



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“NIVEL DE SERVICIABILIDAD DE LA AV. HOYOS RUBIO, COMPRENDIDA ENTRE LAS INTERSECCIONES DEL CRUCE DEL AEROPUERTO ARMANDO REVOREDO IGLESIAS Y EL JR. MANUEL SEOANE, CAJAMARCA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Alex Huatay Mosqueira

Segundo Willam Llanos Calderon

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú

2021

DEDICATORIA

A mis padres Cecilio y Anita, por brindarme su incondicional apoyo en todo momento, por los valores inculcados, por la confianza y esos consejos para hacer de mí un hombre de bien y sobre todo perseverante para ir hacia adelante.

Llanos Calderon Segundo Willam

A Dios por sus infinitas bondades y bendiciones recibidas, a mis padres Leoncio y Julia por su apoyo incondicional y su infinito amor, a mi pequeño Lionel Steven y su madre Elena, mis hermanos; y toda mi familia que me brindan su incondicional apoyo en lograr mis metas trazadas.

Huatay Mosqueira Alex

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada Del Norte y a los docentes universitarios por sus enseñanzas y habernos permitido culminar nuestra carrera profesional.

A nuestro asesor, el Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno por su apoyo y orientación para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación.

A los miembros del jurado, por sus aportes y sugerencias para culminar esta investigación.

Gracias a todos aquellos amigos y compañeros que nos apoyaron para cumplir nuestra meta, gracias infinitas.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. MÉTODO	42
CAPÍTULO III. RESULTADOS	49
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	68
REFERENCIAS	75
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas de eficiencia para la definición de los niveles de servicio.	28
Tabla 2 Niveles de Servicio en Arterias.....	31
Tabla 3 Ayuda para la Clasificación de una arteria	32
Tabla 4 Clases de Arteria de acuerdo con su función y categoría de proyecto.....	34
Tabla 5 Desviaciones Estándar de Velocidades Instantáneas para determinar el Tamaño de la Muestra y Sentido.	37
Tabla 6 Constantes Correspondientes al nivel de Confianza.	37
Tabla 7 Tabla de segmentos del tramo total en estudio	48
Tabla 8 Aforo vehicular semanal (veh/día).....	49
Tabla 9 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).	49
Tabla 10 Aforo vehicular semanal (veh/día).....	51
Tabla 11 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).	51
Tabla 12 Aforo vehicular semanal (veh/día).....	53
Tabla 13 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)	53
Tabla 14 Aforo vehicular semanal (veh/día).....	55
Tabla 15 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)	55
Tabla 16 Distancia de los tramos para medición de velocidades	57
Tabla 17 Tamaño de muestra para el análisis de velocidades.....	58
Tabla 18 Velocidad de Régimen Libre.	60
Tabla 19 Nivel de servicio	61
Tabla 20 Velocidad de Régimen Libre.	62
Tabla 21 Nivel de servicio	63
Tabla 22 Velocidad de Régimen Libre.	64
Tabla 23 Nivel de servicio	65
Tabla 24 Velocidad de Régimen Libre.	66
Tabla 25 Nivel de servicio	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cantidad de automóviles por cada 1000 personas en Cajamarca.	15
Figura 2 Vehículo motorizado categoría L5.	16
Figura 3 Vehículo motorizado categoría M1.	17
Figura 4 Vehículo motorizado categoría M2 y M3.	17
Figura 5 Vehículo motorizado categoría N1.	18
Figura 6 Vehículo motorizado categoría N2.	18
Figura 7 Vehículo motorizado categoría N3.	18
Figura 8 Vehículo motorizado categoría O2, O3 y O4.	19
Figura 9 Histograma de variación del Volumen de Tránsito en la hora de máxima demanda.	25
Figura 10 Formato para aforo de tráfico vehicular.	46
Figura 11 Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (7:00 am – 7:00 pm)	49
Figura 12 Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	50
Figura 13 Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (07:00 am – 07:00 pm)	51
Figura 14 Distribución Porcentual del Tránsito en la hora de máxima demanda.	52
Figura 15 Participación del tránsito según Tipo de vehículo por día (07:00 am – 07:00 pm)	53
Figura 16 Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	54
Figura 17 Participación del tránsito según Tipo de vehículo por día (07:00 am – 07:00 pm)	55
Figura 18 Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.	55
Figura 23 Conteo vehicular en el tramo I.	81
Figura 24 Conteo vehicular en el tramo I.	82
Figura 25 Conteo vehicular en el tramo II.	83
Figura 26 Conteo vehicular en el tramo III.	84
Figura 27 Conteo vehicular en el tramo IV.	85
Figura 28 Toma de tiempo en hora de máxima demanda.	86
Figura 29 Toma de tiempo en hora de máxima demanda.	87
Figura 30 Toma de tiempo en hora de máxima demanda.	88
Figura 31 Toma de tiempo en hora de máxima demanda.	89
Figura 32 Toma de tiempo en flujo libre.	90
Figura 33 Toma de tiempo en flujo libre.	91
Figura 34 Toma de tiempo en flujo libre.	92
Figura 35 Toma de tiempo en flujo libre.	93
Figura 36 Toma de tiempo en flujo libre.	94
Figura 37 Toma de tiempo en flujo libre.	95
Figura 38 Toma de medidas de Separador de vías.	96
Figura 39 Dimensiones de cuneta rectangular.	97
Figura 40 Aforo Vehicular (TPDS) en el tramo del Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias hacia el Jr. Antonio Astopilco.	98
Figura 41 Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	98
Figura 42 Histograma de la variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.	98
Figura 43 Aforo Vehicular (TPDS) en Jr. Astopilco – Av. Vía de Evitamiento Norte.	100
Figura 44 Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	100
Figura 45 Histograma de la variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda para el tramo 02 del Jr. Elmer Faucet hacia la Vía de Evitamiento Norte.	101
Figura 46 Aforo vehicular (TPDS) en Av: Vía de Evitamiento Norte – Jr. San Roque.	102

Figura 47 Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	102
Figura 48 Histograma de la variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda para el tramo 03 desde la Vía de Evitamiento Norte hasta el Jr. San Roque.	103
Figura 49 Aforo vehicular (TPDS) en el Jr. San Roque a Jr. Manuel Seoane	104
Figura 50 Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.	104
Figura 51 Histograma de la variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda para el tramo 04 desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.	105
Figura 19 Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido.	106
Figura 20 Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido del Jr. Antonio Astopilco – Vía de Evitamiento Norte.	107
Figura 21 Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido de la Vía de Evitamiento Norte – Jr. San Roque	108
Figura 22 Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido del Jr. San Roque – Jr. Manuel Seoane	109

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Volumen de tránsito	20
Ecuación 2. Tránsito promedio diario anual (TPDA)	21
Ecuación 3. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)	21
Ecuación 4. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)	22
Ecuación 5. Volumen horario de máxima demanda	24
Ecuación 6. Factor horario de máxima demanda	24
Ecuación 7. Velocidad general.....	34
Ecuación 8. Velocidad media espacial.....	35
Ecuación 9. Tiempo empleado por vehículo.....	35
Ecuación 10. Número de velocidades a ser medidas.	36
Ecuación 11. Tamaño de muestra	38

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar el “Nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio, comprendida entre las intersecciones del cruce del Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021” considerando como problema el crecimiento vehicular generando congestionamiento y un bajo nivel de servicio en que opera la vía en estudio. El estudio se realizó de acuerdo a lo establecido en el capítulo 4 del Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI y el Manual de Capacidad de Carreteras 2010 (HCM 2010). Como parte de la investigación se realizó el aforo del tránsito vehicular, para determinar el volumen horario de máxima demanda, los factores horarios de máxima demanda, velocidad de régimen libre y la Velocidad media espacial, datos que nos permitirán encontrar el nivel de servicio al que operan la vía. Finalmente se encontró que el segmento I, presenta un nivel de servicio B, los segmentos II y IV presentan un nivel de servicio C y el segmento III presenta un nivel de servicio D.

Palabras clave: Nivel de Servicio, aforo vehicular, volumen de tránsito, velocidad de recorrido

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

La ocupación monumental de la superficie urbana, asociada a la localización de empleos y servicios públicos, genera una circulación caótica de personas y bienes. Estos programas y mecanismos causan serios inconvenientes a las personas más vulnerables como peatones y ciclistas (falta de aceras o vías e intersecciones seguras) y para la mayoría de las personas tienen demanda de transporte público (diferencia en la oferta, mala calidad del servicio y precios elevados). Sin embargo, los grupos de mayores ingresos y el aumento del uso del automóvil están contribuyendo a la expansión urbana y a la disminución de la formación de la red de carreteras, y requieren un mayor servicio primario. Este modelo de movilidad genera severas externalidades negativas como la contaminación eólica, la accidentalidad y la congestión del tráfico, que representan una gran proporción. (Banco de desarrollo de América Latina, 2011).

Lima tiene serias limitaciones a la hora de participar en el tráfico en general y en el transporte público en particular. Este tema es especialmente nocivo para las industrias con menos recursos y genera fuertes externalidades negativas. El área metropolitana de Lima adolece de problemas estructurales en la organización y circulación del tráfico: inadecuados servicios de transporte público, tráfico caótico, largos tiempos de viaje, numerosos accidentes y contaminación importante provocada por las flotas. A pesar de una serie de iniciativas que se están tomando, el transporte sigue siendo una de las principales limitaciones de la ciudad y afecta tanto la productividad del centro urbano como la calidad de vida de sus residentes, especialmente en las zonas urbanas más pobres. Los estudios actuales financiados por el Banco Mundial indican que se pierden aproximadamente \$500 millones cada año en horas de trabajo y costos operativos debido a sistemas de conducción urbano ineficientes. (Tarquino, 2011).

La ciudad de Piura no es ajena a la congestión vehicular, la característica del problema en el casco urbano es la altísima proporción de automóviles, el estado de la infraestructura vial, el estilo de conducción y la incomodidad de la gestión del transporte público. La gran congestión del tráfico se deriva de la creciente necesidad de la población de visitar, trabajar, aprender, comprar y jugar. Asimismo, no es una necesidad constante, sino variable, es el mayor predominio de la hora. (Benjamín & Teodoro, 2015)

Cabe señalar que el gremio y el aumento del tráfico vehicular han generado problemas de tránsito y la ciudad de Cajamarca no es ajena a este tipo de problemas, la mayoría de las vías urbanas que posee corresponden a las vías de una localidad bastante antigua, Se trata de vías estrechas, incluido el aumento del número de vehículos en los últimos años. Estas propiedades generan molestias vehiculares, retrasos en los viajes y accidentes. Para ello se pueden sumar servicios ofrecidos en horario de máxima rotación. Está claro que a través de este análisis se ha concluido su nivel de servicio para las rutas más relevantes de la ciudad y se ha evaluado la calidad de los flujos de tráfico similares. (Thomson, 2001).

Para este tema de investigación se tomó la avenida Hoyos Rubio, por ser una de las principales avenidas de la ciudad para unidades de servicios públicos y especiales. Posee una distancia en estudio de 2.16 km y conecta la ciudad de Cajamarca con la ciudad de Baños del Inca, también brinda salidas y entradas para vehículos con destino al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias, donde la vía es ocupada por cientos de vehículos de tránsito diario, donde se comprueba la saturación vehicular por carecer de otra vía de evacuación del tráfico.

La población del distrito de Cajamarca para el año 2017 es de 231,243.00 personas según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), de igual manera el número de vehículos de la provincia de Cajamarca en abril de 2018 fue de 33,971 vehículos y hubo un incremento de 8,412 vehículos con respecto a marzo del año 2017 (INEI 2017). El crecimiento demográfico y vehicular, además de sistemas viales urbanos inadecuados, son los factores

principales que, junto con una capacitación inadecuada de los conductores, provocan una gran congestión vehicular.

Silva (2019) en su investigación, Nivel de serviciabilidad del Jirón Dos de Mayo, De la Cuidad de Celendín, Cajamarca 2018; tuvo como fin s establecer el nivel de condiciones de operación del Jr. 2 de mayo de la ciudad de Celendín, Cajamarca, 2018, según HCM 2010. El tipo de investigación es aplicada no empírica, concluyendo que el volumen de tránsito según la prueba de volumen vehicular, determina la demanda máxima en horario completo desde las 07:15 - 08:15 con un volumen de 1147 vehículos. La composición de vehículos en todas sus expansiones muestra proporciones de vehículos similares a lo largo de la semana, con motocicletas acercándose a los 37 % del total de vehículos, en términos de capacidad de servicio para el tramo de áreas urbanas en la temporada de transición. en el tramo es de 34,62 s, la velocidad de viaje es de 33,49 km por hora, expresada como 58,94% el caudal básico independiente, que es de 56,82 km por hora, de lo cual se puede concluir que el nivel de servicio del tramo bajo prueba es c.

Según Torres (2018) en su trabajo de investigación Nivel de Serviabilidad de los Jirones Leguía y José Gálvez, de la Cuidad de Cajamarca, 2017; presentado como objetivo determinar los niveles de servicio en chatarra; Leguía y José Gálvez de la ciudad de Cajamarca, su tipo de investigación es descriptiva, llegando a la conclusión que al finalizar el aforo del vehículo y el análisis correspondiente, concluyo que el vehículo se encuentra principalmente en las vías de estudio, es las mototaxi con el 57,77% en el segmento 1, el 49,15% en el segmento 3 y el 45% en el segmento 4 y los taxis con el 15,11% en el segmento 1, con el 22,72% en el segmento 3 y el 25,03% en el segmento 4 ; esto, para tramos donde el tráfico de automóviles es más importante. Además, se observa que en el tramo Amalia Puga - El Comercio, el principal medio de transporte público son los taxis (30,79%), frente a las mototaxis (28,5 %), debido a la limitada circulación de motos del día, por el centro histórico

de Cajamarca. Y de su investigación, también concluye que los segmentos 1, 3, 4, 5, 6, 7 tienen un nivel de servicio F, los segmentos 2 y 10 tienen un nivel de servicio E, y los segmentos 8 y 9 tienen un nivel de servicio D, lo que hace que la ruta proporcione por lo que se rechaza su hipótesis porque afirma que la ruta tiene un nivel de servicio D.

Angaspilco (2014) en su tesis profesional titulada “Nivel de Serviabilidad en las Avenidas; Atahualpa, Juan XXIII, Independencia, de los Héroes y San Martín de la ciudad de Cajamarca”; estudio del tránsito vehicular en los tramos viales de la Av. Los Héroes corre de Jr. Estrecho a Plazuela Bolognesi, Jr. Juan XXIII corre de Jr. Progreso a Plazuela Bolognesi, Av. San Martín va desde la Plazuela Bolognesi hasta el Jr. Cumbe Mayo; AV. Atahualpa viajó desde Plazuela Bolognesi hasta Jr. Sucre y Av. Independencia viaja de Plazuela Bolognesi a Jr. Silva Santisteban, cuyo objetivo es determinar el nivel de servicio en los bulevares; Atahualpa, Juan XXIII, Independencia, de los Héroes y San Martín de la ciudad de Cajamarca; determinar el tráfico vehicular y el factor de demanda punta; determinar la velocidad de viaje, cuando se utilizó un tipo de búsqueda descriptiva.

Según Arias (2012) La investigación descriptiva consiste en caracterizar un hecho, fenómeno o grupo para establecer su estructura o comportamiento. La investigación está orientada a incorporar el diseño de campo, ya que este diseño de estudio no solo permite la observación sino también la recolección de datos directamente de la realidad en el entorno cotidiano para su análisis y luego interpretación de los resultados del estudio mencionado. Finalmente se concluyó que: Nivel de servicio: Av. Los Héroes son D y F; Jr. Juan XXIII es D y F; AV. San Martín es C; AV. Atahualpa es D y E y Av. Independencia es E estudiada por segmentos. Con bajos niveles de servicio, las velocidades de viaje disminuyen, lo que genera retrasos significativos en los flujos y una congestión constante del tráfico, especialmente en las horas pico.

En este orden de ideas, tenemos la base teórica de que los elementos básicos del tráfico se definen con el fin de estudiar aspectos operativos de la ingeniería de tráfico; Es importante analizar, de manera muy general, los factores fundamentales que hacen que los flujos de tránsito interactúen entre sí. Hay tres factores básicos que son: usuarios (peatones y conductores), vehículos (privados, públicos y comerciales), vías. (Tapia & Beizaga, 2006)

Del mismo modo, los usuarios son considerados caminantes potenciales para toda la población, desde los mayores de un año hasta los mayores de cien años. En general, las calles y carreteras son compartidas por peatones y vehículos, excepto en las carreteras, donde el tráfico de peatones es casi nulo. (Tapia & Beizaga, 2006).

El peatón en las calles de una urbe es un elemento fundamental en los inconvenientes de circulación. Los accidentes sufridos por peatones se tienen que a que no respetan las regiones destinadas a ellos, así sea por falta de entendimiento u otro componente. Por consiguiente, se debería tener en cuenta al peatón no sólo por ser víctima, sino ya que además es una de las razones de estos inconvenientes.

Por otro lado, el conductor es el componente de tránsito más importante, debido al movimiento y la calidad de circulación de vehículos para ajustarse a las propiedades de la vía.

El conductor es la persona que controla el mecanismo de transporte, técnica y sencillamente, el conductor es el cerebro del vehículo. Una vez que un conductor ha tomado el timón y ha elegido su destino, tiene muchas, aunque no absolutas, capacidades independientes para implementar diferentes capacidades y rutas dentro de la infraestructura vial a pie para llegar al destino, así como la velocidad a la que conducirá. Esta elección, aunque es personal, y la elección del conductor (factores internos y externos) afecta la forma en que se conduce el vehículo en la carretera (Bañon, 2000).

Por otro lado, un vehículo es definido por Bañon (2000) como un medio de transporte que es un intermediario entre el conductor y la carretera, cuya cooperación en el análisis del

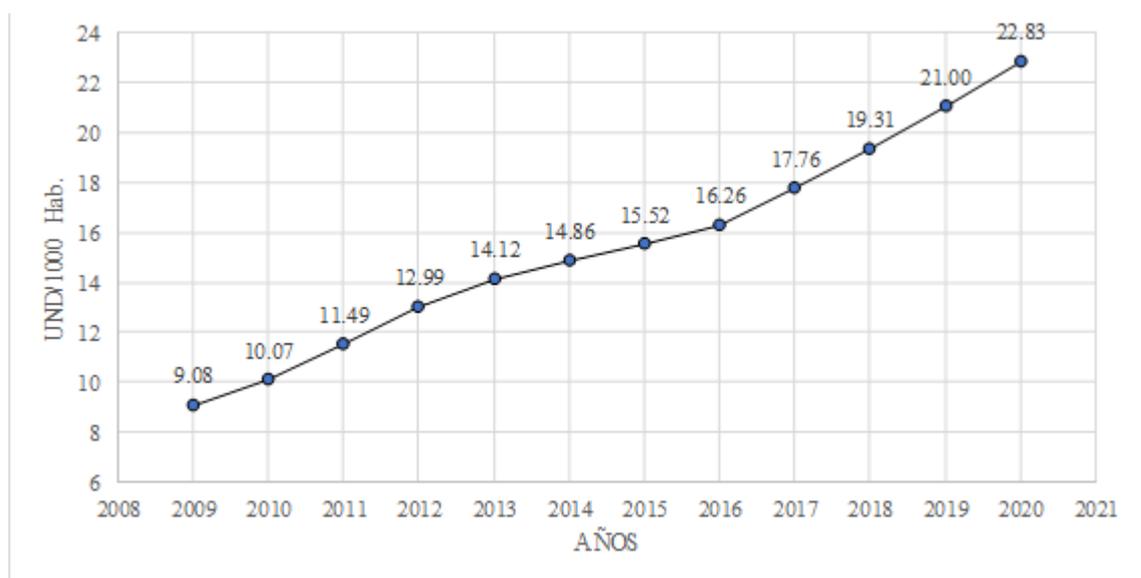
tráfico es fundamental. El transporte está creado para el movimiento y transporte de conductores y pasajeros, su distribución tiene variedad de tamaños y pesos.

