

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA ZONA
COMERCIAL DE IQUITOS METROPOLITANO PERÚ-2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: CARLOS ENRIQUE RUIZ FAJARDO.

**ASESOR: ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA MSc
ORCID : 0009-0007-6168-7415**

IQUITOS-LORETO-PERÚ

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 765-2022-UCP-FCEI, del 18 de agosto del 2022, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 926-2024-UCP-FCEI, del 09 de setiembre del 2024, se cambió al jurado.

Con Resolución Decanal N° 1055-2024-UCP-FCEI, del 13 de noviembre del 2024, se autorizó la sustentación.

Siendo las 06:00 p.m. del día 20 de noviembre del 2024, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: "ANÁLISIS DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA ZONA COMERCIAL DE IQUITOS METROPOLITANO, PERÚ-2024".

Presentado por:

CARLOS ENRIQUE RUIZ FAJARDO
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. Sc.


Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

La sustentación es: Aprobado por unanimidad

A las 19:30 horas culminó el acto público.

En fe de los cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.


Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Aguila, Dra.
Presidente del Jurado


Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.
Miembro del jurado


Ing. Keuson Saldaña Ferreyra, Mg.
Miembro del jurado



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“ANÁLISIS DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA ZONA
COMERCIAL DE IQUITOS METROPOLITANO PERU-2024”**

Del alumno: **CARLOS ENRIQUE RUIZ FAJARDO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **18% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 28 de octubre del 2024.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge L. Tapullima Flores', is written over a faint circular stamp or watermark.

Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores
Presidente del Comité de Ética – UCP



UCP_CIVIL_2024_TESIS(CARLOS_RUIZ_V1_RESUMEN)

18%
Textos
sospechosos



- 18% **Similitudes**
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
- < 1% **Idiomas no reconocidos (ignorado)**
- < 1% **Textos potencialmente generados por la IA**

Nombre del documento: UCP_CIVIL_2024_TESIS(CARLOS_RUIZ_V1_RESUMEN).pdf
ID del documento: 6bf3723813ac81ebe1e5e989f30683517b5d0e4e
Tamaño del documento original: 3,7 MB
Autores: []

Depositante: Chris Angela Ramirez Flores
Fecha de depósito: 28/10/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 28/10/2024

Número de palabras: 16.943
Número de caracteres: 114.172

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	limacap.org https://limacap.org/normatividad-2019/transportes/Manual_VCHI_(2005).pdf 25 fuentes similares	9%		Palabras idénticas: 9% (1612 palabras)
2	idoc.pub Clasificación De Carreteras En El Perú Y Vias Urbanas [1430w2pkxo4j] https://idoc.pub/documents/clasificacion-de-carreteras-en-el-peru-y-vias-urbanas-1430w2pkxo4j 23 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (1013 palabras)
3	es.slideshare.net Marco Teórico de Carreteras PDF https://es.slideshare.net/slideshow/carreteras-30871166/30871166 1 fuente similar	5%		Palabras idénticas: 5% (891 palabras)
4	www.sat.gob.pe https://www.sat.gob.pe/Websitev8/Modulos/documentos/normas/papeletas/DS_033_2001_MTC... 5 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (733 palabras)
5	lpderecho.pe TUO del Reglamento Nacional de Tránsito-Código de Tránsito (actuali... https://lpderecho.pe/texto-unico-ordenado-reglamento-nacional-transito--codigo-transito-actual... 3 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (708 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.ucv.edu.pe https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66733/Rivera_RDA-Yovera_MJL-SD... El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	Documento de otro usuario #9cac22 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
3	es.wikipedia.org Tránsito vehicular - Wikipedia, la enciclopedia libre https://es.wikipedia.org/wiki/Tránsito_vehicular	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
4	repositorio.upla.edu.pe https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2825/T037_72661121_T.pdf?sequ...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
5	www.proviasdes.gob.pe https://www.proviasdes.gob.pe/Normas/Proyecto.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)



HOJA DE APROBACIÓN

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLER: CARLOS ENRIQUE RUIZ FAJARDO

La Tesis sustentada en acto público el día 20 de noviembre del 2024, a las 06:00 p.m., en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cerdeña', is written above a horizontal line.

**ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL AGUILA, DRA.
PRESIDENTE DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erlin', is written above a horizontal line.

**ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR.
MIEMBRO DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Keuson', is written above a horizontal line.

**ING. KEUSON SALDAÑA FERREYRA, MG.
MIEMBRO DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ulises', is written above a horizontal line.

**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC
ASESOR**

DEDICATORIA

“A papá Dios en primer lugar porque sin el nada tiene sentido, a mi madre Loyda, por su paciencia, por su amor que no conoce límites, a mis hermanos Indira y Luchin por su apoyo, por ser mi soporte durante mis años de universidad, por presionarme sin descansar a sacar mi título de ingeniero, a Genesis por creer en mí, por su amor, por estar a mi lado en este momento”.

C.E. R.F

AGRADECIMIENTO:

A todas las personas que estuvieron a mi lado a lo largo de los 5 años de universidad de todos aprendí un poco, a los ingenieros que dictaron clases y compartieron su experiencia con cada uno de nosotros y a la universidad por dejar que sus estudiantes se atrevan a soñar.

El autor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO:.....	III
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	1
1.1. Antecedentes de Estudio.....	1
1.2. Bases teóricas:	5
1.2.1. El transporte.....	5
1.2.1.1. El transporte urbano	5
1.2.2. La Ingeniería de tránsito	6
1.2.2.1. El Tránsito	6
1.2.2.2. Clasificación de los dispositivos para el control de tránsito.....	6
Señales Preventivas	8
Señales restrictivas.....	9
Señales Informativas	10
Señales informativas de destino	11
Semáforos	12
1.2.2.3. Volumen de tránsito.....	14
Volúmenes de tránsito promedio diarios	15
Velocidad.....	15
Velocidad de punto	16
Velocidad media temporal	16
Velocidad media espacial	17
Capacidad vial	17
1.2.2.4. Nivel de Servicio.....	18

1.2.2.5.	Clasificación de conteos:	20
1.2.2.6.	Métodos de conteo:	21
1.2.2.7.	Periodos de conteo	21
1.2.2.8.	Composición vehicular:	22
1.2.2.9.	Ajuste de Volúmenes:.....	22
1.2.2.10.	Cálculo del Índice Medio Diario.....	24
1.2.2.11.	Calculo del tráfico Medio Diario Semanal.....	24
1.2.2.12.	Factores de Corrección	24
1.2.2.12.1.	Cálculo del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA)	25
1.2.3.	Sistemas de transporte	25
1.2.4.	Vías urbanas	26
1.2.4.1.	Clasificación de vías urbanas	26
1.2.4.2.	Clasificación de las Carreteras:	31
1.2.1	Capacidad y niveles de servicio en circulación continua	38
1.2.1.1.	Definición de capacidad	38
1.2.1.5	Métodos para el cálculo de capacidades y nivel de servicio	45
1.3.	Definición de Términos.....	56
	CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	62
2.2.	Formulación del Problema.....	64
2.2.1.	Problema General:	64
2.2.2.	Problemas Específicos:.....	64
2.3.	Objetivos.....	64
2.3.1.	Objetivo General	64
2.4.	Hipótesis.....	65
2.4.1.	Hipótesis General.....	65
2.4.2.	Hipótesis Especifico.....	65
2.5.	Variables.....	65
2.5.1.	Identificamos las variables.....	65
2.5.2.	Definición de las variables	66
2.5.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	67
2.5.4.	DIMENSIÓN DE LAS VARIABLES	68
	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	70
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación	70

3.2.	Población y Muestra	70
3.2.1.	Población	70
3.2.2.	Muestra	70
3.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	70
3.3.1.	Técnicas	70
3.3.2.	Instrumentos	70
3.3.3.	Procedimientos.....	70
3.4.	Procesamiento y análisis de datos.....	70
3.3.2.	Técnica de Recolección de Datos:.....	75
3.3.2.1.	Instrumentos de campo:	75
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS	79
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1.	DISCUSIÓN:.....	116
5.2.	CONCLUSIONES	116
5.3.	RECOMENDACIONES	117
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	119
	Anexos:	121
	Anexo 1: Panel fotográfico.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas	29
Tabla 2. Clasificación de las vías	30
Tabla 3. Niveles de Servicio en vías con calzadas separadas Fuente: Ingeniería de Carreteras –2004 Carlos Kraemer.....	46
Tabla 4. Factor de corrección por carril para vías con calzadas separadas Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer	52
Tabla 5. Factor de corrección por obstáculos laterales (km/h). Autopistas y autovías Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraeme	52
Tabla 6. Factor de corrección para otras vías Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer	52
Tabla 7. Dimensiones Máximas Autorizadas de los Vehículos en la Unión Europea Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer	53
Tabla 8. Factor de corrección por enlaces de autopistas y autovía Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer.....	53
Tabla 9. Factores de corrección para vías de doble calzada Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer.....	53
Tabla 10. Factores de corrección por número de carriles Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer	54
Tabla 11. Factores de equivalencia de vehículos pesados Fuente: Ingeniería de Carreteras –2004 Carlos Kraemer.....	54
Tabla 12. Intensidad de servicio en autovías y autopistas Fuente: Ingeniería de Carreteras –2004 Carlos Kraemer	54
Tabla 13. Otras vías de doble calzada Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer	55
Tabla 14. Estación 1: Calle Elías Aguirre / 9 de diciembre	79
Tabla 15. Vehículos en hora punta.....	79
Tabla 16. Estación 2: Calle Arica / 9 de diciembre	80
Tabla 17. Composición del tránsito (%) estación 2.....	81
Tabla 18. Estación 3 Calle Prospero / 9 de diciembre	82
Tabla 19. composición del tránsito (%) estación 3.....	83
Tabla 20. Estación 4 Calle Prospero / 9 de diciembre	84

Tabla 21. Composición del tránsito (%) estación 4.....	84
Tabla 22. Porcentajes de vehículos en hora punta estación 4.....	85
Tabla 23. Determinación del nivel de servicio de la estación 1- en condiciones reales.....	86
Tabla 24. Determinación del nivel de servicio de la estación 1- en condiciones óptimas..	91
Tabla 25. Determinación del nivel de servicio de la estación 2- en condiciones óptimas	102
Tabla 26. Determinación del nivel de servicio de la estación 3- en condiciones reales...	108
Tabla 27. Resumen de los datos obtenidos (niveles de servicio).....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Señales preventivas Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones – 2007 Rafael Cal y Mayor.....	9
Figura 2. Señales restrictiva Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones – 2007 Rafael Cal y Mayor.....	10
Figura 3. Señales informativas Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones – 2007 Rafael Cal y Mayor.....	11
Figura 4. Velocidades de punto Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones – 2007 Rafael Cal y Mayor.....	16
Figura 5. Niveles de Servicio Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones- 2007 Rafael Cal y Mayor.....	20
Figura 6. Relación entre el sistema de transportes y el sistema de actividades y los flujos	26
Figura 7. Movilidad y accesibilidad de un sistema urbano	28
Figura 8. Tasa de flujo de automóviles V_p (automoviles/hora/carril) Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer.....	46
Figura 9. Niveles de servicio en tramos básicos de autopista Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer.....	47
Figura 10. Estación 1 calle Elías Aguirre/9 de diciembre.....	79
Figura 11. Porcentajes de vehículos en hora punta.....	80
Figura 12. Vehículos en hora punta (estación 2)	81
Figura 13. Porcentajes de vehículos en hora punta estación 2.....	82
Figura 14. Vehículos en hora punta (estación 3)	83
Figura 15. Porcentajes de vehículos en hora punta estación 3.....	83
Figura 16. Vehículos en hora punta (estación 4)	84

RESUMEN

La presente investigación denominada “ANÁLISIS DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN LA ZONA COMERCIAL DE IQUITOS METROPOLITANO -2024”, se realizó bajo la investigación descriptiva, exploratorio y propositivo.

El objetivo es analizar la transitabilidad de la zona de estudio y realizar una propuesta de mejora PARA OPTIMIZAR la variable independiente o variable problema que se describe en el numeral 2.5 del presente documento.

Para determinar los niveles de servicio en la zona comercial de Iquitos Metropolitano se usa el HIGHWAY CAPACITY MANUAL en su versión 2004, mediante puntos de conteo de vehículos o estaciones.

*El análisis de la transitabilidad vehicular en la zona comercial de Iquitos metropolitano es deficiente.

*Los puntos críticos son: Calle Aguirre/9 de Diciembre.

Jirón Arica /9 de Diciembre.

Jirón Prospero/ 9 de Diciembre.

*La hora crítica o de máxima demanda es de 11:00 a 12:00

*El número de vehículos que transitan durante la hora de mayor demanda:

Calle Aguirre/9 de Diciembre =1474 veh.

Jirón Arica /9 de Diciembre = 1872 veh.

Jirón Prospero/ 9 de Diciembre = 2283 veh.

*El nivel de servicio : Calle Aguirre/9 de Diciembre = E

Jirón Arica /9 de Diciembre = E

Jirón Prospero/ 9 de Diciembre = E

*Se estructura una propuesta general de mejora.

Palabras clave: *Analisis de transitabilidad, transitabilidad y trasporte.*

Abstract

The research titled “*Analysis of Vehicular Traffic Flow in the Commercial Zone of Metropolitan Iquitos-2024*” was conducted using a descriptive, exploratory, and propositional approach. The primary objective was to analyze vehicular traffic flow in the study area and propose a general solution to optimize the identified issue, as detailed in section 2.5 of the document.

