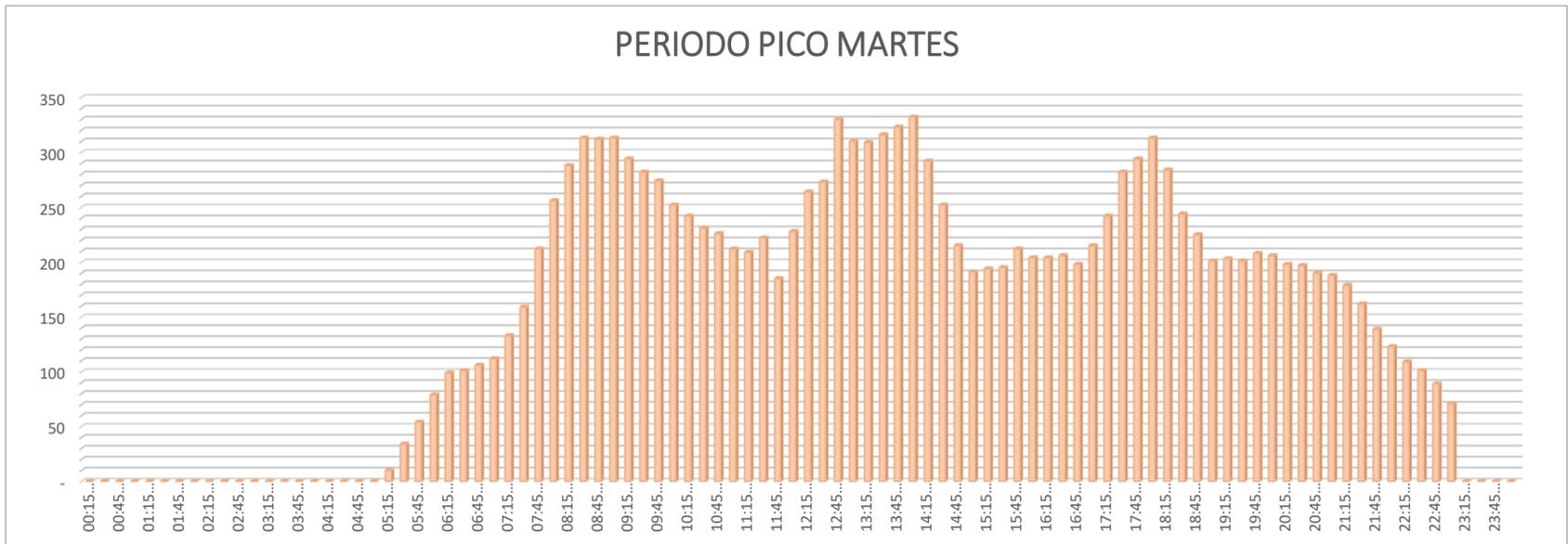
19:00	19:00	19:15	2	2	-	-	7	6	5	5	7	1	9	4	2	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	55	233	77	116	23	216		
	19:15	19:30	4	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	233								
	19:30	19:45	1	2	-	-	9	6	2	1	8	4	8	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	219								
	19:45	20:00	4	1	-	-	9	5	6	4	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	216									
20:00	20:00	20:15	2	2	-	-	6	6	5	5	7	1	9	4	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	213	66	121	15	202				
	20:15	20:30	1	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	209									
	20:30	20:45	2	2	-	-	9	6	2	1	8	4	8	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	206									
	20:45	21:00	2	1	-	-	9	5	6	4	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	202									
21:00	21:00	21:15	-	2	-	-	7	2	5	5	7	1	9	4	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	197	84	95	9	188				
	21:15	21:30	1	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	196								
	21:30	21:45	-	2	1	-	9	6	6	1	8	4	8	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	197								
	21:45	22:00	1	1	-	-	8	3	4	4	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	188									
22:00	22:00	22:15	2	-	-	-	5	2	3	5	7	1	9	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	182	84	84	7	175				
	22:15	22:30	1	1	-	-	6	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	181								
	22:30	22:45	-	-	-	-	9	6	6	1	8	4	8	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	178								
	22:45	23:00	-	1	-	-	8	3	4	4	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	175									
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
			441	31		1104	557	706	883	261	48	66	36	31	41	10	17	10	12	9	1	7																	37.60%	49.54%	12.85%	4,271



VHMD como Q15 :	83	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	----	---------------------------

VHMD:	331
Q 15 Máx :	94
FHMD:	0.88

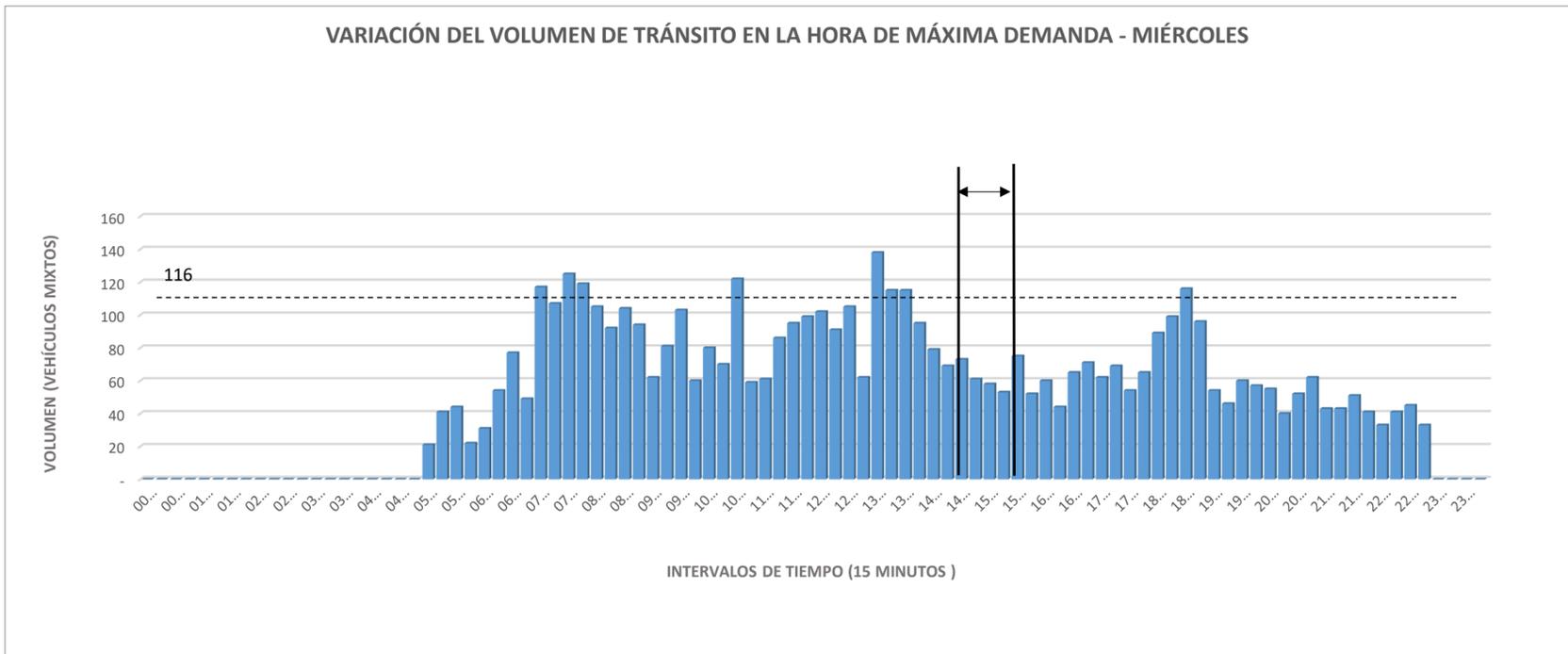
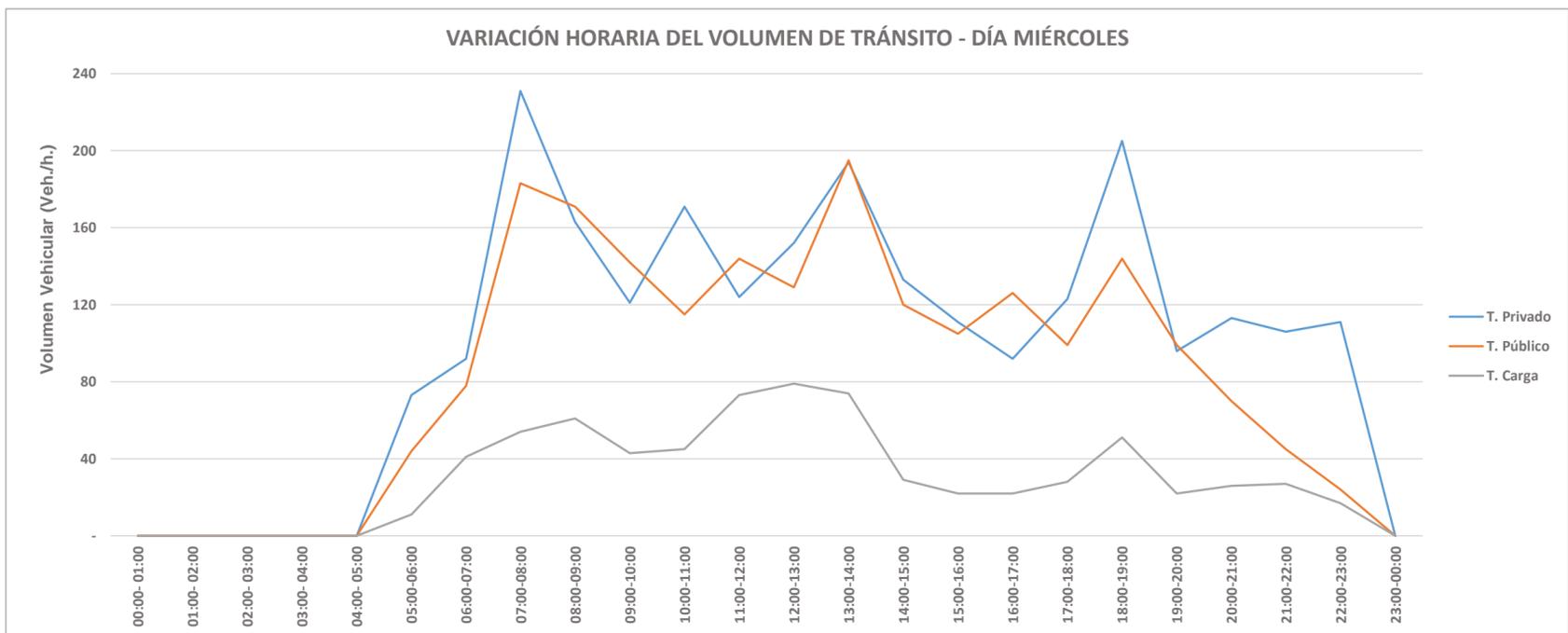
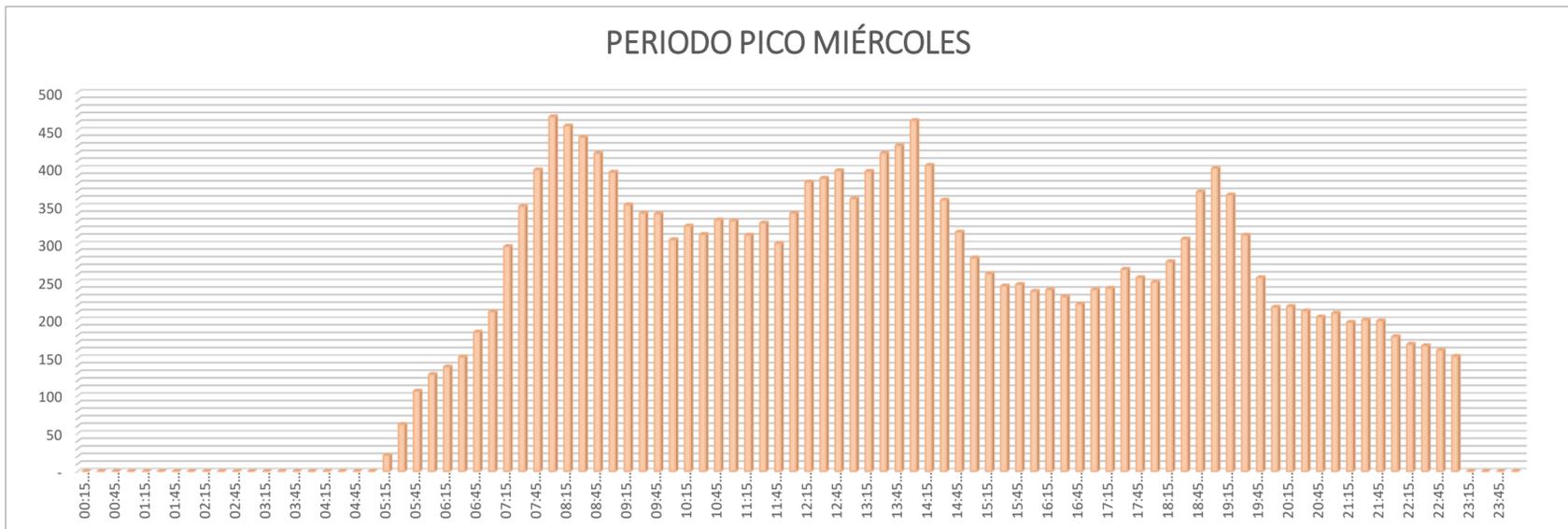
19:00	19:00	19:15	1	2	-	-	7	6	5	-	7	1	9	4	2	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	203	105	77	24	206	
	19:15	19:30	2	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	201						
	19:30	19:45	3	2	-	-	11	6	2	1	10	4	10	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63	208						
	19:45	20:00	4	1	-	-	9	5	1	-	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	206						
20:00	20:00	20:15	1	2	-	-	6	3	2	-	7	1	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	198	93	74	21	188	
	20:15	20:30	2	-	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	197					
	20:30	20:45	4	2	-	-	9	6	2	1	8	4	8	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	190					
	20:45	21:00	-	1	-	-	9	5	1	2	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	188					
21:00	21:00	21:15	-	2	-	-	7	2	5	5	7	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	179	98	20	5	123
	21:15	21:30	2	1	-	-	3	2	4	1	6	2	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	162					
	21:30	21:45	-	-	-	-	9	3	6	1	8	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	139					
	21:45	22:00	1	-	-	-	8	3	4	4	6	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	123					
22:00	22:00	22:15	-	-	-	-	5	2	-	2	7	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	109	48	22	1	71
	22:15	22:30	-	-	-	-	7	1	-	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	101					
	22:30	22:45	-	-	-	-	2	2	2	-	8	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	89					
	22:45	23:00	-	-	-	-	1	3	-	2	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	71					
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			293	16	992	494	681	798	193	39	67	37	35	35	15	34	18	20	20	9	10											43.06%	42.96%	13.98%	3,806							



VHMD como Q15 :	83	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	----	---------------------------