En algunos territorios, la aparición de una mayor proporción de vehículos no solo mejora el transporte, sino que también mejora el nivel económico general del país, por lo que se puede asegurar que la interacción de los residentes por medio de transporte es un indicador para ver el desarrollo de un territorio dado.

Para el Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA a través de sus indicadores, establece los siguientes datos para Cajamarca, correspondientes a la proporción de automóviles por cada 1000 habitantes.

Figura 1

Cantidad de automóviles por cada 1000 personas en Cajamarca.



Fuente: Sistema Nacional de Información Ambiental – SINIA

Como clasificación vehicular, tenemos que según la DIRECTIVA N°002-2006-MTC/15, aprobada mediante R.D. N° 4848-2006-MTC, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares, publicada por el Ministerio de Transportes del Perú. La clasificación vehicular por categoría es:

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

L1: Vehículos de 2 ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

L2: Vehículos de 3 ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

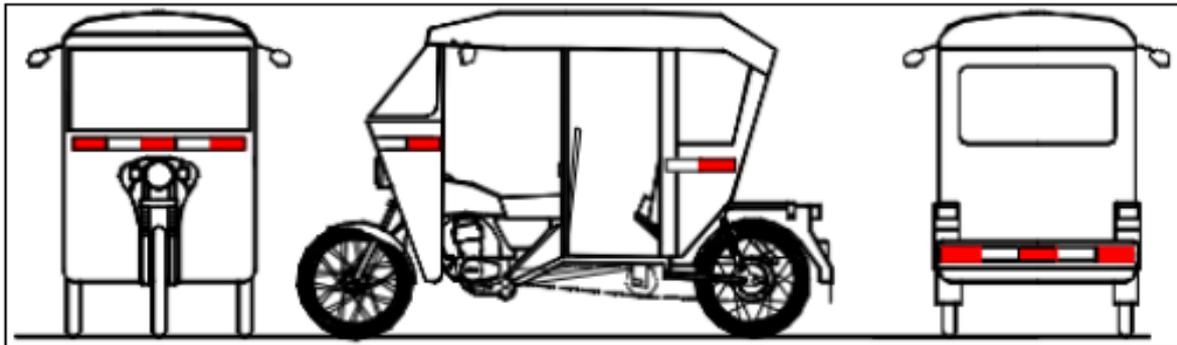
L3: Vehículos de 2 ruedas, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h.

L4: Vehículos de 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o una velocidad mayor de 50 km/h.

L5: Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no excedan de una tonelada.

Figura 2

Vehículo motorizado categoría L5.



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

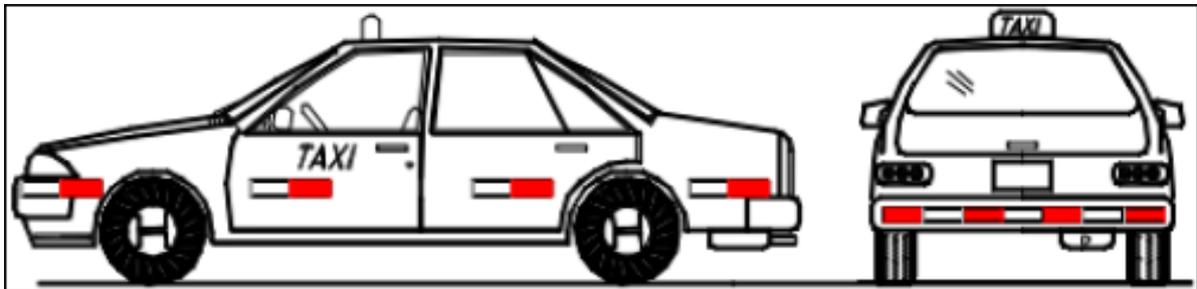
M1: Vehículos de 8 asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

M2: Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

M3: Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

Figura 3

Vehículo motorizado categoría M1.



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:

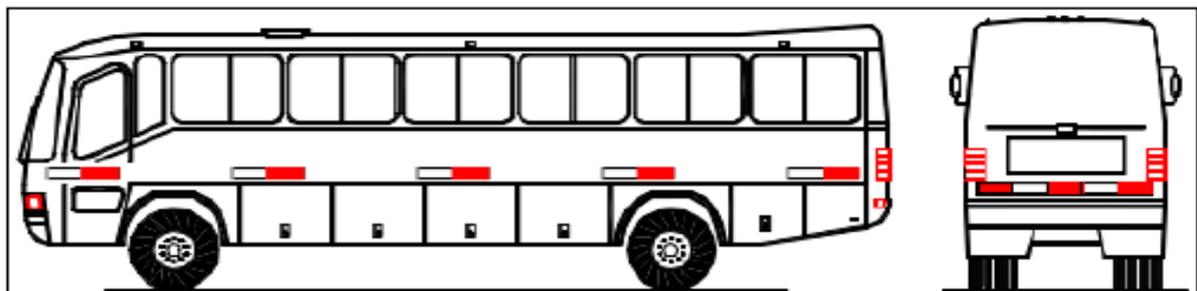
CLASE I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.

CLASE II. Vehículos construidos, principalmente para el transporte de pasajeros entados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos.

CLASE III. Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

Figura 4

Vehículo motorizado categoría M2 y M3.



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

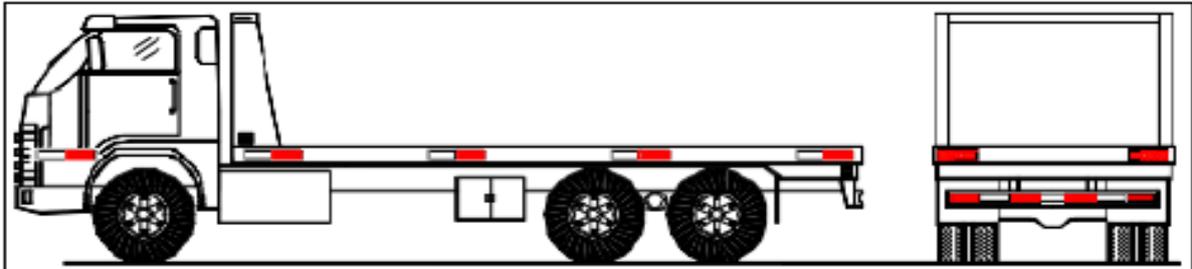
N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3.5 toneladas a menos.

N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3.5 toneladas hasta 12 toneladas.

N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

Figura 5

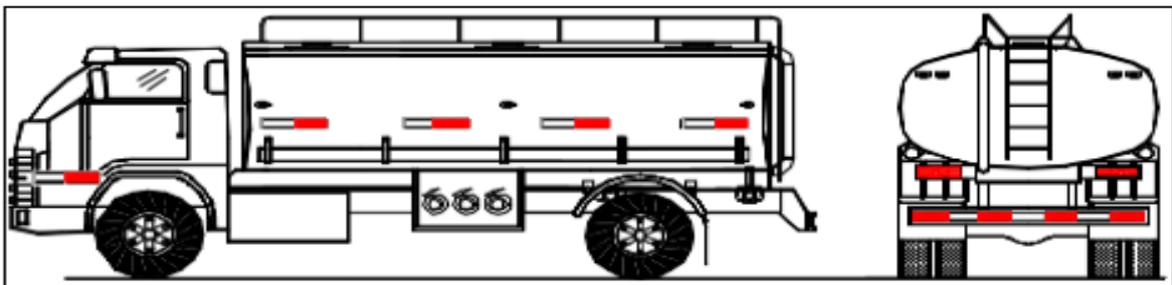
Vehículo motorizado categoría N1



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Figura 6

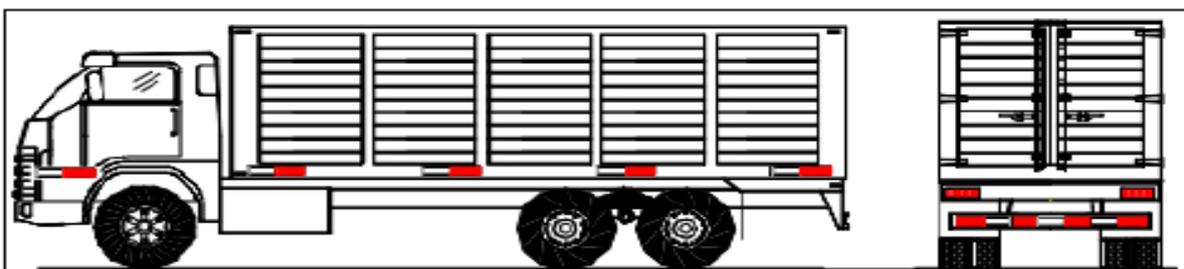
Vehículo motorizado categoría N2



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Figura 7

Vehículo motorizado categoría N3



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Categoría O: Remolques (Incluidos semirremolques)

O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0.75 toneladas o menos.

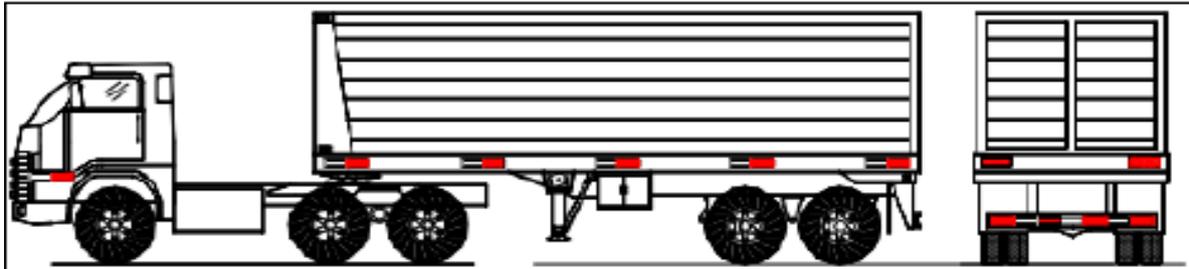
O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0.75 toneladas hasta 3.5 toneladas.

O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3.5 toneladas hasta 10 toneladas.

O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Figura 8

Vehículo motorizado categoría O2, O3 y O4.



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones. Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

Asimismo, se define como vía, según Tapia y Beizaga (2006), quienes plantean que un factor importante en el tráfico es la vía o ruta por la que transitan los vehículos. Es una infraestructura de transporte condicional a lo largo de una serie de celdas, destinada a permitir la circulación continua de vehículos en el espacio y el tiempo. La Carretera es un tipo de infraestructura civil que permite el tránsito de vehículos y peatones de un punto a otro de una zona urbana, por lo que su importancia es decisiva en el estudio y diseño de los sistemas generales de transporte de la ciudad.

En la clasificación de vías urbanas, según ICG (2005), tenemos Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005:

El sistema de clasificación propuesto se puede aplicar a todo tipo de caminos urbanos de tierra, ya sea calle, tramo, bulevar, centro comercial, plaza, aceras, paseos, para la circulación de vehículos, personas y/o mercancías.

Sistema de arterias urbanas principales: Sirve a los mayores centros de actividad en áreas urbanas, los corredores con los más altos volúmenes de tránsito vehicular, los viajes más largos y la mayor cantidad de tráfico vehicular a pesar que constituyen el menor porcentaje de vías dentro de la ciudad. (ICG, 2005)

Sistema de arterias urbanas menores: Este sistema se conecta y complementa el sistema anterior. Incluye todas las arterias no clasificadas como principales. Este sistema ofrece menos acceso y ofrece menor movilidad que el sistema anterior. (ICG, 2005)

Sistema de colectores urbanos: Este sistema vial ofrece circulación dentro de los vecindarios, áreas comerciales e industriales. Este sistema recolecta la circulación de calles y los dirige a los sistemas de circulación primaria. (ICG, 2005)

Sistema de calles locales: Ofrece el nivel más bajo de circulación, por lo que este sistema conecta a las vías de nivel superior. Está conformado por calles donde predomina la circulación peatonal y vehículos ligeros. (ICG, 2005)

Por otro lado, relacionados con los estudios de flujo de tránsito, son eventos que tienen por objeto recopilar información sobre el movimiento de vehículos y/o personas en aspectos o segmentos específicos de la ruta, pasando por un punto específico de la ruta, a lo largo del camino de un tiempo especificado. Estos datos se expresan a lo largo del tiempo, incluso en el desarrollo de estimaciones razonables de calidad de servicio para los usuarios.

De acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (ICG, 2005), el volumen de tráfico se define como el número de vehículos que pasan por un punto o sección determinada, en un carril o acceso, en un período de tiempo específico.

Ecuación 1. Volumen de tránsito

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q: Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N: Número total de vehículos que pasan (vehículos)

T: Periodo determinado (unidad de tiempo)

Dentro de los volúmenes de tránsito absolutos, se consideran al número total de vehículos que pasan a lo largo de el transcurso de tiempo definido, dependiendo de la duración del tiempo de tiempo definido, se poseen los próximos volúmenes de tránsito totales o absolutos:

A continuación, definimos lo siguiente de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas 2005 – VCHI.

Tránsito Anual (TA): Número de vehículos que transitan en un año, $T = 1$ año.

Tránsito mensual (TM): Número de vehículos que transitan en un mes, en este caso $T = 1$ mes.

Tránsito semanal (TS): Número de vehículos que transitan en una semana, $T = 1$ semana.

Tránsito diario (TD): Número de vehículos que transitan en un día, $T = 1$ día.

Tránsito horario (TH): Número de vehículos que transitan en una hora, $T = 1$ hora.

Tasa de flujo o flujo (q): Número de vehículos que transitan en un periodo inferior a una hora. $T < 1$ hora.

Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios

Según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (ICG, 2005), el volumen de tránsito diario promedio (TPD) se define como el número total de vehículos que transitan durante un período determinado, de acuerdo con el número de días del período. Los siguientes vehículos de tráfico diario están representados por el número de vehículos por día:

Ecuación 2. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Ecuación 3. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

Ecuación 4. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

Volúmenes de tránsito horarios (VH)

Su unidad de medida es vehículos por hora, se clasifican por horas seleccionadas como se detalla a continuación. (ICG, 2005)

Volumen horario mayor anual (VHMA)

Es el mayor volumen horario que pasa por un punto o sección transversal de la carretera durante un año; es decir, 1 hora en 8760 durante la cual se registró el mayor tráfico.

Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el número máximo de vehículos que pasan por un punto o intersección en 60 minutos consecutivos; representa el período de máxima demanda registrado durante el día. (ICG, 2005, pp. 4-6)

Volumen horario-décimo, vigésimo, trigésimo (10VH, 20VH, 30VH)

Es el volumen horario que pasa por un punto o parte de un carril o calzada dentro de un año determinado, es cruzar los volúmenes de las horas 9, 19 y 29, respectivamente. Además, se llama durante las horas 10, 20 y 30 de mayor volumen. (ICG, 2005, pp. 4-6).

Uso de los Volúmenes de Tránsito

Los datos de flujo de tráfico se utilizan ampliamente en varios campos; en Ingeniería de Tránsito permite realizar estudios como: Análisis de capacidad y niveles de servicio de todo tipo de vías, caracterización de flujo de tránsito, zonificación de velocidad, necesidades de dispositivos de control de tránsito, estudio de estacionamientos. (ICG, 2005, p. 5)

Características de los volúmenes de Tránsito.

Distribución y composición del volumen de tránsito.

El cambio en el flujo de tráfico por carril presenta las siguientes propiedades:

En una vía urbana con 3 o más carriles que circulan en una dirección, la velocidad y el tráfico son más altos en el carril central, los autobuses se detienen y giran a la derecha y giran a la izquierda en el lado más lento carril.

En las carreteras, el carril más cercano al centro de la ciudad es utilizado por vehículos más rápidos y para adelantamientos con mayor tráfico en el carril inmediatamente posterior al evento. En carreteras, se indica mayor masa en el carril cercano al carril.

Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

En áreas urbanas, los cambios de tráfico durante una sola hora pico, para una calle o intersección en particular, pueden repetirse y continuarse en diferentes días de la semana. Sin embargo, puede ser muy diferente de un tipo de carretera o de una intersección con otra, durante el mismo período de tiempo más largo. En cada uno de estos casos, es fundamental conocer la evolución del tráfico en los momentos de máxima demanda y cuantificar la duración de los flujos máximos, para poder organizar el control del tráfico en dichos intervalos de tiempo a lo largo del día, como las prohibiciones de estacionamiento, prohibiendo determinados viajes de ida y vuelta y horarios de semáforos.

La demanda máxima horaria, a menos que esté uniformemente distribuida, no significa que el caudal sea constante a lo largo de la hora. Para realizar un estudio del cambio en el volumen de tráfico en la hora de máxima demanda, utilizamos el factor horario de máxima demanda, FHMD, que está relacionado con la máxima demanda horaria, VHMD, con la relación más alta (q_{max}). Su fórmula matemática es:

Ecuación 5. Volumen horario de máxima demanda

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(qmax)}$$

Donde:

FHMD: Factor horario de máxima demanda.

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

qmáx: Flujo máximo.

Los periodos de tiempo dentro de la hora de máxima demanda pueden ser 5, 10, 15 minutos. Para un periodo de 15 minutos se tiene:

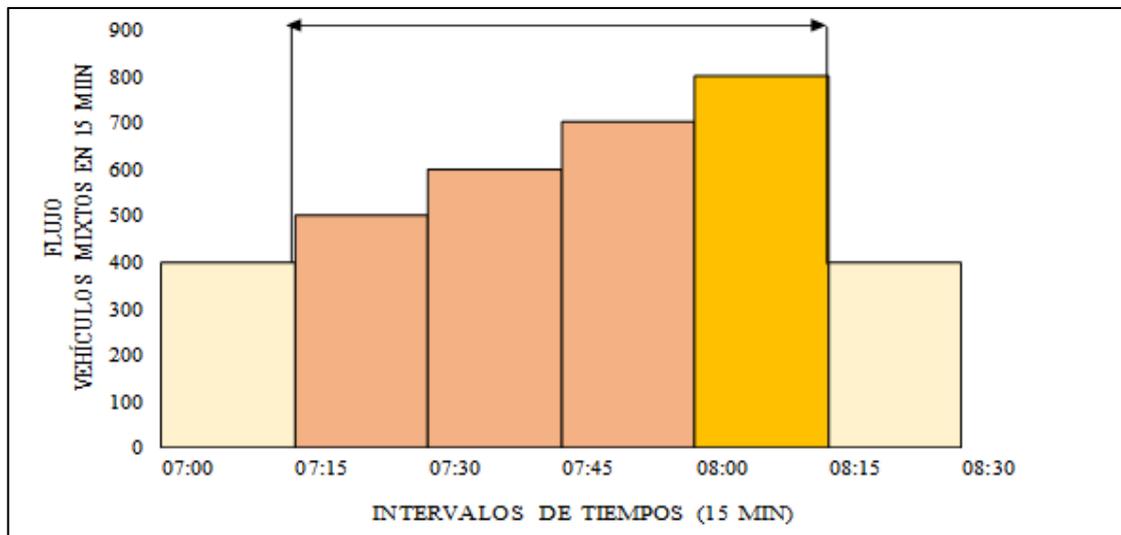
Ecuación 6. Factor horario de máxima demanda

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmax_{15})}$$

El factor de demanda pico por hora de FHMD es un indicador de las propiedades del tráfico pico, que sugiere cómo se distribuirá el tráfico pico durante la hora. Su coste más importante es por unidad, suponiendo una distribución uniforme del caudal máximo a lo largo de la hora; Valores menores a uno sugieren que existe un pico de concentración de flujo en un corto período de tiempo (ICG, 2005).