To evaluate the levels of service, the *Highway Capacity Manual (HCM)* 2004 edition was applied, utilizing vehicle counting stations. The analysis revealed that vehicular traffic flow in this area of Metropolitan Iquitos is deficient, identifying the following critical intersections:

- Calle Aguirre / 9 de Diciembre
- Jirón Arica / 9 de Diciembre
- Jirón Prospero / 9 de Diciembre

The peak demand hour was recorded between 11:00 a.m. and 12:00 p.m., with maximum traffic volumes of 1474, 1872, and 2283 vehicles, respectively, at each critical intersection. All locations were classified with a Level of Service “E,” indicating congested traffic conditions near the road capacity.

A general improvement proposal was structured to enhance vehicular traffic flow and optimize circulation conditions in the commercial zone.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Antecedentes de Estudio

Internacional

Chávez et al., (2023), estudió el tránsito vehicular en la la intersección de la avenida Pedro Gual y calle Córdova de la ciudad de Portoviejo, Manabí. El investigador explica que el crecimiento poblacional genera aumento de circulación de los automóviles, ocasionando congestión vehicular en ciertos sectores en la ciudad, configurándose un manejo vial inadecuado. Tras su estudio, el investigador encontró que el principal problema de congestión vehicular era ocasionado por vehículos livianos, los cuales representaban el 65% de la composición de tránsito. En este sentido, determinó alternativas de mitigación de congestión vehicular, como el cumplimiento de normativas viales, programación de capacitación para una conducción eficiente, coordinación flexible o dinámica de los semáforos e incentivos de desplazamiento de transporte público, entre otros.

MOSS GUILLERMO (2009), APLICACIÓN DEL MANUAL DE CAPACIDADES DE CARRETERAS (HCM) VERSIÓN 200, PARA LA EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE CARRETERAS MULTICARRILES, Si el flujo vehicular en una carretera es bajo , pero el flujo de vehículos pesados es bastante alto, el nivel de servicio de una carretera se ve afectado debido a que se incrementa la demora y baja la velocidad promedio de viaje.

Nacional

Castillo & Olaya (2021), estudiaron la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del Distrito de Tambogrande – Piura – Piura, utilizando el Manual de Capacidad de Carretas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y el programa Synchro 8.0 e Infracore. Las calles estudiadas fueron las que se intersecta con la Av. Ignacia Schaeffer. Como resultado, los investigadores encontraron que existen demoras en las intersecciones de cuatro calles (Ca. Catacaos, Ca. 9 de Noviembre, Ca. Frías y Ca. Aramburú), estas van de 14.12s hasta 28.21 s, con un promedio de 21.69 s, esto se debe a la falta de señalización (horizontal y vertical) y paraderos, por lo que las vías en estudio tienen bajo nivel de servicio. Por otro lado, la investigación concluyó que la intersección con demanda vehicular más desfavorable es la intersección Av. Ignacia Schaeffer con Calle Aramburú Santín, con volumen máximo de 12 189 vehículos mixtos por día. Finalmente, la propuesta incluye dispositivos de control de tránsito y señalización en las calles de estudio.

Acosta (2020), presentó una propuesta vial con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular en la intersección de las avenidas prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, pues estas tenían demoras en los tiempos y distancias de recorrido. Todo este estudio se realizó luego de encontrar que Chiclayo tiene un esquema de movilidad que comprende buses y camionetas que hacen el 15.1% del total de vehículos de la ciudad, 10.0% de colectivos por debajo del 46.8% integrado por Taxis y 28.1 de mototaxis.

La propuesta incluía un promedio de disminuciones de 52.07%, respecto al tiempo de viaje de las vías estudiadas, y un promedio de disminuciones de 1.46 %, en relación con la distancia de recorrido, por tanto, se mejorarían los tiempos y recorrido.

QUIÑONES ELIFIO (2011), Planeamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas, la planificación diseño y construcción de carreteras es una forma eficiente de mejorar el tráfico en la investigación analiza el tramo crítico Matucana - San Mateo de la carretera central una vía con mas de 3000 vehículos pesados que transitan a diario y que causan congestiones y excesivas demoras en el tráfico , frustración en los conductores e incremento de los riesgos de accidentes.

Rojas (2018), propuso el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la Av. César Vallejo Tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con Cementerio, en el distrito de Villa El Salvador, provincia de Lima, departamento de Lima, tras identificar condiciones deficientes del pavimento en las vías, causadas por el tránsito vehicular pesado que afectó la servicialidad de la vía existente afectando sus funciones estructurales.

La propuesta del investigador fue mejorar la vía, manteniendo su trazo, pero cambiando su condición superficial por pavimento rígido, clasificándolo para el caso como carretera de Primera Clase por su demanda al momento del estudio. La creación de paraderos se incorporó según su dimensionamiento, así como la incorporación de estacionamientos y accesos son novedosos en el nuevo diseño de vía. Es preciso mencionar que el investigador estima una propuesta con un presupuesto estimado de S/. 9, 937,040.64, con un plazo de ejecución de 300 días calendario, en una vía de 5.25km.

Urbina & Torres (2018), analizaron las condiciones de dos avenidas principales arteriales, que debido al excesivo flujo vehicular se genera en su calzada congestión y lenta transitabilidad. Al respecto, los investigadores encontraron que el exceso de demanda de vehículos sobre la capacidad de las vías produce el congestionamiento vehicular en horas punta. Además, encontraron que la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Gustavo Pinto presentaba un nivel de servicio F, es decir, generaban tiempos de viajes con tiempos largos de espera y cola. La propuesta incluía semaforización con modificación de sección vial.

y lenta transitabilidad. Al respecto, los investigadores encontraron que el exceso de demanda de vehículos sobre la capacidad de las vías produce el congestionamiento vehicular en horas punta. Además, encontraron que la intersección de la Av. Bolognesi con Av. Gustavo Pinto presentaba un nivel de servicio F, es decir, generaban tiempos de viajes con tiempos largos de espera y cola. La propuesta incluía semaforización con modificación de sección vial.

REGIONAL

CELIS (2021), Análisis de la capacidad vial y necesidad de flujo en la Avenida Participación del distrito de Belén - 2021, el objetivo principal de esta investigación fue hacer un análisis de la capacidad vial y necesidad de flujo realizando un conteo manual de los vehículos que transitan por la vía, también se hizo un estudio topográfico para determinar las capacidades de la vía, utilizando para ello el Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras 2da edición (SIECA) determinando que la capacidad vial de la avenida participación no satisface el volumen de flujo vehicular obteniendo un nivel de servicio F, donde la circulación es forzada y de alto congestionamiento, lo que ocasionará muchos problemas a corto mediano y largo plazo

1.2. Bases teóricas:

1.2.1. El transporte

1.2.1.1. El transporte urbano

Se le denomina transporte urbano al sistema que lleva personas o bienes de un lado a otro, o uno de dos puntos en el espacio geográfico (Farías, 2015).

(Barbero, 2006), por su parte manifiesta que el transporte no solo atiende a demanda de viajes, si no que, en el proceso, modela la ciudad.

El transporte Urbano puede subdividirse en:

- Transporte de carga
- Transporte de personas (pasajeros públicos y privados - motorizados y no motorizados).

Para ser considerado transporte público, debe reunir las condiciones específicas de operación en el servicio de transporte público de personas que se presta bajo la modalidad de transporte regular de ámbito nacional y regional son las siguientes: *i) Contar con una organización empresarial en la que como mínimo exista un área especializada destinada a Operaciones y otra destinada a la Prevención de Riesgos relacionados al transporte, ii) Contar con el número necesario de vehículos, y otros según establece el artículo 42 del (Reglamento nacional de Administración de Transporte - Decreto Supremo N° 017-2009-MTC, 2020).*

1.2.2. La Ingeniería de tránsito

Esta ingeniería es una ciencia completamente definida y estructurada, que permite estudiar las variables involucradas propias del tráfico de las ciudades (Quintero-González, 2017).

1.2.2.1. El Tránsito

La Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías, define el “Tránsito” como un conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación) (Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito, 2009, p. 016).

1.2.2.2. Clasificación de los dispositivos para el control de tránsito

Se denominan dispositivos para el control de tránsito a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas.

Los dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

a. Señales

- Preventivas
- Restrictivas
- Informativas
- Marcas

- Rayas
- Símbolos
- Letras

b. Obras y dispositivos diversos

- Cercas
- Defensas
- Indicadores de obstáculos
- Indicadores de alineamiento
- Tachuelas o botones
- Reglas y tubos guía
- Bordos
- Vibradores
- Guardaganados
- Indicadores de curva peligrosa

Dispositivos para protección de obra

- Señales preventivas, restrictivas e informativas
- Canalizadores
- Señales manuales.

Semáforos

- Vehiculares
- Peatonales
- Especiales.

Señales Preventivas

Las señales preventivas tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o a un lado de la carretera o calle, de un peligro potencial y su naturaleza. Así se cumple la regla de oro del tránsito que dice: "que no deben existir cambios bruscos".

Figura 1. Señales preventivas



: uente. = ngenieradito & \$ \$ + F aZ ael cal"

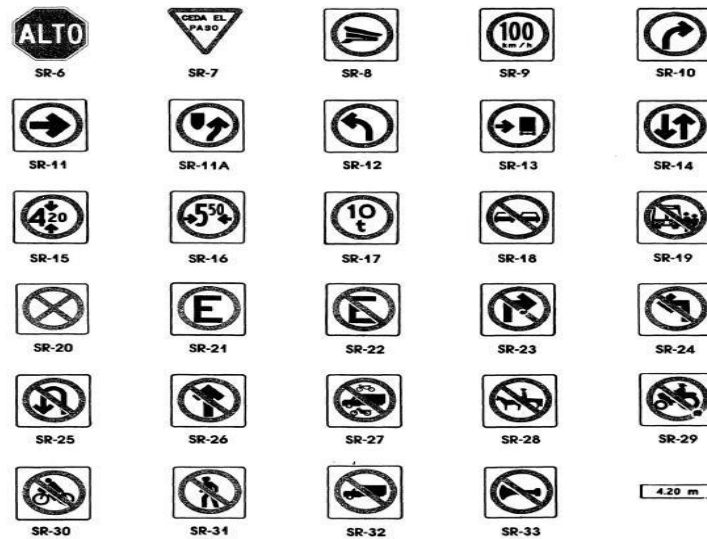
Señales restrictivas

Las señales restrictivas tienen como función expresar en la carretera o calle alguna fase del Reglamento de Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienen a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito. Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- De derecho de paso de vía
- De inspección
- De velocidad máxima o mínima

- De movimientos o circulación
- De mandato por restricciones y prohibiciones
- De estacionamiento

Figura 2. Señales restrictivas.



: uente . = ngenieros & \$ \$ + F aZ ael cal"

Señales Informativas

Las señales informativas tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas, de acuerdo a la información que den, se clasifican en:

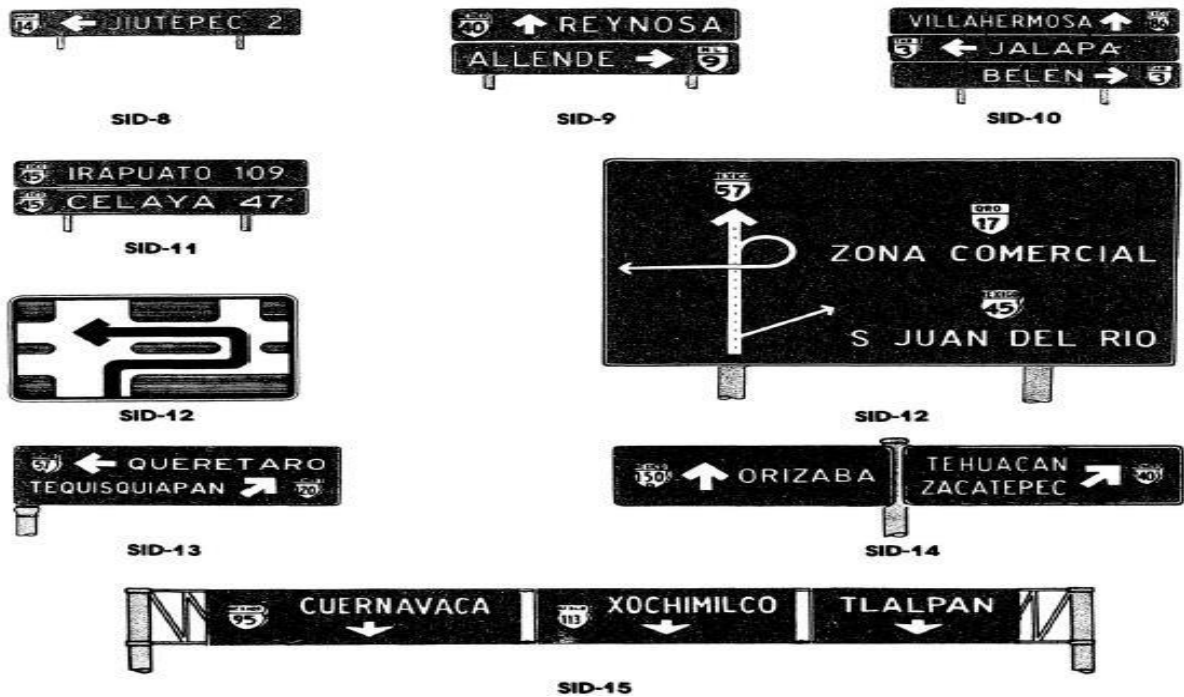
- De identificación
- De destino

- De recomendación e información general
- De servicios y turísticas.