VHMD:	332
Q 15 Máx :	91
FHMD:	0.91

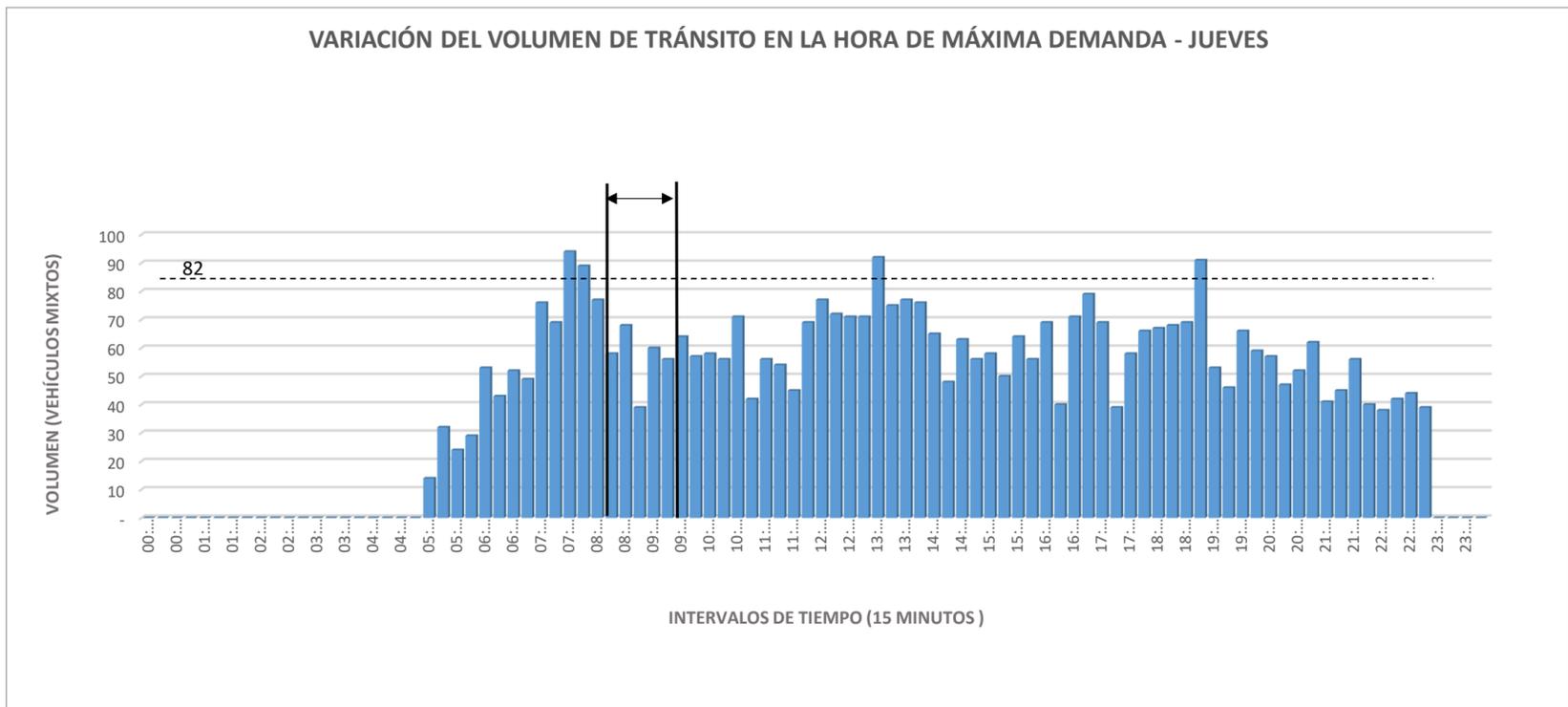
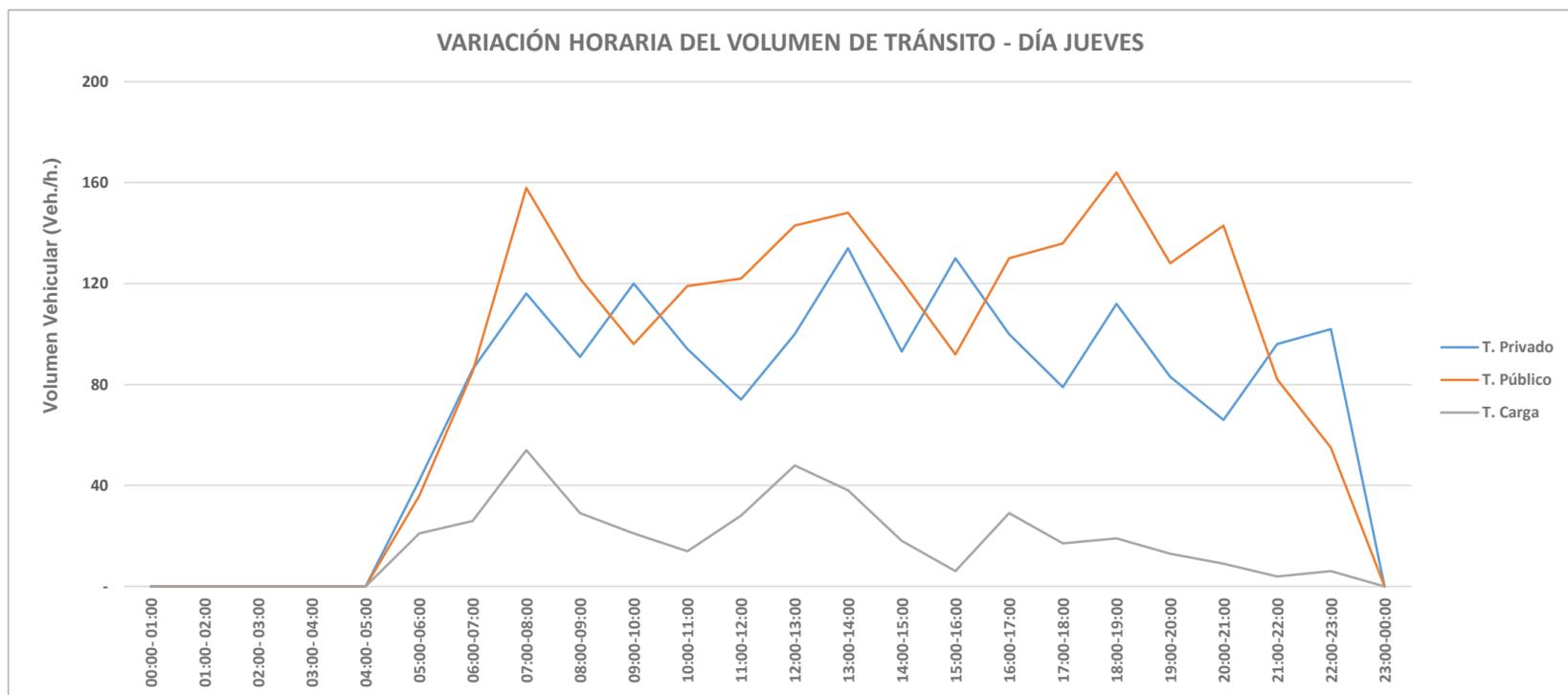
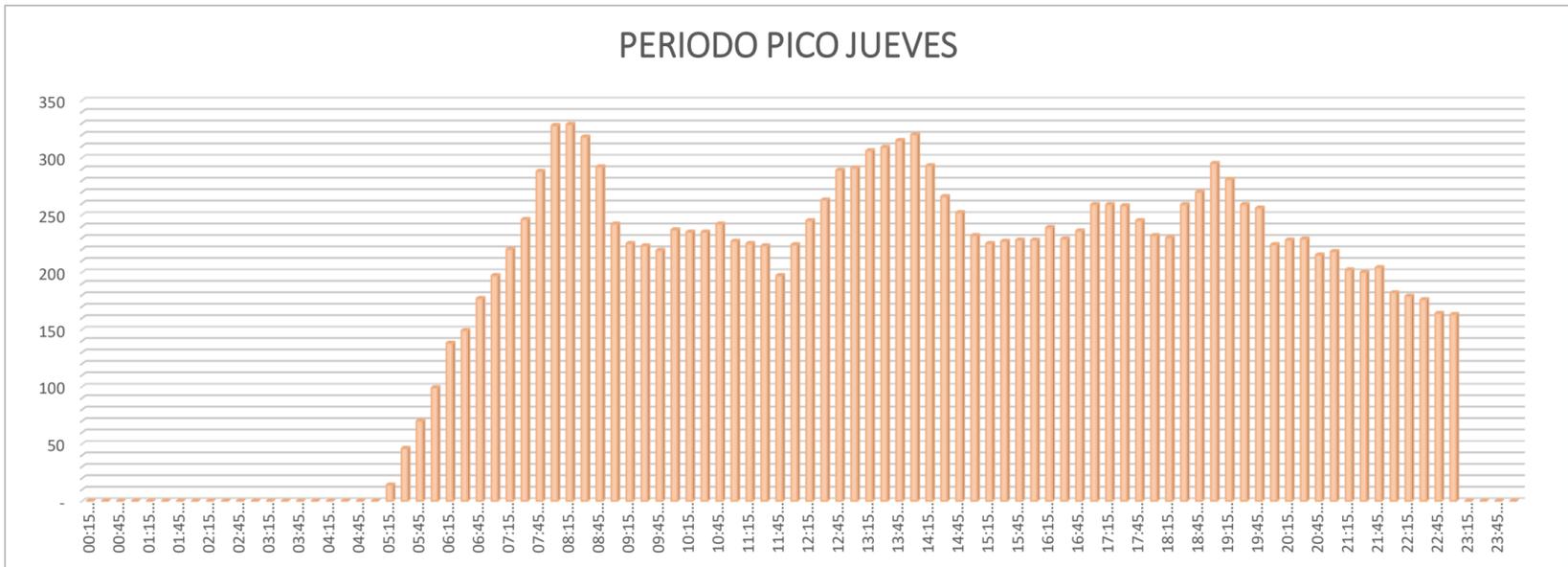
19:00	19:00	19:15	6	-	-	-	7	6	5	5	7	1	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54	365	96	99	22	217	
	19:15	19:30	4	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	312						
	19:30	19:45	2	-	-	1	9	6	8	-	9	4	8	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	256					
	19:45	20:00	2	1	-	-	9	5	6	4	6	-	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	217					
20:00	20:00	20:15	2	2	-	-	7	6	5	5	7	1	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	218	113	70	26	209	
	20:15	20:30	-	-	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	212					
	20:30	20:45	-	3	-	-	9	3	2	1	10	4	8	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52					204
	20:45	21:00	2	1	-	-	9	5	6	4	6	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62					209
21:00	21:00	21:15	2	2	-	-	7	2	5	5	7	1	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	197	106	45	27	178
	21:15	21:30	4	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	200				
	21:30	21:45	1	2	-	-	9	6	6	1	8	4	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	199				
	21:45	22:00	4	1	-	-	8	3	4	4	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	178				
22:00	22:00	22:15	5	-	-	-	5	2	3	5	7	1	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	168	111	24	17	152
	22:15	22:30	4	1	-	-	10	7	6	1	6	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	166				
	22:30	22:45	3	-	-	-	9	6	6	1	8	4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	160				
	22:45	23:00	2	1	-	-	8	3	4	4	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	152				
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			418	26	1471	791	815	923	300	74	70	54	42	32	17	42	24	22	20	14	14																		46.64%	39.33%	14.03%	5,169	



VHMD como Q15 : 116 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	463
Q 15 Máx :	138
FHMD:	0.84

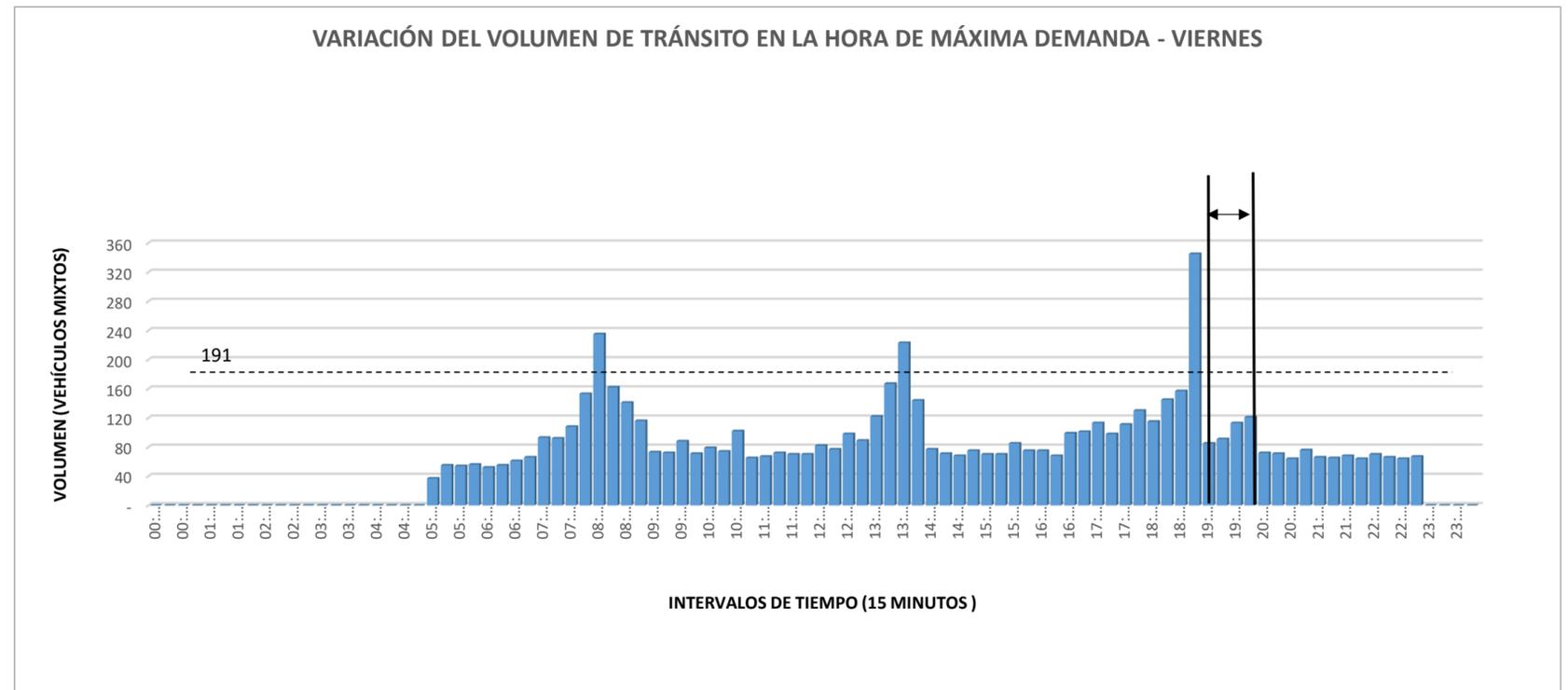
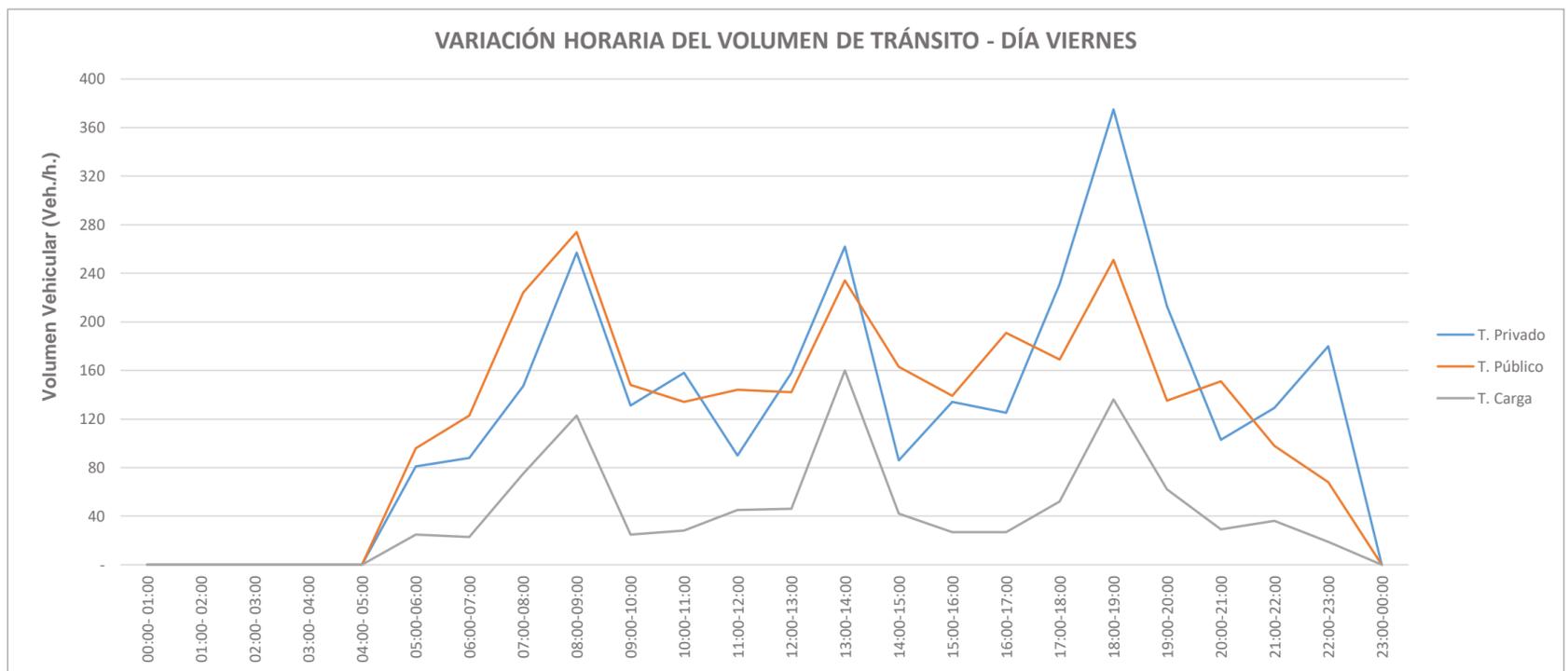
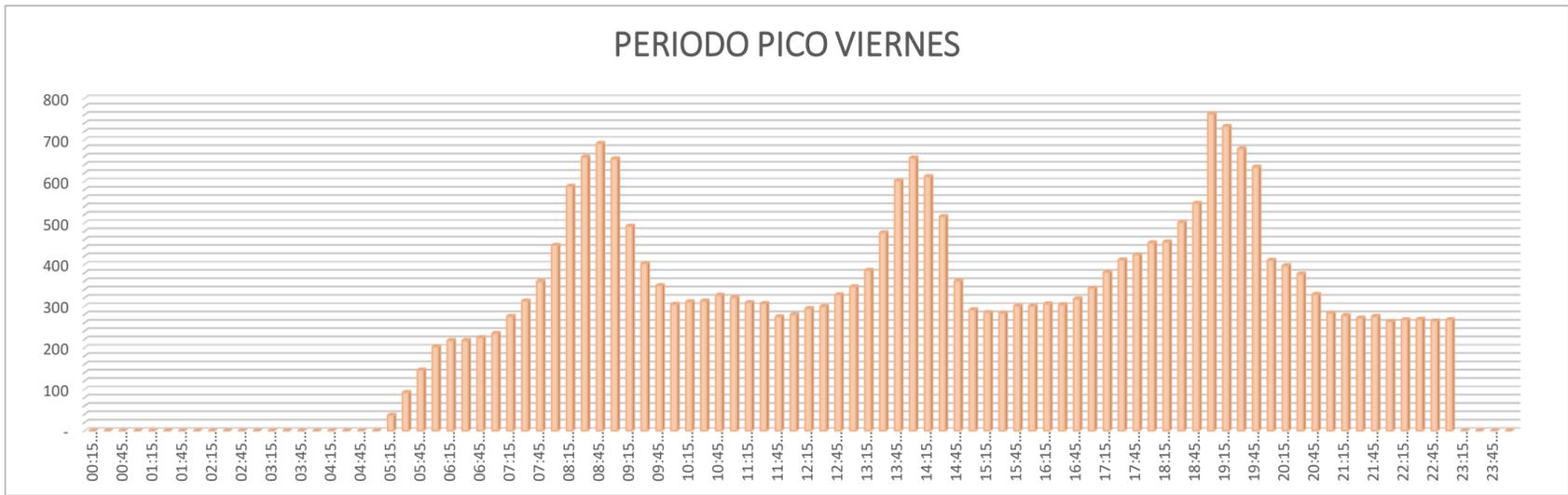
19:00	19:00	19:15	5	1	-	-	8	6	5	5	7	1	9	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	281	83	128	13	224		
	19:15	19:30	4	1	-	-	9	7	4	1	6	2	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	259							
	19:30	19:45	7	5	-	-	7	6	8	-	9	4	8	6	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	256							
	19:45	20:00	2	1	-	-	11	5	9	4	7	-	10	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	224							
20:00	20:00	20:15	9	2	-	-	7	6	5	5	7	1	8	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	228	66	143	9	218			
	20:15	20:30	5	-	-	-	8	7	2	-	6	2	12	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	229							
	20:30	20:45	2	3	-	-	9	3	3	1	10	4	9	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	215							
	20:45	21:00	7	1	-	-	9	5	6	5	7	2	11	7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	218							
21:00	21:00	21:15	5	2	-	-	7	2	5	5	7	1	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	202	96	82	4	182			
	21:15	21:30	5	1	-	-	8	7	4	1	6	2	7	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	200							
	21:30	21:45	7	-	-	-	9	6	7	1	8	4	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	204							
	21:45	22:00	-	1	-	-	8	3	4	4	6	2	3	7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	182							
22:00	22:00	22:15	6	-	-	-	7	2	1	5	8	1	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	179	102	55	6	163			
	22:15	22:30	4	1	-	-	9	7	6	-	9	2	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	176							
	22:30	22:45	2	1	-	-	9	6	5	4	7	4	1	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	164							
	22:45	23:00	4	1	-	-	8	3	3	4	9	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	163							
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
			461	11		1075	662	704	885	200	42	43	22	20	19	11	11	6	7	9	5	5																	40.92%	49.55%	9.53%	4,198