Figura 9

Histograma de variación del Volumen de Tránsito en la hora de máxima demanda.



Fuente: (ICG, 2005)

La variación del volumen de tráfico durante las horas del día depende del tipo de ruta, de acuerdo a la industria que allí se frecuenta, ya que las hay turísticas, agrícolas, comerciales, etc. (ICG, 2005)

En las zonas urbanas, existe una variación tradicional del tránsito de la siguiente manera: la madrugada comienza con poco tráfico, aumenta hasta alcanzar el número máximo entre las 7:30 a las 9:30. De 9:30 am a 1:00 pm tiende a reducir y comienza a aumentar a las 2:00 pm y 3:00 pm. Disminuyó entre las 1 :00 y las 18:00 horas y aumentó por última vez entre las 18:00 y las 20:00 horas.

Desde entonces, suele haber tránsito mínimo de madrugada. En las vías urbanas, la variación del volumen de tráfico diario no es lo suficientemente pronunciada entre semana, todavía están más o menos distribuidas durante la semana, sin embargo, el mayor tráfico se presenta los días de semana. Cabe mencionar en referencia a la variación diaria del tráfico urbano y rural, máximo en días de eventos especiales como Semana Santa, Navidad, Año Nuevo, etc. (ICG, 2005, p. 9)

La capacidad depende de las unidades de que se trate (peatones, vehículos particulares, transporte público, etc.), además de la franja horaria y superficie de la infraestructura como (número de carriles y sentido) ancho de vía). De manera similar, el nivel de servicio intenta explicar las condiciones operativas del tráfico y se define como un medio cualitativo para medir las condiciones operativas de una ruta. (ICG, 2005, p. 21)

La capacidad vial, teóricamente (q_{max}), se define como la cantidad máxima de tráfico que puede soportar una carretera o calle. En concreto, la función de la infraestructura viaria es el número máximo de vehículos (peatones) que pueden transitar por un punto o un tramo uniforme de un carril o tramo de carretera en un periodo de tiempo determinado, en términos de infraestructura viaria y de tráfico. y dispositivos de control. El intervalo comúnmente utilizado para la prueba de potencia es de 15 min, ya que se cree que es el tiempo más corto para que se manifieste un ciclo constante (ICG, 2005).

La infraestructura vial, ya sean caminos o calles, puede tener tránsito continuo o intermitente. El sistema de carreteras no tiene recursos fijos fuera del flujo de tráfico, como los semáforos, que interrumpen el sistema de tráfico. Los sistemas viales interrumpidos tienen recursos fijos que crean interrupciones periódicas en el flujo del tráfico, como semáforos, señales elevadas y otros tipos de regulación.

En los niveles de servicio, el problema de medir la calidad del flujo vehicular utilizando el término servicio es una medida cualitativa que explica las condiciones de operación del flujo vehicular y la percepción de los conductores y/o pasajeros.

Estas condiciones se describen en componentes como la velocidad y el tiempo de movimiento, la independencia de los ensayos, la tranquilidad, la conveniencia y la estabilidad de la carretera.

Los componentes afectan el nivel de servicio, interno y externo distinguido. Las personas con detención son personas correspondientes a variantes de velocidad, según el volumen, en la

estructura del tránsito, en el porcentaje de movimiento horizontal u orientado, V.V. Entre los atributos externos externos, las propiedades físicas permanecen, como el ancho de los rieles, el lado de distancia independiente, el ancho de las acciones, los pendientes, etc.

Guía para usar la capacidad de azúcar en 2010, con los 6 niveles de servicio predeterminados llamados: A, B, C, D, E y F, van mejor con lo peor. Para (Gómez, 2006), no se realiza una investigación de competencia para configurar la sección de medios máxima que puede contener una parte determinada de un camino. En su lugar, estamos hablando de determinar el nivel de servicio que se extiende o es elegible para un cierto nivel de servicio. En algunas situaciones, se realizó el estudio para presentar cualquier volumen y la fecha límite para la función de una parte de la carretera (p.177).

La velocidad se considera un elemento primitivo utilizado para detectar los niveles de servicio. Hay un segundo factor principal como una interacción, así como entre el volumen y la capacidad de la demanda, o la interacción entre el volumen y la capacidad del servicio, dependiendo de problemas específicos. Aunque se considera deseable una escala de nivel de servicio que pueda incorporar todos los componentes, el uso de los dos componentes esenciales mencionados se considera fundamental para un estudio de confort. (Gomez, 2004, p. 117)

La capacidad de la carretera tiene una gama de valores de vehículos / hora / hora de 2000, para una carretera de condiciones ideales, hasta 300 vehículos / hora / carril, en un área urbana del casco antiguo y estrecho, Con una gran proporción de vehículos pesados y volumen de torre fuerte. Para las carreteras ideales de 2 dimensiones, la capacidad es de 2000 vehículos / hora para ambas direcciones. El volumen de servicio continuará parcialmente en la condición ideal. (Gómez, 2004)

Para programar los objetivos y la metodología de una explicación unificada, se han predefinido los siguientes criterios.

El volumen y la capacidad se expresan en automóvil por hora para cada carretera o calle. (Gómez, 2008, página 179)

Nivel de servicio aplicado a un camino importante de la carretera. Esto se puede modificar en sus condiciones de operación, en diferentes perspectivas, gracias a las variaciones del volumen del vehículo o su capacidad. (Gómez, 2004, página 179)

Los recursos utilizados para medir los niveles de potencia y los niveles de servicio están cambiando los valores fácilmente obtenidos de los datos accesibles. Para el tráfico, se necesita el tipo de vía, las características geométricas, la velocidad media, el patrón de tráfico y la variación del tráfico. Para el nivel de servicio, los componentes adicionales necesarios son la velocidad y la interacción entre volumen y capacidad. (Gomez, 2004, p. 179)

Por razones prácticas se han establecido valores de velocidad y relaciones de correlación entre masa y potencia, que determinan el nivel de servicio para autopistas, con y sin control de acceso, autopistas de 2 o 3 carriles, urbanas bulevares y calles del centro. (Gomez, 2004, p. 179)

Los criterios utilizados para determinar los niveles de servicio reales para diferentes tipos de senderos especifican que se debe considerar lo siguiente:

Tabla 1

Medidas de eficiencia para la definición de los niveles de servicio.

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	MEDIDAS DE EFICIENCIA
Autopistas	
Segmentos básicos de autopista	Densidad (vl/km/c)
Entrecruzamientos	Velocidad media de recorrido (km/h)
Rampas de enlace	Tasas de flujo (vl/h)
Carreteras Multicarriles	Densidad (veh.lig./km/carril)
Carreteras de dos carriles	Demora porcentual (%)
	Velocidad media de recorrido (km/h)

Intersecciones semaforizadas	Demora media individual por paradas (s/vl)
Intersecciones sin semaforizar	Capacidad en reserva (vl/h)
Arterias	Velocidad media de recorrido (km/h)
Transporte colectivo	Factor de carga (pers/asiento)
Peatones	Espacio (m ² /peatón)

Fuente: (HCM, 2010)

Determinación del Nivel de Servicio de una Arteria Urbana según el Manual de Capacidad de Carreteras:

El nivel de servicio de la línea arterial se basa en la velocidad promedio de viaje del tramo, tramo o tramo completo de vía en consideración. La velocidad de viaje promedio se calcula a partir del tiempo de viaje en la sección arterial y el tiempo para acercarse a las intersecciones. Como también se definen con precisión en la Tabla 4, está determinada por la velocidad media de circulación de todos los vehículos en la vía, que está fuertemente influenciada por el número de semáforos por kilómetro y el retraso medio de los semáforos.

En una carretera determinada, los niveles de servicio vitales pueden verse significativamente afectados debido a factores como ciclos de semáforos inadecuados, progreso deficiente o aumento del tráfico. Las arterias con alta densidad de semáforos son más sensibles a estos factores. (Manual de Competencia Vial, 2010).

Sin embargo, para el desarrollo de este estudio también se deben conocer los diferentes niveles de servicio que brinda HCM.

El nivel de servicio A describe un flujo libre a una velocidad de viaje promedio del 90 % de la tarifa libre para ese tipo de carretera.

Los vehículos no enfrentan ningún obstáculo para maniobrar en el tráfico. La latencia en las paradas en las intersecciones señalizadas es mínima. (HCM, 2010).

Por su parte, el nivel de servicio B representa un tráfico con un nivel de obstrucción aceptable, con una velocidad de circulación media global del 70% de la tarifa libre para este tipo de vía. La maniobrabilidad en el tráfico está ligeramente limitada y los retrasos en las paradas no son un problema. En general, los conductores no están sujetos a esfuerzos significativos. (Manual de Competencia Vial, 2010).

El nivel de servicio C representa un tráfico constante. Sin embargo, la capacidad de moverse y cambiar de carril en las áreas del centro de las cuadras puede ser más limitada que en Nueva Escocia y la existencia de colas más largas y/o una coordinación inadecuada de los semáforos La ventilación puede ayudar a reducir el promedio móvil, hasta en un 50% de la velocidad libre para este tipo de arteria. Mientras conduce, el usuario sentirá un estrés considerable. (HCM, 2010).

Por lo tanto, el nivel de servicio D está bordeado por un nivel en el que el tiempo de aproximación aumenta hasta una disminución pequeña, sustancial y, por lo tanto, de la velocidad arterial. Esto puede deberse a la progresión incompleta de los semáforos, en el marco de semicírculo inadecuado, un gran volumen o una combinación de alaguna de estos tres factores. La velocidad de movimiento promedio es de aproximadamente el 0% de la velocidad de velocidad libre. (HCM, 2010).

De la misma manera, el nivel de servicio E: se caracteriza por retrasos significativos en el acceso y a través de una ruta media de terceros o menos que la velocidad de la velocidad libre. Esta circulación se produce debido a la combinación de progreso incompleto, densidad de alto flujo, formación de colas largas en intersecciones importantes y marcos inadecuados. (HCM, 2010).

Finalmente, el nivel de servicio F: Caracteriza el flujo arterial con tasas de flujo extremadamente bajas, menos de un tercio o un cuarto del flujo libre. En lugares críticos,

con semáforos, es fácil causar congestión en las intersecciones, lo que genera grandes retrasos en el tráfico. La progresión inadecuada a menudo contribuye a la exacerbación de estas condiciones. (HCM, 2010).

La Tabla 2 incluye definiciones de los niveles de servicio arterial, con base en las velocidades de viaje promedio a lo largo de la sección bajo consideración, posiblemente toda la calzada. El concepto de "clase de ruta" se define en el método que se describe a continuación.

Tabla 2

Niveles de Servicio en Arterias.

CLASE DE ARTERIA	I	II	III
Velocidad en régimen libre Típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
NIVEL DE SERVICIO	VELOCIDAD DE RECORRIDO MEDIA (km/h)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	≥ 21	≥ 16	≤ 11

Fuente: (HCM, 2010)

Para analizar el tipo de troncal y la velocidad del sistema autónomo, se tiene en cuenta el manual de capacidad vial, que establece 3 tipos de troncales según la función y diseño del troncal. Dentro de cada clase, las velocidades de modo independientes tienen el potencial de causar interferencia dentro de un cierto rango.

En todos los casos, la arteria debe clasificarse primero de acuerdo con su plan. En algunos casos, si existe duda en su clasificación, una taquimetría de sistema independiente será una valiosa ayuda para la decisión adecuada del tipo arterial.

La velocidad en el sistema autónomo y la velocidad media de la vía real se pueden obtener analizando el tiempo de viaje en las arterias.

La velocidad independiente del sistema se refiere a la velocidad promedio del vehículo en secciones arteriales no residenciales alrededor de las intersecciones con semáforos, observada en condiciones de tráfico moderado bajo, cuando el conductor no se detiene y no está restringido por los semáforos de otros vehículos u otros semáforos.

La velocidad promedio en el sistema independiente debe aproximarse a la velocidad deseada por el conductor. Es probable que estas velocidades sean medidas por vehículos de prueba u observando las velocidades de los puntos más alejados de la intersección.

La clasificación de glucosa arterial se establece por el tipo de disponibilidad y la calidad del plan, una forma de determinar esto es por la tabla 3. En la práctica, a veces hay ambigüedad en la selección del tipo adecuado.

Medir o calcular la velocidad en un sistema independiente es de gran ayuda para esta decisión, ya que cada tipo de arteria tiene un campo de velocidad en un sistema independiente, cuyos rangos se muestran en la tabla 3.

No se puede usar la tasa de flujo libre sólo para determinar el tipo arterial, pero es posible comprobar la clasificación en la que se encuadra.

Tabla 3

Ayuda para la Clasificación de una arteria

CRITERIOS	CATEGORÍA FUNCIONAL	
	ARTERIAS PRINCIPALES	ARTERIAS SECUNDARIAS
Func. Movilidad	Muy importantes	Importante
Func. Accesibilidad	Muy escasa	Sustancial

Puntos Relacionados	Autopistas, centros importantes de actividad generadores de tráfico principales	Arterias principales	
Viajes predominantes servidos	Viajes relativamente importantes entre los puntos anteriores y viajes de paso que entran, salen y atraviesan la ciudad	Viajes de longitud moderada dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas	
CATEGORÍA DEL PROYECTO			
CRITERIOS	SUBURBANO	INTERMEDIO	URBANO
Control de accesos	De parcial a completo	Parcial	Pequeño o nulo
Tipo de arteria	Multicarril con separación, sin separación o de dos carriles con berma	Multicarril con o sin separación de un solo sentido; de dos carriles	De un solo sentido o sin separación; de dos carriles o multicarril
Estacionamientos	Sin estacionamientos	Algunos estacionamientos	Estacionamiento prohibido
Carriles de giro a la Izquierda separados	Si	Algunos	No
Semáforos/km	1 a 2.5	2.5 a 5	5 a 7.5
Límites de velocidad	64 a 72 km	48 a 64 km/h	40 a 56 km/h
Interferencia peatonal	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Desarrollo urbano colateral	Baja densidad	Moderada	Alta densidad

Fuente: (HCM, 2010)

Tabla 4

Clases de Arteria de acuerdo con su función y categoría de proyecto

CATEGORÍA DE PROYECTO	CATEGORÍA FUNCIONAL	
	ARTERIA PRINCIPAL	ARTERIA SECUNDARIA
Proyecto y control suburbano típico	I	II
Proyecto intermedio	II	III
Proyecto urbano típico	III	III

Fuente: (HCM, 2010)

Por otro lado, tenemos a la velocidad. Originalmente, el término velocidad se definió como la relación entre el espacio que recorrió y el tiempo que tardó en moverse. En otras palabras, para un automóvil, representa la velocidad de su movimiento y generalmente se expresa en kilómetros por hora (km/h).

En el caso de velocidad constante, se define como una función lineal de distancia y tiempo, expresada por la fórmula.

Ecuación 7. Velocidad general

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde:

v: Velocidad constante (km/h)

d: Distancia recorrida (km)

t: Tiempo de recorrido (horas)

De manera similar, la velocidad promedio en el espacio se denomina promedio de las velocidades puntuales de todos los vehículos en una sección de carretera o carril en un momento dado. Entonces decimos que hay una distribución espacial de velocidades puntuales.

Para un espacio o distancia dada, la velocidad media del espacio se calcula dividiendo la distancia por el tiempo medio que tardan los vehículos en recorrerlo. Esto es:

Ecuación 8. Velocidad media espacial

$$\bar{v}_e = \frac{d}{t}$$

Donde:

$\bar{v}_e =$ Velocidad media espacial

D = Distancia dada o recorrida

T = Tiempo promedio de recorrido = $\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$

Esto es:

$$\bar{v}_e = \frac{d}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{d}\right)}$$

El tiempo empleado por el vehículo i en recorrer la distancia d es:

$$t_i = \frac{d}{v_i} \quad \text{de donde:} \quad d = v_i * t_i$$

Por lo tanto:

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

Ecuación 9. Tiempo empleado por vehículo

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

Según la estadística descriptiva, esta última expresión se denomina media armónica, para un evento dado la media estadística que mejor lo describe. Por lo tanto, la velocidad promedio espacial es la métrica más apropiada para usar en el análisis de flujo de tráfico.

Así, la velocidad de viaje, también conocida como velocidad universal o velocidad de movimiento, es el resultado de dividir la distancia recorrida, de principio a fin del viaje, por el tiempo total recorrido. En el tiempo total de viaje, aún se incluyen cada uno de estos retrasos operativos debido a desaceleraciones y paradas debido a las carreteras, equipos de tránsito y controles, que están fuera del control del conductor. Esto no incluye demoras fuera de la carretera, como reabastecimiento de combustible, restaurantes, lugares de entretenimiento y más.

Por otro lado, un estudio de velocidad instantánea requiere un tamaño de muestra suficiente para acomodar las consideraciones estadísticas. La siguiente ecuación se puede utilizar para calcular el número de velocidades a medir.

Ecuación 10. Número de velocidades a ser medidas.

$$N = \left(\frac{SK}{E} * \right)^2$$

Donde:

N = Tamaño mínimo de la muestra.

S = Desviación estándar estimada de la muestra (KPH)

K = Constante que corresponde al nivel de confianza deseado.

E = Error permitido en el estimado de la velocidad.

Si la desviación estándar de las velocidades instantáneas no ha sido determinada en análisis de velocidad previos, entonces se puede hacer un estimado razonable usando la tabla 2 de acuerdo con el área de tránsito y el tipo de vía.

Tabla 5

Desviaciones Estándar de Velocidades Instantáneas para determinar el Tamaño de la Muestra y Sentido.

Área de Tránsito	Tipo de Carretera	Desviación Estándar
		Media (kph)
Rural	2 carriles	8.5
Rural	4 carriles	6.8
Intermedio	2 carriles	8.5
Intermedio	4 carriles	8.5
Urbana	2 carriles	7.7
Urbana	4 carriles	7.9
Valor Redondeado		8

Fuente: Manual de estudios de Ingeniería de Tránsito, Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL – México

La desviación estándar media varía entre 7.9 y 8.5 KPH para las seis combinaciones de tipos de área de tránsito y tipo de carretera. Debido a que la variabilidad en las medidas de la aplicación de la dispersión de la velocidad es limitada, se sugiere que se use un valor de 8.0 kph para cualquier tipo de carretera y área de tránsito.

La constante k depende del nivel de confianza (la probabilidad que la velocidad media sea una estimación válida). Un valor de 2.0 se usa a menudo y proporciona un nivel de confianza de 95.5%. Si un nivel de confianza mayor es requerido, un valor para $k=3$ establece un nivel de confianza del 99.7%. Valores adicionales para la constante k se presenta en la tabla 6.

Tabla 6

Constantes Correspondientes al nivel de Confianza.