Señales informativas de destino

Las señales informativas de destino tienen como función informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido. Podrán ser señales bajas, diagramáticas y elevadas. Su aplicación es primordial en las intersecciones, donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado.

Figura 3. Señales informativas



: uente. = ngerienadito & \$ \$ + F aZ ael cal"

Semáforos

Los semáforos son dispositivos eléctricos que tienen como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control.

Con base en el mecanismo de operación de los controles de semáforos, estos se clasifican en:

1. semáforos para el control del tránsito de vehículos

- No accionados por el tránsito.
- Accionados por el tránsito.
- Totalmente accionados por el tránsito.
- Parcialmente accionados por el tránsito.

2. Semáforos para pasos peatonales

- En zonas de alto volumen peatonal.
- En zonas escolares.

3. Semáforos especiales

- De destello.
- Para regular el uso de carriles.

- Para puentes levadizos.
- Para maniobras de vehículos de emergencia.
- Con barreras para indicar aproximación de trenes.

Los colores de los semáforos deberán ser de la siguiente manera:

1. Rojo fijo

Los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada. Los peatones no cruzarán la vía, a menos que algún semáforo les indique el paso.

2. Amarillo fijo

Advierte a los conductores de los vehículos que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse. De la misma manera avisa a los peatones que no disponen de tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce. Sirve para despejar el tránsito en una intersección y para evitar frenadas bruscas.

3. Verde fijo

Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente o dar vuelta a la derecha o a la izquierda, a menos que una señal prohíba dichas vueltas. Los peatones que avancen hacia el semáforo podrán cruzar, a menos que algún otro semáforo les indique lo contrario.

4. Rojo intermitente

Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos harán alto obligatorio y se detendrán antes de la parada de la raya. Se empleará en el acceso a una vía principal.

5. Amarillo intermitente

Cuando se ilumine una lente amarilla con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. Se empleará en la vía que tenga la preferencia.

6. Verde intermitente

Cuando una lente verde funcione con destellos intermitentes, advierte a los conductores al final del tiempo de luz verde.

1.2.2.3. Volumen de tránsito

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Se expresa como:

$$Q = N/T$$

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo

(vehículos/periodo) N = Número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = Periodo determinado (unidades de tiempo)

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

1. Tránsito anual (TA)
2. Tránsito mensual (TM)
3. Tránsito semanal (TS)
4. Tránsito diario (TD)
5. Tránsito horario (TH)
6. Tasa de flujo o flujo (q)

Volúmenes de tránsito promedio diarios

1. Tránsito promedio diario anual (TPDA) $TPDA = TA/365$
2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM) $TPDM = TM/30$
3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS) $TPDS = TS/7$

Velocidad

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h).

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$V = d/t$$

Donde:

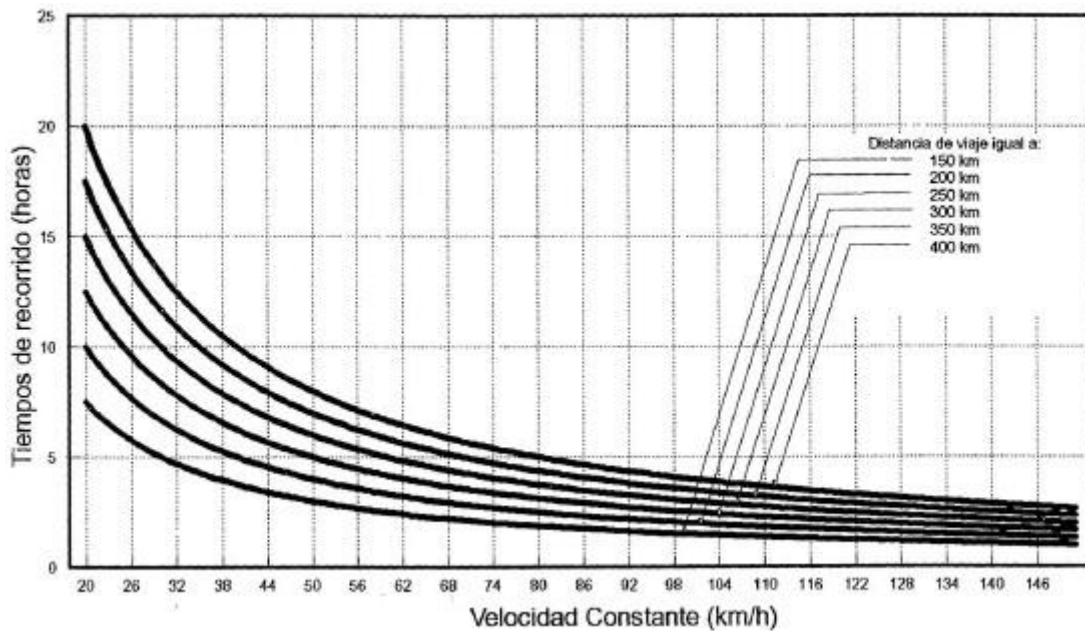
V = velocidad constante (km/h) d = distancia recorrida (km)

t = tiempo de recorrido (horas)

Velocidad de punto

Relación de la velocidad y tiempos de recorrido en un punto determinado

Figura 4. Velocidades de punto



: uente. = ngenieradito & \$ \$ + F aZ ael cal"

Velocidad media temporal

Es la media aritmética de la velocidad de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado.

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Donde:

Vt = Velocidad media temporal

Vi = Velocidad del vehículo i

n = Número total de vehículos observados

Velocidad media espacial

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera.

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

Donde:

Ve = velocidad media espacial

d = distancia dada o recorrida

t = tiempo promedio de recorrido

Capacidad vial

En las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de carreteras y calles, la demanda de tránsito, presente o futura, se considera como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a esta demanda es su capacidad.

La capacidad se define para condiciones prevalecientes, que son factores que al

variar lamodifican; éstos se agrupan en tres tipos generales:

- Condiciones de la infraestructura vial

Son las características físicas de la carretera o calle (de tránsito continuo o discontinuo, con o son control de accesos, dividida o no, de dos o más carriles, etc.), el desarrollo de su entorno, las características geométricas y el tipo de terreno donde se aloja la obra.

- Condiciones del tránsito

Se refiere a la distribución del tránsito en el tiempo y en el espacio y a su composición en tipos de vehículos como livianos, camiones, autobuses y vehículos recreativos.

- Condiciones de control

Hace referencia a los dispositivos para el control de tránsito, tales como semáforos y señales restrictivas.

1.2.2.4. Nivel de Servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas o pasajeros.

Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

Los niveles de servicio para sistemas viales de circulación continua son:

- Nivel de servicio A

Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en

forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito.

- Nivel de servicio B

Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A

- Nivel de servicio C

Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios.

- Nivel de servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo.

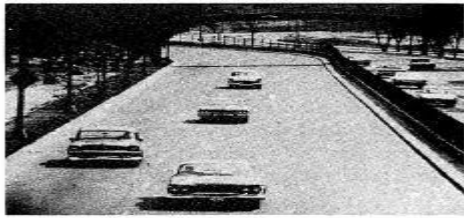
- Nivel de servicio E

El funcionamiento está en el, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a ceder el paso.

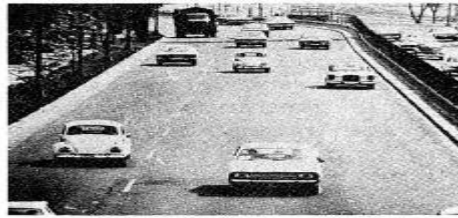
- Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Se forman colas porque la cantidad de tránsito en un punto excede la cantidad que puede pasar por él.

Figura 5. Niveles de Servicio



Nivel de Servicio A



Nivel de Servicio B



Nivel de Servicio C



Nivel de Servicio D



Nivel de Servicio E



Nivel de Servicio F

: uente . = ngenieríade 2007 Rafael cal y Mayor .

1.2.2.5. Clasificación de conteos:

Los conteos vehiculares se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Conteos direccionales: se registran los volúmenes clasificados de acuerdo con la dirección y el sentido del flujo vehicular.
- Conteo clasificación: se obtienen los volúmenes clasificados por tipo de vehículo, número de ejes, peso y dimensiones.
- Conteo intersecciones: se registran los volúmenes clasificados por tipo de movimiento (directo, giro a derecha y giro a la izquierda) y por tipo de vehículo (auto, bus, camión, etc.). Según Vargas, W., Rincón, M. & González, C., (2013). Ingeniería de Tránsito. Conceptos Básicos, 45-48.

1.2.2.6. Métodos de conteo:

- Conteo mecánico: se utilizan aparatos mecánicos portátiles y fijos cuya utilización depende del objeto del estudio pueden ser detectores neumáticos, equipo fotográfico, contador electrónico (sensores debajo del pavimento), etc.
- Conteo manual: este método emplea personal de campo para su realización que permite la clasificación vehicular, direcciones de recorrido y los usos de carriles.

“Según Vargas, W., Rincón, M. & González, C., (2013). Ingeniería de Transito. Conceptos Básicos, (pp. 45-45).”

1.2.2.7. Periodos de conteo

El periodo de conteo no debe comprender condiciones en las que se presenten eventos especiales, a menos que se desee estudiar específicamente esa situación.

Algunos de los periodos más usados son los siguientes:

- Conteo de 3 días: comprenden conteos de 14 horas durante tres días consecutivos, preferibles martes, miércoles y jueves, de una semana cualquiera.
- Conteo de 12 horas: se realizan normalmente en el periodo siete de la mañana a siete de la noche.
- Conteo en periodos pico: comprenden los periodos de mayor demanda del tránsito.

Según Vargas, W., Rincón, M. & González, C., (2013). Ingeniería de Transito. Conceptos Básicos, (pp.45-46).

1.2.2.8. Composición vehicular:

Los vehículos se han clasificado de las siguientes maneras:

- Autos: corresponden a todos los vehículos livianos (de cuatro ruedas).
- Buses: incluyen los buses, busetones y busetas.
- Camiones: corresponden a todos los vehículos de carga de más de cuatro ruedas.

Se han clasificado de acuerdo con el número de ejes así:

- Camión C2: de dos ejes.
- Camión C3: de tres ejes.
- Camión C4: de cuatro ejes.
- Camión C5: de cinco ejes.
- Camión > C5: de más de cinco ejes.
- Motos: vehículos livianos de 2 ruedas a 3 ruedas.

Según Vargas, W., Rincón, M. & González, C., (2013). Ingeniería de Transito. Conceptos Básicos, (pp.47-48).

1.2.2.9. Ajuste de Volúmenes:

Tener información de los volúmenes de tránsito, es necesario para el análisis de la situación actual de la zona en estudio. Asimismo, esta recolección de datos sirve de base para realizar la proyección a futuro de acuerdo al año horizonte seleccionado y tener con esto un panorama de cómo influirá el desarrollo en la zona.

Hay dos maneras de conseguir los volúmenes de tránsito; por un lado, se pueden obtener a partir de datos históricos existentes; y por el otro, de medición directa en el área de estudio. Analizando las ventajas y desventajas de estos análisis; la primera alternativa es menos costosa en términos de tiempo y dinero, sin embargo, es útil solocuando se tiene datos de fuentes confiables con un año de antelación y cuando se conoce las tendencias del tráfico en la zona con cierta exactitud.

La segunda alternativa, es menos económica y más laboriosa, con ella se obtienen mejores resultados, ya que la data proviene de información recolectada en el área de estudio en el momento de interés.

Quintero, A (2012). "(...) los aforos manuales a cargo de personas, los cuales son particularmente útiles para conocer el volumen de los movimientos direccionales en intersecciones, los volúmenes por carriles individuales y la composición vehicular. Los aforos por combinación de métodos manuales y mecánicos, tales como el uso de contadores mecánicos accionados manualmente por observadores. Los aforos con el uso de dispositivos mecánicos, los cuales automáticamente contabilizan y registran los ejes de los vehículos. Y los aforos con la utilización de técnicas tan sofisticadas como las cámaras fotográficas, las filmaciones y los equipos electrónicos adaptados a computadoras." (p. 168)

1.2.2.10. Cálculo del Índice Medio Diario

El tráfico medio diario no viene a ser otra cosa que el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor de un año, dividido entre el número de días del periodo.

Resultados obtenidos a partir de los datos obtenidos en los conteos y clasificación vehicular en campo, se procedió a analizar la consistencia de la misma. En el siguiente cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada sentido y total en ambos sentidos.

1.2.2.11. Calculo del tráfico Medio Diario Semanal

El Promedio de Tráfico Diario Semanal o Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular, aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDS = SV_i / 7$$

En donde:

V_i : Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

1.2.2.12. Factores de Corrección

Dado que el flujo vehicular se ha realizado en una muestra de un periodo de una semana y requiriéndose estimar el comportamiento anualizado del tránsito, para determinar el IMDA, resulta necesario usar factores de corrección que permitan expandir el volumen de esa muestra al universo anual.

1.2.2.12.1. Cálculo Del Tráfico Medio Diario Anual (IMDA)

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional (FC).