VHMD como Q15 :	82	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	----	------------------------------

VHMD:	328
Q 15 Máx :	94
FHMD:	0.87

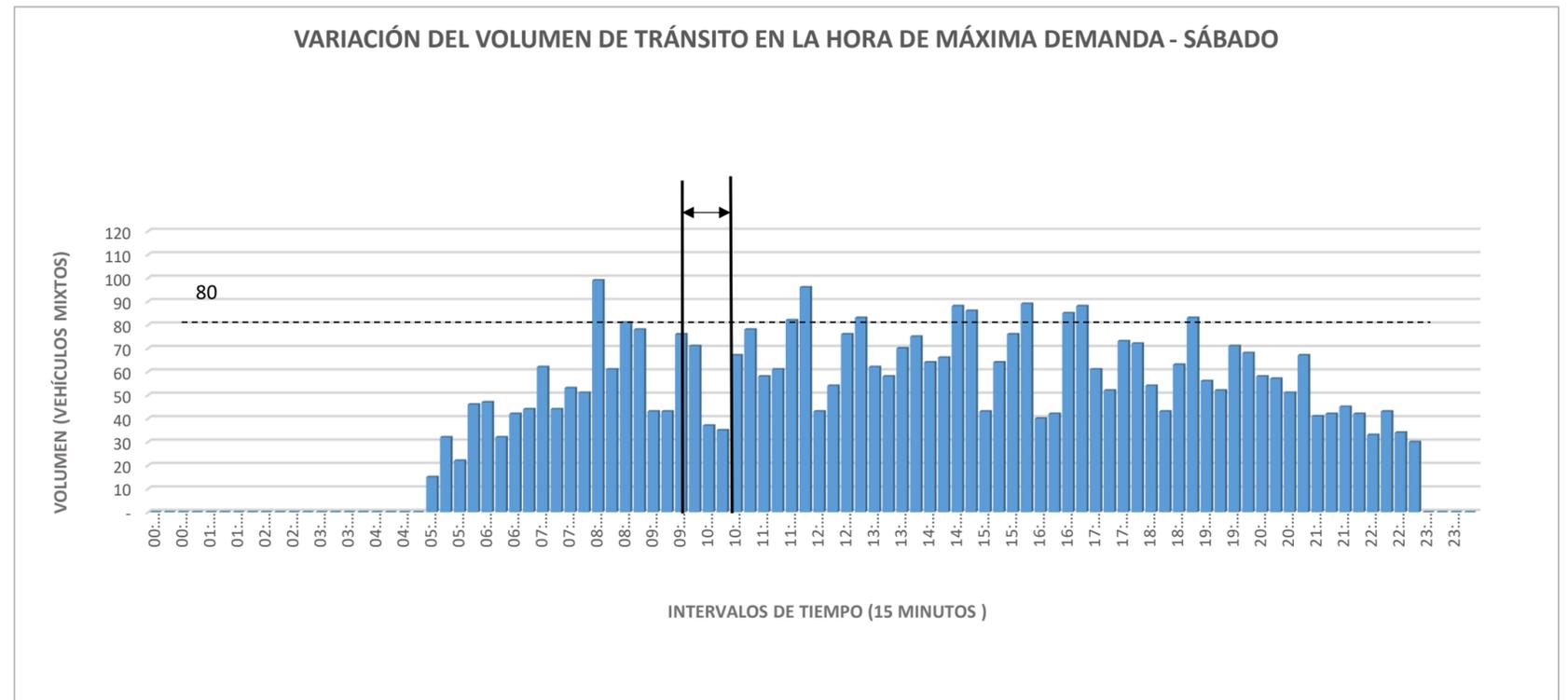
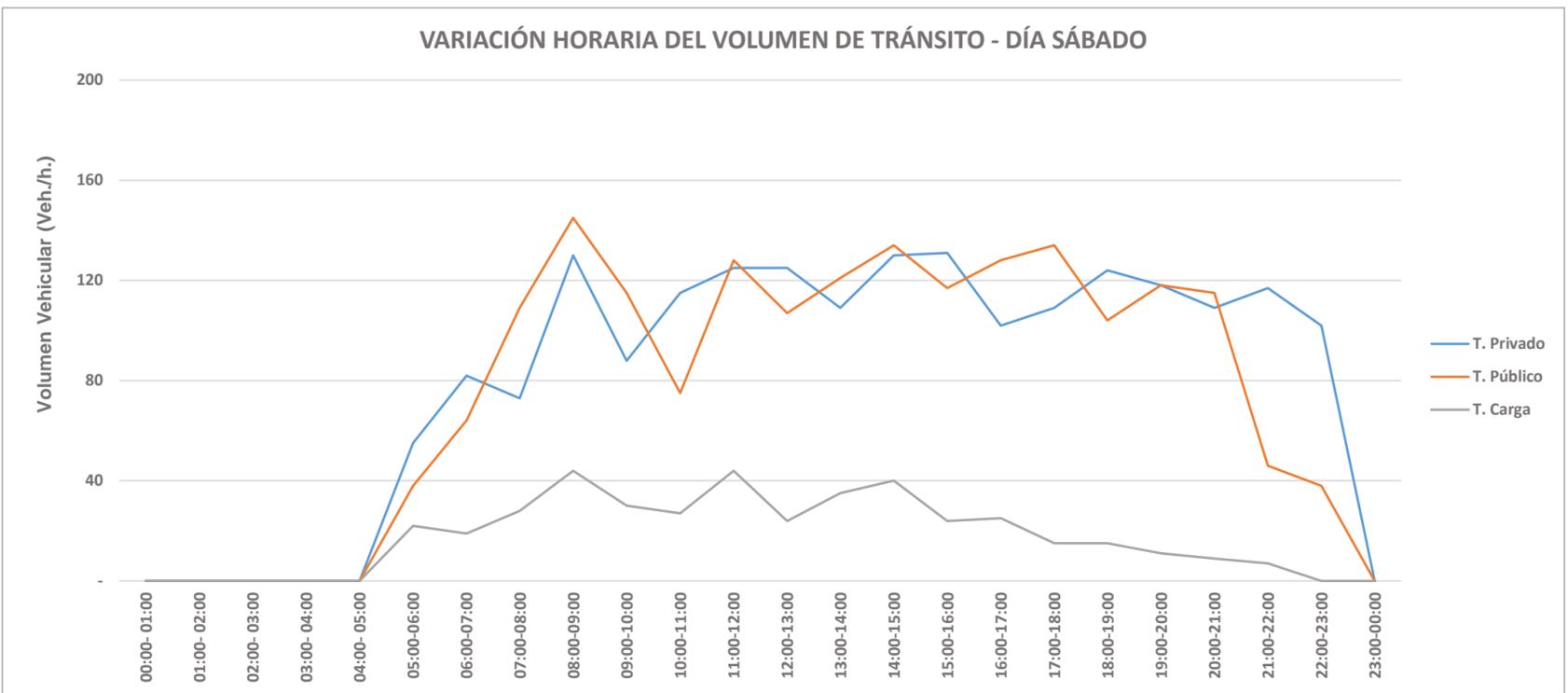
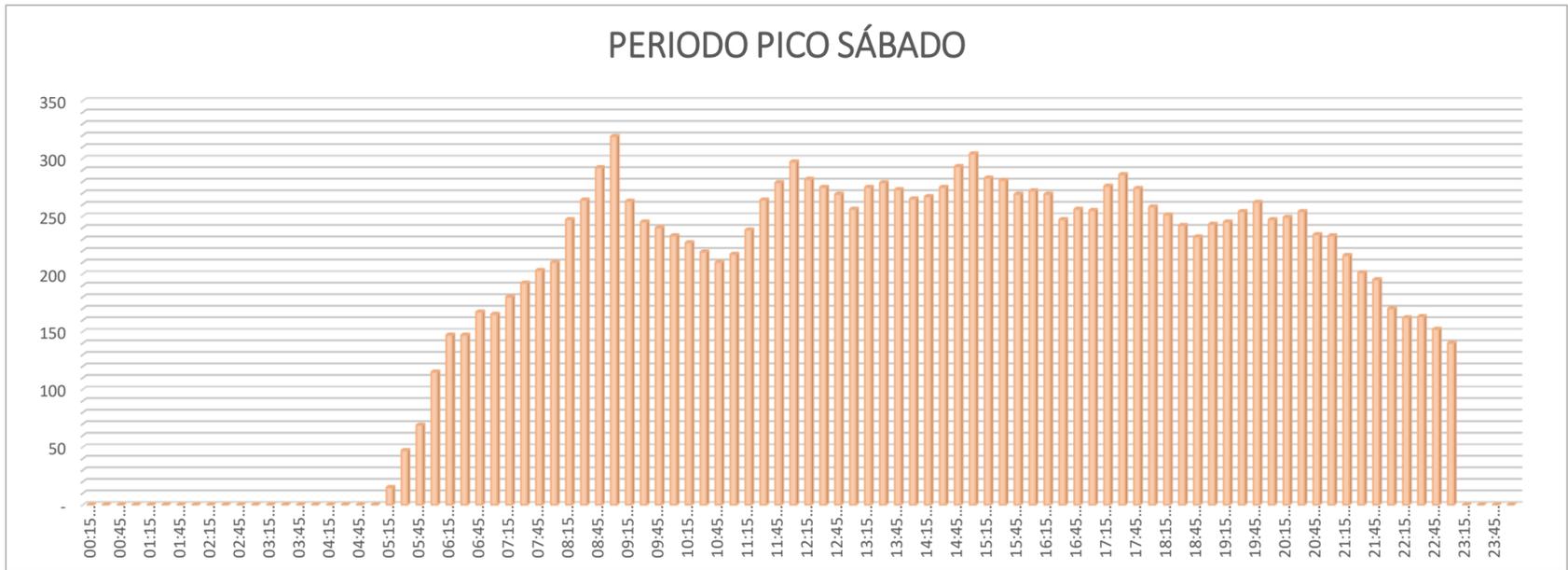
19:00	19:00	19:15	6	3	-	-	21	8	8	5	8	1	10	4	3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	2	-	1	-	1	-	85	732	213	135	62	410
	19:15	19:30	5	2	-	-	24	14	16	3	7	2	9	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	91	678						
	19:30	19:45	8	6	1	-	11	13	17	3	10	4	14	7	3	4	1	-	2	-	4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	113	634					
	19:45	20:00	3	-	-	-	21	17	21	6	8	2	10	7	4	1	-	1	-	1	-	2	2	-	3	-	2	-	4	-	2	-	1	-	121	410					
20:00	20:00	20:15	9	2	-	-	10	7	6	5	8	2	12	5	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	397	103	151	29	283		
	20:15	20:30	7	4	-	-	13	8	3	2	7	2	14	4	4	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	377						
	20:30	20:45	4	3	-	-	11	4	5	1	11	4	11	7	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	328							
	20:45	21:00	8	2	-	-	8	6	7	6	9	2	9	6	3	-	1	-	2	-	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	76	283							
21:00	21:00	21:15	6	1	-	-	9	3	6	5	9	4	10	5	1	-	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	66	277	129	98	36	263			
	21:15	21:30	4	3	-	-	10	7	5	1	7	6	7	6	4	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	271							
	21:30	21:45	7	2	-	-	9	4	7	1	8	4	10	8	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	275								
	21:45	22:00	2	2	-	-	8	1	4	4	9	6	9	8	2	-	1	-	2	-	2	-	2	-	1	-	9	-	2	-	1	-	64	263							
22:00	22:00	22:15	5	2	-	-	13	4	3	5	11	7	9	7	2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	267	180	68	19	267			
	22:15	22:30	6	4	-	-	10	8	7	3	9	5	7	2	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	268							
	22:30	22:45	1	4	-	-	9	7	8	6	10	6	6	1	2	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	64	264								
	22:45	23:00	7	2	-	-	8	6	8	4	11	6	7	4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	67	267								
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			616	31		1722	1139	1076	1248	411	101	81	76	42	51	42	54	33	25	28	20	16							43.28%	42.34%	14.39%	6,812									



VHMD como Q15 :	191	Vehículos Mixtos/ 15 min.
-----------------	-----	------------------------------