Constante K	Nivel de Confianza (%)
1.00	68.3
1.50	86.6
1.64	90.0

1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Fuente: Manual de estudios de Ingeniería de Tránsito, Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL – México

El error E, en el estimado de la velocidad depende de la precisión requerida en el estimado de la velocidad media. Esta medida es una tolerancia absoluta, esto quiere decir que el error absoluto se especifica como +/- un valor seleccionado. La ecuación 10 determina el número mínimo de observaciones necesarios, sin embargo, en ninguna circunstancia, el tamaño de la muestra puede ser menor que 30.

Si la estadística de interés es un valor diverso a la media, como por ejemplo el 85 percentil de las velocidades, entonces la siguiente ecuación es la apropiada para determinar el tamaño de muestra:

Ecuación 11. Tamaño de muestra

$$N = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2E^2}$$

Donde.

N = Tamaño de muestra mínimo.

S = Desviación estándar estimada para el muestreo.

K = Constante correspondiente para el nivel de confianza deseado.

E = Error permitido en el estimado de la velocidad (KPH). Varía entre ± 8 y ± 1.5 km/h o menos.

U = Constante correspondiente a la estadística de velocidad deseada; para velocidad media, use 0.00; para el 15 o 85 percentil, use 1.04; para el 5 o 95 percentil, use 1.64.

Debes saber que la medición se utiliza para registrar la cantidad de vehículos o peatones que pasan por un punto, ingresan a una intersección o recorren un tramo de la vía; como carriles, cruces peatonales o aceras.

De igual forma, entre los métodos de medición, tenemos dos métodos de medición básicos, el mecánico (seguimiento automático) y el manual. Las capacidades mecánicas se logran mediante dispositivos sofisticados como cámaras, que se pueden utilizar para registrar datos durante períodos de una hora o más. La mayoría de los medidores automáticos se instalan en ubicaciones específicas y dentro de un día a una semana.

Este tipo de funcionalidad tiene gran aplicación en los casos en los que solo es necesario contar el número de vehículos sin separar el tipo de vehículo, dirección, uso de carril, etc. Sin embargo, la medición automática se recopila y utiliza para determinar la variación horaria y diaria y las estimaciones de tráfico anual. Y en la medición manual, se utilizan uno o más indicadores (persona) para recopilar datos en ubicaciones específicas, que se pueden utilizar para observar y obtener información detallada sobre la clasificación del vehículo, el movimiento direccional, etc. En su forma más simple, la medición manual requiere que la persona con un lápiz marque los vehículos medidos en una hoja de suelo.

En este orden de ideas, tenemos como regla general que los periodos de aforo tomados en las zonas urbanas durante las horas de máxima demanda, exhibirán el mayor volumen. Se recomienda un intervalo de capacidad de 15 minutos para determinar el factor de demanda pico por hora (FHMD). Las mediciones no deben tomarse en días festivos, el día anterior o posterior al día festivo.

Por otro lado, tenemos definiciones de términos básicos que serán de gran ayuda para futuras investigaciones.

Avenida: calle ancha de doble sentido con calzadas separadas por una berma central. Las vías arteriales y colectoras reciben el nombre de avenida. (ICG, 2005)

Vía: carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación pública de vehículos y/o peatones. (ICG, 2005)

Aforo: cuantificación del número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino. (Mendez, 2009)

Calle: es una vía pública en la zona urbana, con ingreso y salida destinada al tránsito de peatones y/o vehículos. (ICG, 2005)

Calzada: es la parte de la sección de la vía, destinada a la circulación exclusiva de vehículos. También se le conoce como superficie de rodadura. (ICG, 2005)

Capacidad de vía: es el número máximo de pasajeros y/o vehículos de pasajeros que puede, mediante criterios establecidos, pasar por determinada vía, en un periodo de tiempo, en determinadas condiciones. (ICG, 2005)

Densidad de tránsito: es el número de vehículos que ocupan una unidad de longitud de carretera en un instante dado. Por lo general se expresa en vehículos por kilómetro. (Mendez, 2009)

Demora: es el tiempo perdido por un vehículo debido a las causas más allá del control del conductor. (HCM, 2010)

Formulación de pregunta:

¿Cuál es el nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021?

Objetivos

Objetivos General

Determinar el nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021.

Objetivos Específicos

Determinar el aforo vehicular de la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021.

Determinar el tipo de vehículos que predomina en la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021.

Determinar el volumen horario y la cantidad de vehículos en la hora de máxima demanda de la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane.

Determinar el factor horario de máxima demanda y la tasa de flujo máximo (q) de la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane.

Hipótesis

El nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio, comprendida entre las intersecciones del Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane de Cajamarca es inferior al nivel B.

CAPÍTULO II. MÉTODO

El estudio tiene un tipo de investigación del tipo aplicada y se caracteriza por buscar la solución de problemas prácticos con la utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad según (Hernández, Fernández & Baptista, 2017)

Se utiliza el manual de capacidad de carreteras HCM 2010 y manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005-VCHI. Para determinar el nivel de serviciabilidad en la unidad de estudio y dar a conocer en qué nivel de servicio se encuentra el tránsito.

Presenta un diseño de investigación no experimental transversal. Según Hernández (2014) Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

Durante el desarrollo de la investigación no se modificará de forma intencional la variable “nivel de serviciabilidad” se determinará el nivel de servicio para el 2021, pues se analizará en su estado natural y presentar los resultados.

En un diseño transversal o transaccionales; Según Hernández (2014) se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

El aforo vehicular se realizó durante el periodo 2021. Además, se emitirá un solo informe con los resultados del nivel de serviciabilidad.

Una investigación descriptiva, tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción (Hernández, 2014). Para ello se describe el nivel de servicio de la av. Hoyos rubio, comprendida entre las intersecciones del cruce del Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el jr. Manuel Seoane, Cajamarca, 2021.

Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

Está compuesta por la Av. Hoyos Rubio de la ciudad de Cajamarca – Perú.

Muestra

Está compuesta por la av. Hoyos Rubio, de la ciudad de Cajamarca – Perú, que comprende 18 cuadras que se está analizando y se detallan a continuación:

Cuadra 1: Jr. Manuel Seoane – Jr. Delfín Cerna.

Cuadra 2: Jr. Delfín Cerna – Jr. Amancaes.

Cuadra 3: Jr. Amancaes – Jr. Paul Rivet.

Cuadra 4: Jr. Paul Rivet – Jr. Irene Silva.

Cuadra 5: Jr. Irene Silva – Vía de Evitamiento Norte.

Cuadra 6: Vía de Evitamiento Norte – Jr. Rafael Narváez.

Cuadra 7: Jr. Narváez – Av. 26 de octubre.

Cuadra 8: Av. 26 de octubre – Jr. Mariano Iberico.

Cuadra 9: Jr. Mariano Iberico – Jr. Camilo Blas.

Cuadra 10: Jr. Camilo Blas – Jr. Ramiro León Urbina.

Cuadra 11: Jr. Ramiro León Urbina – Jr. María Madalengoitia.

Cuadra 12: Jr. María Madalengoitia – Jr. Antonio Astopilco.

Cuadra 13: Jr. Antonio Astopilco – Jr. Elmer Faucet.

Cuadra 14: Jr. Elmer Faucet – Jr. Armando Revoredo Iglesias.

Cuadra 15: Jr. Armando Revoredo Iglesias – Jr. María Delia.

Cuadra 16: Jr. María Delia – Jr. Elena Quiroz.

Cuadra 17: Jr. Elena Quiroz – Calle S/N.

Cuadra 18: Calle S/N – Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias.

La determinación de la muestra es no probabilística o dirigida; para lo que según Hernández (2014), el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que obedece la causa de toma de medidas de un investigador o de un grupo de investigadores.

Se ha realizado la presente investigación en una vía de mayor circulación vehicular que conduce a centros comerciales y mercado central. Además, permitió a los investigadores mayor accesibilidad para su desarrollo.

Unidad de estudio.

Av. Hoyos Rubio, comprendida entre las intersecciones del cruce del Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane.

Materiales utilizados en la obtención de datos de campo.

- Wincha.
- Laptop.

- Útiles de escritorio.

Técnicas, instrumentos de recolección y análisis de datos

Para el estudio se utilizó la técnica de la observación y Según Hernández (2014), Consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías.

Se utilizará datos observables de la muestra, con el fin de obtener la información para cuantificar el número de vehículos que transitan por las vías (aforo), como para la obtención de los tiempos de recorrido de los vehículos.

Instrumento de recolección de datos.

Guía de observación. Se utilizará una guía de observación del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 (Tabla N° 03, Formato para aforo de tráfico vehicular).

Ficha de registro de datos. Se utilizaron para registrar y resumir los datos observados del comportamiento del aforo de tráfico vehicular.

Procedimiento de recolección de datos. Se procedió con la recopilación de información, para lo cual se realizó un aforo vehicular de forma manual en los segmentos de la vía en estudio. Para esto se utilizará el formato de aforo vehicular, en el cual se debe registrar el número de vehículos por categorías en intervalos de 15 minutos, dando inicio al registro desde las 7:00 am a 7:00 pm. Ver anexos

Los datos obtenidos se procesan con la ayuda de hojas de cálculo Excel, realizando el análisis de flujo vehicular para cada tramo. Esto implica determinar entre otros el volumen de tránsito vehicular y el porcentaje por clase de vehículo que transitan en las horas evaluadas, el volumen horario de máxima demanda y el factor horario de máxima demanda, para cada caso se hace uso de la fórmula correspondiente, detallada en el marco teórico.

Una vez determinado el volumen horario de máxima demanda, se recurre a las avenidas nuevamente para realizar el estudio de velocidades, en este caso la velocidad de recorrido, el cual se hace en la hora de mayor demanda. La toma de datos se realiza en cada tramo y consiste en cronometrar los tiempos de recorrido de una cantidad determinada de vehículos, establecida mediante fórmulas estadísticas (tamaño de muestra), a su paso por el tramo en estudio, anteriormente se debe fijar la distancia de recorrido. Tener en cuenta que el tiempo involucra el tiempo en movimiento más tiempo de paradas. Los datos son anotados en la libreta de campo, luego se digitan en hojas Excel y aplicando la ecuación de velocidad media espacial se determina la velocidad promedio para cada tramo. La misma que será útil para determinar el Nivel de Servicio de la vía.

Finalmente, con la velocidad de recorrido promedio de cada tramo de vía, se determina el nivel de servicio, para esto se emplea la tabla Niveles de Servicio del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), tabla de doble entrada, que recurre a los valores de la velocidad de recorrido y la clase de arteria para establecer el nivel de servicio de cada vía, objetivo de la investigación.

Para realizar el proceso y análisis de la investigación, se dividió la vía en estudio en segmentos o unidades básicas de estudio de lo cual se detalla en siguiente tabla.

Tabla 7

Tabla de segmentos del tramo total en estudio

Segmento	Tramo	Segmento	Longitud de Segmento (m)
I	Jr. Manuel Seoani - Av. Vía de Evitamiento Norte	Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37
		Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte	
II	Av. Vía de Evitamiento Norte - Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias	Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.30
III	Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias	Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoane	339.20

El análisis de datos se realizó en gabinete, con el apoyo de las hojas de cálculo Excel y las diferentes fórmulas establecidas en el marco teórico, esto corresponde a la determinación de volúmenes de tránsito vehicular, factor horario de máxima demanda, velocidad de recorrido, para llegar a encontrar el nivel de servicio de cada tramo.

ASPECTOS ÉTICOS: Como parte de los criterios éticos, durante el desarrollo de la presente tesis, se adquirió las versiones estudiantiles de los softwares usados como Microsoft Office. Asimismo, se obtuvo la recolección de datos de manera presencial en los tramos en estudio con fines de realizar los aforos vehiculares. Los instrumentos utilizados para el conteo vehicular y tasas de flujo fueron de elaboración propia. Se evitó el plagio y la alteración de datos en la redacción de la presente investigación, por esto se cuenta con resultados confiables que respaldan a nuestra investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

a) Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias – Jr. Antonio Astopilco

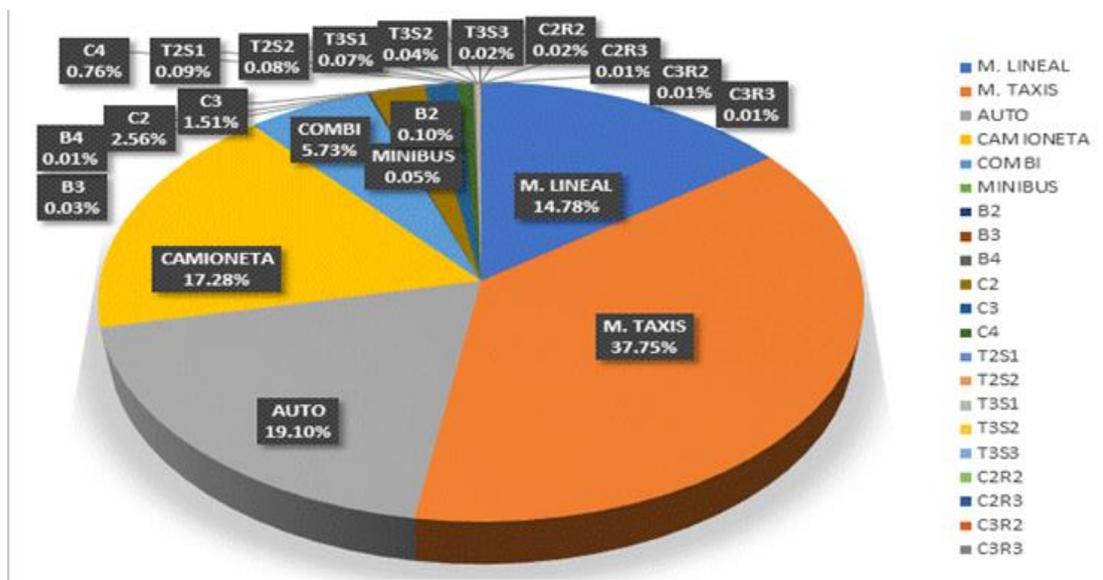
Tabla 8

Aforo vehicular semanal (veh/día)

ID(Lunes)	ID(Martes)	ID(Miércoles)	ID(Jueves)	ID(Viernes)
7345	7345	7345	7345	7345

Figura 11

Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (7:00 am – 7:00 pm)



Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

Hora de Máxima Demanda: 07:45 am – 08:45 am

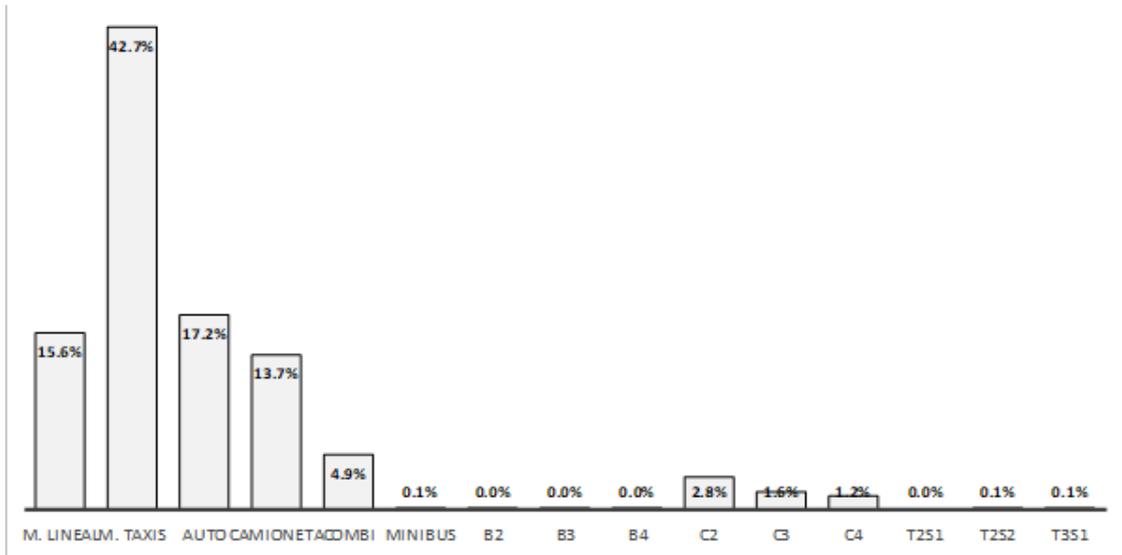
Tabla 9

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Periodo (Horas: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos mixtos)	VHMD (Veh/h)
07:45 08:00	168	695
08:00 08:15	181	
08:15 08:30	180	
08:30 08:45	166	

Figura 12

Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.



Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD)

Reemplazamos valores en la ecuación 6 y obtenemos.

$$FHMD_{15} = 0.96$$

El FHMD es de 0.96, dato que se aproxima a la unidad lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos durante toda la hora.

- Comparación entre la tasa de flujo máximo y el volumen horario:

Según la tabla 8 y de acuerdo con la ecuación 1, la tasa de flujo para dicho periodo es:

$$q = 724 \text{ veh/h}$$

Como $q > VHMD$, significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en este periodo (08:00 – 08:15) fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la concentración de vehículos en intervalos de tiempos cortos y ya que se trata del periodo de máxima demanda, se traduce a problemas de congestión.

b) Jr. Astopilco – Av. Vía de Evitamiento Norte

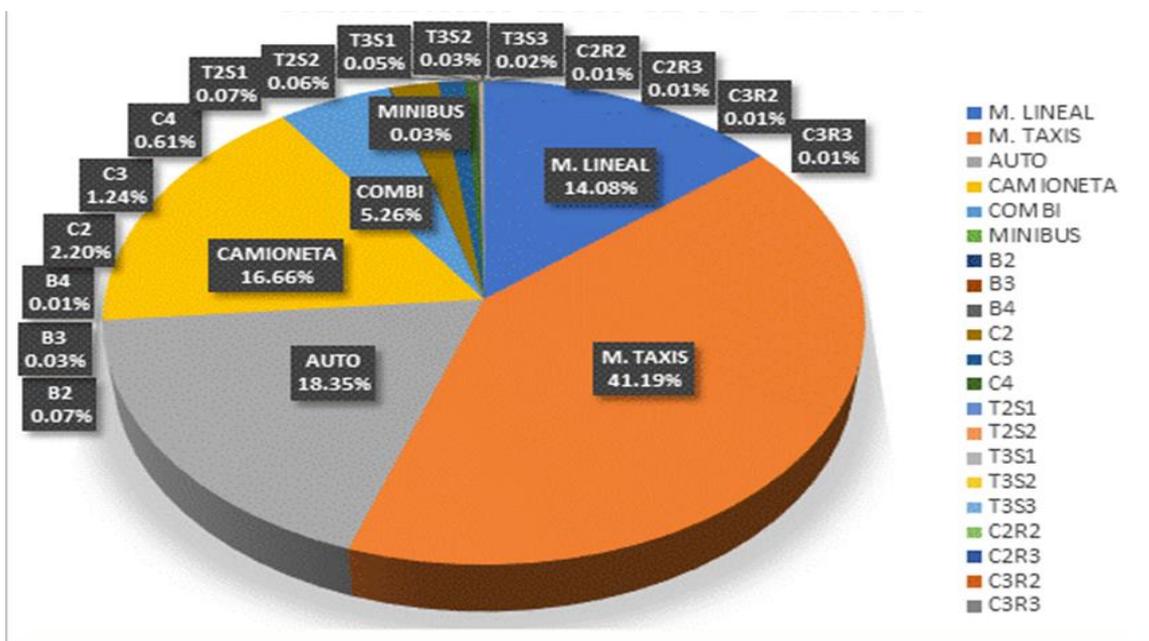
Tabla 10

Aforo vehicular semanal (veh/día)

ID(Lunes)	ID(Martes)	ID(Miércoles)	ID(Jueves)	ID(Viernes)
8563	8563	8563	8563	8563

Figura 13

Participación del tránsito según tipo de vehículo por día (07:00 am – 07:00 pm)



Variación del volumen de tránsito en la hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima Demanda: 07:45 am – 08:45 am

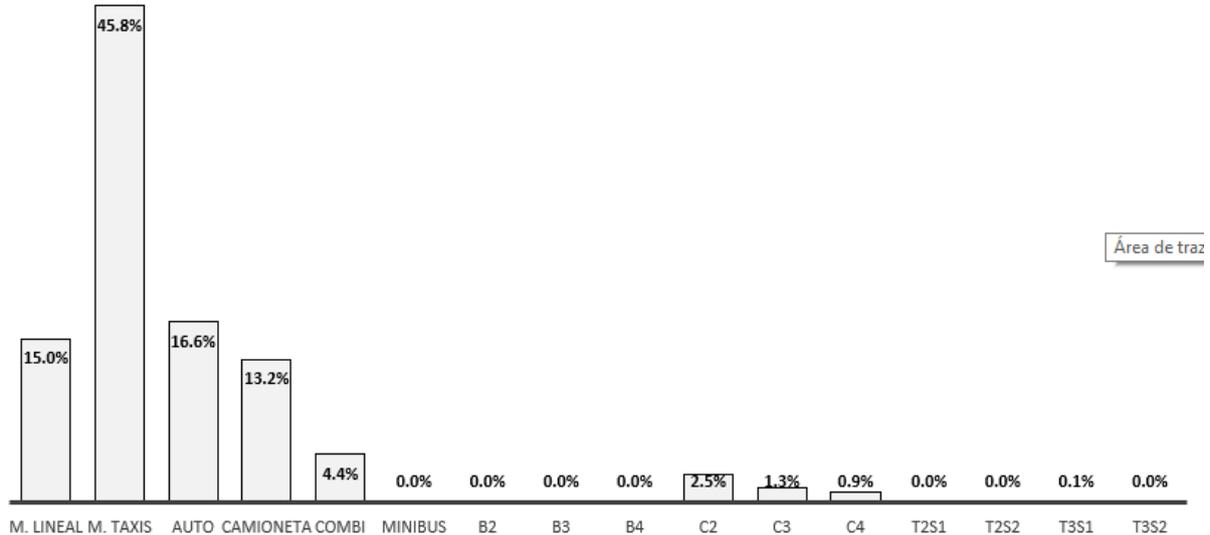
Tabla 11

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).