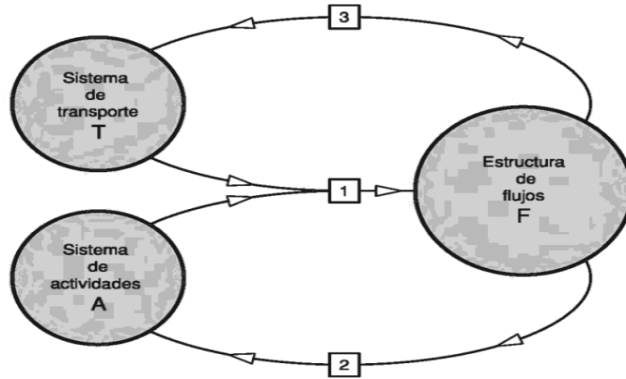
$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, indicados en la tabla anterior y aplicando el factor de corrección de 1.10 recomendado, se procedió a obtener El Índice Medio Diario Anual, el cual se muestra a continuación, es precisomencionar que los valores que se muestran consideran el tránsito contabilizado en ambos sentidos.

1.2.3. Sistemas de transporte

El sistema de transporte responde a una estructura el cual debe apoyarse en el sistema global del transporte de la región, el mismo que debe ser analizado para no separarse del sistema social, económico y político de la región (Mayor & Cárdenas, 2018).

Figura 6. *Relación entre el sistema de transportes y el sistema de actividades y los flujos*



Fuente: numeral 3.3 sistema de transporte de la Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones (Mayor & Cárdenas, 2018).

El Artículo 30. Tránsito en zona urbana. La Autoridad competente podrá fijar en zona urbana: a) Vías o carriles para la circulación exclusiva de vehículos del servicio público de transporte de pasajeros. b) Sentidos de tránsito variables para un tramo de vía o una vía determinada, en horarios que la demanda lo justifique (Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito, 2009).

1.2.4. Vías urbanas

El artículo 32°, Capítulo IV del Reglamento Nacional de Gestión Vial 2006, indica que las vías urbanas son arterias o calles conformantes de un centro poblado, que no forman parte del Sistema Nacional de Carreteras y están reglamentadas por ordenanzas de gobiernos locales (Artículo 32°. Vías Urbanas, 2006; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006).

1.2.4.1. Clasificación de vías urbanas

(Ministerio de Economía y Finanzas, 2015), a través de su Guía Metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de viabilidad urbana a nivel de perfil, menciona que según su función las vías urbanas se clasifican en:

a. Vías expresas

La función que cumplen es la de permitir exclusivamente el “paso” de los vehículos, sin interferencias. La accesibilidad se realiza mediante infraestructura especial tales como rampas,

b. Vías arteriales (avenidas)

Permiten la integración entre las vías colectoras con las vías expresas. La función que cumplen es la de permitir el ‘paso’ de manera preferente y un bajo nivel de ‘accesibilidad’.

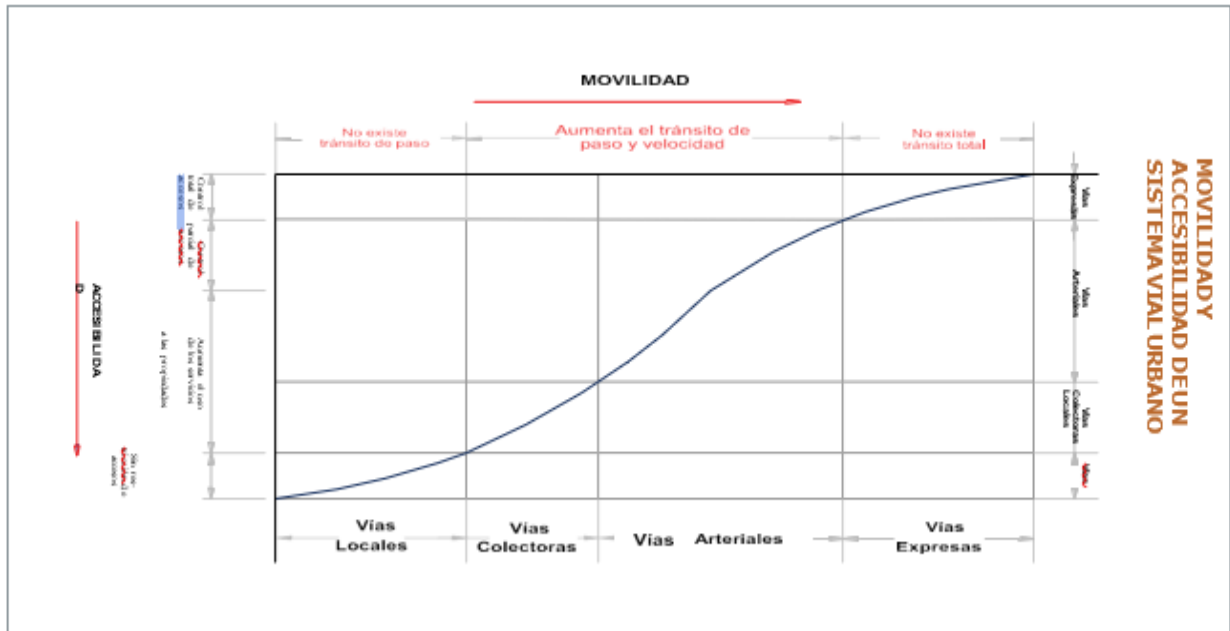
c. Vías colectoras

Permiten la integración entre las vías Locales, las vías arteriales o las vías auxiliares de las vías expresas. La función que cumplen es la de permitir de manera preferente la ‘accesibilidad’ a las áreas adyacentes y un bajo nivel de ‘paso’.

d. Vías locales

Son aquellas cuya función es proveer fundamentalmente el ‘acceso’ a los predios o lotes adyacentes.

Figura 7. Movilidad y accesibilidad de un sistema urbano



El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías; habiéndose considerado los siguientes criterios:

- Funcionamiento de la red vial;
- Tipo de tráfico que soporta;
- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales); y,
- Espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto).
- Nivel de servicio y desempeño operacional; y
- Características físicas;
- Compatibilidad con sistemas de clasificación vigentes.

La clasificación adoptada considera cuatro categorías principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales. Se ha previsto también una categoría adicional denominada “vías especiales” en la que se consideran incluidas aquellas que, por sus particularidades, no pueden asimilarse a las categorías principales.

La clasificación de una vía, al estar vinculada a su funcionalidad y al papel que se espera desempeñe en la red vial urbana, implica de por sí el establecimiento de parámetros relevantes para el diseño como son:

- Velocidad de diseño;
 - Características básicas del flujo que transitara por ellas;
 - Control de accesos y relaciones con otras vías;
 - Numero de carriles;
 - Servicio a la propiedad adyacente;
 - Compatibilidad con el transporte público; y,
- Facilidades para el estacionamiento y la carga y descarga de mercaderías.

Tabla 1. Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registrará por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclo vías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclo vías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existan volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.

		para volteo.		
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
Servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deber desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos" o "Carriles Solo Bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registrá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

: uente . = ngeniería de carreteras-& \$ \$ (7 ε

Tabla 2. Clasificación de las vías

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN		
Según entidad territorial de que depende la vía	Vías nacionales primarias (Vp)	Vías departamentales secundarias (Vs)	Carreteras municipales terciarias (Vt)
	Se pueden considerar como las carreteras más importantes y hacen parte de la red primaria de vías	Hacen parte de la red secundaria. Unen municipios de uno o más departamentos	Pueden unir dos o más municipios sin llegar a ser departamentales
Por sus características	Autopistas (AP)	Carreteras multi carriles (MC)	Carreteras de dos direcciones (CC)
	Vías en las que no se interrumpe el tránsito. Los vehículos pueden circular en una dirección determinada, separados, por algún tipo de	Vías divididas, con dos o más carriles por sentido, con control parcial o total de acceso y salida	Vías de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y accesos directos desde sus márgenes.

	elemento físico de los vehículos que viajan en otra dirección, en dos o más carriles		
Según el ancho de la vía	Estrechadas (E)	Medias (M)	Anchas (A)
	Ancho inferior a los 5m	Ancho que va de 5m a 6m	Pueden tener más de dos carriles y cada uno de ellos tienen más de 3.5m de ancho

: uente . = ngeniería de carreteras-& \$ \$ (7 ε

1.2.4.2. Clasificación de las Carreteras:

Clasificación por Demanda:

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

Autopistas de Primera Clase:

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Autopistas de Segunda Clase:

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo

caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Primera Clase:

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Segunda Clase:

Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

Carreteras de Tercera Clase:

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

Trochas Carrozables:

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Clasificación por Orografía:

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazo, se clasifican en:

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.

Terreno Ondulado (Tipo 2):

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.

Terreno Accidentado (Tipo 3):

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo.

Terreno Escarpado (Tipo 4):

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo.
(13 págs. 12-14)

Vías Expresas:

- **Función:**

Las vías expresas establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. Sirven para viajes largos entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y el área central.

Facilitan una movilidad óptima para el tráfico directo. El acceso a las propiedades adyacentes debe realizarse mediante pistas de servicio laterales.

En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones.

Este tipo de vías también han sido llamadas “autopistas”.

- **Características del Flujo:**

En esta vía el flujo es ininterrumpido, porque no existen cruces al mismo nivel con otras vías, sino solamente a diferentes niveles en intercambios especialmente diseñados.

- **Tipos de Vehículo:**

Las vías expresas suelen transportar vehículos pesados, cuyo tráfico es tomado en consideración para el diseño geométrico correspondiente.

Para el transporte público de pasajeros se permite el servicio de buses, preferentemente en carriles segregados y el empleo de paraderos debidamente diseñados en los intercambios.

- **Conexiones:**

Las vías expresas están directamente conectadas entre sí con vías arteriales. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el área central de la ciudad, a través de vías auxiliares.

Vías Arteriales:

- **Función:**

Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

El término Vía Arterial no equivale al de Avenida, sin embargo muchas vías arteriales han recibido genéricamente la denominación de tales.

- **Características del Flujo:**

En estas vías deben evitarse interrupciones en el flujo de tráfico. En las intersecciones donde los semáforos están cercanos, deberán ser sincronizados para minimizar las interferencias al flujo directo.

Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones.

Los paraderos del transporte público deberán estar diseñados para minimizar las interferencias con el movimiento del tránsito directo.

En las intersecciones pueden diseñarse carriles adicionales para volteos con el fin de aumentar su capacidad.

Se recomienda que estas vías cuenten con pistas de servicio laterales para el acceso a las propiedades.

- **Tipos de Vehículo:**

Las vías arteriales son usadas por todos los tipos de tránsito vehicular. Se admite un porcentaje reducido de vehículos pesados y para el transporte colectivo de pasajeros se permite el servicio con un tratamiento especial en vías exclusivas o carriles segregados y con paraderos e intercambios debidamente diseñados¹.

- **Conexiones:**

Las vías arteriales se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras, no siendo conveniente que se encuentren conectadas a vías locales residenciales.

Vías Colectoras:

- **Función:**

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, correspondiendo esta clasificación a las Autoridades

Municipalidades, de la cual se derivan, entre otros, parámetros para establecer la competencia de dichas autoridades.

Este tipo de vías, han recibido muchas veces el nombre genérico de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

- **Características de Flujo:**

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y, con controles simples, con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales.

El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto.

Reciben soluciones especiales para los cruces peatonales, donde existían volúmenes de vehículos y/ o peatones de magnitud apreciable.

- **Tipos de Vehículos:**

Las vías colectoras son usadas por todo tipo de tránsito vehicular. En las áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Para el sistema de buses se podrá diseñar paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.

- **Conexiones:**

Las vías colectoras se conectan con las arterias y con las locales, siendo su proporción siempre mayor con las vías locales que con las vías arteriales.

Vías Locales:

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida.

Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.

1.2.1 Capacidad y niveles de servicio en circulación continua

1.2.1.1. Definición de capacidad

La capacidad de una sección de carretera se define como el número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesarla durante un período dado de tiempo (generalmente, quince minutos) en unas condiciones determinadas de la carretera y del tráfico, expresado en vehículos/hora. Para que se alcance la capacidad de una sección de carretera es necesario:

- Que haya una demanda de tráfico suficiente en el acceso a la sección.
- Que no exista una sección anterior de menor capacidad, que impida que la intensidad del tráfico se mantenga en la entrada.
- Que no exista una sección posterior de menor capacidad que dé lugar a la formación de una cola de vehículos que llegue debido a la fluctuación aleatoria del tráfico pueden presentarse valores muy altos de la intensidad durante períodos muy cortos, por lo que normalmente interesa más definir la capacidad mediante el número de vehículos que pasan durante un período suficientemente largo para eliminar estas oscilaciones aleatorias, por ejemplo, quince minutos o una hora. La capacidad depende de las condiciones existentes. Estas condiciones se

refieren fundamentalmente a las características de la sección (trazado, estado del pavimento) y las del tráfico (especialmente su composición). Además, hay que tener en cuenta las regulaciones de la circulación (limitaciones de velocidad, prohibiciones de adelantamiento), que influyen sobre el tráfico. Por último, hay que considerar las condiciones ambientales y meteorológicas, aunque la influencia de estos factores generalmente es pequeña, sólo en condiciones excepcionales puede llegar a ser importante.

Nivel de servicio

El nivel de servicio es una medida puramente cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta el efecto de varios factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento. La manera de combinar estos factores depende del tipo o elemento de carretera que se esté considerando, por lo que la definición de cada nivel de servicio particular es distinta en intersecciones, en tramos de carreteras de dos carriles, en autopistas, etc. Se emplean seis niveles de servicio que se designan, de mejor a peor, por las letras mayúsculas de la A a las F. Como ejemplo de las descripciones cualitativas de estos niveles se pueden mencionar las correspondientes a tramos de carreteras con circulación ininterrumpida.