VHMD:	762
Q 15 Máx :	345
FHMD:	0.55

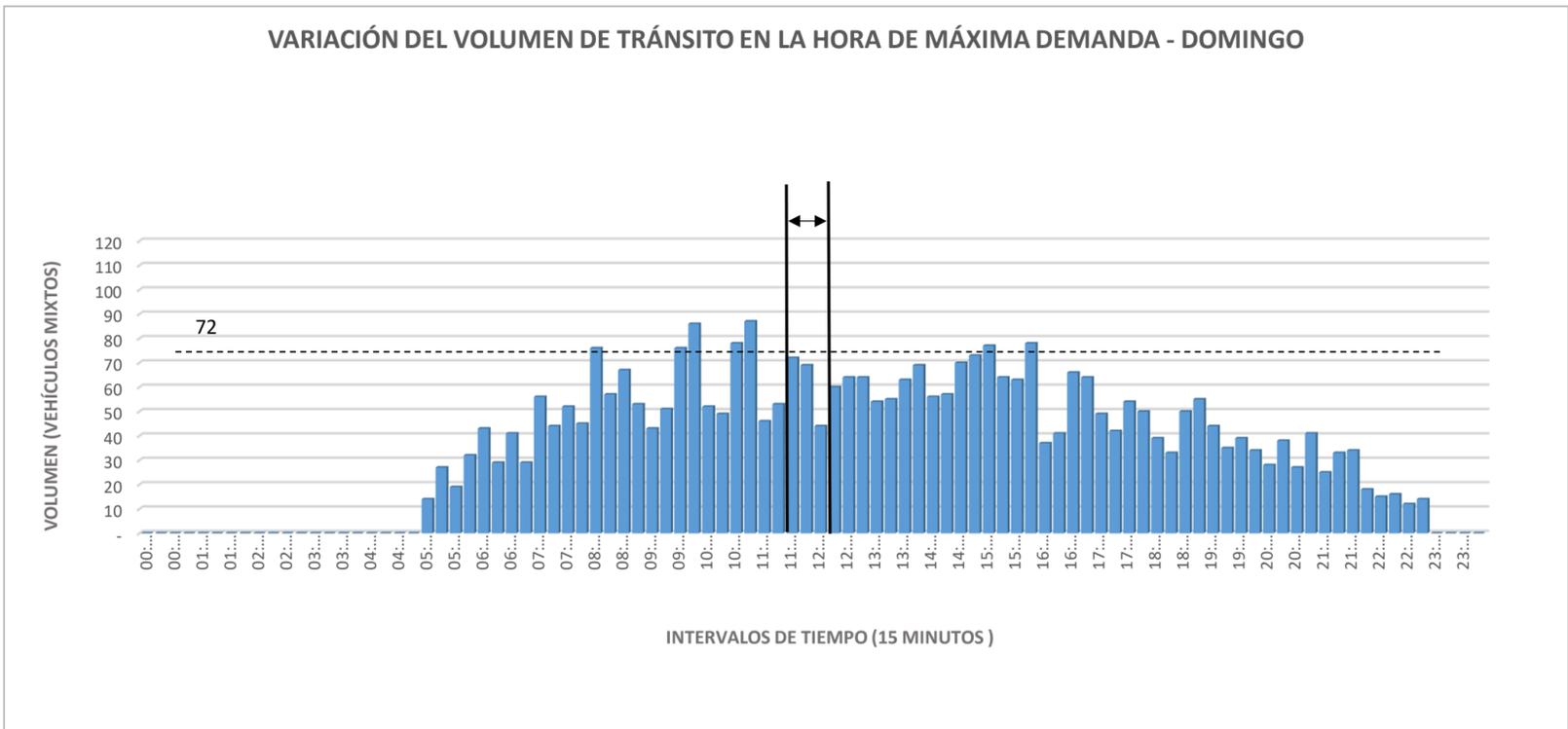
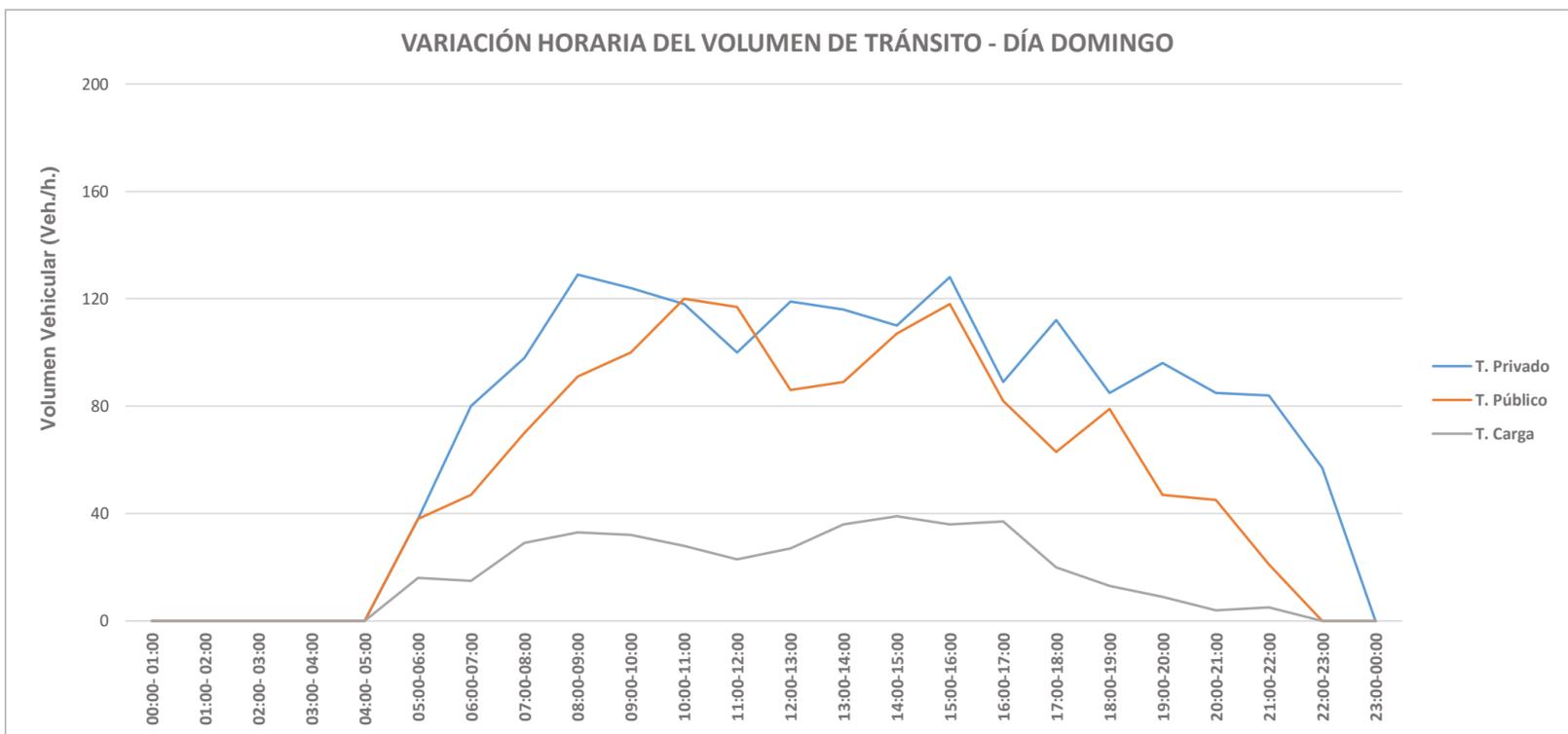
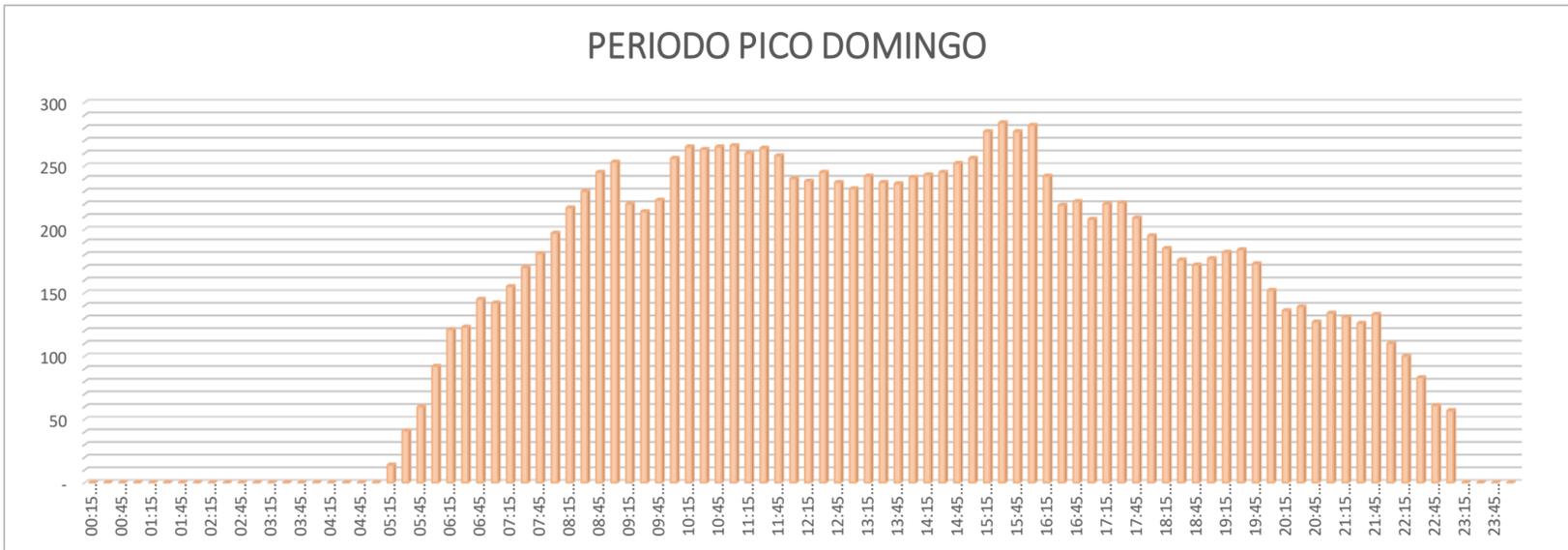
19:00	19:00	19:15	6	3	-	-	6	6	6	5	8	1	7	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	245	
	19:15	19:30	5	2	-	-	8	7	7	1	7	2	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	254	
	19:30	19:45	8	6	1	-	9	6	7	2	10	4	9	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	262	
	19:45	20:00	7	3	-	-	12	3	6	6	9	2	9	7	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	247	
20:00	20:00	20:15	2	-	-	-	8	7	7	5	8	2	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	249	
	20:15	20:30	3	3	-	-	9	8	3	2	7	2	14	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	254	
	20:30	20:45	3	2	-	-	8	4	5	1	9	2	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	234
	20:45	21:00	4	-	-	-	11	6	7	6	9	2	10	8	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	233	
21:00	21:00	21:15	1	1	-	-	7	3	5	5	8	4	3	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	216	
	21:15	21:30	1	-	-	-	12	7	5	1	7	4	1	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	201	
	21:30	21:45	3	-	-	-	6	6	9	7	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	195	
	21:45	22:00	-	-	-	-	7	5	7	5	9	5	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	170	
22:00	22:00	22:15	-	-	-	-	8	4	3	1	7	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	162	
	22:15	22:30	2	-	-	-	9	8	1	3	9	5	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	163	
	22:30	22:45	1	-	-	-	9	7	1	1	7	6	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	152	
	22:45	23:00	-	1	-	-	8	6	1	-	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	140	
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			465	29	994	708	840	744	235	52	30	27	13	12	9	14	4	12	6	2	3											46.30%	43.72%	9.98%	4,199				



VHMD como Q15 : 80 Vehículos Mixtos/ 15 min.

VHMD:	319
Q 15 Máx :	99
FHMD:	0.81

19:00	19:00	19:15	2	-	-	-	6	6	6	5	8	1	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	44	182	96	47	9	152		
	19:15	19:30	1	2	-	-	8	7	2	1	7	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	184							
	19:30	19:45	2	-	-	-	9	6	2	2	9	4	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	173							
	19:45	20:00	-	2	-	-	9	3	5	6	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	152								
20:00	20:00	20:15	2	-	-	-	6	7	-	-	8	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	136	85	45	4	134			
	20:15	20:30	3	-	-	-	9	8	3	2	7	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	139								
	20:30	20:45	-	1	-	-	6	4	-	1	9	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	127								
	20:45	21:00	-	2	-	-	7	6	7	6	9	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	134								
21:00	21:00	21:15	-	1	-	-	7	3	5	-	3	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	131	84	21	5	110				
	21:15	21:30	1	2	-	-	9	7	3	1	2	3	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	126								
	21:30	21:45	1	1	-	-	7	4	6	7	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	133								
	21:45	22:00	2	-	-	-	4	5	-	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	110								
22:00	22:00	22:15	-	-	-	-	6	3	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	100	57	0	0	57				
	22:15	22:30	-	-	-	-	7	4	2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	83								
	22:30	22:45	-	-	-	-	5	4	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	61								
	22:45	23:00	-	-	-	-	4	5	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	57								
23:00	23:00	23:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	23:15	23:30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:30	23:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	23:45	00:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
			235	6	941	641	747	518	248	33	24	17	7	12	9	13	7	12	13	6	1																		50.66%	37.82%	11.52%	3,490

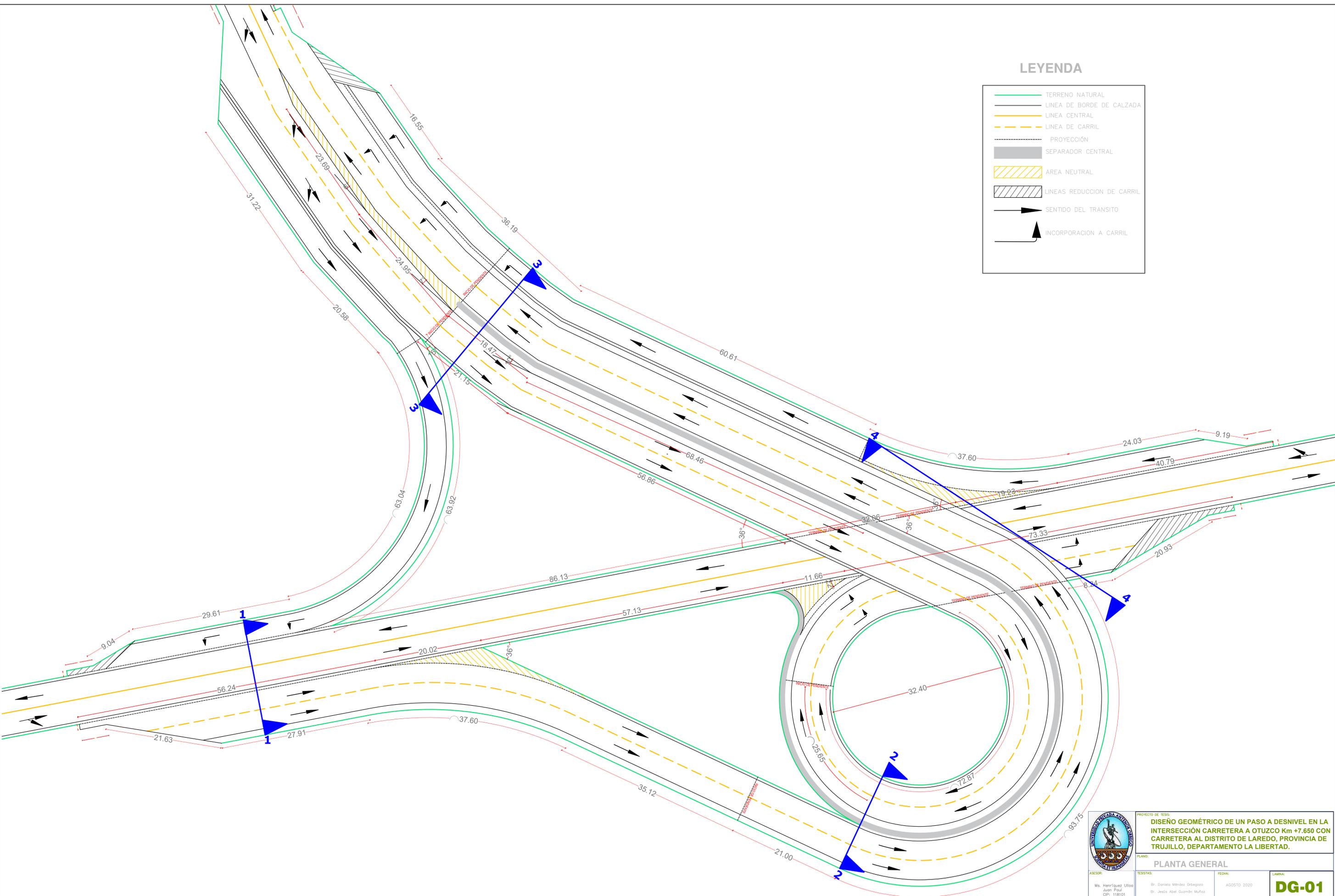


VHMD como Q15 :	72	Vehículos Mixtos/ 15 min.
------------------------	-----------	--------------------------------------

VHMD:	286
Q 15 Máx :	67
FHMD:	1.07

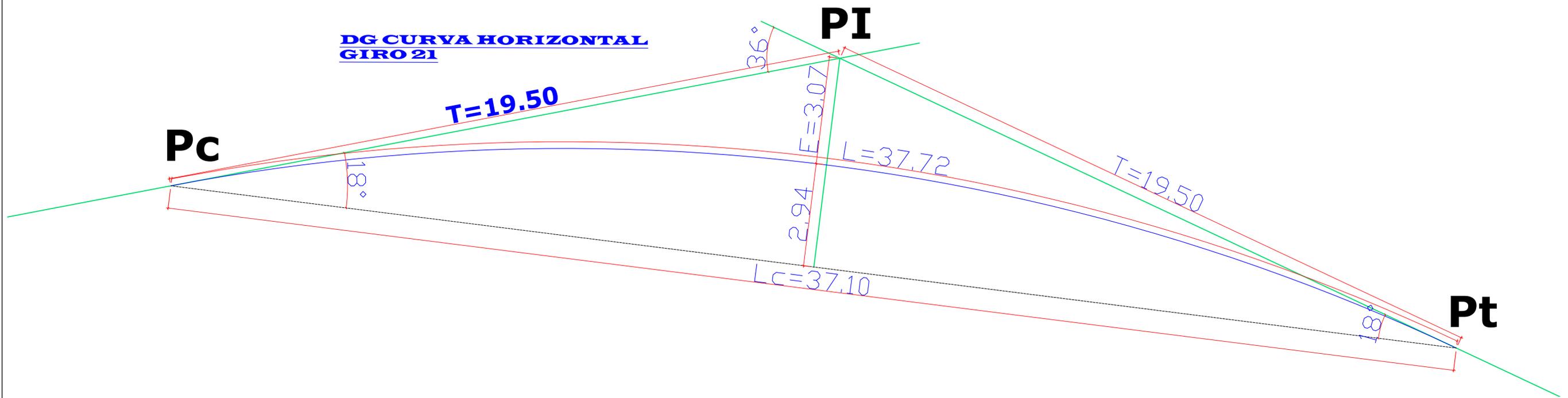
LEYENDA

	TERRENO NATURAL
	LINEA DE BORDE DE CALZADA
	LINEA CENTRAL
	LINEA DE CARRIL
	PROYECCIÓN
	SEPARADOR CENTRAL
	AREA NEUTRAL
	LINEAS REDUCCION DE CARRIL
	SENTIDO DEL TRANSITO
	INCORPORACION A CARRIL