Periodo (Horas: Minutos)	Flujo cada 15 minutos	VHMD (Veh/h)
07:45	08:00	207
08:00	08:15	224
08:15	08:30	220
08:30	08:45	206
		857

Figura 14

Distribución Porcentual del Tránsito en la hora de máxima demanda.



Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD):

Reemplazamos valores en la ecuación 6 y obtenemos.

$$FHMD_{15} = 0.96$$

El FHMD es de 0.96, valor aproximado a la unidad, en tanto nos indica que existe una distribución uniforme del flujo durante la hora de máxima demanda.

- Comparación entre la tasa de flujo máximo y el volumen horario:

Según la tabla 9 y de acuerdo a la ecuación 1, la tasa de flujo para dicho periodo es:

$$q = 896 \text{ veh/h}$$

Como $q > VHMD$, significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en este periodo (08: 00 – 08:15) fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la concentración de vehículos en intervalos de tiempos cortos y ya que se trata del periodo de máxima demanda, se traduce a problemas de congestión.

c) Tramo 03 Av: Vía de Evitamiento Norte – Jr. San Roque

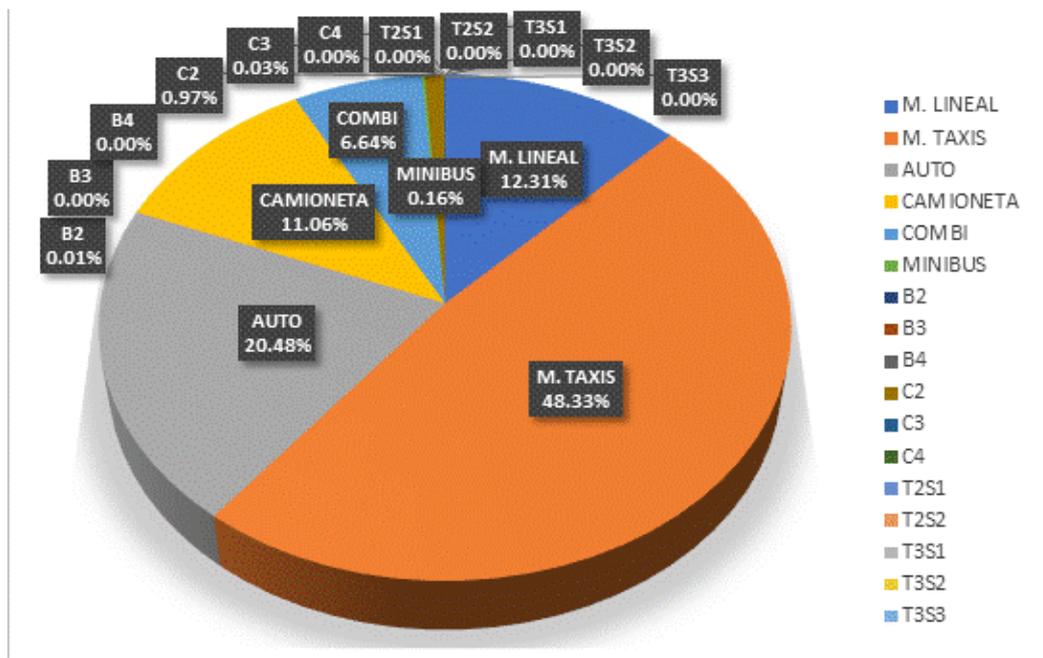
Tabla 12

Aforo vehicular semanal (veh/día)

ID(Lunes)	ID(Martes)	ID(Miércoles)	ID(Jueves)	ID(Viernes)
6075	6075	6075	6075	6075

Figura 15

Participación del tránsito según Tipo de vehículo por día (07:00 am – 07:00 pm)



Variación del volumen de tránsito en la hora de Máxima Demanda.

Hora de Máxima Demanda: 16:15 pm – 17:15 pm

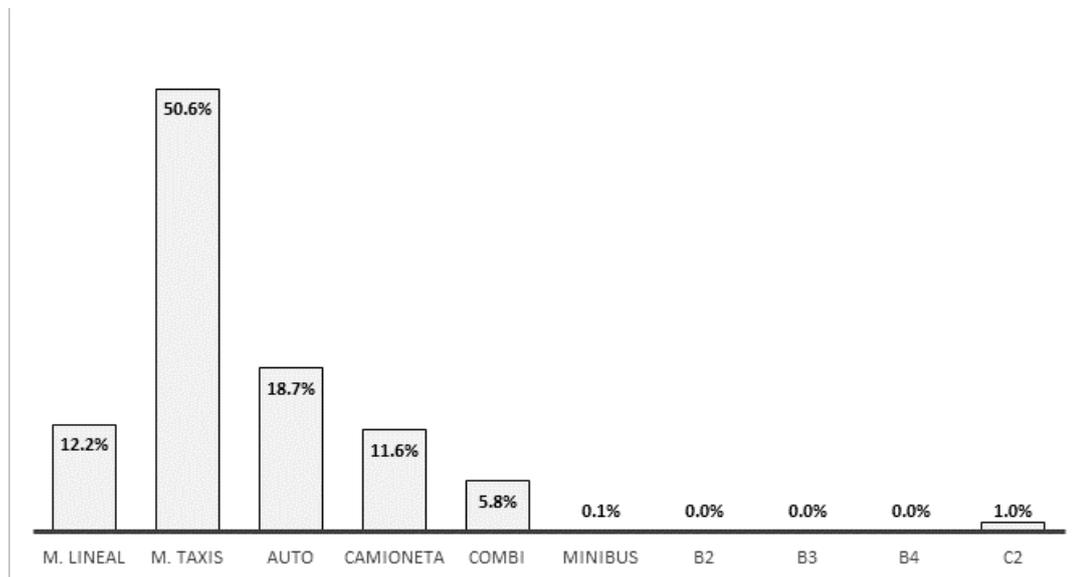
Tabla 13

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Periodo (Horas: Minutos)	Flujo cada 15 minutos	VHMD (Veh/h)
16:15	16:30	158
16:30	16:45	164
16:45	17:00	156
17:00	17:15	157

Figura 16

Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.



Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD):

Reemplazamos valores en la ecuación 6 y obtenemos.

$$FHMD_{15} = 0.97$$

El FHMD es de 0.97, valor aproximado a la unidad, en tanto nos indica que existe una distribución uniforme del flujo durante la hora de máxima demanda.

- Comparación entre la tasa de flujo máximo y el volumen horario:

Según la tabla 10 y de acuerdo a la ecuación 1, la tasa de flujo para dicho periodo es:

$$q = 656 \text{ veh/h}$$

Como $q > VHMD$, significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en este periodo (16:15 – 17:15) fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la concentración de vehículos en intervalos de tiempos cortos y ya que se trata del periodo de máxima demanda, se traduce a problemas de congestión.

d) Tramo 04 Jr. San Roque – Jr. Manuel Seoane

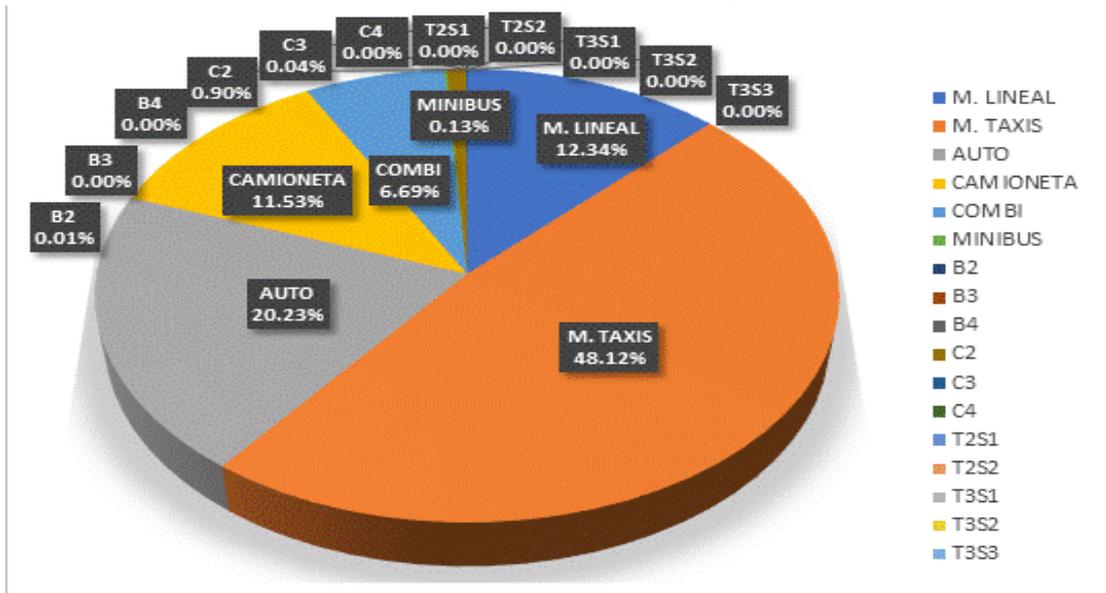
Tabla 14

Aforo vehicular semanal (veh/día)

ID(Lunes)	ID(Martes)	ID(Miércoles)	ID(Jueves)	ID(Viernes)
6690	6690	6690	6690	6690

Figura 17

Participación del tránsito según Tipo de vehículo por día (07:00 am – 07:00 pm)



Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

Hora de Máxima Demanda: 16:15 pm – 17:15 pm

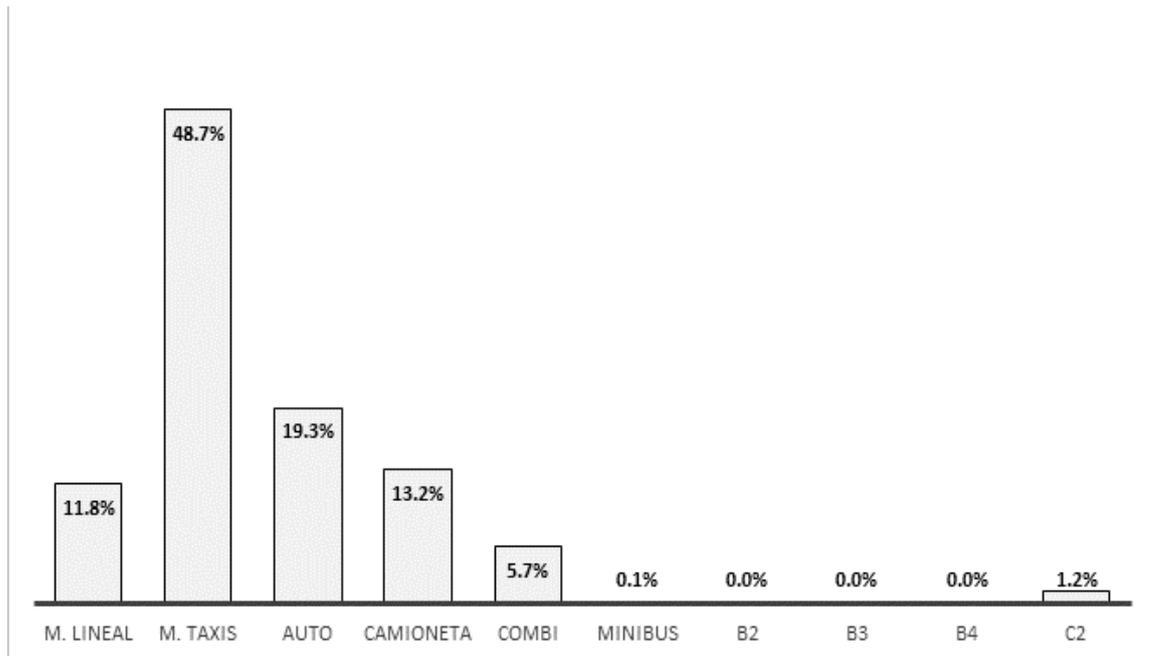
Tabla 15

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Periodo (Horas: Minutos)	Flujo cada 15 minutos		VHMD (Veh/h)
	(Vehículos mixtos)		
16:15	16:30	179	753
16:30	16:45	192	
16:45	17:00	192	
17:00	17:15	191	

Figura 18

Distribución porcentual del tránsito en la hora de máxima demanda.



Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD):

Reemplazamos valores en la ecuación 6 y obtenemos.

$$FHMD_{15} = 0.98$$

El FHMD es de 0.98, valor aproximado a la unidad, en tanto nos indica que existe una distribución uniforme del flujo durante la hora de máxima demanda.

Comparación entre la tasa de flujo máximo y el volumen horario:

Según la tabla 11 y de acuerdo a la ecuación 1, la tasa de flujo para dicho periodo es:

$$q_{máx15} = q = \frac{N}{T} = \frac{192veh}{15min} \left(\frac{60min}{1h} \right)$$

$$q = 768 \text{ veh/h}$$

Como la tasa de flujo (q) > VHMD (Volumen Horario de Tránsito de Máxima Demanda), significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en el periodo de (16:30 – 16:45) fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto nos indica que si existe problemas de congestión vehicular en la hora de máxima demanda.

Estudio de velocidades y determinación del nivel de servicio.

El estudio se realiza in situ, estableciendo la distancia de recorrido y cronometrando el tiempo en que demoran los vehículos en recorrerla, la toma de datos se hace en la hora de máxima demanda, antes calculada.

La cantidad de vehículos a observar se determina con la ecuación 12, tamaño de muestra, luego se elabora una tabla con los tiempos y las velocidades de los vehículos observados, después con la ecuación 13 se determina la velocidad promedio de recorrido.

Distancia de recorrido

Tabla 16

Distancia de los tramos para medición de velocidades

Segmentos	Distancia (m)
Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37
Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte	726.13
Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.3
Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoane	339.2

Análisis Estadístico:

Tamaño de la muestra (N): Reemplazando valores en la ecuación 12.

$$N = \left(\frac{SK}{E} \right)^2$$

S = 8, según el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito de SEDESOL sugiere utilizar este valor para cualquier tipo de vía – Tabla 2.

K = 1.96, para un nivel de confianza del 95% - tabla 3.

E = 2 km/h, considerando que varía entre ± 8 y ± 1.5 km/h.

Tabla 17

Tamaño de muestra para el análisis de velocidades

Segmentos	Distancia (m)	N° Carriles	S K E N			
			S	K	E	N
Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37	2				
Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte	726.13	2	8	1.96	2	62.00
Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.3	2				
Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoane	339.2	2				

Fuente: (HCM, 2010)

Bajo este análisis el estudio de velocidades de recorrido se realizará con una muestra de 62 vehículos para cada tramo en evaluación.

Determinación de la velocidad media de recorrido.

La velocidad media de recorrido se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el promedio de los tiempos de recorrido. Así puede verse que la velocidad media de recorrido es una velocidad media espacial o con base en la distancia.

Entonces este análisis consiste en cronometrar los tiempos que tardan los vehículos (62) en recorrer el tramo de vía en evaluación. Los datos se digitan en una hoja Excel de tal modo que se determina la velocidad para cada medición de tiempo, la información requerida es la siguiente.

Número de vehículo: $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 \dots \dots n_{62}$

Tiempos: $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 \dots \dots t_{62}$

La distancia de recorrido para cada tramo se muestra en la tabla 19 y la velocidad se determina usando la ecuación 7: $v = \frac{d}{t}$

Velocidades: $v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 \dots \dots v_{62}$

Luego se determina la inversa de la misma para aplicar según corresponde en la ecuación 11 y obtener la velocidad media espacial, del siguiente modo.

Inversa de velocidades: $1/v_1, 1/v_2, 1/v_3, 1/v_4, 1/v_5 \dots \dots 1/v_{62}$

$$\bar{v}_e = \frac{62}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + \frac{1}{v_3} + \frac{1}{v_4} + \frac{1}{v_5} + \frac{1}{v_6} + \dots + \frac{1}{v_{62}}}$$

Determinación del nivel de servicio:

Una vez obtenida la velocidad media de recorrido, se determina finalmente el nivel de servicio de cada una de las calles en estudio, para el cual se utiliza la tabla 4, niveles de servicio de arterias.

a. Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias – Jr. Antonio Astopilco

Cálculo de la velocidad Media de recorrido.

Durante este apartado, se tomaron las velocidades de recorrido y velocidades inversas al recorrido en 62 vehículos, luego de ello se obtuvo 1.97 h/km.

Reemplazando valores, tenemos.

$$\bar{v}_e = \frac{62}{1.97 \text{ h/km}}$$

$$\bar{v}_e = 31.48 \text{ km/h}$$

Clasificación de la arteria.

La avenida Hoyos Rubio, según la tabla 3 es una arteria secundaria por su categoría funcional y una arteria urbana por su categoría de proyecto.

De acuerdo a la tabla 4, clases de arteria de acuerdo a su función y Categoría de proyecto, es una vía de clase III

Determinación del nivel de servicio:

Velocidad de Régimen Libre.

Tabla 18

Velocidad de Régimen Libre.