- **Nivel de servicio A:** La velocidad de los vehículos es prácticamente igual a la que libremente elegirán sus conductores si no se vieran obligados a modificarla a causa de otros vehículos. Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo prácticamente sin sufrir ninguna demora, por lo que los conductores no se sienten estorbados por otros vehículos. Este nivel de servicio corresponde a unas condiciones de circulación libre, con gran comodidad física y psicológica para los conductores. Los incidentes menores que se puedan producir son amortiguados rápidamente sin que se influyeran la circulación general.

- **Nivel de servicio B:** Representa unas condiciones razonablemente buenas dentro del régimen de circulación libre. La velocidad de los vehículos, especialmente la de los más rápidos, se ve influida por otros vehículos, y pueden verse demorados durante ciertos intervalos por otros más lentos, pero no llegan a formarse colas porque hay oportunidades de adelantamiento, siendo fácilmente absorbibles los incidentes menores, aunque los deterioros locales del servicio pueden ser mayores que en el nivel anterior. Este nivel de servicio corresponde a unas condiciones de circulación estable.
- **Nivel de servicio C:** La mayor parte de los conductores deberán ajustar su velocidad teniendo en cuenta la de los vehículos que les preceden, porque las posibilidades de adelantamiento son reducidas y se forman grupos de vehículos que circulan a la misma velocidad. La circulación sigue siendo estable, porque las perturbaciones debidas a los cambios de velocidad se suelen disipar sin llegar a producir una detención total. Sin embargo, en algunos casos se pueden presentar durante cortos intervalos de tiempo puntas de tráfico que produzcan situaciones inestables. El conductor se ve obligado a un notable aumento de la tensión para mantener la necesaria atención para circular con seguridad.
- **Nivel de servicio D:** Todos los vehículos deben regular su velocidad teniendo en cuenta la marcha de los vehículos precedentes. La velocidad media se reduce y se forman largas caravanas, ya que resulta difícil adelantar a otros vehículos. La circulación se aproxima a la inestabilidad, y cualquier incremento en la intensidad de tráfico puede dar lugar a la detención de la circulación. Estas condiciones de circulación sólo resultan tolerables durante cortos períodos de tiempo.
- **Nivel de servicio E:** Corresponde a condiciones de circulación en las

que la intensidad de tráfico llega a alcanzar a la capacidad de la carretera. La velocidad media de todos los vehículos es prácticamente igual, y se forman largas caravanas con separaciones muy pequeñas entre vehículos, ya que resulta imposible cualquier maniobra de adelantamiento o cambio de carril. Son frecuentes las detenciones bruscas debidas a cualquier tipo de incidente. Es una situación límite que sólo puede mantenerse durante períodos cortos, ya que a la larga se producirá alguna detención, y se circulará con detenciones y arranques sucesivos.

- **Nivel de servicio F:** Corresponde a la situación de congestión, producida cuando la intensidad del tráfico que entra en un tramo de carretera sobrepasa la capacidad en la salida del mismo. Mientras se mantenga esta situación se irá formando una cola de vehículos, que avanzarán muy lentamente y con frecuentes paradas hasta conseguir atravesar la zona congestionada. En estas condiciones la velocidad media es muy baja y dependerá del tiempo transcurrido desde que empezó la congestión, ya que, al ir aumentando la longitud de la cola de vehículos, se tardará más tiempo en recorrer la zona congestionada. La situación resulta completamente inaceptable, y denota la existencia de una sección cuya capacidad es insuficiente para la demanda.

En la práctica, resulta muy difícil tener en cuenta todos los factores que intervienen en la descripción del nivel de servicio, por ello el Manual de Capacidad relaciona los niveles de servicio con uno o dos parámetros que pueden medirse, y que son los más representativos del estado de la circulación para el tipo de elemento de carretera que se esté estudiando.

Intensidad de servicio

Para un determinado nivel de servicio, se llama intensidad de servicio correspondiente a dicho nivel al máximo número de vehículos que pueden atravesar por unidad de tiempo (generalmente, quince minutos) una sección de carretera, de forma que no se sobrepase dicho nivel de servicio, expresado en vehículos/hora. Es decir, que, si la intensidad del tráfico que circula por la carretera es mayor que esta intensidad de servicio, las condiciones de circulación no corresponderían al nivel de servicio considerado, sino a otro peor. Como en el caso de la capacidad, estas intensidades de servicio dependerán de las condiciones de la carretera, del tráfico, de los sistemas de control de la circulación y de las condiciones ambientales.

Factores que dependen de la carretera

- **1.2.1.3.1 Sección transversal:** La capacidad y la intensidad de servicio son directamente proporcionales al número de carriles existentes para cada sentido. Por ello, en autopistas y otras carreteras con calzadas separadas en las que haya dos o más carriles para cada sentido se puede hablar de capacidad (e intensidad de servicio) por carril, y la capacidad total será igual al producto del número de carriles por la capacidad de cada carril. La capacidad por carril aumenta con su anchura, pero a partir de unos 3,60 m no se consiguen aumentos sensibles de capacidad.
- **1.2.1.3.2 Obstáculos laterales:** Si junto a los carriles exteriores de la calzada existen obstáculos como postes de señales, bordillos elevados, barreras, cunetas profundas, etcétera, se ha comprobado que los conductores tienden a desplazarse hacia el centro de la calzada. Por consiguiente, el efecto que producen es semejante a un estrechamiento. Experimentalmente se ha comprobado que si el obstáculo está a más de 1,80 m el efecto es prácticamente inapreciable. Por ello los arcenes, tanto a la derecha como junto a la mediana, permiten mejorar la capacidad de la carretera, ya que si no existen un vehículo averiado bloqueará un carril y producirá

perturbaciones, con una sensible reducción de la capacidad. Algunos elementos colocados al borde de la carretera no producen efecto sobre los conductores; por ejemplo, se ha constatado que en algunas carreteras ciertos tipos de barreras de seguridad no parecen influir sobre la posición de los conductores en los carriles. En estos casos, tales elementos no deberían considerarse como obstáculos.

- **1.2.1.3.3 Trazado:** La velocidad a la que se circula, y por consiguiente el nivel de servicio que se puede conseguir en un tramo de carretera, depende de la velocidad del proyecto de la carretera. Sin embargo, si la intensidad del tráfico se acerca a la capacidad, la velocidad de cualquier vehículo está condicionada por los vehículos que le rodean y resulta independiente de la velocidad de proyecto de la carretera. Por ello, para calcular la capacidad de una sección no es preciso tener en cuenta las características de su trazado, con la excepción del efecto de las rampas si circulan vehículos pesados. La velocidad de los vehículos al subir por una rampa tiende a estabilizarse en una velocidad que depende de la inclinación de la rampa y de la relación masa/potencia del vehículo. Los coches pueden subir rampas hasta de un 5 por 100 con velocidades poco diferentes de las que desarrollan en llano. Por ello, si sólo circularan coches, únicamente las rampas de inclinación muy fuerte podrían influir sobre los niveles de servicio al reducir la velocidad. El efecto de las rampas sobre los camiones, que tienen relaciones potencia/masas bajas, es en cambio muy importante. Incluso en rampas del 5 por 100, la velocidad de algunos camiones puede bajar de los 40km/hora, que es muy inferior a la que circulan en tramos llanos cuando se alcanza la capacidad. Por consiguiente, el tráfico de vehículos pesados en las rampas tendrá una influencia muy grande sobre la capacidad y niveles de servicio de la carretera.

1.2.1.4 Factores que dependen del tráfico

1.2.1.4.1 Vehículos pesados: Los vehículos pesados tienen mayores dimensiones que los coches y generalmente se mueven a menor velocidad. Por ello, si entre los vehículos que circulan por una carretera hay vehículos pesados, el número total de vehículos que puede atravesar una sección será menor que si todos los vehículos fueran coches. Por consiguiente, la capacidad de la carretera será menor si circulan vehículos pesados. Asimismo, se producirá una reducción en el nivel de servicio, ya que los vehículos pesados, que son más lentos, obligarán a algunos coches a reducir su **1.2.1.4.2 Velocidad al Efectuar Maniobras de Adelantamiento:** Para tener en cuenta el efecto producido por los vehículos pesados se utiliza el concepto de número de coches equivalentes a un vehículo pesado, o factor de equivalencia. Es decir, se determina el número de coches que producirán el mismo efecto en la corriente de tráfico que un solo vehículo pesado. Conocido este factor de equivalencia, se puede sustituir la intensidad de los vehículos pesados por una intensidad equivalente de coches, y se puede operar con ella para determinar el nivel de servicio como si el tráfico estuviera formado únicamente por coches.

1.2.1.4.3 Distribución de tráfico entre carriles: En las carreteras con varios carriles por sentido, los vehículos más rápidos tienden a utilizar preferentemente los carriles de la izquierda para evitar a otros más lentos. Por ellos, salvo con intensidades de tráfico muy bajas, los carriles de la izquierda suelen soportar una intensidad de tráfico superior a la del carril de la derecha. Al ser utilizado por vehículos más rápidos, se mantiene un buen nivel de servicio, incluso con una mayor intensidad que en el carril derecho. Sin embargo, no es necesario considerar con detalle estas variaciones entre carriles, ya que los métodos de cálculo desarrollados estiman conjuntamente la intensidad de servicio total de todos los carriles.

1.2.1.4.4 Variaciones de tráfico durante períodos cortos: Ya se indicó al estudiar las variaciones de la intensidad de tráfico, que es preciso considerar las fluctuaciones del tráfico durante períodos de 15 minutos. Para tener en cuenta esos efectos, se aplica el factor de hora punta, definido como la relación entre la intensidad durante la

hora punta y 4 veces el número de vehículos que pasan durante el período de 15 minutos más cargado. Generalmente este factor varía entre 0.95 y 0.85, pero puede llegar a reducirse hasta 0.70.

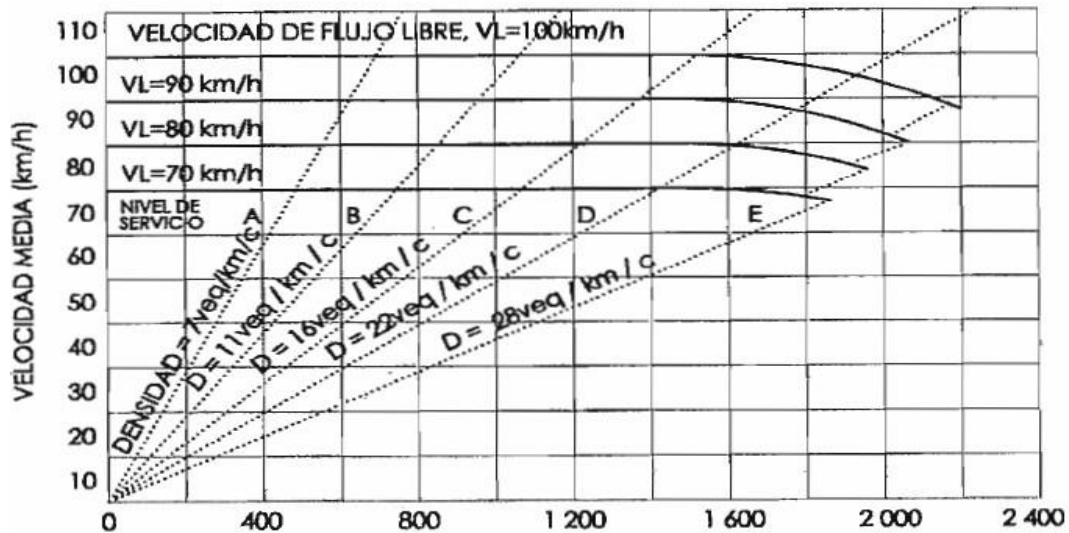
1.2.1.4.5 Conductores: En autopistas y en carreteras multicarril se suelen registrar grandes capacidades más altas en aquellas en las que la mayor parte de los conductores son usuarios habituales de las mismas, como es el caso en las autopistas alrededor de una gran ciudad. Por ello, se aplica un factor de corrección en aquellos casos en que la mayor parte del tráfico está formado por vehículos conducidos por personas que no conocen bien la vía, como por ejemplo en zonas turísticas.

1.2.1.5 Métodos para el cálculo de capacidades y nivel de servicio

- Determinar la capacidad o la intensidad de servicio en condiciones ideales. Se calcula en primer lugar la capacidad que tendría un tramo del mismo tipo que el estudiado, pero en el que las condiciones de tráfico y trazado fueran ideales. Estas condiciones ideales varían de unos tipos de vías a otros, pero generalmente suponen anchura de carriles de 3.6m, ausencia de obstáculos laterales, tráfico formado exclusivamente por coches, etc. El Manual incluye unas tablas de las que se obtienen directamente la capacidad y las intensidades de servicio en condiciones ideales.
- Determinar los factores de corrección que hay que aplicar a la capacidad o intensidad de servicio en condiciones ideales, para tener en cuenta las condiciones reales de la vía en estudio. Para ellos se utilizan unas tablas que dan los valores de los factores de corrección en función de las características reales de la carretera.
- Calcular el valor real de la capacidad o las intensidades de servicio. Para ello bastará multiplicar el valor de la capacidad (o intensidad de servicio) en condiciones ideales por los factores de corrección.

Características de la relación velocidad-intensidad en tramos básicos de auto vías.