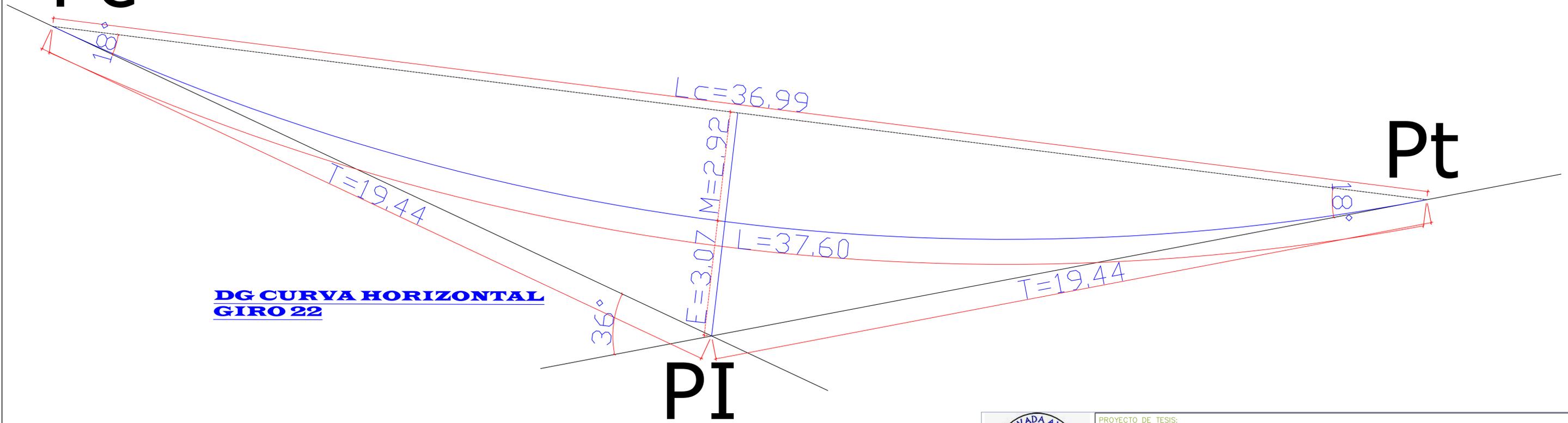


	PROYECTO DE TESIS: DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.		
	PLANO: PLANTA GENERAL		
ASESOR: M ^{sc} . Henríquez Ulloa Juan Pineda CIP: 118101	TESISISTAS: Dr. Daniela Méndez Orbeagoza Dr. Jesús Abel Guzmán Muñoz	FECHA: AGOSTO 2020	LAMINA: DG-01

**DG CURVA HORIZONTAL
GIRO 21**



Pc



**DG CURVA HORIZONTAL
GIRO 22**

LEYENDA

- Pc** PUNTO DE COMIENZO DE LA CURVA
- PI** PUNTO DE INTERSECCION DE 2 ALINEAMIENTOS
- Pt** PUNTO DE TERMINO DE LA CURVA
- T** TANGENTE
- L** LONGITUD DE CURVA
- LINEA DE ALINEAMIENTOS
- LINEA DE DISEÑO DE LA CURVA



PROYECTO DE TESIS:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

PLANO:

CURVAS HORIZONTALES

ASESOR:

Ms. Henríquez Ulloa
Juan Paul
CIP: 118101

TESISTAS:

Br. Daniela Méndez Orbegozo
Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

FECHA:

AGOSTO 2020

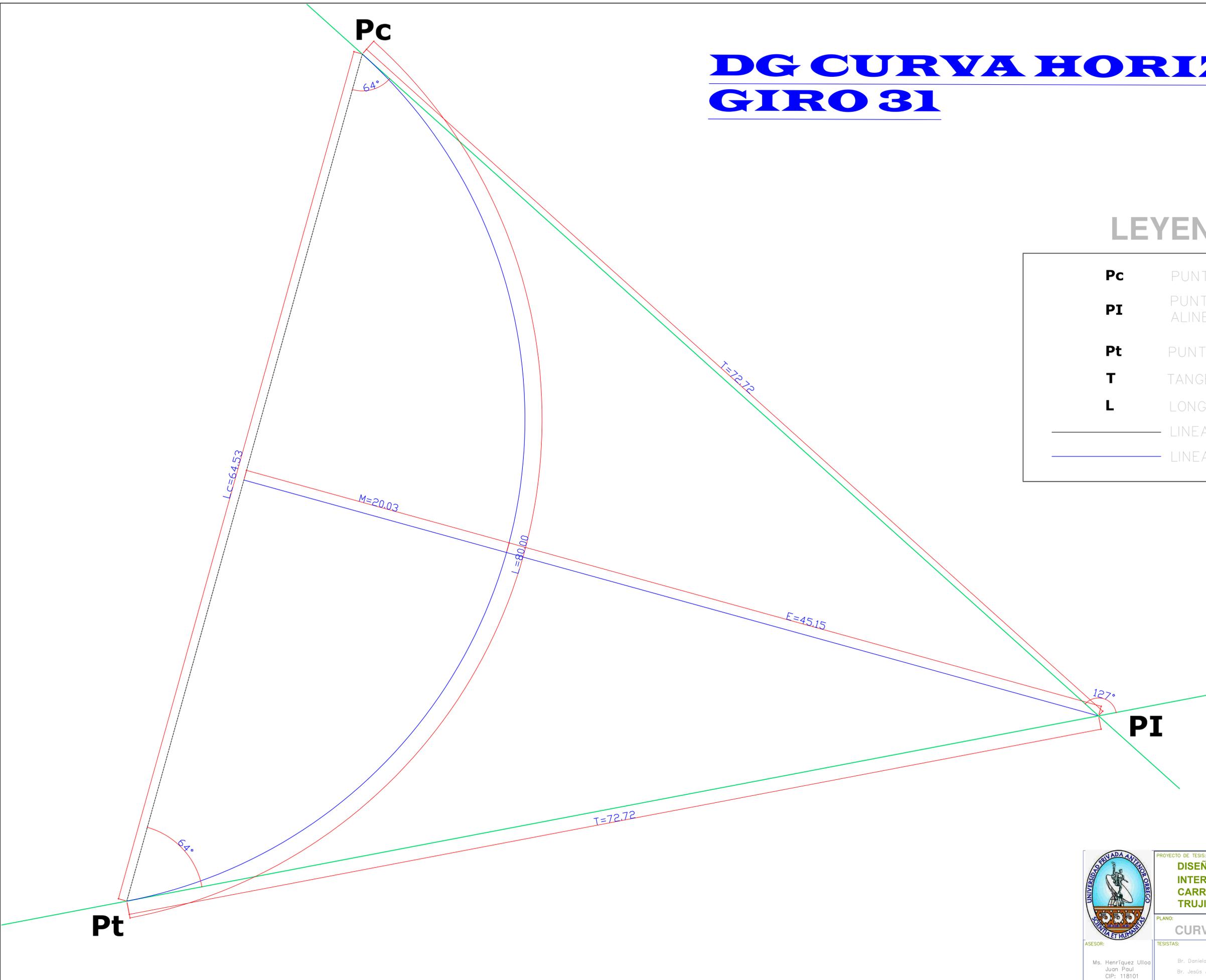
LAMINA:

DG-02

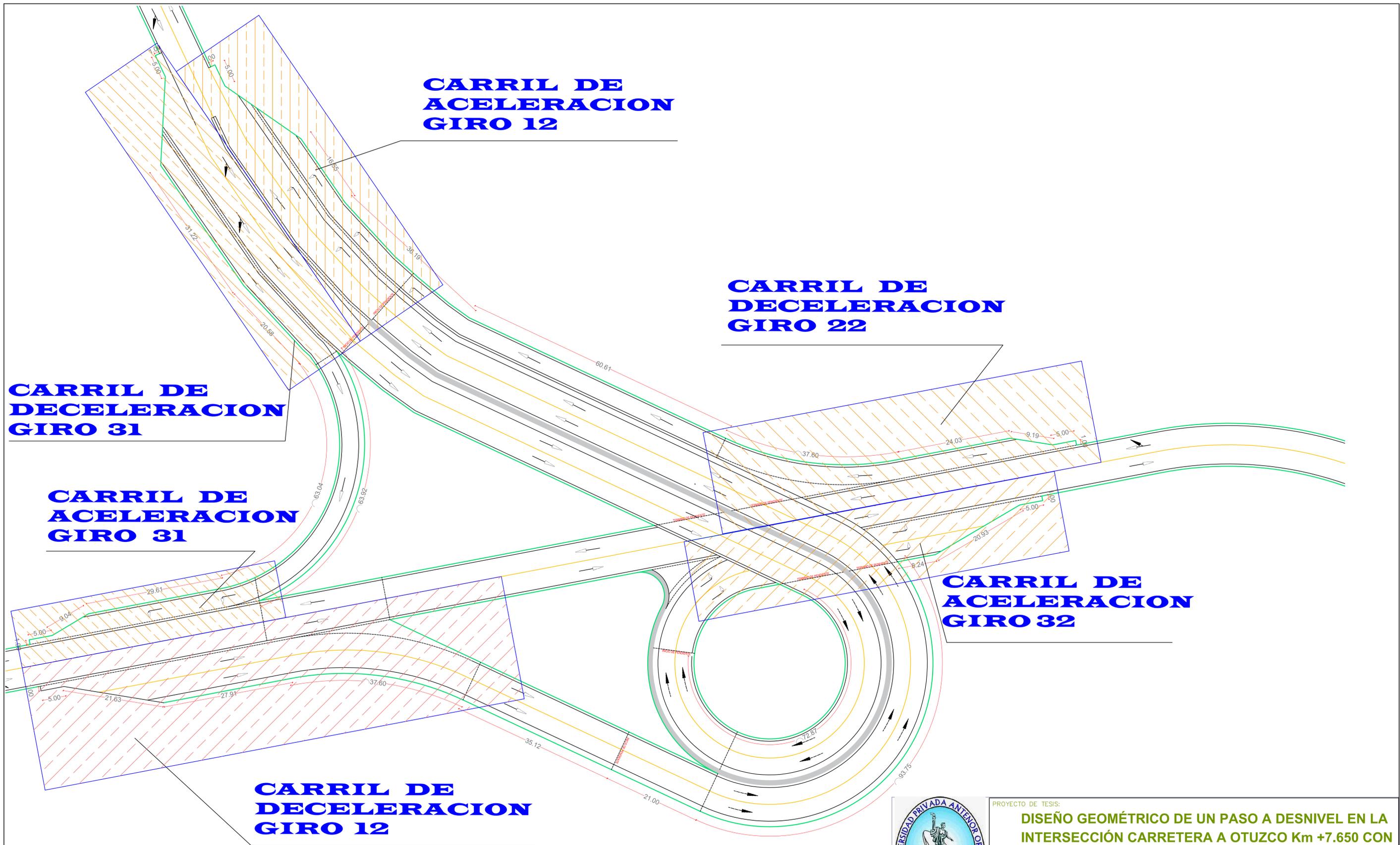
DG CURVA HORIZONTAL GIRO 31

LEYENDA

Pc	PUNTO DE COMIENZO DE LA CURVA
PI	PUNTO DE INTERSECCION DE 2 ALINEAMIENTOS
Pt	PUNTO DE TERMINO DE LA CURVA
T	TANGENTE
L	LONGITUD DE CURVA
	LINEA DE ALINEAMIENTOS
	LINEA DE DISEÑO DE LA CURVA



PROYECTO DE TESIS: DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.			
PLANO: CURVAS HORIZONTALES			
ASESOR: Ms. Henríquez Ulloa Juan Paul CIP: 118101	TESISISTAS: Br. Daniela Méndez Orbeagozo Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz	FECHA: AGOSTO 2020	LAMINAS: DG-03



ASESOR:
 Ms. Henríquez Ulloa
 Juan Paul
 CIP: 118101

PROYECTO DE TESIS:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

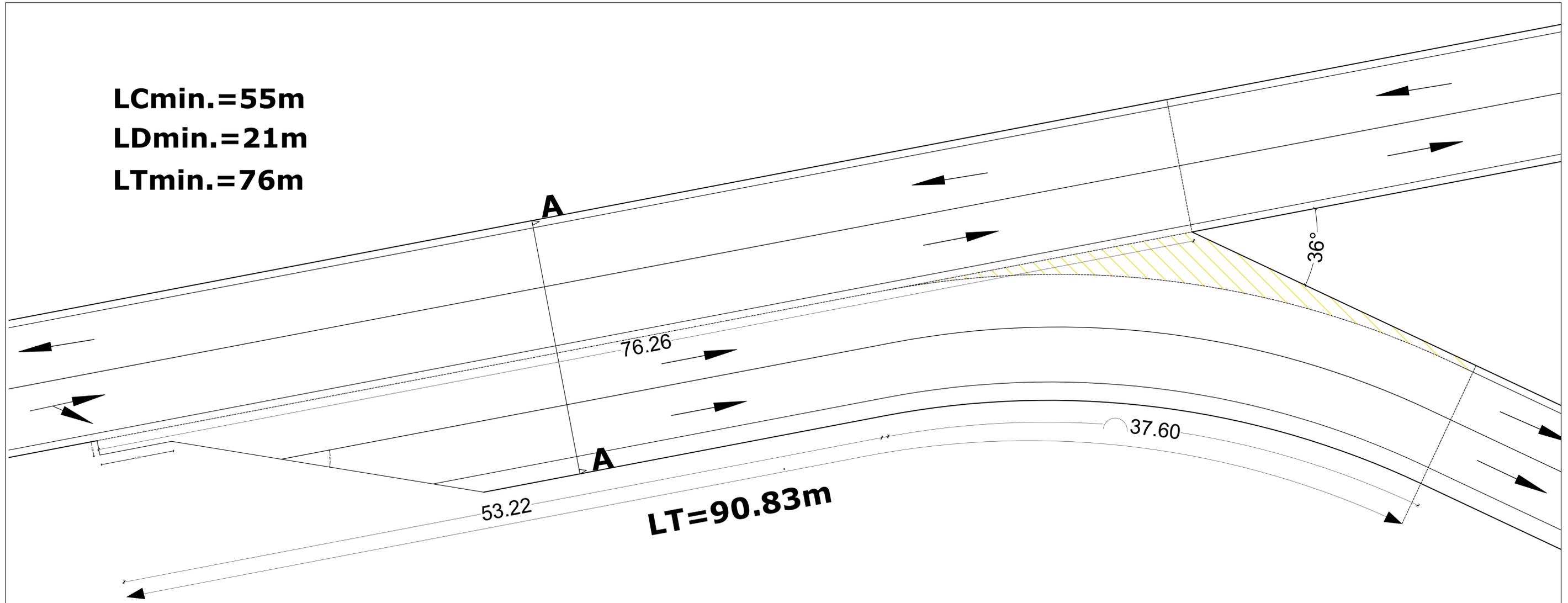
PLANO:
ZONIFICACION RAMALES DE ENLACE

TESISTAS:
 Br. Daniela Méndez Orbegozo
 Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

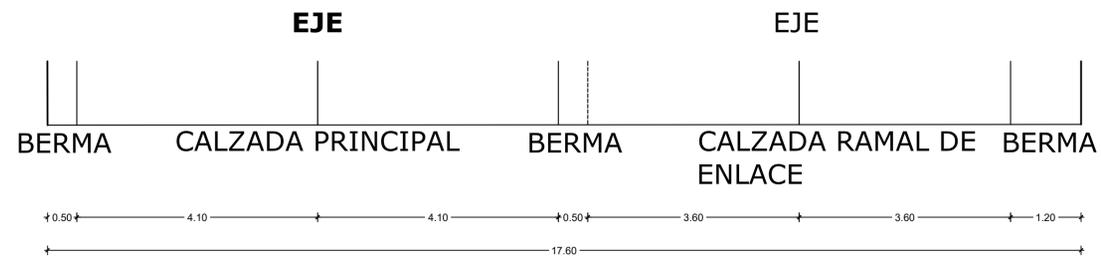
FECHA:
 AGOSTO 2020

LAMINA:
DG-04

LCmin.=55m
LDmin.=21m
LTmin.=76m



SECCION "A"



LEYENDA

- LT** LONGITUD TOTAL
- LD** LONGITUD DE DECELERACION
- LC** LARGO DE CUÑA



ASESOR:
 Ms. Henríquez Ulloa
 Juan Paul
 CIP: 118101

PROYECTO DE TESIS:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

PLANO:

CARRIL DE DECELERACION GIRO 12

TESISTAS:

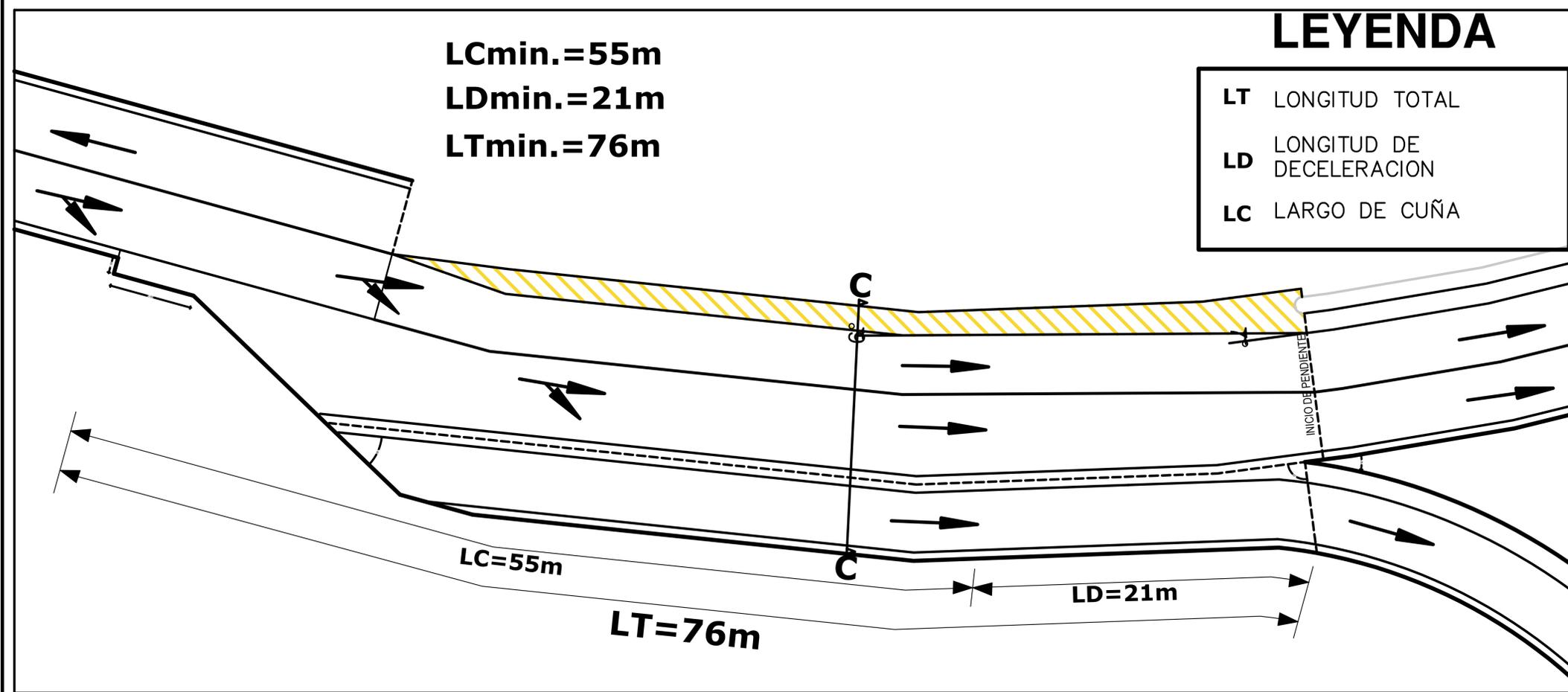
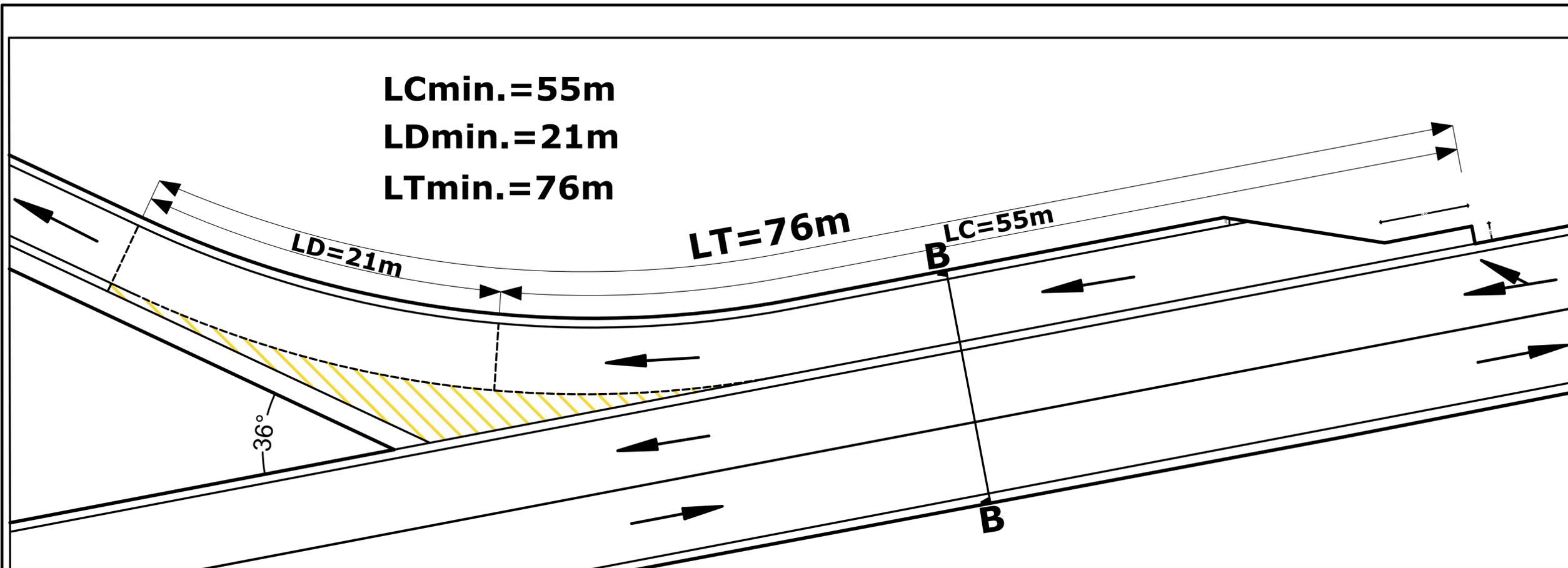
Br. Daniela Méndez Orbegozo
 Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

FECHA:

AGOSTO 2020

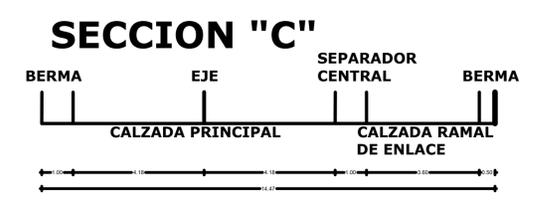
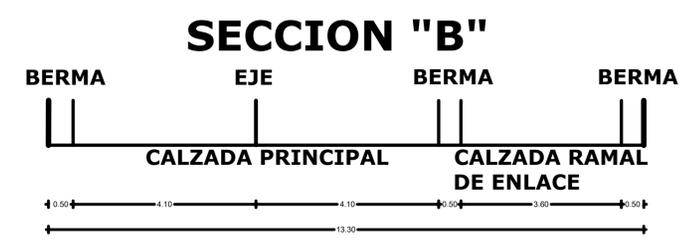
LAMINA:

DG-05

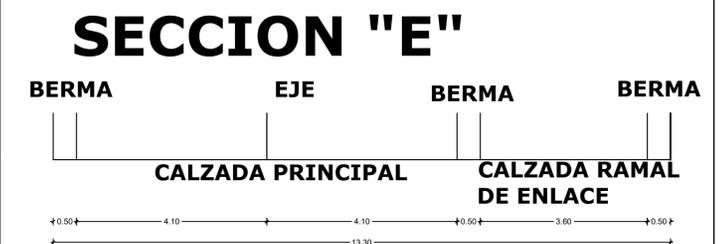
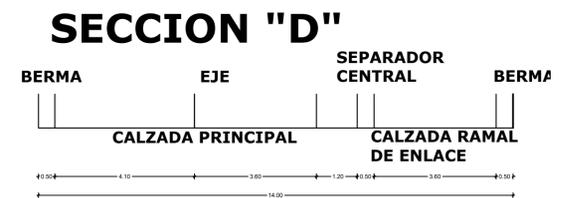
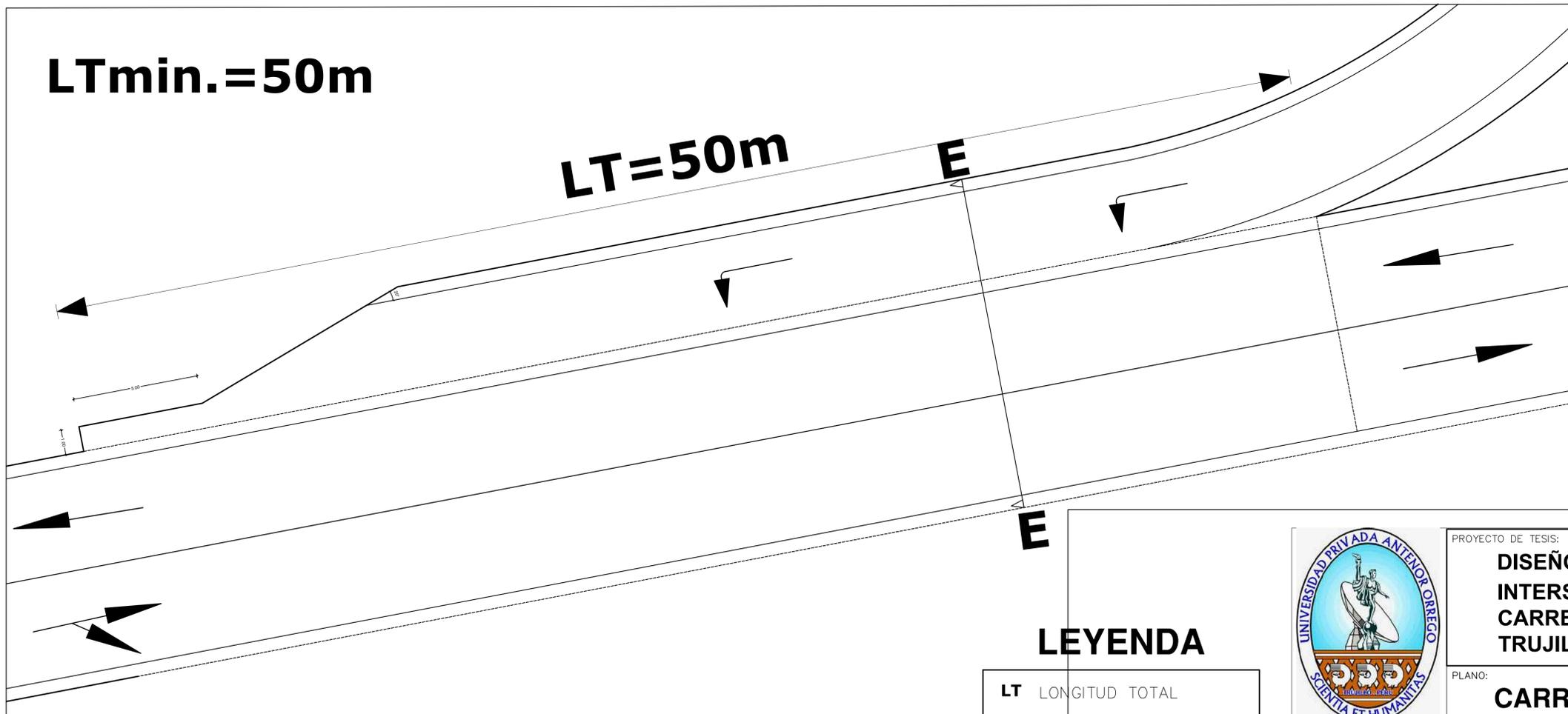
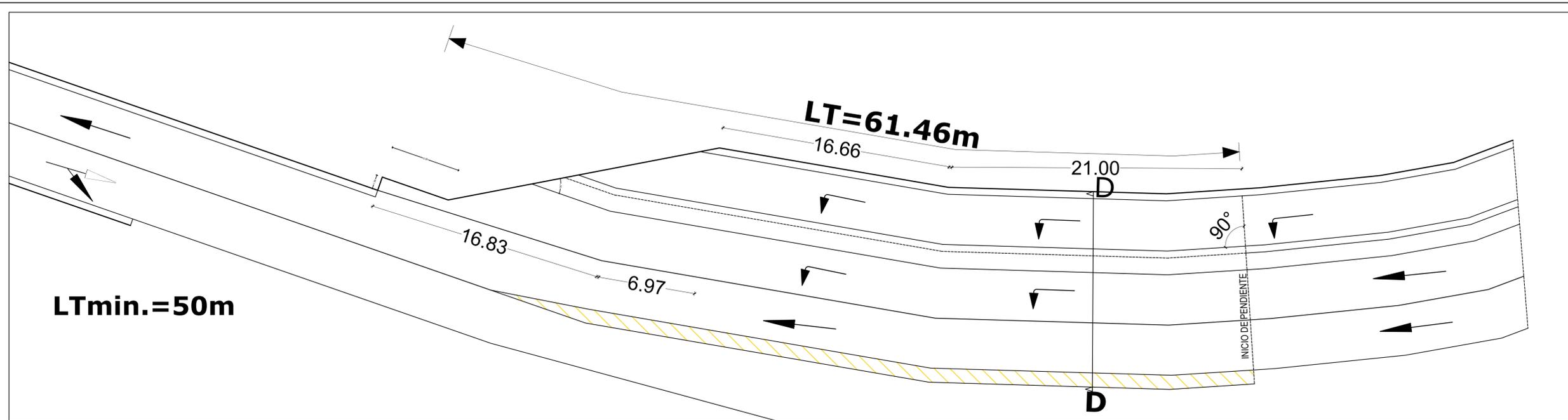


LEYENDA

LT	LONGITUD TOTAL
LD	LONGITUD DE DECELERACION
LC	LARGO DE CUÑA



	PROYECTO DE TESIS: DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.		
	PLANO: CARRIL DE DECELERACION GIROS 22 y 31		
ASESOR: Ms. Henríquez Ulloa Juan Paul CIP: 118101	TESISISTAS: Br. Daniela Méndez Orbeagozo Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz	FECHA: AGOSTO 2020	LAMINA: DG-06



LEYENDA

- LT** LONGITUD TOTAL
- LA** LARGO EN LA ZONA DE ACELERACION
- LC** LARGO DE CUÑA



ASESOR:
Ms. Henríquez Ulloa
Juan Paul
CIP: 118101

PROYECTO DE TESIS:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

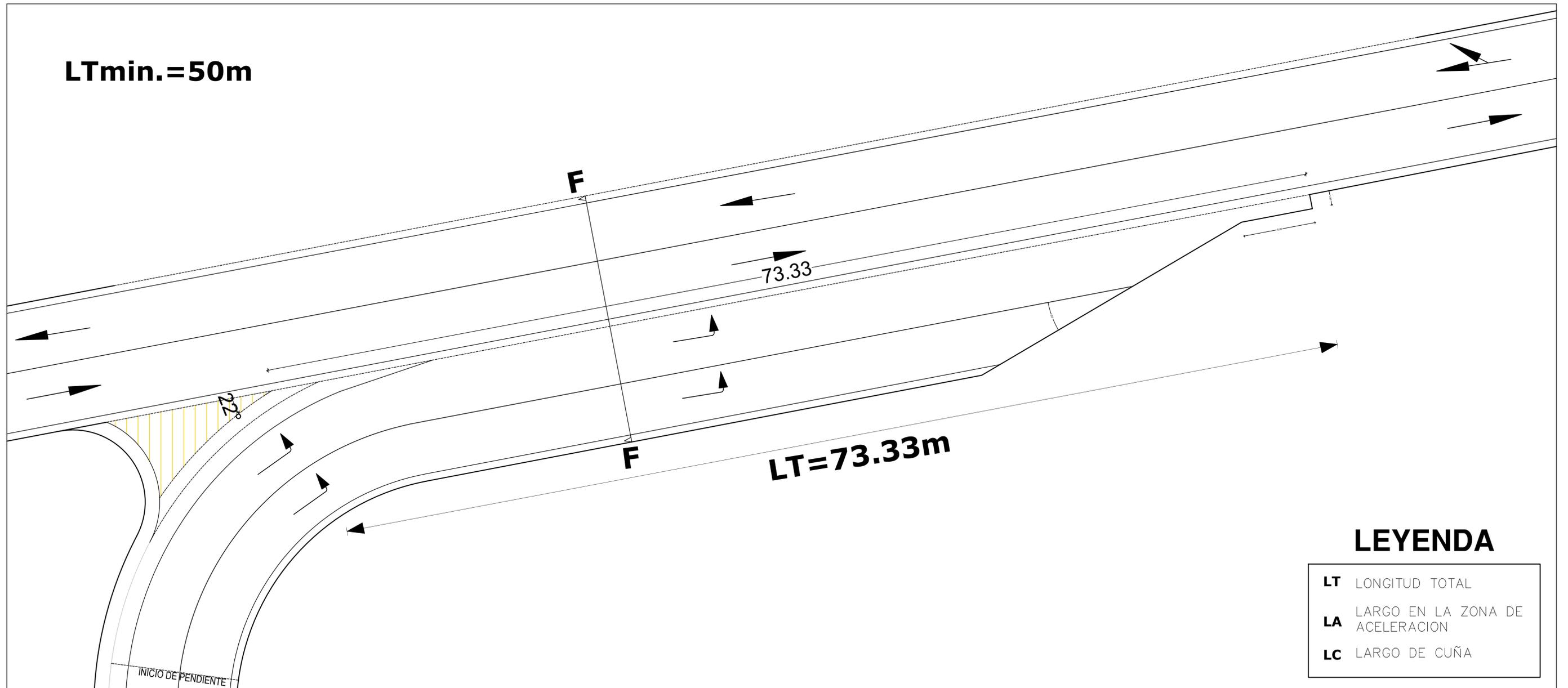
PLANO:
CARRIL DE ACELERACION GIROS 22 y 31

TESISTAS:
Br. Daniela Méndez Orbeago
Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

FECHA:
AGOSTO 2020

LAMINA:
DG-07

LTmin.=50m



LEYENDA

- LT LONGITUD TOTAL
- LA LARGO EN LA ZONA DE ACCELERACION
- LC LARGO DE CUÑA

SECCION "F"

BERMA EJE BERMA EJE BERMA



CALZADA PRINCIPAL

CALZADA RAMAL DE ENLACE

0.50 3.60 4.10 0.50 4.10 4.10 0.50

17.40



PROYECTO DE TESIS:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

PLANO:
CARRIL DE ACCELERACION GIRO 32

ASESOR:
 Ms. Henríquez Ulloa
 Juan Paul
 CIP: 118101

TESISTAS:
 Br. Daniela Méndez Orbeago
 Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