Tramo	Segmento	Longitud de Segmento (m)	Tiempo (Seg)	Velocidad Régimen Libre (km/h)
I	Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37	60.81	47.45

II	Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte	726.13	59.47	43.96
III	Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.30	24.46	43.46
IV	Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoani	339.20	27.52	44.38

Velocidad media espacial.

$$\bar{v}_e = 31.48 \text{ km/h}$$

Nivel de servicio.

Tabla 19

Nivel de servicio

CLASE DE ARTERIA	I	II	III
Velocidad en régimen libre Típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
NIVEL DE SERVICIO	VELOCIDAD DE RECORRIDO MEDIA (km/h)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	≥ 21	≥ 16	≤ 11

Fuente: (HCM, 2010)

Para el tramo I, presenta una velocidad de régimen libre de 47.45 km/h por el cual pertenece a la clase de arteria III, presenta una velocidad media espacial de $\bar{v}_e = 31.48 \text{ km/h}$, por ende, el nivel de servicio que presenta el tramo I es de nivel B.

b. Jr. Antonio Astopilco – Vía de Evitamiento Norte

De igual manera, tomando las velocidades de recorrido y velocidades inversas al recorrido en 62 vehículos, se obtuvo 2.47 h/km.

Reemplazando valores, tenemos.

$$\bar{v}_e = \frac{62}{2.47 \text{ h/km}}$$

$$\bar{v}_e = 25.15 \text{ km/h}$$

Clasificación de la arteria:

La avenida Hoyos Rubio, según la tabla 3 es una arteria secundaria por su categoría funcional y una arteria urbana por su categoría de proyecto.

De acuerdo a la tabla 4, clases de arteria de acuerdo a su función y Categoría de proyecto, es una vía de clase III.

Determinación del nivel de servicio:

Velocidad de Régimen Libre.

Tabla 20

Velocidad de Régimen Libre.

Tramo	Segmento	Longitud de Segmento (m)	Tiempo (Seg)	Velocidad Régimen Libre (km/h)
I	Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37	60.81	47.45
	Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte			
II	Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte	726.13	59.47	43.96
III	Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.30	24.46	43.46

IV	Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoani	339.20	27.52	44.38
-----------	-----------------------------------	--------	-------	-------

Velocidad media espacial.

$$\bar{v}_e = 25.15 \text{ km/h}$$

Nivel de servicio.

Tabla 21

Nivel de servicio

Clase de arteria	I	II	III
Velocidad en régimen libre Típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
Nivel de servicio	Velocidad de recorrido media (km/h)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	≥ 21	≥ 16	≤ 11

Fuente: (HCM, 2010)

Para el tramo II, presenta una velocidad de régimen libre de 43.96 km/h por el cual pertenece a la clase de arteria III, presenta una velocidad media espacial de $\bar{v}_e = 25.15 \text{ km/h}$, por ende, el nivel de servicio que presenta el tramo II es de nivel C.

d. Vía de Evitamiento Norte – Jr. San Roque

Asimismo, tomando las velocidades de recorrido y velocidades inversas al recorrido en 62 vehículos, se obtuvo 2.96 h/km.

Reemplazando valores en la ecuación 9, tenemos.

$$\bar{v}_e = \frac{62}{2.96 \text{ h/km}}$$

$$\bar{v}_e = 20.97 \text{ km/h}$$

Clasificación de la arteria.

La avenida Hoyos Rubio, según la tabla 3 es una arteria secundaria por su categoría funcional y una arteria urbana por su categoría de proyecto.

De acuerdo a la tabla 4, clases de arteria de acuerdo a su función y Categoría de proyecto, es una vía de clase III.

Determinación del nivel de servicio:

Velocidad de Régimen Libre.

Tabla 22

Velocidad de Régimen Libre.

Tramo	Segmento	Longitud de Segmento (m)	Tiempo (Seg)	Velocidad Régimen Libre (km/h)
I	Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37	60.81	47.45
	Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte			
II	Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.30	24.46	43.46

IV	Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoani	339.20	27.52	44.38
-----------	--------------------------------------	--------	-------	-------

Velocidad media espacial.

$$\bar{v}_e = 20.97 \text{ km/h}$$

Nivel de servicio.

Tabla 23

Nivel de servicio

CLASE DE ARTERIA	I	II	III
Velocidad en régimen libre Típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
NIVEL DE SERVICIO	VELOCIDAD DE RECORRIDO MEDIA (km/h)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	≥ 21	≥ 16	≤ 11

Fuente: (HCM, 2010)

Para el tramo III, presenta una velocidad de régimen libre de 43.46 km/h por el cual pertenece a la clase de arteria III, presenta una velocidad media espacial de $\bar{v}_e = 20.97 \text{ km/h}$, por ende, el nivel de servicio que presenta el tramo III es de nivel D.

f. Jr. San Roque – Jr. Manuel Seoane

Del mismo modo tomando las velocidades de recorrido y velocidades inversas al recorrido en 62 vehículos, se obtuvo 2.59 h/km.

Reemplazando valores en la ecuación 9, tenemos.

$$\bar{v}_e = \frac{62}{2.59 \text{ h/km}}$$

$$\bar{v}_e = 23.93 \text{ km/h}$$

Clasificación de la arteria.

La avenida Hoyos Rubio, según la tabla 3 es una arteria secundaria por su categoría funcional y una arteria urbana por su categoría de proyecto.

De acuerdo a la tabla 4, clases de arteria de acuerdo a su función y Categoría de proyecto, es una vía de clase III

Determinación del nivel de servicio:

Velocidad de régimen libre.

Tabla 24

Velocidad de Régimen Libre.

Tramo	Segmento	Longitud de Segmento (m)	Tiempo (Seg)	Velocidad Régimen Libre (km/h)
I	Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias - Jr. Antonio Astopilco	801.37	60.81	47.45
	Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte			
II	Jr. Astopilco - Av. Vía de Evitamiento Norte	726.13	59.47	43.96
III	Av. Vía de Evitamiento Norte - Jr. San Roque	295.30	24.46	43.46

IV	Jr. San Roque - Jr. Manuel Seoani	339.20	27.52	44.38
-----------	-----------------------------------	--------	-------	-------

Velocidad media espacial.

$$\bar{v}_e = 23.93 \text{ km/h}$$

Nivel de servicio.

Tabla 25

Nivel de servicio

CLASE DE ARTERIA	I	II	III
Velocidad en régimen libre Típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
NIVEL DE SERVICIO	VELOCIDAD DE RECORRIDO MEDIA (km/h)		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	≥ 21	≥ 16	≤ 11

Fuente: (HCM, 2010)

Para el tramo IV, presenta una velocidad de régimen libre de 44.38 km/h por el cual pertenece a la clase de arteria III, presenta una velocidad media espacial de $\bar{v}_e = 23.93 \text{ km/h}$, por ende, el nivel de servicio que presenta el tramo IV es de nivel C.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

La presente investigación se enfocó en determinar el nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane. Sin embargo, para ello, fue necesario la evaluación de sus características general del flujo vehicular que presentan estas zonas de estudio.

Para ello, se realizó un conteo vehicular con el fin de obtener la participación del tránsito según el tipo de vehículo por día y así determinar su condición ante el problema de congestión. Para ello, en el tramo I comprendido por Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias- Jr. Antonio Astopilco obtuvo su Tránsito Semanal (TS) de 35062 veh/semana, Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) con un valor de 7012 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 7:45am a 8:45am, con un Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) de 695 veh/h, que se visualiza en la tabla n°8. Mientras que, en el tramo II, comprendido por el Jr. Antonio Astopilco- Vía de Evitamiento Norte, se determinó su TS de 43676 veh/semana, TPDS con un valor de 8735 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 7:45am a 8:45am, con un VHMD de 857 veh/h, visualizada en la tabla n°09. En el tramo III, comprendido por la Vía de Evitamiento Norte- Jirón San Roque, se determinó su TS de 32006 veh/semana, TPDS con un valor de 6401 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 16:15pm a 17:15pm, con un VHMD de 636 veh/h en la tabla n°10. Finalmente, en el último tramo de estudio IV, comprendido por el Jr. San Roque – Jr. Manuel Seoane, se determinó su TS de 36808 veh/semana, TPDS con un valor de 7362 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 16:15pm a 17:15pm, con un VHMD de 753 veh/h, que se puede apreciar en la tabla n°11.

En la investigación de Silva (2019), también estudió la composición vehicular, determinando que la máxima demanda es durante el periodo comprendido entre 07:15am – 08.15am con un volumen de 1147 vehículos.

En la Figura N° 11, correspondiente al tramo I se evidencia la participación del tránsito según el tipo de vehículo, donde tenemos un porcentaje mayoritario de mototaxis con 37.75%; respecto a la Figura N° 12 tenemos la distribución porcentual de tránsito en la hora de máxima demanda, donde tenemos con un 42.7% a los mototaxis, de igual forma, en el tramo I comprendido del Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias- Jr. Antonio Astopilco obtuvo su Tránsito Semanal (TS) de 35062 veh/semana, Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) con un valor de 7012 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 7:45am a 8:45am, con un Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD) de 695 veh/h, que se visualiza en la tabla n°9. Mientras que, en el tramo II, incluido por el Jr. Antonio Astopilco- Vía de Evitamiento Norte, se evidencia en la Figura N° 13, se evidencia una mayor participación de moto taxis con un 41.19% y; respecto a la Figura N° 14 tenemos a las mototaxis como la cantidad de vehículos mayores en la hora de máxima demanda; también se determinó su TS de 43676 veh/semana, TPDS con un valor de 8735 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 7:45am a 8:45am, con un VHMD de 857 veh/h, visualizada en la tabla n°11. En el tramo III, comprendido por la Vía de Evitamiento Norte- Jirón San Roque, se determinó su TS de 32006 veh/semana, TPDS con un valor de 6401 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 16:15pm a 17:15pm, con un VHMD de 636 veh/h en la tabla N°13, donde de igual manera se obtuvo en las Figuras 15 y 16 que a la participación mayor de vehículos es de los mototaxis con 48.33% con una cantidad de vehículos en la hora de máxima demanda de 50.6%. Finalmente, en el último tramo de estudio IV, comprendido por el Jr. San

Roque – Jr. Manuel Seoane, se determinó su TS de 36808 veh/semana, TPDS con un valor de 7362 veh/día, una Variación de Volumen de Tránsito en hora de Máxima Demanda entre 16:15pm a 17:15pm, con un VHMD de 753 veh/h, que se puede apreciar en la tabla N° 15, adjunto a ello se aprecia que los mototaxis siguen manteniendo su participación mayoritaria de tránsito evidenciada en las Figuras N° 17 y 18.

Según Angaspilco (2014), en su investigación también determina que, los vehículos predominantes dentro de las vías en estudio son las mototaxis. En la Av. de los Héroes tienen una influencia de 47.4% y 51.9% en ambos sentidos, en la Av. Independencia un 63.9%, en la Av. Atahualpa un 38.4% y 35.9% en ambos sentidos, en la Av. San Martín un 49.5% y en la Av. Juan XXIII un 40% y 60.8% en ambos sentidos. Con estos datos se puede deducir que esta clase de vehículo ha ido ingresando de manera desmesurada al parque automotor de Cajamarca, los últimos años. Un dato interesante y que corrobora dicha deducción es que la flota de mototaxis en el año 2007 era de 1511 unidades (SATCAJ) y la flota autorizada a la actualidad consta de 4161 unidades.

El cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias- Jr. Antonio Astopilco determinó una velocidad media espacial de 31.48 km/h, una velocidad de régimen libre de 47.45 km/h por el cual pertenece a la clase de arteria III. Mientras que, el tramo II obtuvo una velocidad media espacial de 25.15 km/h y una velocidad de régimen libre de 43.96 km/h, por lo que, pertenece de igual forma a la arteria III, mientras que en el tramo III, la Vía de Evitamiento Norte- Jirón San Roque obtuvo una velocidad media espacial de 20.97 km/h y una velocidad de régimen libre de 43.46 km/h, perteneciendo a la misma clase de arteria que el tramo IV, comprendido por el Jr. San Roque- Jr. Manuel Seoane, con una velocidad de régimen libre 44.38 km/h y una velocidad media espacial de 23.93 km/h.

Mientras tanto, en cuanto a su nivel de serviciabilidad, el cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias- Jr. Antonio Astopilco, se determinó un servicio con nivel “B”, mientras que el segundo tramo comprendido por el Jr. Antonio Astopilco- Vía de Evitamiento Norte obtuvo un nivel “C”, así como el tramo III y IV, que obtuvieron niveles de serviciabilidad de “D” y “C” respectivamente. En resumen, esta investigación realizada, al ser dividida en cuatro tramos, se obtuvieron niveles diferentes como en el tramo I, II, III y IV, nivel B, C, D y C respectivamente, considerando así un nivel de servicio promedio “C”. Al igual que, Silva (2018) obtuvo en su investigación, un nivel de serviciabilidad del Jirón Dos de Mayo, De la Ciudad de Celendín, Cajamarca, un nivel “C”.

Mientras que, Torres (2018) logró obtener niveles de serviciabilidad en los Jirones Leguía y José Gálvez, de la Ciudad de Cajamarca, donde obtuvo segmentos con niveles muy bajos, como “D”, “E”, incluso nivel “F”, convirtiéndose así en vías en un estado crítico, al presentar un servicio variable y bajo, por lo tanto, su hipótesis planteada fue rechazada puesto que ésta planteó que la vía posee un nivel de servicio promedio de “D”.

Según Arias (2012), en su investigación realizó la determinación del nivel de serviciabilidad de la Av. Los Héroes, Jr. Juan XXIII, Av. San Martín, Av. Atahualpa y Av. Independencia, las cuales lograron niveles de C, D, E y F, de las cuales, al ser muy bajos, estos generaron la reducción de velocidades de recorrido generando así demoras en el flujo y congestión constante en horas punta.

Finalmente, en la investigación de Angaspilco (2014), determinó que su hipótesis fue acertada, ya que, se determinó un nivel de servicio “E” en las vías de estudio como la Av. Independencia y Av. Atahualpa, y un nivel de servicio “C” y “F” en sus demás vías.

Implicancias

Dentro de las implicancias se propone opciones de mejora a ser implementadas por la entidad competente para mejorar el nivel de servicio de la avenida en estudio.

Se propone principalmente eliminar el estacionamiento extendido en la avenida para obtener mayor capacidad vehicular de circulación.

Se recomienda realizar un estudio más profundo haciendo empleo de un software planificar para así mejorar y brindar una propuesta de optimización del nivel de servicio, permitiendo así evitar el congestionamiento vehicular.

Se sugiere a las autoridades, realizar estudios de tránsito de manera consecutiva cada cierto tiempo en diferentes zonas con problemas de congestionamiento de la ciudad de Cajamarca.

Se recomienda la implementación de mayor señalización para el transporte privado y público en la Av. Hoyos Rubio comprendida entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, Cajamarca.

Se sugieren a las autoridades, incentivar a la capacitación vial a la población para así brindar la información necesaria para lograr un buen flujo vehicular y reducir el congestionamiento vial, ya que, muchas veces se genera por la mala educación vial que tenemos como usuarios.

Conclusiones

- Ante la problemática planteada, se puede rechazar la hipótesis general planteada “El nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio, comprendida entre las intersecciones del Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane de Cajamarca es inferior al nivel B”, ya que, esta investigación no solo obtuvo niveles de serviciabilidad inferiores al nivel B, sino también se obtuvo un tramo con este nivel.
- El nivel de serviciabilidad de la Av. Hoyos Rubio entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, se realizó el estudio en cuatro tramos denominados como tramo I, II, III y IV, las cuales obtuvieron niveles de servicio B, C, D y C.
- En la Av. Hoyos Rubio entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, en sus cuatro tramos de estudio I, II, III, IV, en donde se concluyó que el aforo de tránsito promedio semanal es de; 7012 veh/día, 8035 veh/día, 6401 veh/día y 7362 veh/día respectivamente.
- En la Av. Hoyos Rubio entre las intersecciones del cruce al aeropuerto Armando Revoredo Iglesias y el Jr. Manuel Seoane, los vehículos que predominan son; en el tramo I, las mototaxis con 37.75%, autos 19.10%, camionetas 17.28%, moto lineal 14.78% y combis con 5.73%; en el tramo II, las mototaxis con 41.19%, autos 18.35%, camionetas 16.66%, moto lineal 14.08% y combis con 5.26%; en el tramo III, las mototaxis con 48.33%, autos 20.48%, moto lineal 12.31%, camionetas 11.06% y combis con 6.64%; finalmente en el tramo IV, las mototaxis con 48.12%, autos 20.23%, moto lineal 12.34%, camionetas 11.53% y combis con 6.69%.

- Se determinó que la hora de máxima demanda es de 7:45 am - 8:45 am, obteniendo un VHMD de 695 veh/h y una cantidad de vehículos de 15.6% de moto lineales, 42.7% de mototaxis, 17.2% de autos, 13.7% de camionetas y 4.90% de combis en el tramo I; en el tramo II que la hora de máxima demanda es de 7:45 a 8:45, obteniendo un VHMD de 857 veh/h y una cantidad de vehículos de 15.0% de moto lineales, 45.8% de mototaxis, 16.6% de autos, 13.2% de camionetas y 4.40% de combis; en cambio en tramo III que la hora de máxima demanda es de 16:17 a 17:15, obteniendo un VHMD de 636 veh/h y una cantidad de vehículos de 12.2% de moto lineales, 50.6% de mototaxis, 18.70% de autos, 11.6% de camionetas y 5.80% de combis y en el tramo IV que la hora de máxima demanda es de 16:17 a 17:15, obteniendo un VHMD de 753 veh/h y una cantidad de vehículos de 11.8% de moto lineales, 48.7% de mototaxis, 19.3% de autos, 13.2% de camionetas y 5.70% de combis.
- Los factores horarios de máxima demanda de las vías estudiadas son de 0.96 en los tramos I y II mientras que en el tramo III es de 0.97 y 0.98 para el tramo IV estos se aproximan a la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora.
- En la comparación entre el volumen horario y la tasa de flujo máximo, se estipuló que $q > \text{VHMD}$ (en todos los tramos), lo cual involucra que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en períodos cortos (15 minutos) es mayor a la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la reunión de vehículos en intervalos de tiempos cortos y ya que se trata del periodo de máxima demanda, se traduce a problemas de congestión. Por lo que se puede atestiguar que, en la hora de máxima demanda de cada avenida, se genera la congestión vehicular.

REFERENCIAS

- Angaspilco, C. (2014). *NIVEL DE SERVICIABILIDAD EN LAS AVENIDAS; ATAHUALPA, JUAN XXIII, INDEPENDENCIA, DE LOS HÉROES Y SAN MARTÍN DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA*". Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (Vol. 6ta Edición). Caracas: Episteme, C.A.
- Bañon, L. (2000). *Manual de Carreteras*.
- Bayona, B., & Márquez, T. (2015). *La Congestión Vehicular en la Ciudad de Piura*. Universidad Nacional De Piura, Piura - Perú.
- Benjamín, B. R., & Teodoro, M. t. (2015). *La Congestion Vehicular en la Ciudad de Piura*. Recuperado el 19 de enero de 2022, de https://www.youtube.com/watch?v=UzoxO50B_KI
- CAF. (2011). *Desarrollo urbano y movilidad en América Latina*. Panamá.
- Cal, & Cárdenas. (2000). *Ingeniería de Tránsito*.
- Gómez, R. (2004). *Ingeniería de tráfico*. Cochabamba.
- HCM. (2010). *Manual de Capacidad de Carreteras*.
- Hernández. (2014). https://www.academia.edu/6042104/LA_INVESTIGACION_APLICADA_UNA_FORMA_DE_CONOCER_LAS_REALIDADES_CON_EVIDENCIA_CIENTIFICA.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (29 de septiembre de 2017). <http://tallerdeinvestigacionunidad1.blogspot.com/2017/09/11-investigacion-pura-y-aplicada.html>.
- ICG. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS*.