Figura 8. Tasa de flujo de automóviles V_p (automoviles/hora/carril)



Fuente :Ingenieria de carreteras-2004 Carlos Kramer

Tabla 3. Niveles de Servicio en vías con calzadas separadas

Nivel de servicio	Densidad máxima (coches/km/carril)	
	Autopistas y autovías	Otras vías
A	7	7
B	11	11
C	16	16
D	22	22
E	28	25-28

: uente. = ngenieria de carreteras-& \$ \$ (7 ε

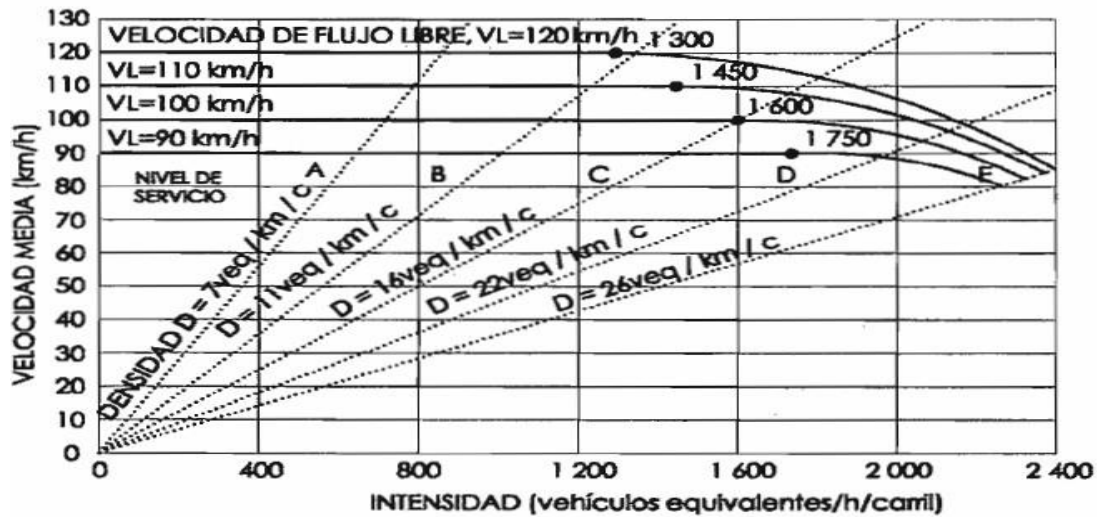


Figura 9. Niveles de servicio en tramos básicos de autopista Fuente: Ingeniería de Carreteras – 2004 Carlos Kraemer

Las condiciones ideales para estas vías son:

Autopistas y autovías:

- Anchura de carril no inferior a 3,60m.
- Obstáculos laterales a la derecha a más de 1,80m.
- Obstáculos laterales a la izquierda (mediana) a más de 0,60m.
- Tráfico formado exclusivamente por coches.
- Terreno llano (rampas con inclinación inferior al 2 por 100).
- Enlaces separados a más de 3km.
- Conductores que conocen la vía.
- En autopistas y autovías urbanas, calzada con 5 o más carriles.

Otras vías:

- Anchura de carril no inferior a 3,60m.
- Suma de distancia a los obstáculos laterales a la calzada mayor de 3,60m

(si alguna distancia es mayor de 1,80m se supondrá igual a 1,80m)

- Tráfico formado exclusivamente por coches.
- Terreno llano (rampas con inclinación inferior a 2 por 100).
- Conductores que conocen la vía.
- No hay accesos directos a la calzada.
- Mediana entre las dos calzadas.

Intensidad en el período punta

En estas vías se estudia separadamente cada calzada. Por tanto, es necesario conocer la intensidad del tráfico en la calzada que se estudie durante un período punta de 15 minutos. Como normalmente se conoce la intensidad media durante una hora I , hay que aplicarle el factor de hora punta para obtener la intensidad en los 15 minutos de punta, en vehículos/hora.

$$I_{15} = \frac{I}{FHP}$$

Siendo:

I_{15} : Intensidad en los 15 minutos de punta, en vehículos/hora.

I : Intensidad media durante la hora, en vehículos/hora.

FHP : Factor de hora punta.

Velocidad libre

Una variable muy importante para determinar la capacidad es la velocidad libre (VL) en la vía. Ésta se define como la velocidad media de los coches cuando el tráfico es ligero (inferior a 1300 vehículos/h/carril). En las carreteras existentes esta velocidad puede medirse, pero si no es posible medirla se puede estimar partiendo de una velocidad libre básica (VLB), que sería la velocidad libre en una vía en condiciones ideales. A esta velocidad básica se le aplican correcciones

para tener en cuenta las características reales de la vía. Como velocidad libre básica puede tomarse la específica de la vía, o la velocidad máxima autorizada si fuera menor que la específica. La velocidad libre corregida será:

$$VL = VLB - f_a - f_o - f_e - f_m - f_c$$

Siendo:

VL: Velocidad libre real (km/h).

VLB: Velocidad libre básica (km/h).

f_a: Anchura de carril.

f_o: Obstáculos laterales.

f_e: Separación entre enlaces (sólo en autopistas y autovías).

f_m: Tipo de mediana (sólo en otras vías con calzadas separadas).

f_c: Número de accesos (sólo en otras vías con calzadas separadas).

Factores de corrección (km/h).

Los factores de corrección se encuentran en unas tablas. En el caso de autopistas y autovías urbanas que tengan menos de 5 carriles por calzada, se reducirá la velocidad libre según la siguiente tabla.

Cálculo de la capacidad e intensidades de servicio

La capacidad por carril de una calzada viene dada por las expresiones:

- Autovías y autopistas: $C = 1800 + 5VL$
- Otras vías:

$$C = 1200 + 10VL$$

Siendo:

C: Capacidad, en coches/hora/carril. VL: Velocidad libre, en km/h.

La densidad en capacidad será:

- Autopistas y autovías $D_c = 28$
- Otras vías

$$D_c = 35 - VL/10$$

Siendo:

D_c : Densidad, en coches/km/carril.

VL: Velocidad libre, en km/h.

La velocidad de los coches en capacidad V_c (km/h) vendrá dada por:

$$V_c = C/D_c$$

La velocidad es constante e igual a la velocidad libre mientras la intensidad no sobrepase un valor límite IL (coches/h/carril) que viene dado por las expresiones:

- Autopistas y autovías: $IL = 3100 - 15VL$
- Otras vías: $IL = 1400$

$$V_L = V_L - (V_L - V_C) \left(\frac{I - I_L}{C - I_L} \right)^a$$

Para intensidades mayores la velocidad se va reduciendo hasta hacerse igual a la velocidad en capacidad cuando la intensidad llegue a la capacidad. Las expresiones que permiten calcular la velocidad en función de la intensidad son:

Para $I < I_L$

$$V = V_L$$

Para $I > I_L$ Siendo:

I : Intensidad, en vehículos

equivalentes/hora/carril. V : Velocidad de coches, en km/h.

a : Coeficiente cuyo valor es:

Autopistas y autovías	2,6
-----------------------	-----

Otras vías	1,31
------------	------

La aplicación de estas ecuaciones permite determinar el nivel de servicio conociendo la intensidad en vehículos equivalentes I , ya que permiten determinar la velocidad de coches V , y la densidad $D = I/V$, que define el nivel de servicio.

Aplicando las expresiones anteriores se pueden calcular las intensidades de servicio correspondiente a los distintos niveles.

Tabla 4. Factor de corrección por carril para vías con calzadas separadas

Anchura del carril (m)	f_a (km/h)
3,6	0
3,5	1
3,4	2,1
3,3	3,1
3,2	5,6
3,1	8,1
3,0	10,6

: uente . = ngeniería de carreteras-& \$ \$ (7 ε

Tabla 5. Factor de corrección por obstáculos laterales (km/h). Autopistas y autovías

Obstáculo a la derecha(m)	Carriles por calzada			
	2	3	4	≥ 5
1,8	0	0	0	0
1,5	1	0,7	0,3	0,2
1,2	1,9	1,3	0,7	0,4
0,9	2,9	1,9	1,0	0,6
0,6	3,9	2,6	1,3	0,8
0,3	4,8	3,2	1,6	1,1
0,0	5,8	3,9	1,9	1,3

: uente . = ngeniería de carreteras-& \$ \$ (7 ε

Tabla 6. Factor de corrección para otras vías

Suma de distancias a obstáculos a ambos lados(m)	Factor de corrección (km/h)	
	Numero de carriles por calzada	
	2	3
3,6	0	0
3,0	0,6	0,6
2,4	1,5	1,5
1,8	2,1	2,1
1,2	3,0	2,7
0,6	5,8	4,5
0,0	8,7	6,3

: uente . = ngeniería de carreteras-& \$ \$ (7 ε

Tabla 7. Dimensiones Máximas Autorizadas de los Vehículos en la Unión Europea

<i>Enlaces por km</i>	<i>f_e (km/h)</i>
≤ 0,3	0
0,4	1,1
0,5	2,1
0,6	3,9
0,7	5,0
0,8	6,0
0,9	8,1
1,0	9,2
1,1	10,2
1,2	12,1

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

Tabla 8. Factor de corrección por enlaces de autopistas y autovía

<i>Mediana</i>	<i>f_m (km/h)</i>
Sin mediana	2,6
Con mediana	0,0

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

Tabla 9. Factores de corrección para vías de doble calzada

<i>Carriles por calzada</i>	<i>Corrección (km/h)</i>
5 o más	0,0
4	2,4
3	4,8
2	7,3

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

Tabla 10. Factores de corrección por número de carriles

<i>Accesos por km</i>	<i>f_c (km/h)</i>
0	0
6	4
12	8
18	12
24 o más	16

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

Tabla 11. Factores de equivalencia de vehículos pesados

<i>Tipo de vehículo</i>	<i>Tipo de terreno</i>		
	<i>Llano</i>	<i>Ondulado</i>	<i>Accidentado</i>
Camiones y autobuses	1,5	2,5	4,5
Vehículos de recreo	1,2	2,0	4,0

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

Tabla 12. Intensidad de servicio en autovías y autopistas

<i>Nivel de servicio</i>	<i>Intensidad de servicio (coches/h/carril)</i>			
	<i>Velocidad libre (km/h)</i>			
	<i>120</i>	<i>110</i>	<i>100</i>	<i>90</i>
A	840	770	700	630
B	1 320	1 210	1 100	990
C	1 840	1 740	1 600	1 440
D	2 200	2 135	2 065	1 955
E	2 400	2 350	2 300	2 250

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

Tabla 13. Otras vías de doble calzada

Nivel de servicio	Intensidad de servicio (coches/h/carril)			
	Velocidad libre (km/h)			
	100	90	80	70
A	700	630	560	490
B	1 100	990	880	770
C	1 575	1 435	1 280	1 120
D	2 015	1 860	1 705	1 530
E	2 200	2 100	2 000	1 900

: uente . = ngeniería de carreteras- & \$ \$ (7 ε

1.3. Definición de Términos

VOLUMEN: “Es el número de vehículos que pasan por un punto durante un tiempo específico.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

TASA DE FLUJO: “Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.”

DEMANDA: “Es el número de vehículos que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

CAPACIDAD: “Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo determinado, es una característica del sistema vial. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

VELOCIDAD: “Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en km/h.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

TRB: Transportation Research Board (Consejo de Investigación sobre el Transporte de los Estados Unidos).

NIVEL DE SERVICIO: “El nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una

medida de tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la incomodidad, y de la frustración. Específicamente el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículo debido a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos, considerado como periodo de máxima demanda.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

TRÁNSITO: “Es la acción de transitar (ir de un lugar a otro por vías o parajes públicos). El concepto suele utilizarse para nombrar al movimiento de los vehículos y las personas que pasan por una calle, una carretera u otro tipo de camino.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

TRÁNSITO VEHICULAR: Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

TRANSPORTAR: Llevar una cosa de un paraje o lugar a otro. Llevar de una parte a otra por el precio convenido.

TRANSPORTE O TRANSPORTACIÓN: Artículos o vehículos que sirven para tal efecto, llevando individuos o mercaderías desde un determinado sitio hasta otro.

TRANSITAR: Ir o pasar de un punto a otro por vías, calles o parajes públicos.

TRÁFICO: Tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc.

FLUJO VEHICULAR: “Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

CIRCULACIÓN VEHICULAR: “Es un término que hace mención a la acción de circular (perteneciente o relativo al círculo o que parece no tener fin, ya que acaba en el mismo punto en el cual comienza). Por antonomasia, se conoce como circulación al tránsito por las vías públicas.” (Cal y mayor & Cardenas, 2018)

CONGESTIÓN: “Se produce cuando el volumen de tráfico o de la distribución normal del transporte genera una demanda de espacio mayor en carreteras.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)

TRÁFICO VIAL: “El tránsito vehicular o tránsito automovilístico (también llamado tráfico vehicular o, simplemente, tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)

SEÑALIZACIÓN: “La señalización vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordene.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)

SEMAFORIZACIÓN: “Es un dispositivo electrónico para regular el tránsito de peatones y vehículos mediante el uso de señales luminosas. Los semáforos tienen la función de regular el tránsito de vehículos en las intersecciones.” (Cal y mayor & Cárdenas, 2018)

1.2.4 REGLAMENTO NACIONAL DE TRÁNSITO CAPITULO I

1.2.4.1 OBJETO Y ÁMBITO

Artículo 1º.-

El presente Reglamento establece normas que regulan el uso de las vías públicas terrestres, aplicables a los desplazamientos de personas,

vehículos y animales y a las actividades vinculadas con el transporte y el medio ambiente, en cuanto se relacionan con el tránsito. Rige en todo el territorio de la República.