FECHA:
 AGOSTO 2020

LAMINA:
DG-08

CORTE 1-1



0.50 3.60 0.50 4.10 4.10 0.50 3.60 0.75 2.85 1.20

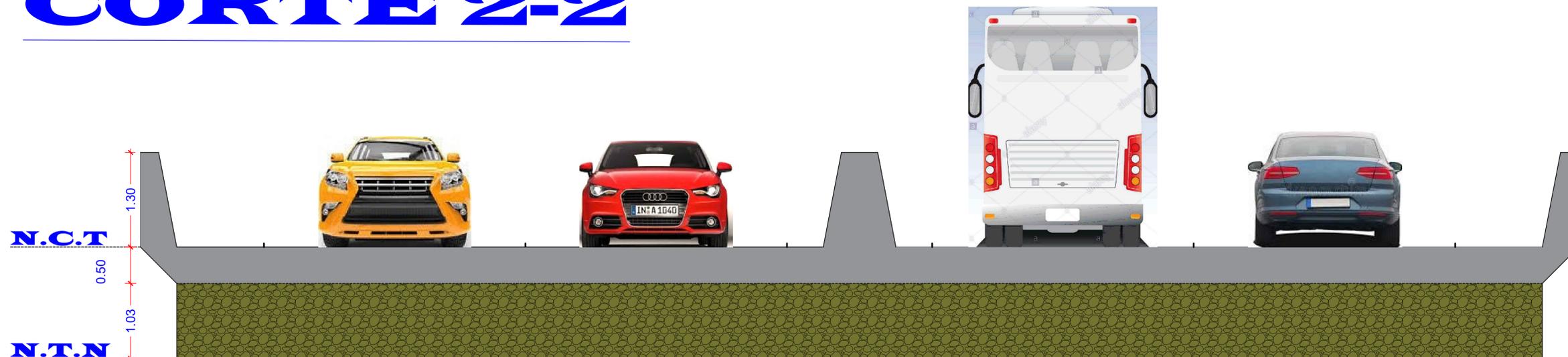
4.10 8.70 8.90

**CARRIL DE DECELERACION
GIRO 31**

**CALZADA PRINCIPAL
SENTIDO OESTE-ESTE**

**CARRIL DE ACELERACION
GIRO 12**

CORTE 2-2



0.50 1.20 3.60 3.60 0.50 1.00 0.50 3.60 3.60 1.20 0.50

18.80

CALZADAS EN PASO A DESNIVEL



PROYECTO DE TESIS:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

PLANO:
CORTES 1-1 y 2-2

ASESOR:
Ms. Henríquez Ulloa
Juan Paul
CIP: 118101

TESISTAS:
Br. Daniela Méndez Orbeagozo
Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

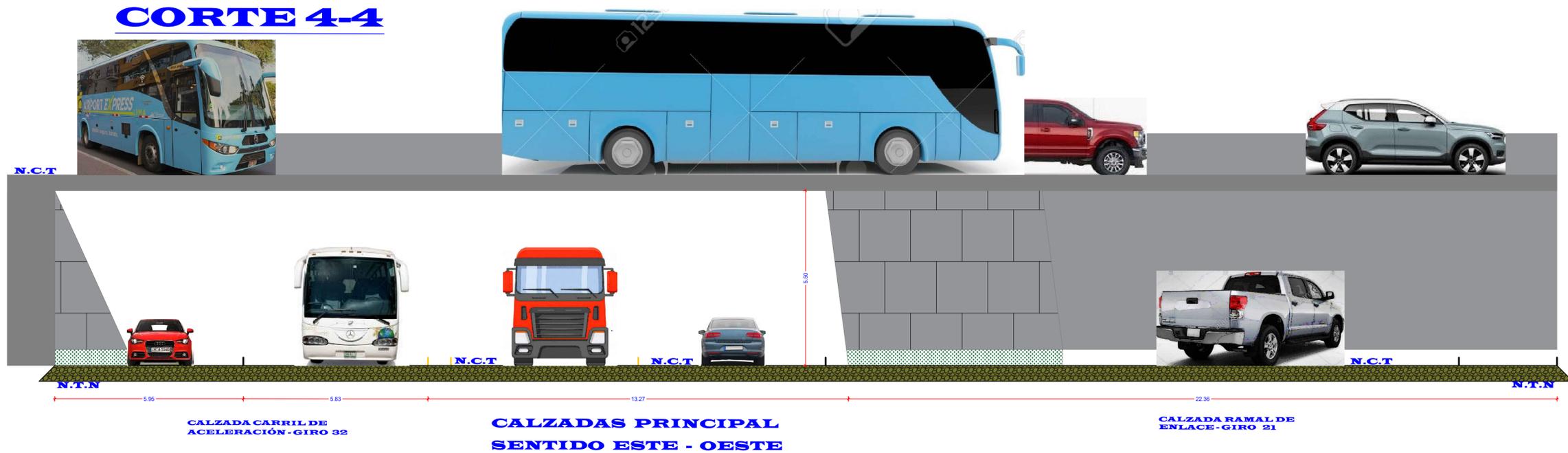
FECHA:
AGOSTO 2020

LAMINA:
DG-09

CORTE 3-3



CORTE 4-4



ASESOR:
Ms. Henríquez Ulloa
Juan Paul
CIP: 118101

PROYECTO DE TESIS:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE UN PASO A DESNIVEL EN LA INTERSECCIÓN CARRETERA A OTUZCO Km +7.650 CON CARRETERA AL DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

PLANO:

CORTES 3-3 y 4-4

TESISTAS:

Br. Daniela Méndez Orbegozo
Br. Jesús Abel Guzmán Muñoz

FECHA:

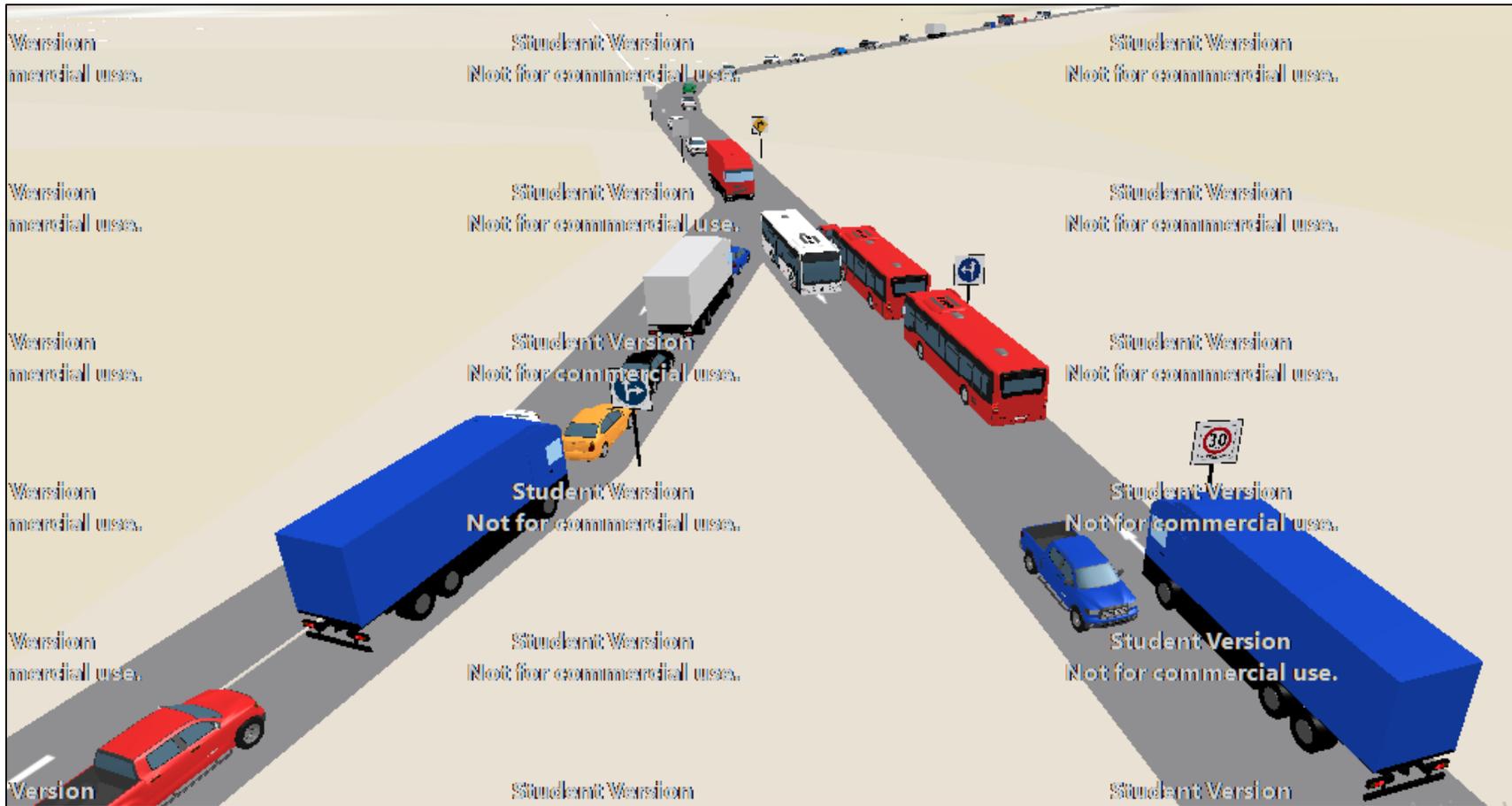
AGOSTO 2020

LAMINA:

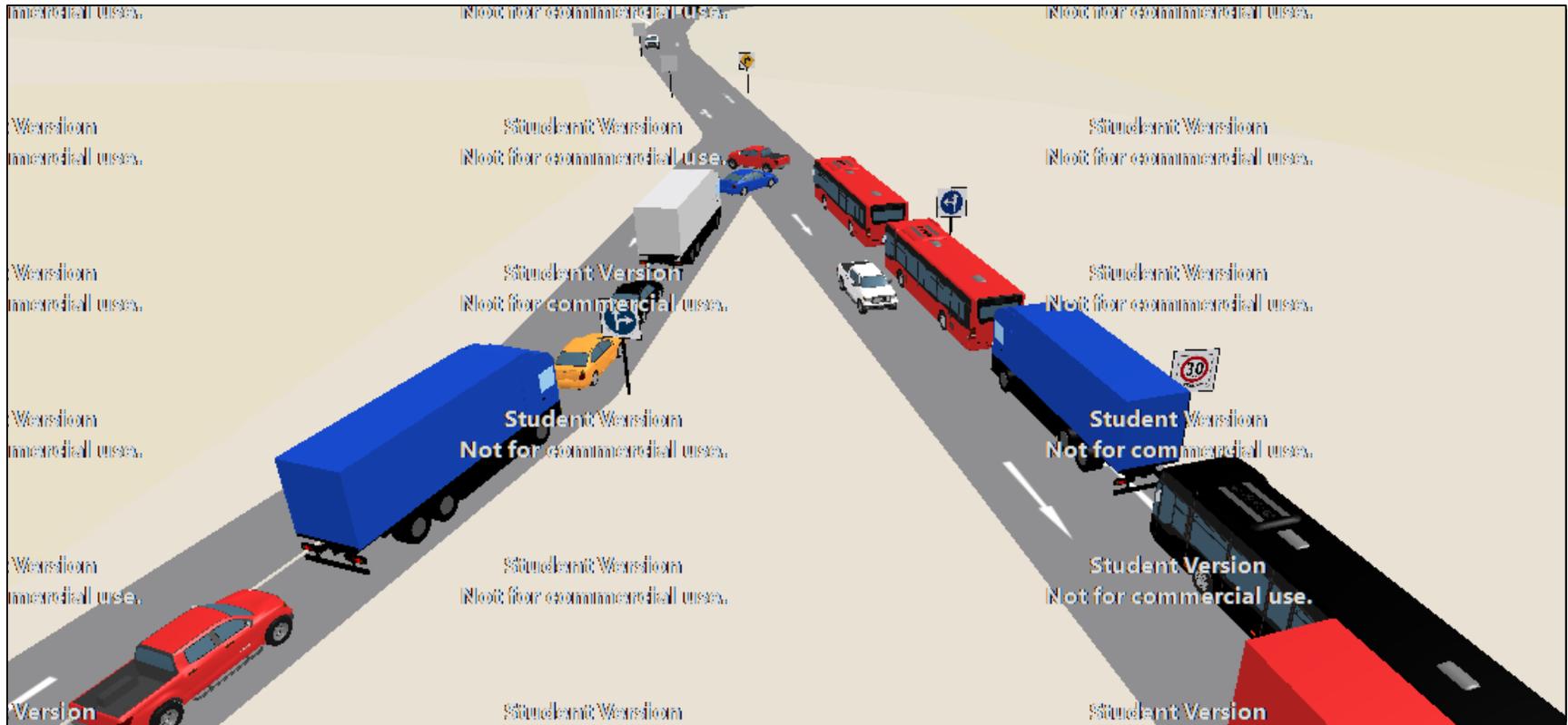
DG-10

Imágenes de simulación – situación actual

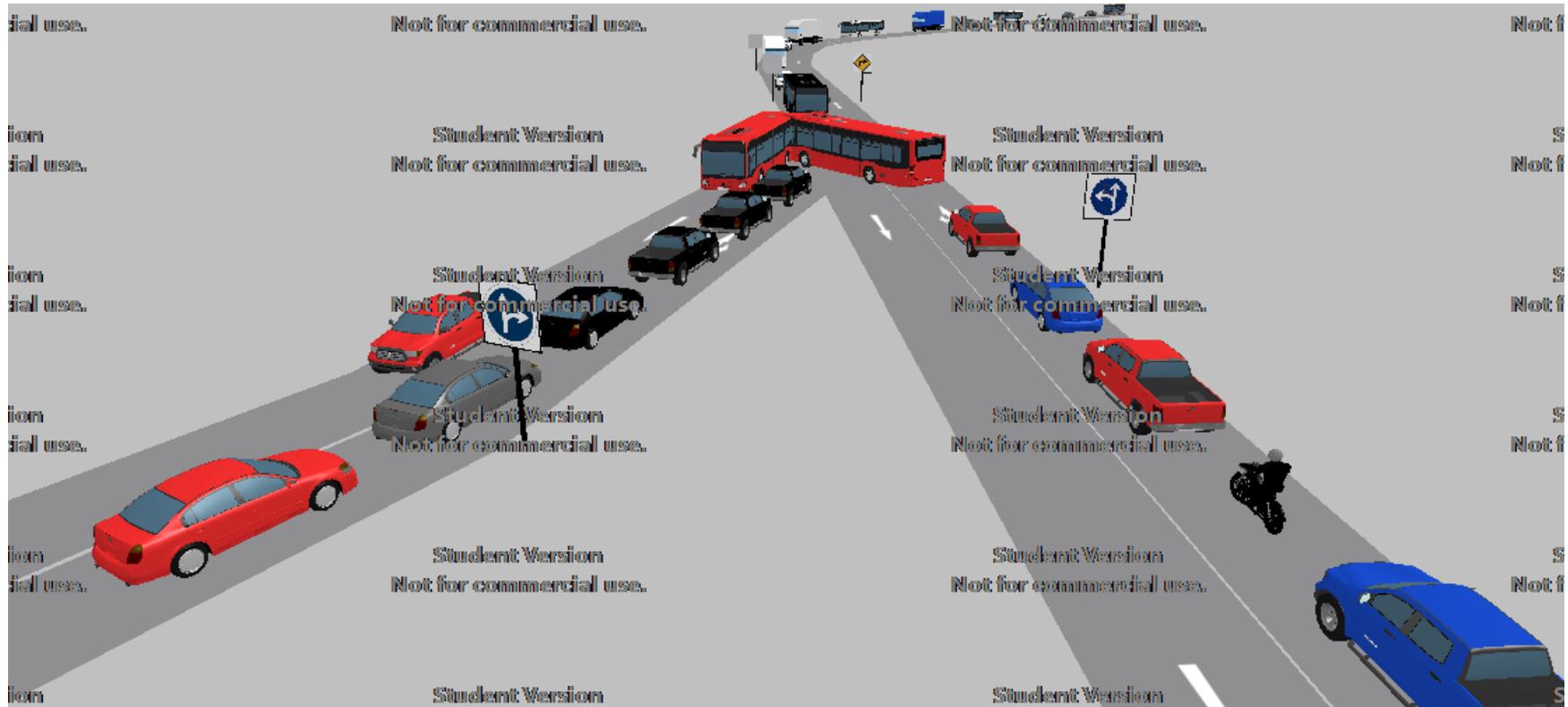
Vista en 3D situación actual – situación 1