ICG. (2005). *MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS*. LIMA: VCHI S.A.

Molina J, K. L. (2014). *Determinación de las características del tránsito enmarcadas en el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), Espectro de Carga y Ancho de Vía, en las arterias viales E30 Manta-Portoviejo, E39A Rocafuerte - Portoviejo y E462B Santa Ana-Portoviejo*. Manabí, Ecuador.

Silva Cachay, S. L. (2019). *Nivel de serviciabilidad del jirón Dos de Mayo, de la ciudad de Celendín, Cajamarca 2018*. UNIVERSIDAD DE CAJAMARCA, Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3714>

Tamayo, M. (2006). *Proceso de Investigación Científica*. México.

Tapia, J. G., & Beizaga, R. D. (2006). *APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA DE INGENIERÍA DE TRÁFICO*. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON, COCHABAMBA.

Tarquino, F. (2001). PERÚ: LA OPORTUNIDAD DE UN PAÍS DIFERENTE - Cap.11. Transporte Urbano. *ACADEMIA Accelerat ing t he world's research.*, 272-287.

Torres Sánchez, R. G. (2018). repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2538. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2538>

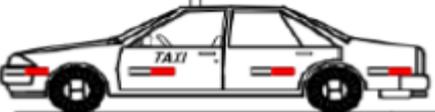
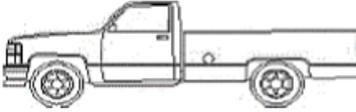
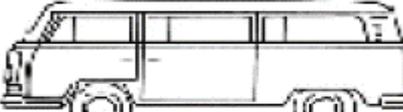
Victor, C. L. (2005). *ANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS URBANAS* .

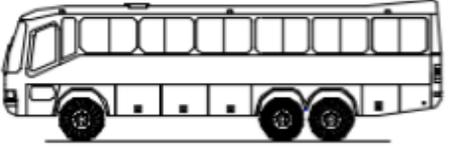
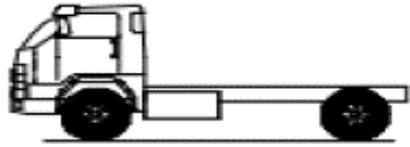
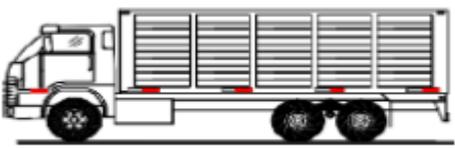
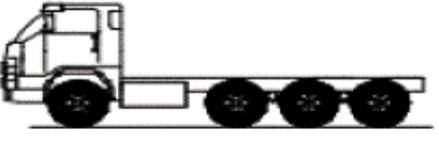
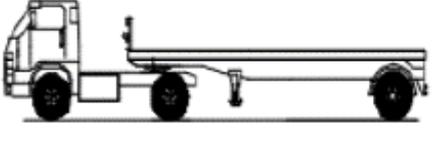
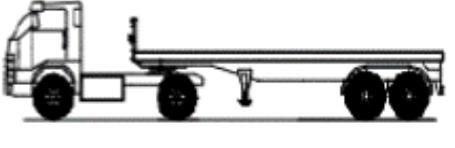
ANEXOS

Formato para aforo de tráfico vehicular.

HORA		"NIVEL DE SERVICIABILIDAD DE LA AV. HOYOS RUBIO, COMPRENDIDA ENTRE LAS INTERSECCIONES DEL CRUCE DEL AEROPUERTO ARMANDO REVOREDO IGLESIAS Y EL JR. MANUEL SEOANE DE CAJAMARCA; EN EL AÑO 2021"																					
		FORMATO : INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS																					
		TESISTAS : Bach: HUATAY MOSQUEIRA, Alex; LLANOS CALDERON, Segundo Willam.																					
		M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LIVIANOS			BUSES			CAMIONES		CAMIÓN	SEMITRALERS					TRAILERS					
		M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	
07:00	07:15																						
07:15	07:30																						
07:30	07:45																						
07:45	08:00																						
08:00	08:15																						
08:15	08:30																						
08:30	08:45																						
08:45	09:00																						
09:00	09:15																						
09:15	09:30																						
09:30	09:45																						
09:45	10:00																						
10:00	10:15																						
10:15	10:30																						
10:30	10:45																						
10:45	11:00																						
11:00	11:15																						
11:15	11:30																						
11:30	11:45																						
11:45	12:00																						
12:00	12:15																						
12:15	12:30																						
12:30	12:45																						
12:45	13:00																						
13:00	13:15																						
13:15	13:30																						
13:30	13:45																						
13:45	14:00																						
14:00	14:15																						
14:15	14:30																						
14:30	14:45																						
14:45	15:00																						
15:00	15:15																						
15:15	15:30																						
15:30	15:45																						
15:45	16:00																						
16:00	16:15																						
16:15	16:30																						
16:30	16:45																						
16:45	17:00																						
17:00	17:15																						
17:15	17:30																						
17:30	17:45																						
17:45	18:00																						
18:00	18:15																						
18:15	18:30																						
18:30	18:45																						
18:45	19:00																						
TOTAL																							

Tipo de vehículos para el aforo vehicular.

VEHÍCULO	TIPO DE VEHÍCULOS
MOTO LINEAL	
	
MOTO TAXIS	
	
VEHÍCULOS LIVIANOS	
AUTO	
	
CAMIONETA	
	
COMBI	
	
MINIBUS	
	
BUS (B2)	
	

VEHÍCULO	TIPO DE VEHÍCULOS
	BUS (B3)
	BUS (B4)
CAMIONES	
C2	
	
C3	
	
CAMIÓN	
C4	
	
SEMITRAILERS	
T2S1	
	
T2S2	
	

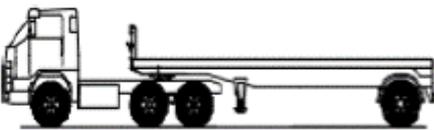
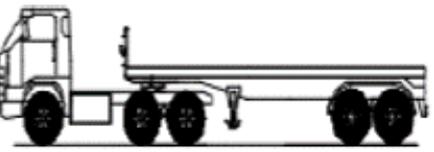
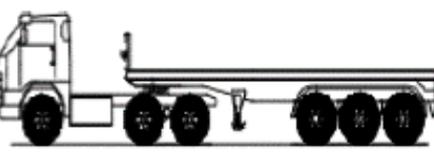
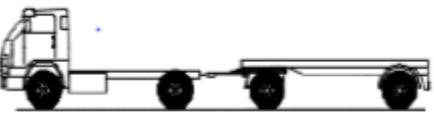
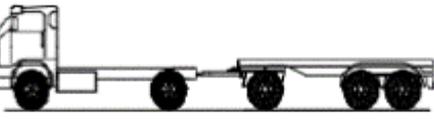
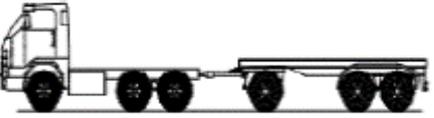
VEHÍCULO	TIPO DE VEHÍCULOS
	T3S1
	T3S2
	T3S3
TRAILERS	
C2R2	
	
C2R3	
	
C3R2	
	
C3R3	
	

Figura 19

Conteo vehicular en el tramo I.



Nota: Realizando el conteo vehicular del tramo I de manera manual, que va desde el Cruce Al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias hasta el Jr. Astopilco.

Figura 20

Conteo vehicular en el tramo I.



Nota: Realizando el conteo vehicular del tramo I de manera manual, que va desde el Cruce Al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias hasta el Jr. Astopilco.

Figura 21

Conteo vehicular en el tramo II.



Nota: Realizando el conteo vehicular del tramo II de manera manual, que va desde el Jr. Astopilco a la Av. Vía de Evitamiento Norte.

Figura 22

Conteo vehicular en el tramo III.



Nota: Realizando el conteo vehicular del tramo III de manera manual, que va desde la Vía de Evitamiento Norte hasta el Jr. San Roque.

Figura 23

Conteo vehicular en el tramo IV.



Nota: Realizando el conteo vehicular del tramo IV de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 24

Toma de tiempo en hora de máxima demanda.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo IV en horario de máxima demanda, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 25

Toma de tiempo en hora de máxima demanda.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo II en horario de máxima demanda, de manera manual, que va desde el Jr. Astopilco a la Av. Vía de Evitamiento Norte.

Figura 26

Toma de tiempo en hora de máxima demanda



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo II en horario de máxima demanda, de manera manual, que va desde el Jr. Astopilco a la Av. Vía de Evitamiento Norte.

Figura 27

Toma de tiempo en hora de máxima demanda



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo IV en horario de máxima demanda, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 28

Toma de tiempo en flujo libre



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo IV en flujo libre, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 29

Toma de tiempo en flujo libre.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo IV en flujo libre, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 30

Toma de tiempo en flujo libre.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo IV en flujo libre, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 31

Toma de tiempo en flujo libre.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo IV en flujo libre, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 32

Toma de tiempo en flujo libre.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo III en flujo libre, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 33

Toma de tiempo en flujo libre.



Nota: Realizando la toma de tiempo que emplea el vehículo en transitar el tramo III en flujo libre, de manera manual, que va desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.

Figura 34

Toma de medidas de Separador de vías.



Nota: Medición de separador de vías.

Figura 35

Dimensiones de cuneta rectangular.



Nota: Medición de ancho de cunetas en la vía en estudio.

Figura 36

Aforo Vehicular (TPDS) en el tramo del Cruce al Aeropuerto Armando Revoredo Iglesias hacia el Jr. Antonio Astopilco.

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD																				TOTAL	VHM (Veh/h)	
		M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LMANOS			BUSES				CAMIONES			SEMITRALERS				TRAILERS						
		M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
07:00	07:15	13	51	20	14	8	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	538
07:15	07:30	17	50	18	16	11	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	607
07:30	07:45	23	61	22	16	9	0	1	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	667
07:45	08:00	28	68	30	22	9	0	0	0	0	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	695
08:00	08:15	26	85	28	25	8	0	0	0	0	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	687
08:15	08:30	29	76	31	23	9	0	0	0	0	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	648
08:30	08:45	25	68	31	25	8	0	0	0	0	4	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	166	618
08:45	09:00	23	65	25	25	9	0	1	0	0	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	600
09:00	09:15	19	56	26	22	7	0	0	0	0	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	600
09:15	09:30	17	55	30	26	10	0	0	0	0	5	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	150	611
09:30	09:45	21	56	26	28	10	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	616
09:45	10:00	18	64	29	27	11	0	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	639
10:00	10:15	21	61	27	24	12	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	631
10:15	10:30	18	56	33	28	11	0	0	0	0	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	618
10:30	10:45	17	62	37	35	10	0	0	0	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	610
10:45	11:00	18	57	31	28	8	0	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	569
11:00	11:15	19	57	27	23	6	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	575
11:15	11:30	19	53	30	27	10	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	583
11:30	11:45	20	51	23	23	7	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	602
11:45	12:00	22	57	34	28	10	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	602
12:00	12:15	23	51	38	29	9	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	582
12:15	12:30	25	55	29	30	10	0	0	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	572
12:30	12:45	26	43	20	27	7	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	545
12:45	13:00	24	48	23	29	8	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	528
13:00	13:15	30	51	23	27	9	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	517
13:15	13:30	20	48	26	22	8	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	499
13:30	13:45	17	40	22	20	7	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113	503
13:45	14:00	22	47	25	20	7	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	521
14:00	14:15	18	47	27	21	8	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	536
14:15	14:30	22	46	26	24	10	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	550
14:30	14:45	17	44	28	23	11	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	561
14:45	15:00	19	51	31	26	6	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	579
15:00	15:15	19	51	27	30	8	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	585
15:15	15:30	24	48	28	30	8	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	587
15:30	15:45	20	52	31	30	9	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	592
15:45	16:00	21	51	30	31	8	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	583
16:00	16:15	20	51	32	27	9	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	589
16:15	16:30	17	59	31	27	8	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	587
16:30	16:45	19	51	33	24	7	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	575
16:45	17:00	24	59	28	27	9	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	578
17:00	17:15	22	56	26	28	7	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	557
17:15	17:30	17	52	31	25	7	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	576
17:30	17:45	26	57	24	25	6	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	590
17:45	18:00	24	52	22	24	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	599
18:00	18:15	32	55	34	30	8	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	616
18:15	18:30	25	58	30	23	7	0	1	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	
18:30	18:45	26	58	30	27	6	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	
18:45	19:00	26	56	29	23	6	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	
TOTAL		1037	2648	1340	1212	402	4	7	3	1	180	107	53	7	6	5	3	2	2	1	1	1	7022	

Figura 37

Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

DIAS	M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LMANOS			BUSES				CAMIONES			SEMITRALERS				TRAILERS				TOTAL		
	M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2		C3R3	
LUNES	1110	2714	1349	1283	463	7	9	2	1	191	113	67	9	7	7	5	2	2	1	1	1	2	7345
MARTES	1167	2836	1511	1333	448	3	7	3	2	174	132	28	3	8	4	2	2	1	1	1	1	1	7667
MIERCOLES	1006	2645	1308	1198	384	2	8	1	1	196	120	74	7	5	3	3	1	1	0	0	0	0	6963
JUEVES	992	2468	1243	1182	351	2	6	3	1	170	92	53	7	3	7	1	1	0	0	0	0	0	6582
VIERNES	906	2573	1285	1062	362	4	5	3	0	165	74	43	6	5	3	2	2	2	1	1	1	1	6505
TPDS	1036	2647	1339	1212	402	4	7	2	1	179	106	53	6	6	5	3	2	1	1	1	1	1	7012
% PARTICIPACION	14.78%	37.75%	19.10%	17.28%	5.73%	0.05%	0.10%	0.03%	0.01%	2.56%	1.51%	0.76%	0.09%	0.08%	0.07%	0.04%	0.02%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	100.00%

Figura 38

Histograma de la variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.

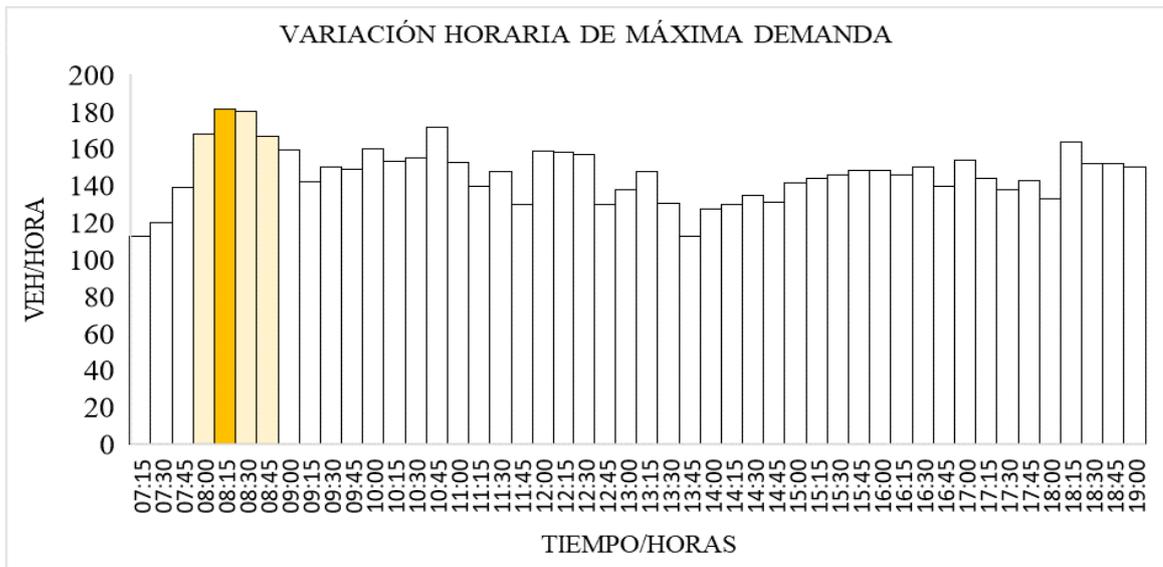


Figura 39

Aforo Vehicular (TPDS) en Jr. Astopilco – Av. Vía de Evitamiento Norte.

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD																				TOTAL	VHMD (Veh/h)	
		M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LIVIANOS			BUSES				CAMIONES			CAMIÓN			SEMITRALERS			TRAILERS				
		M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
07:00	07:15	15	66	25	14	10	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	660
07:15	07:30	20	69	21	17	13	0	0	0	0	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	749
07:30	07:45	26	82	26	19	10	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	822
07:45	08:00	34	91	36	26	11	0	0	0	0	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207	857
08:00	08:15	32	111	33	30	8	0	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224	846
08:15	08:30	34	100	36	28	10	0	0	0	0	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220	798
08:30	08:45	30	91	37	30	9	0	0	0	0	4	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	206	761
08:45	09:00	27	87	30	30	11	0	0	0	0	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	741
09:00	09:15	22	76	31	27	8	0	0	0	0	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	744
09:15	09:30	17	75	34	31	12	0	0	0	0	6	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	183	756
09:30	09:45	25	76	30	33	12	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	767
09:45	10:00	21	87	35	33	13	0	0	0	0	5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199	793
10:00	10:15	24	82	32	29	13	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	784
10:15	10:30	22	76	40	33	13	0	0	0	0	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	770
10:30	10:45	20	84	45	42	11	0	0	0	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212	760
10:45	11:00	21	78	37	34	9	0	0	0	0	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	709
11:00	11:15	22	78	32	28	7	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	716
11:15	11:30	22	73	35	32	11	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	736
11:30	11:45	24	69	27	27	7	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	747
11:45	12:00	26	77	41	34	11	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197	750
12:00	12:15	28	70	46	35	11	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196	726
12:15	12:30	30	75	33	36	12	0	0	0	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	714
12:30	12:45	31	61	24	31	8	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	683
12:45	13:00	28	66	27	35	10	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	660
13:00	13:15	37	67	28	32	10	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	644
13:15	13:30	24	66	31	26	10	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	623
13:30	13:45	19	56	26	24	8	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	628
13:45	14:00	26	64	31	23	8	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	651
14:00	14:15	21	65	32	26	9	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	670
14:15	14:30	26	64	31	28	11	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	687
14:30	14:45	21	62	33	27	13	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	701
14:45	15:00	23	70	37	31	7	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	727
15:00	15:15	23	70	32	36	10	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	733
15:15	15:30	29	67	34	35	9	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	182	735
15:30	15:45	23	73	38	38	11	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189	740
15:45	16:00	25	70	35	37	9	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	725
16:00	16:15	23	69	38	32	10	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	181	733
16:15	16:30	21	80	38	32	9	0	0	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187	731
16:30	16:45	22	70	40	28	8	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174	716
16:45	17:00	28	80	34	33	10	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192	720
17:00	17:15	26	76	31	34	8	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	695
17:15	17:30	21	70	37	30	7	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	723
17:30	17:45	31	78	29	30	6	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	746
17:45	18:00	29	71	27	29	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	758
18:00	18:15	38	74	40	41	9	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207	785
18:15	18:30	30	80	37	32	7	0	1	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194	
18:30	18:45	31	81	34	32	6	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190	
18:45	19:00	33	77	37	30	7	0	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	
TOTAL		1230	3599	1603	1456	460	3	6	3	1	192	109	54	7	6	5	3	2	2	1	1	1	8744	

Figura 40

Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

DIAS	M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LIVIANOS			BUSES				CAMIONES			CAMIÓN			SEMITRALERS			TRAILERS				TOTAL
	M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
LUNES	1232	3434	1517	1481	496	2	4	1	1	189	110	63	9	5	6	5	2	2	1	1	1	2	8563
MARTES	1314	3622	1712	1508	489	3	7	3	2	178	132	28	3	8	4	2	2	1	1	1	1	1	9021
MIERCOLES	1238	3702	1616	1476	457	2	8	1	1	220	126	79	7	5	3	3	1	1	0	0	0	0	8946
JUEVES	1255	3620	1588	1509	427	2	6	3	1	188	95	55	7	3	7	1	1	1	0	0	0	0	8768
VIERNES	1109	3613	1582	1303	429	4	5	3	0	185	79	43	6	5	3	2	2	2	1	1	1	1	8378
TPDS	1230	3598	1603	1455	460	3	6	2	1	192	108	54	6	5	5	3	2	1	1	1	1	1	8735
% PARTICIPACION	14.08%	41.19%	18.35%	16.66%	5.26%	0.03%	0.07%	0.03%	0.01%	2.20%	1.24%	0.61%	0.07%	0.06%	0.05%	0.03%	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	100%

Figura 41

Histograma de la variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda para el tramo 02 del Jr. Elmer Faucet hacia la Vía de Evitamiento Norte.