1.2.4.2 DEFINICIONES CAPITULO II

Artículo 2º .-

Para los fines del presente Reglamento se entenderá por:

Accidente: Evento que cause daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos.

Acera: Parte de la vía, destinada al uso de peatones (Vereda).

Adelantar: Maniobra mediante la cual un vehículo se sitúa delante de otro que lo antecede, utilizando el carril de la izquierda a su posición, salvo excepciones.

Alcoholemia: Examen o prueba para detectar presencia de alcohol en la sangre de una persona. (Dosaje etílico).

Área de estacionamiento: Lugar destinado para el estacionamiento de vehículos.

Berma: Parte de una carretera o camino contigua a la calzada, no habilitada para la circulación de vehículos y destinada eventualmente a la detención de vehículos en emergencia y circulación de peatones.

Calzada: Parte de la vía destinada a la circulación de vehículos y eventualmente al cruce de peatones y animales.

Camino: Vía rural destinada a la circulación de vehículos, peatones, y animales.

Caravana: Conjunto de vehículos que circulan en fila por la calzada (Convoy).

Carretera: Vía fuera del ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos y eventualmente de peatones y animales.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos.

Ciclomotor: Vehículo de dos ruedas que tiene motor y tracción propia.

Conductor: Persona habilitada para conducir un vehículo por una vía.

Demarcación: Símbolo, palabra o marca, de preferencia longitudinal o transversal, sobre la calzada, para guía del tránsito de vehículos y peatones.

Derecho de paso: Prerrogativa de un peatón o conductor de un vehículo para proseguir su marcha en precedencia a otro peatón o vehículo.

Detención: Inmovilización del vehículo por emergencia, por impedimento de circulación o para cumplir una disposición reglamentaria.

Detenerse: Paralización breve de un vehículo para ascender o descender pasajeros o alzar o bajar cosas, sólo mientras dure la maniobra.

Estacionar: Paralizar un vehículo en la vía pública, con o sin el conductor, por un período mayor que el necesario para dejar o recibir pasajeros o cosas.

Intersección: Área común de calzadas que se cruzan o convergen.

Isla: Área de seguridad situada entre carriles destinada a encauzar el movimiento de vehículos o como refugio de peatones.

Licencia de conducir: Documento otorgado por la Autoridad competente a una persona autorizándola para conducir un tipo de vehículo.

Línea de parada: Línea transversal marcada en la calzada antes de la intersección que indica al conductor el límite para detener el vehículo acatando la señal correspondiente (Línea de detención).

Marca: Señal colocada o pintada sobre el pavimento o en elementos adyacentes al mismo, consistente en líneas, dibujos, colores, palabras o símbolos (Señal horizontal).

Motocicleta: Vehículo de dos ruedas, con o sin side-car, provisto de un motor de propulsión.

Paso peatonal: Parte de la calzada destinada para el cruce de peatones. (Crucero peatonal).

Peatón: Persona que circula caminando por una vía pública.

Preferencia de paso: Prerrogativa de un peatón o conductor de vehículo para proseguir su marcha.

Semáforo: Dispositivo operado eléctricamente mediante el cual se regula la circulación de vehículos y peatones por medio de luces de color rojo, ámbar o amarilla y verde.

Señal de Tránsito: Dispositivo, signo o demarcación colocado por la Autoridad competente con el objeto de regular, advertir o encauzar el tránsito.

Tránsito: Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación).

Vehículo: Artefacto de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía.

Vehículo automotor: Vehículo de más de dos ruedas que tiene motor y tracción propia.

Vehículo automotor menor: Vehículo de dos o tres ruedas, provisto de montura o asiento para el uso de su conductor y pasajeros, según sea el caso (bicimotor, motoneta, motocicleta, mototaxi, triciclo motorizado y similares).

Vehículo de emergencia: Vehículo utilizado para prestar servicio de auxilio en forma inmediata conforme a ley.

Vehículo Policial: Vehículo de emergencia perteneciente a la Policía Nacional del Perú.

Vía: Carretera, vía urbana o camino rural abierto a la circulación pública de

Vía Pública: Vía de uso público, sobre la cual la Autoridad competente impone restricciones y otorga concesiones, permisos y autorizaciones.

Vía urbana: Vía dentro del ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos y peatones y eventualmente de animales (Calle).

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

Iquitos capital de la amazonia peruana con 510 000 habitantes (censo de 2017) tiene un aproximado de 2680 vehículos (entre colectivos vehículos particulares y de reparto) más de 40 mil vehículos livianos o de servicio (mototaxis o motocarros) y un número similar de motocicletas algunos de estos vehículos con más de 20 años (MINAM 2016 estudio de emisión de gases), que transitan a diario por las calles de la ciudad que están casi en su totalidad en mal estado.

Al problema del mal estado de las vías, debemos sumarle los vehículos aparcados en los márgenes de las mismas, los vendedores ambulantes que por falta de instalaciones propicias desarrollan sus actividades a los lados de las calles, estas actividades generan grandes cantidades de basura que acortan aún más el espacio de las vías por donde transitan los vehículos día a día.

También se debe resaltar que no existe señalización alguna, es raro ver en las calles de nuestra ciudad un paso de peatones, una señal de STOP, una señal de velocidad máxima, semáforos que no funcionan y la poca presencia de la policía de tránsito, hacen que la falta de cultura vial o educación vial de los usuarios ocasionen problemas de tráfico vehicular, congestionamientos a horas determinadas, ruidos que sobrepasan los decibelios establecidos y malestar general en la población de nuestra ciudad que año tras año ha ido empeorando debido a la incapacidad e inacción de las autoridades de turno para manejar y dar solución, o al menos reducir de manera considerable este problema.

2.1.1 Ubicación geográfica:

La zona de estudio está dividida en 4 puntos o estaciones

1) Calle Elías Aguirre/ 9 de diciembre

Coordenadas

Sentido de referencia

2) Jirón Arica / 9 de diciembre

Coordenadas

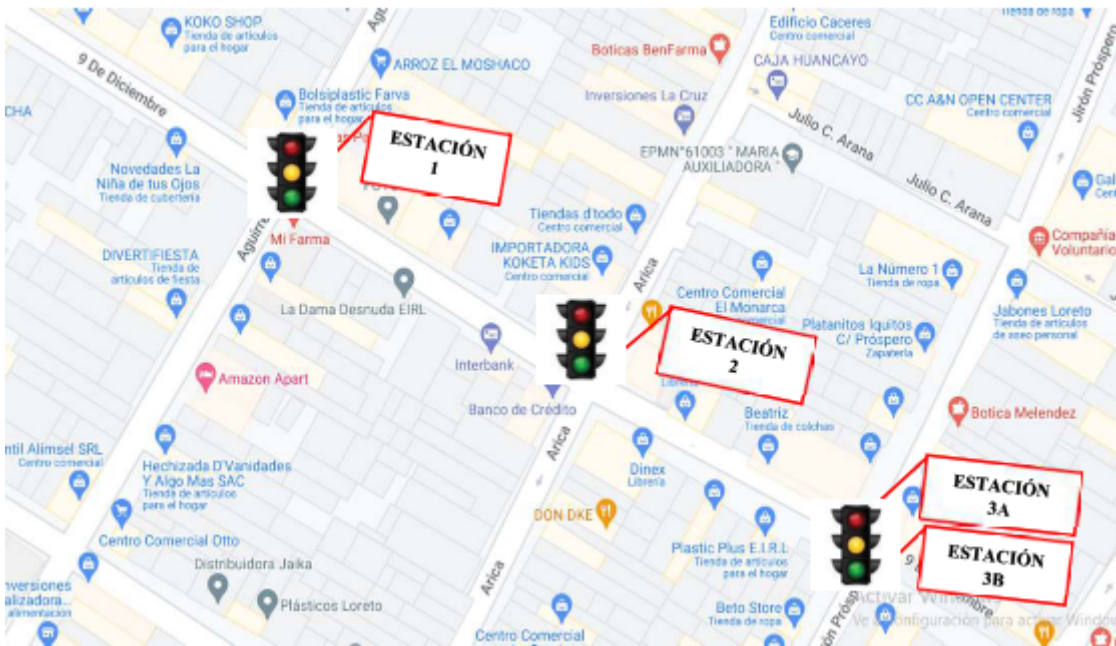
Sentido de referencia

3) Jirón Prospero/9 de diciembre

Coordenadas

Sentido de referencia

Figura 10. Lugar donde se realizó el estudio



2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General:

¿Cómo es la transitabilidad vehicular en la zona comercial de Iquitos Metropolitano-2024?

2.2.2. Problemas Específicos:

1. ¿Cuáles son los puntos críticos?
2. ¿Cuál es la hora mas critica o de mayor demanda?
3. ¿Cómo es la composición del flujo vehicular en la zona comercial de Iquitos metropolitano?
4. ¿Cómo es el nivel de servicio en la zona comercial de Iquitos metropolitano?
5. ¿Bajo qué parámetros podemos estructurar una propuesta general de mejora?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Analizar si la transitabilidad vehicular en la zona comercial de Iquitos Metropolitano es eficiente o deficiente .

2. 3.2. Objetivos Específicos

1. Ubicar los puntos críticos.
2. Determinar las horas mas criticas del transito vehicular.
3. Determinar la composición de vehículos que transitan durante las horas mas críticas.
4. Determinar los niveles de servicio.
5. Estructurar una propuesta general de mejora.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

"La transitabilidad vehicular en la zona comercial de Iquitos Metropolitano es deficiente".

2.4.2. Hipótesis Específicas

1. La transitabilidad vehicular en la calle Elías Aguirre/ 9 de diciembre es deficiente.
2. La transitabilidad vehicular en el Jirón Arica/ 9 de diciembre es deficiente.
3. La transitabilidad vehicular en el Jirón Prospero/ 9 de diciembre es deficiente.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación las variables

Variable Independiente:

X_1 = Transporte urbano

Variable Dependiente

Y_1 = Transitabilidad vehicular

Variable transitoria:

Optimización de la Transitabilidad Vehicular.

2.5.2. Definición de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional
Independiente $X_1 =$ Transporte Urbano	Es el elemento más importante para el funcionamiento de una ciudad contemporánea, analizar su evolución mejora su organización y funcionamiento (Lablée, 1996).	Será medido a través del número de factores de funcionamiento y clasificación de las rutas.
Dependiente $Y_1 =$ Transitabilidad vehicular	Se define como la calidad funcional de la vía percibida directamente por los usuarios (Diccionario Vial de PIARC, 2023).	Será medido a través de una ficha de evaluación, considerando los instrumentos tales como la normativa vigente.
Transitoria Optimización de la Transitabilidad Vehicular.	Capacidad, acción y/o efecto de lograr la mejora de la calidad funcional de la vía.	Será medido mediante el sistema de gestión vial inteligente, con adecuada coordinación de los vehículos y una planificación más eficiente de las rutas.

2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 14. *Operacionalización de las variables*

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición	Valor
-Análisis de la transitabilidad vehicular	-Congestionamiento vehicular	-Factor por número de cruces o intercambiadores -Factor de Distribución direccional del tránsito -Factor ancho de carril y berma -Factor vehículos pesados	-Nominal	1800 veh/hora
-Optimización de la transitabilidad vehicular	-Volumen horario de máxima demanda	-Nivel de servicio	-Nominal	-Nivel de servicio A -Nivel de servicio B -Nivel de servicio C -Nivel de servicio D -Nivel de servicio E

2.5.4. DIMENSIÓN DE LAS VARIABLES

- El congestionamiento vehicular:

Técnicamente, congestión de tránsito es la situación que se crea cuando el volumen de demanda de tránsito en uno o más puntos de una vía excede el volumen máximo que puede pasar por ellos.

También se dice que hay congestión cuando la interacción vehicular es tan intensa que impide que los usuarios de una vía puedan circular por ella cómodamente y sin demoras excesivas; pero preferimos la definición técnica por ser menos ambigua.

Para que se produzca la congestión, es preciso que haya un aumento del volumen de demanda o una disminución del volumen máximo posible, con respecto a la situación que existía cuando no había congestión. Estos cambios pueden ocurrir a lo largo de la vía o a lo largo del tiempo.

El primer caso sucede cuando el volumen máximo posible en el punto de la vía considerado es menor que el que existe corriente arriba de este punto en la vía o vías que conducen hasta allí el volumen de demanda. En ese punto ocurre lo que se suele llamar “embotellamiento” Cuando el volumen de demanda empieza a rebasar el volumen máximo posible, la congestión se inicia en el punto de “embotellamiento”, pues de otro modo empezaría corriente arriba. Ejemplos frecuentes de este caso son el comienzo de una pendiente fuerte o curva cerrada, o bien la confluencia de dos o más corrientes vehiculares en el punto considerado.

El segundo caso sucede, por ejemplo, cuando aumenta la demanda de viajes, inesperadamente o no, o cuando el mal tiempo o cualquier otra circunstancia reduce la velocidad de la corriente vehicular y/o alarga las brechas entre vehículos. Sin embargo, también en este caso la congestión suele manifestarse primero en puntos de “embotellamiento”, pues los cambios en demanda u oferta de tránsito son, en general, graduales y la congestión alcanza primero esos

puntos aunque luego se propague corriente arriba y se vaya disipando corriente abajo.