Vista en 3D situacion actual – situacion 2

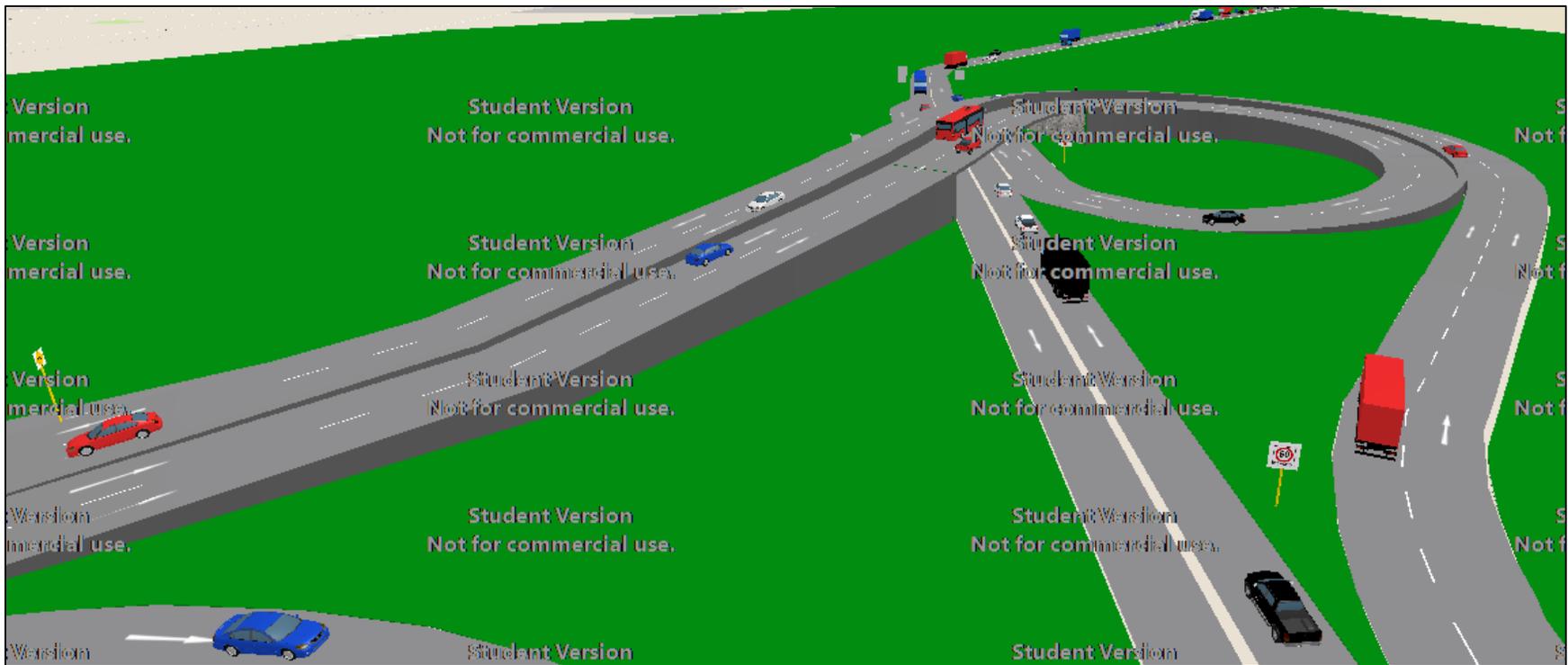


Vista en 3D situacion actual – situacion 3

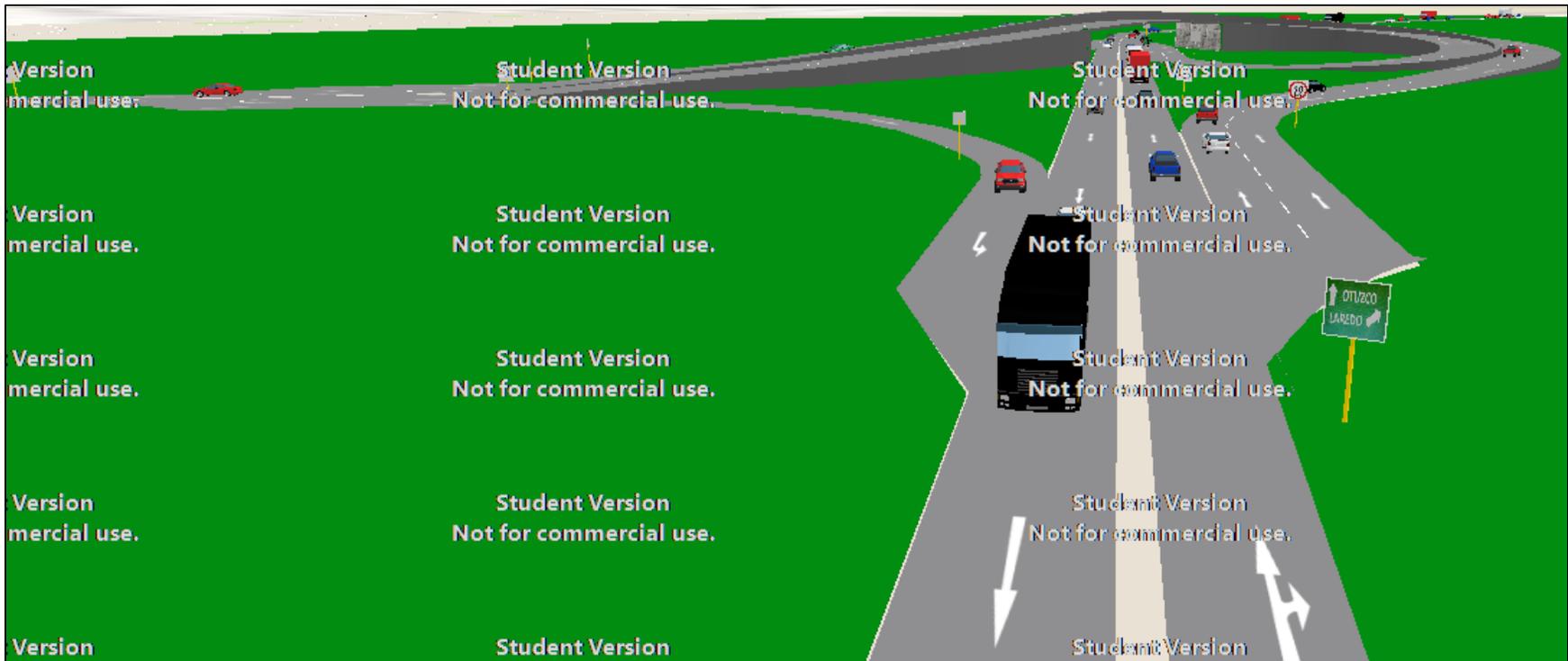


Fotos de simulacion – diseño gemetrico en la interseccion

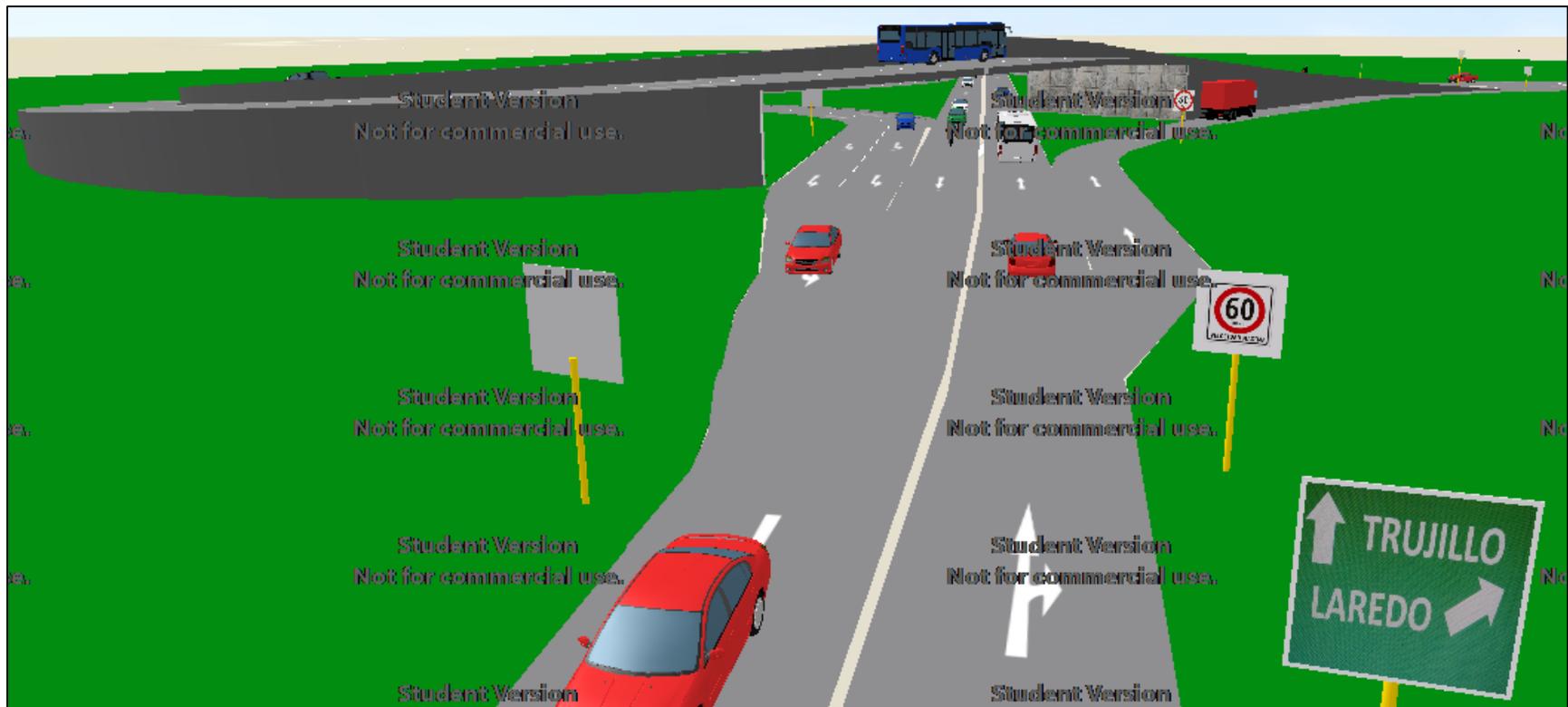
Vista en 3D del diseño gemetrico – trafico vehicular en la interseccion



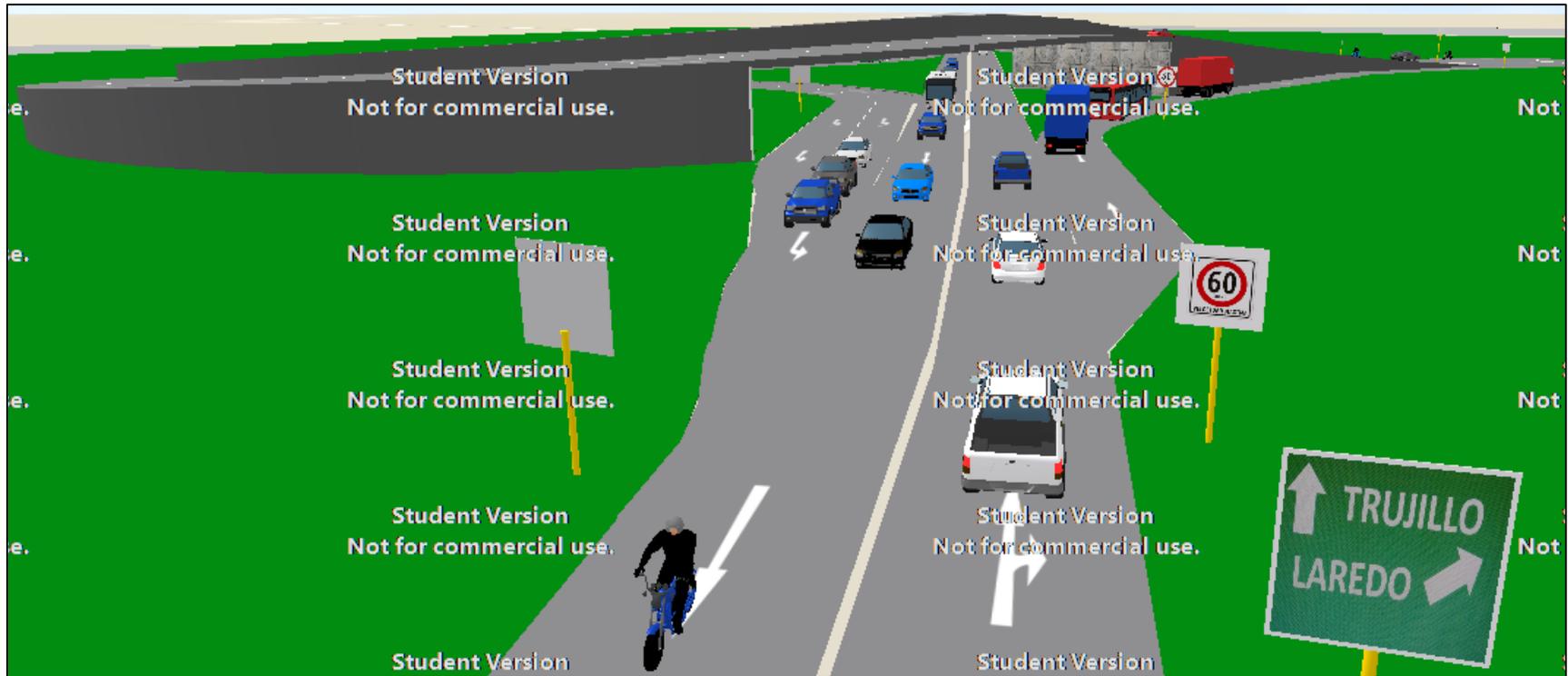
Vista en 3D del diseño geométrico – tráfico vehicular giro 11-12



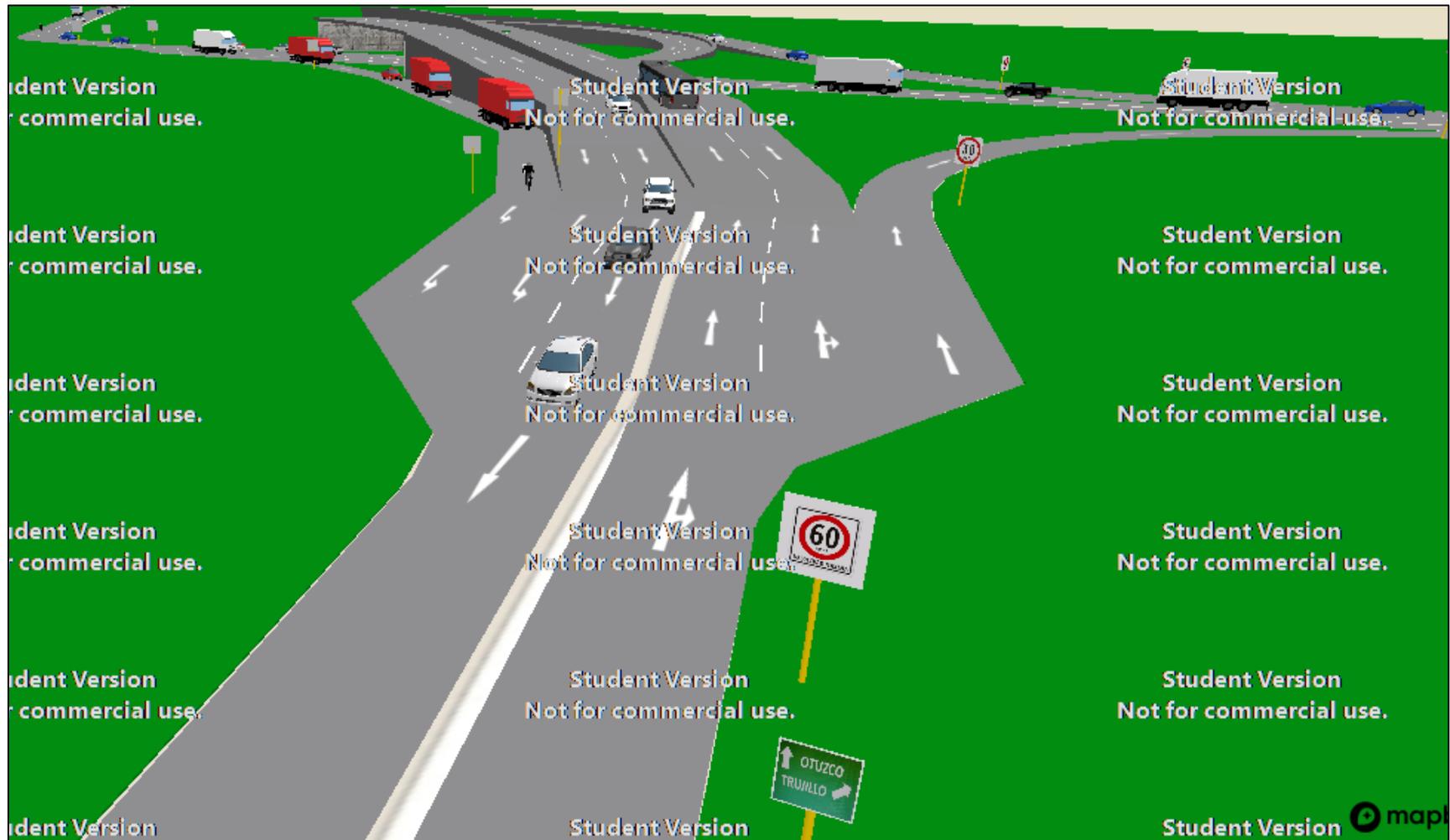
Vista en 3D del diseño geométrico – tráfico vehicular giro 22-21



Vista en 3D del diseño geométrico – tráfico vehicular giro 22-21



Vista en 3D del diseño geométrico – tráfico vehicular giro 31-32



Vista en 3D del diseño geométrico – tráfico vehicular giro 31-32