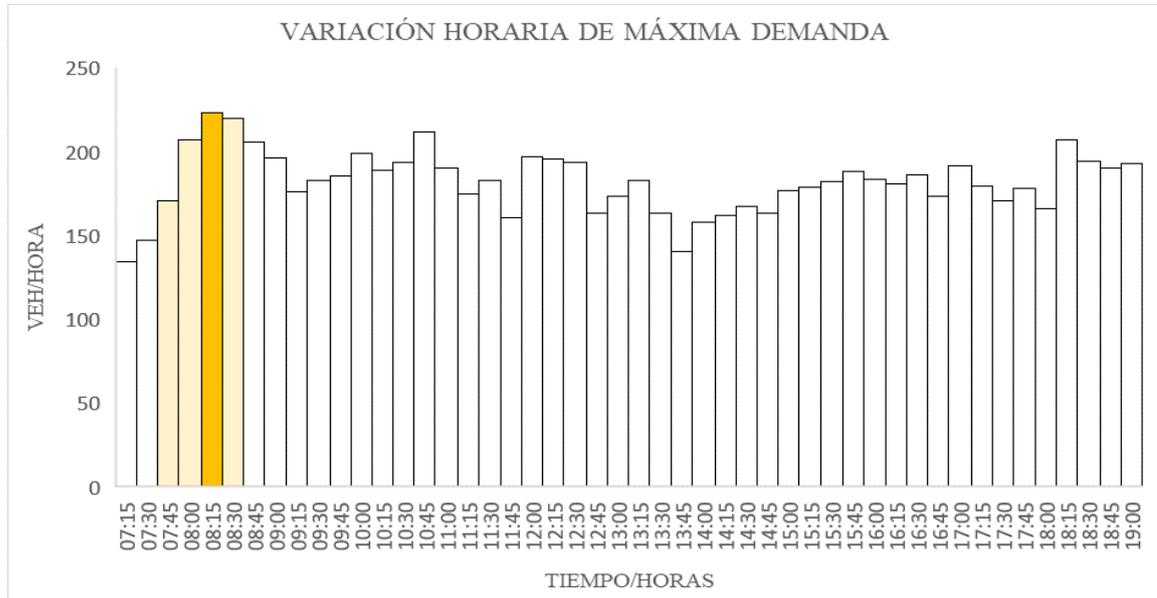


Figura 42

Aforo vehicular (TPDS) en Av: Vía de Evitamiento Norte – Jr. San Roque

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD																				TOTAL	VHMD (Veh/h)		
		M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LMIANOS			BUSES				CAMIONES		CAMIÓN	SEMITRALERS					TRAILERS						
		M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
07:00	07:15	6	23	10	6	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	293
07:15	07:30	7	27	13	8	10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	349
07:30	07:45	12	32	11	7	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	388
07:45	08:00	13	42	20	12	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	422
08:00	08:15	14	54	18	13	9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	423
08:15	08:30	17	51	18	11	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	427
08:30	08:45	18	51	19	10	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107	439
08:45	09:00	12	48	19	11	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	453
09:00	09:15	13	55	20	14	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	482
09:15	09:30	12	56	22	15	11	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	503
09:30	09:45	14	54	31	12	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	516
09:45	10:00	14	61	24	13	12	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	550
10:00	10:15	15	66	26	13	12	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	566
10:15	10:30	14	61	27	15	11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	583
10:30	10:45	17	73	37	17	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	601
10:45	11:00	16	72	30	17	7	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	590
11:00	11:15	17	80	31	15	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	593
11:15	11:30	19	73	30	14	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	586
11:30	11:45	16	75	27	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	571
11:45	12:00	17	77	27	16	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	583
12:00	12:15	19	68	36	15	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	580
12:15	12:30	15	68	27	14	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	593
12:30	12:45	20	75	35	16	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	592
12:45	13:00	18	74	28	19	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	144	569
13:00	13:15	29	64	32	24	7	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	548
13:15	13:30	19	57	30	17	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	520
13:30	13:45	16	59	33	16	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	525
13:45	14:00	20	53	28	13	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	526
14:00	14:15	20	60	31	11	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	539
14:15	14:30	18	66	31	14	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	549
14:30	14:45	13	64	30	14	11	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	552
14:45	15:00	22	69	25	13	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	560
15:00	15:15	19	69	30	14	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	562
15:15	15:30	17	70	29	13	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	141	558
15:30	15:45	17	70	29	15	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142	575
15:45	16:00	15	70	29	16	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	598
16:00	16:15	15	69	30	14	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137	616
16:15	16:30	17	81	32	16	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	636
16:30	16:45	21	83	31	19	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	623
16:45	17:00	20	77	26	20	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	617
17:00	17:15	20	81	30	19	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	606
17:15	17:30	16	73	29	16	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	610
17:30	17:45	16	80	32	19	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	624
17:45	18:00	16	72	30	17	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	604
18:00	18:15	21	77	35	20	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	594
18:15	18:30	17	80	35	19	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	
18:30	18:45	14	71	29	16	7	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	138	
18:45	19:00	14	65	32	15	8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	
TOTAL		788	3094	1312	708	425	10	1	0	0	63	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6406	

Figura 43

Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

DIAS	M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LMIANOS			BUSES				CAMIONES		CAMIÓN	SEMITRALERS					TRAILERS				TOTAL		
	M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
LUNES	796	2822	1220	678	497	12	1	0	0	46	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6075
MARTES	831	3053	1355	709	430	13	0	0	0	72	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6466
MIERCOLES	787	3248	1341	743	385	11	0	0	0	76	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6594
JUEVES	810	3087	1262	665	371	8	1	0	0	53	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6259
VIERNES	716	3259	1378	744	442	6	1	0	0	64	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6612
TPDS	788	3094	1311	708	425	10	1	0	0	62	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6401
% PARTICIPACION	12.31%	48.33%	20.48%	11.06%	6.64%	0.16%	0.01%	0.00%	0.00%	0.97%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%

Figura 44

Histograma de la variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda para el tramo 03 desde la Vía de Evitamiento Norte hasta el Jr. San Roque.



Figura 45

Aforo vehicular (TPDS) en el Jr. San Roque a Jr. Manuel Seoane

HORA		PROMEDIO SEMANAL IMD																				VHMD (Veh/h)
M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LIVIANOS					BUSES				CAMIONES			SEMITRAILERS					TRAILERS			
M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3	TOTAL	
07:00	07:15	8	27	13	7	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	342
07:15	07:30	8	32	15	9	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	404
07:30	07:45	13	36	14	10	11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	445
07:45	08:00	15	48	23	14	13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	485
08:00	08:15	16	62	21	15	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	487
08:15	08:30	18	57	20	12	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	492
08:30	08:45	20	59	22	12	9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	507
08:45	09:00	14	56	22	13	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116	521
09:00	09:15	15	63	24	17	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	551
09:15	09:30	15	63	24	17	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134	573
09:30	09:45	16	61	34	14	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	586
09:45	10:00	16	69	26	17	14	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	620
10:00	10:15	17	76	30	15	14	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	639
10:15	10:30	16	69	30	17	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	657
10:30	10:45	19	83	37	20	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	678
10:45	11:00	18	82	35	20	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165	672
11:00	11:15	18	90	35	19	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173	673
11:15	11:30	21	82	34	17	13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	668
11:30	11:45	18	84	34	18	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	656
11:45	12:00	20	87	31	18	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166	667
12:00	12:15	22	78	40	17	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	665
12:15	12:30	17	80	30	16	11	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	675
12:30	12:45	22	85	39	19	10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	673
12:45	13:00	20	83	32	22	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	164	645
13:00	13:15	33	73	35	26	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	624
13:15	13:30	21	66	33	21	10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	596
13:30	13:45	20	67	36	19	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	598
13:45	14:00	23	62	32	15	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	608
14:00	14:15	23	69	33	14	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	622
14:15	14:30	20	74	34	16	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	634
14:30	14:45	16	80	34	16	12	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	640
14:45	15:00	25	80	28	15	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	646
15:00	15:15	22	79	33	16	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	648
15:15	15:30	20	81	33	15	10	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161	649
15:30	15:45	19	86	32	17	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	666
15:45	16:00	17	83	31	18	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	159	691
16:00	16:15	19	78	35	20	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	725
16:15	16:30	21	85	37	22	11	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179	753
16:30	16:45	19	92	38	29	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192	750
16:45	17:00	24	92	35	25	12	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192	738
17:00	17:15	24	98	36	24	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191	710
17:15	17:30	20	88	34	22	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	702
17:30	17:45	23	87	36	22	9	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	707
17:45	18:00	19	80	34	19	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	684
18:00	18:15	24	87	40	22	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	184	677
18:15	18:30	19	90	39	21	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	
18:30	18:45	16	79	33	19	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	
18:45	19:00	18	75	35	17	9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	
TOTAL		909	3543	1490	849	493	10	1	0	0	67	4	1	0	0	1	0	0	0	0	7369	

Figura 46

Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo.

DIAS	M. LINEAL	M. TAXIS	VEHICULOS LIVIANOS			BUSES				CAMIONES			SEMITRAILERS					TRAILERS			TOTAL	
	M. LINEAL	M. TAXIS	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2		C3R3
LUNES	855	3122	1254	805	562	12	1	0	0	70	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6690
MARTES	965	3586	1569	831	513	11	0	0	0	76	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7554
MIERCOLES	919	3771	1547	871	462	11	0	0	0	63	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7647
JUEVES	975	3484	1495	878	416	9	1	0	0	68	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7328
VIERNES	827	3750	1581	859	508	6	1	0	0	55	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7589
TPDS	908	3543	1489	849	492	10	1	0	0	66	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7362
% PARTICIPACION	12.34%	48.12%	20.23%	11.53%	6.69%	0.13%	0.01%	0.00%	0.00%	0.90%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%

Figura 47

Histograma de la variación del Volumen de Tránsito en la Hora de Máxima Demanda para el tramo 04 desde el Jr. San Roque hasta el Jr. Manuel Seoane.



Figura 48

Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido.

Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)	Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)
1	55	52.45	0.02	32	107	26.96	0.04
2	100	28.85	0.03	33	112	25.76	0.04
3	88	32.78	0.03	34	74	38.99	0.03
4	83	34.76	0.03	35	90	32.05	0.03
5	86	33.55	0.03	36	96	30.05	0.03
6	84	34.34	0.03	37	99	29.14	0.03
7	69	41.81	0.02	38	104	27.74	0.04
8	91	31.70	0.03	39	86	33.55	0.03
9	74	38.99	0.03	40	94	30.69	0.03
10	96	30.05	0.03	41	83	34.76	0.03
11	74	38.99	0.03	42	76	37.96	0.03
12	72	40.07	0.02	43	85	33.94	0.03
13	88	32.78	0.03	44	81	35.62	0.03
14	102	28.28	0.04	45	62	46.53	0.02
15	84	34.34	0.03	46	91	31.70	0.03
16	89	32.41	0.03	47	90	32.05	0.03
17	126	22.90	0.04	48	88	32.78	0.03
18	112	25.76	0.04	49	97	29.74	0.03
19	88	32.78	0.03	50	87	33.16	0.03
20	91	31.70	0.03	51	87	33.16	0.03
21	106	27.22	0.04	52	83	34.76	0.03
22	86	33.55	0.03	53	99	29.14	0.03
23	124	23.27	0.04	54	92	31.36	0.03
24	97	29.74	0.03	55	117	24.66	0.04
25	90	32.05	0.03	56	96	30.05	0.03
26	101	28.56	0.04	57	97	29.74	0.03
27	95	30.37	0.03	58	94	30.69	0.03
28	96	30.05	0.03	59	98	29.44	0.03
29	98	29.44	0.03	60	88	32.78	0.03
30	99	29.14	0.03	61	82	35.18	0.03
31	97	29.74	0.03	62	106	27.22	0.04
TOTAL =			1.97				

Figura 49

Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido del Jr. Antonio Astopilco – Vía de Evitamiento Norte.

Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)	Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)
1	95	27.52	0.04	32	104.5	25.02	0.04
2	105	24.90	0.04	33	104.97	24.90	0.04
3	81	32.27	0.03	34	91.81	28.47	0.04
4	91	28.73	0.03	35	98.46	26.55	0.04
5	100	26.14	0.04	36	110	23.76	0.04
6	93	28.11	0.04	37	136	19.22	0.05
7	86	30.40	0.03	38	101	25.88	0.04
8	95.5	27.37	0.04	39	123	21.25	0.05
9	89.5	29.21	0.03	40	118.5	22.06	0.05
10	98	26.67	0.04	41	112.37	23.26	0.04
11	104	25.14	0.04	42	120.75	21.65	0.05
12	102	25.63	0.04	43	115.43	22.65	0.04
13	141	18.54	0.05	44	116.85	22.37	0.04
14	86	30.40	0.03	45	99.12	26.37	0.04
15	98	26.67	0.04	46	107.54	24.31	0.04
16	136	19.22	0.05	47	103.13	25.35	0.04
17	114	22.93	0.04	48	109	23.98	0.04
18	121	21.60	0.05	49	97	26.95	0.04
19	120	21.78	0.05	50	69	37.89	0.03
20	101	25.88	0.04	51	90	29.05	0.03
21	103	25.38	0.04	52	98	26.67	0.04
22	121.5	21.51	0.05	53	83	31.49	0.03
23	113.5	23.03	0.04	54	103	25.38	0.04
24	92	28.41	0.04	55	79.5	32.88	0.03
25	117	22.34	0.04	56	94	27.81	0.04
26	125	20.91	0.05	57	90.5	28.88	0.03
27	117.5	22.25	0.04	58	88	29.71	0.03
28	120.5	21.69	0.05	59	99	26.40	0.04
29	89.45	29.22	0.03	60	102	25.63	0.04
30	94.17	27.76	0.04	61	115	22.73	0.04
31	102.75	25.44	0.04	62	111	23.55	0.04

Figura 50

Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido de la Vía de Evitamiento Norte – Jr. San Roque

Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)	Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)
1	95	27.52	0.04	32	104.5	25.02	0.04
2	105	24.90	0.04	33	104.97	24.90	0.04
3	81	32.27	0.03	34	91.81	28.47	0.04
4	91	28.73	0.03	35	98.46	26.55	0.04
5	100	26.14	0.04	36	110	23.76	0.04
6	93	28.11	0.04	37	136	19.22	0.05
7	86	30.40	0.03	38	101	25.88	0.04
8	95.5	27.37	0.04	39	123	21.25	0.05
9	89.5	29.21	0.03	40	118.5	22.06	0.05
10	98	26.67	0.04	41	112.37	23.26	0.04
11	104	25.14	0.04	42	120.75	21.65	0.05
12	102	25.63	0.04	43	115.43	22.65	0.04
13	141	18.54	0.05	44	116.85	22.37	0.04
14	86	30.40	0.03	45	99.12	26.37	0.04
15	98	26.67	0.04	46	107.54	24.31	0.04
16	136	19.22	0.05	47	103.13	25.35	0.04
17	114	22.93	0.04	48	109	23.98	0.04
18	121	21.60	0.05	49	97	26.95	0.04
19	120	21.78	0.05	50	69	37.89	0.03
20	101	25.88	0.04	51	90	29.05	0.03
21	103	25.38	0.04	52	98	26.67	0.04
22	121.5	21.51	0.05	53	83	31.49	0.03
23	113.5	23.03	0.04	54	103	25.38	0.04
24	92	28.41	0.04	55	79.5	32.88	0.03
25	117	22.34	0.04	56	94	27.81	0.04
26	125	20.91	0.05	57	90.5	28.88	0.03
27	117.5	22.25	0.04	58	88	29.71	0.03
28	120.5	21.69	0.05	59	99	26.40	0.04
29	89.45	29.22	0.03	60	102	25.63	0.04
30	94.17	27.76	0.04	61	115	22.73	0.04
31	102.75	25.44	0.04	62	111	23.55	0.04

Figura 51

Velocidades de recorrido y velocidades inversas de recorrido del Jr. San Roque – Jr. Manuel Seoane

Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)	Veh N°	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/Vi (h/km)
1	27.8	43.93	0.02	32	53.88	22.66	0.04
2	43.8	27.88	0.04	33	46.22	26.42	0.04
3	68	17.96	0.06	34	48.34	25.26	0.04
4	58.92	20.73	0.05	35	54.5	22.41	0.04
5	50	24.42	0.04	36	44	27.75	0.04
6	55.9	21.84	0.05	37	47.13	25.91	0.04
7	63	19.38	0.05	38	43.79	27.89	0.04
8	54	22.61	0.04	39	46.04	26.52	0.04
9	51	23.94	0.04	40	52.74	23.15	0.04
10	55.54	21.99	0.05	41	47.66	25.62	0.04
11	61.02	20.01	0.05	42	55	22.20	0.05
12	39.75	30.72	0.03	43	44.27	27.58	0.04
13	34.14	35.77	0.03	44	57.44	21.26	0.05
14	43.99	27.76	0.04	45	38.69	31.56	0.03
15	39.26	31.10	0.03	46	50.08	24.38	0.04
16	50	24.42	0.04	47	40.69	30.01	0.03
17	36.68	33.29	0.03	48	46.12	26.48	0.04
18	62	19.70	0.05	49	45.38	26.91	0.04
19	72	16.96	0.06	50	43.4	28.14	0.04
20	68	17.96	0.06	51	41.31	29.56	0.03
21	54	22.61	0.04	52	59	20.70	0.05
22	53.76	22.71	0.04	53	48.69	25.08	0.04
23	38.68	31.57	0.03	54	55	22.20	0.05
24	58	21.05	0.05	55	67	18.23	0.05
25	51	23.94	0.04	56	43.8	27.88	0.04
26	37.6	32.48	0.03	57	43.16	28.29	0.04
27	56.67	21.55	0.05	58	56.14	21.75	0.05
28	43.34	28.18	0.04	59	62	19.70	0.05
29	49.34	24.75	0.04	60	78	15.66	0.06
30	70	17.44	0.06	61	44.49	27.45	0.04
31	61	20.02	0.05	62	51	23.94	0.04