- **Volumen horario máxima demanda (Veh/hora):**

Es una medida para cuantificar el tránsito que pasa por un punto, el de un carril o camino durante un intervalo de tiempo determinado.

Es la razón horaria equivalente de los vehículos que pasan por un punto dado o sección de un carril o camino durante un intervalo de tiempo dado menor que una hora.

El volumen de máxima demanda se determina dividiendo el número máximo de vehículos observados en un periodo sub horario entre el tiempo en horas, en el cual fueron observados; así, un volumen de 100 vehículos observados en un periodo de 15 minutos implica un volumen de máxima demanda de $100 \text{ veh}/0.25 \text{ h} = 400 \text{ veh/h}$.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Esta investigación se realizará utilizando el método de análisis descriptivo, exploratorio y propositivo, Es descriptivo porque se analizara la realidad concreta de transitabilidad vehicular de la zona comercial de Iquitos metropolitano, Es exploratorio porque se analiza los riesgos que puede ocasionar una transitabilidad deficiente o los beneficios que aporta una correcta transitabilidad y Es propositivo porque se sugerirá aplicar las recomendaciones hechas en este proyecto ya que serán la conclusión del mismo.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

La población está constituida por los vehículos que transitan durante todo el día por la ciudad de Iquitos.

3.2.2. Muestra

Vehículos que transitan en la zona comercial de Iquitos a horas específicas en puntos específicos.

3.2.3 TIPO DE MUESTREO.

No probabilístico por conteo Simple

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas observación

3.3.2. Instrumentos fichas de registro

3.3.3. Procedimientos

El equipo técnico de observación fue emplazado entre las calles 9 de diciembre / Próspero, jr Arica Y Elias Aguirre. durante 10 días entre las 8 y las 12 :30 del medio día

3.4. Procesamiento y análisis de datos

PROCEDIMIENTO PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS

Los procedimientos que se seguirán para el desarrollo de la tesis serán:

Figura 11. *Procedimiento para el desarrollo de la tesis*

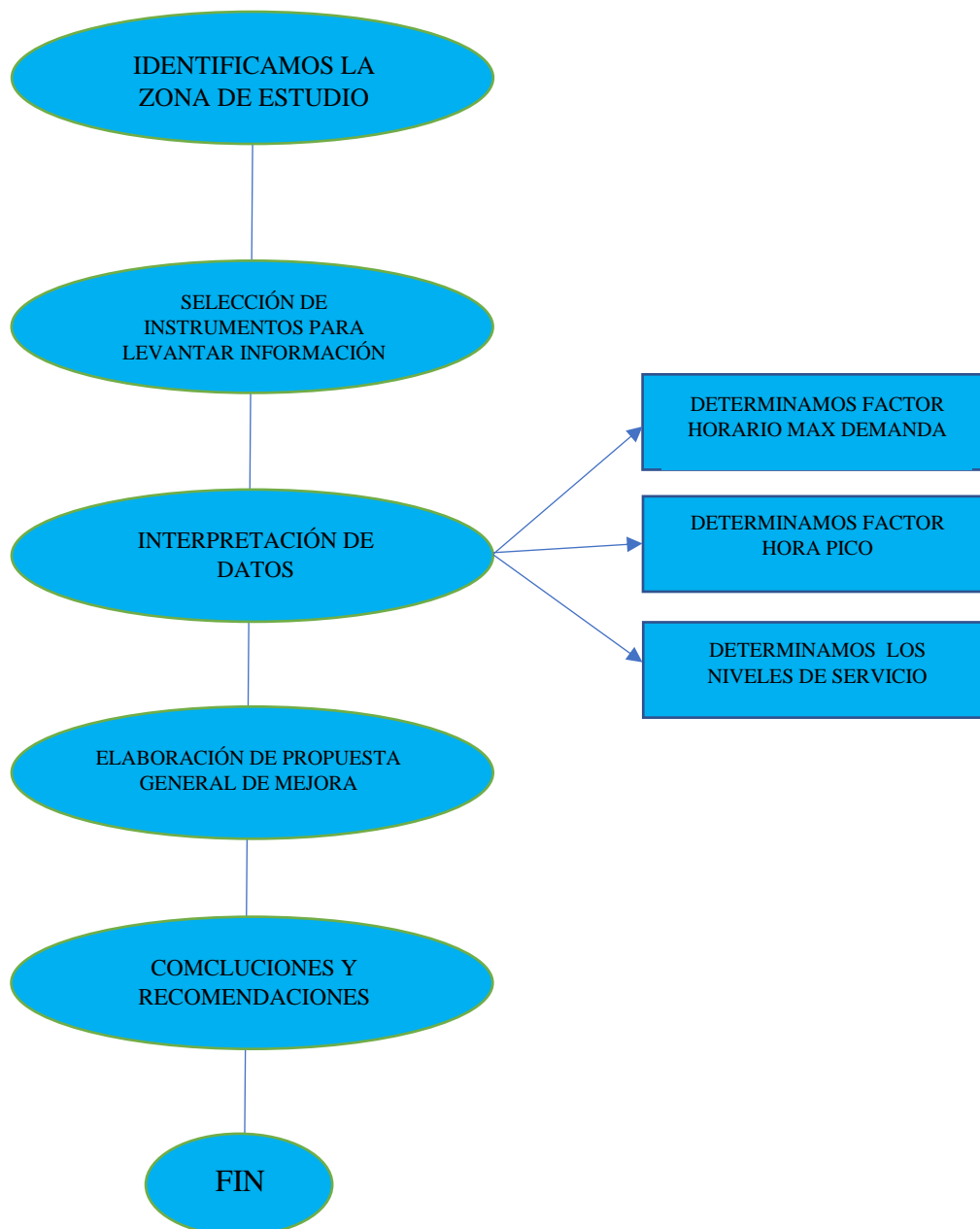
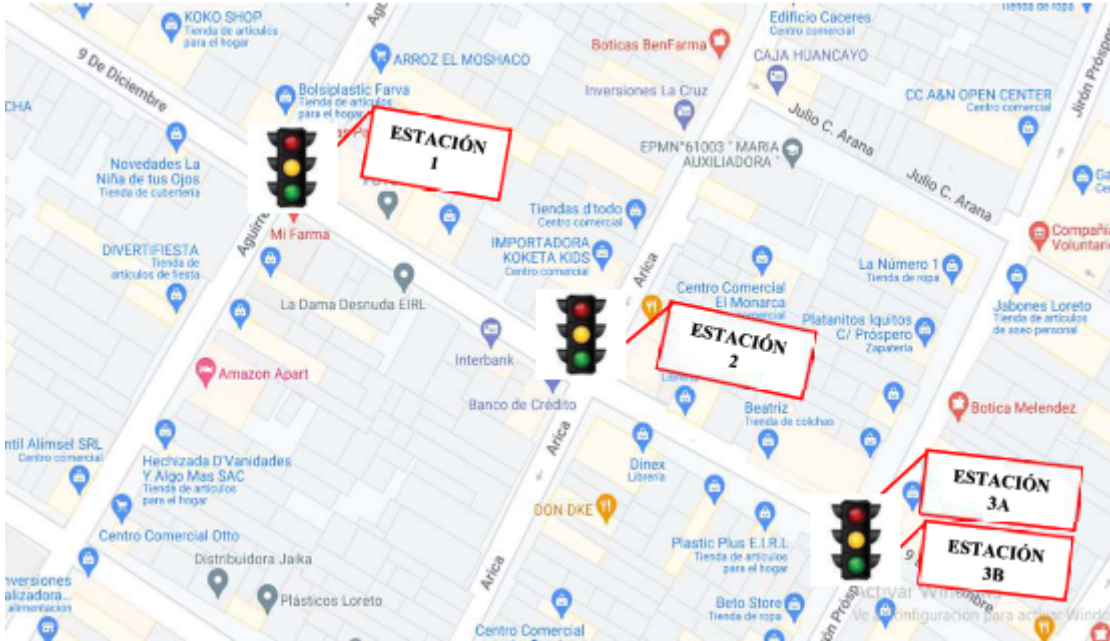


Figura 12. Puntos donde se realizaron el conteo de vehículos



3.3.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

Para determinar los niveles de servicio en la zona comercial de Iquitos Metropolitano se usa el **HIGHWAY CAPACITY MANUAL** en su versión 2004.

1. Resumen de los datos del estudio de tránsito y de las características de la VIA:

- FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA (**FHMD**)
- FACTOR AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS (**FHV**)
- VEHÍCULOS LIVIANOS /HORA /CARRIL (**Vp**)
- VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE (**FFS**)
 - AJUSTE ANCHO DE CARRIL (**FLW**)
 - AJUSTE DISTANCIA LATERAL DERECHA (**FLC**)
 - AJUSTE NÚMERO DE CARRILES (**FN**)
 - AJUSTE DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (**FID**)

FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA (**FHMD**)

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15_{m\acute{a}x}})}$$

Fig 22 Factor hora máxima demanda (FHMD) fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004.

FACTOR AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS (FHV)

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

Fig 23 Factor AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS (FHV) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004.

VEHICULOS LIVIANOS /HORA /CARRIL (Vp)

$$v_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

Fig 24 Factor AJUSTE POR VEHÍCULOS LIVIANOS (Vp) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004.

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE (FFS)

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

Fig 25 Factor AJUSTE VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE (FFS) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004.

AJUSTE ANCHO DE CARRIL (FLW)

Ajuste por ancho de carril (f_{LW})	
Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

Fig 26 Factor AJUSTE ANCHO DE CARRIL (FLW) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004

AJUSTE DISTANCIA LATERAL DERECHA (FLC)

Ajuste por distancia lateral a la derecha (f_{LC})				
Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

Fig 27 Factor AJUSTE DISTANCIA LATERAL DERECHA (FLC) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004

AJUSTE NÚMERO DE CARRILES (FN)

Ajuste por número de carriles (f_N)	
Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

Fig 28 Factor AJUSTE NÚMERO DE CARRILES (FN) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004

AJUSTE DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID)

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

Fig 29 Factor AJUSTE DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID) Fuente HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2004.

3.3.2. Técnica de Recolección de Datos:

Observación:

Tomar notas de un hecho que sucede ante los ojos de un observador.

3.3.2.1. Instrumentos de campo:

3.3.2.1.1. Ficha de aforo vehicular:

Nos ayudó para el registro del número de vehículos que transitan por la zona comercial de Iquitos metropolitano en la estación respectiva, durante las horas de mayor demanda obteniendo así un número real de vehículos


FICHA DE AFORO VEHICULAR													
TESS 													
TE SISTA:													
LUGAR:													
FECHA:													
SENTIDO:													
HORAS (C/5 min)	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULO DE CARGA				TOTAL	
	MOTOS (VL)	Mototaxi (VL)	Funambros (VL)	Camioneta (VL)	Automovil (VL)	Jeep (VL)	Micro Bus (VL)	Bus (B2)	C2	C3	TX-SX<=4		CX-RX<=4
7:00 - 7:05													0
7:05 - 7:10													0
7:10 - 7:15													0
7:15 - 7:20													0
7:20 - 7:25													0
7:25 - 7:30													0
7:30 - 7:35													0
7:35 - 7:40													0
7:40 - 7:45													0
7:45 - 7:50													0
7:50 - 7:55													0
7:55 - 8:00													0
8:00 - 8:05													0
8:05 - 8:10													0
8:10 - 8:15													0
8:15 - 8:20													0
8:20 - 8:25													0
8:25 - 8:30													0
8:30 - 8:35													0
8:35 - 8:40													0
8:40 - 8:45													0
8:45 - 8:50													0
8:50 - 8:55													0
8:55 - 9:00													0
TOTAL de HORAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig 30 FICHA DE AFORO VEHICULAR Fuente Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

3.3.2.1.2. Flexometro:

Instrumento que se utilizó para sacar las medidas geométricas de la vía, como ancho de carril, ancho de berma.

3.3.2.1.3. Excel:

Se utilizó para realizar la hoja de cálculo de la capacidad y el Nivel de servicio de la de la zona comercial de Iquitos metropolitano en las distintas estaciones y para graficar los diagramas con respecto a la investigación.

3.3.2.1.4. GPSMAP 64csx GARMIN:

Se utilizó para determinar las coordenadas UTM en los puntos donde se realizó el el conteo vehicular.

3.3.2.2 Equipos Utilizados:

Ficha de registro

Contador manual

Personal humano

3.3.3 Procedimiento

3.3.3.1 Ubicar los puntos críticos

Mediante observación se puede determinar los puntos donde se generan mayor acumulación de tránsito vehicular en la zona comercial de Iquitos metropolitano

3.3.3.2 Determinar las horas más críticas

Mediante el conteo de vehículos por hora en los distintos puntos o estaciones de observación se pudo determinar la hora de mayor demanda o donde existe mayor cantidad de vehículos transitando.

3.3.3.3 Conteo de número de vehículos

Utilizando los contadores manuales y las fichas adecuadas a la realidad de nuestra ciudad se pudo contar y controlar el número de vehículos de forma eficaz. Para luego poder determinar:

-volumen del tránsito en la hora pico

-factor hora pico

-composición del tránsito

3.3.3.4 Características generales de las vías de estudio

-Ancho de la vía

-Número de carriles

-Cruces o intercambiadores en un tramo de vía

-Ancho de berma

3.4 Procesamiento de los datos:

Se utilizó el programa de windows_excel para el procesamiento de datos

3.4 Procesamiento de los datos

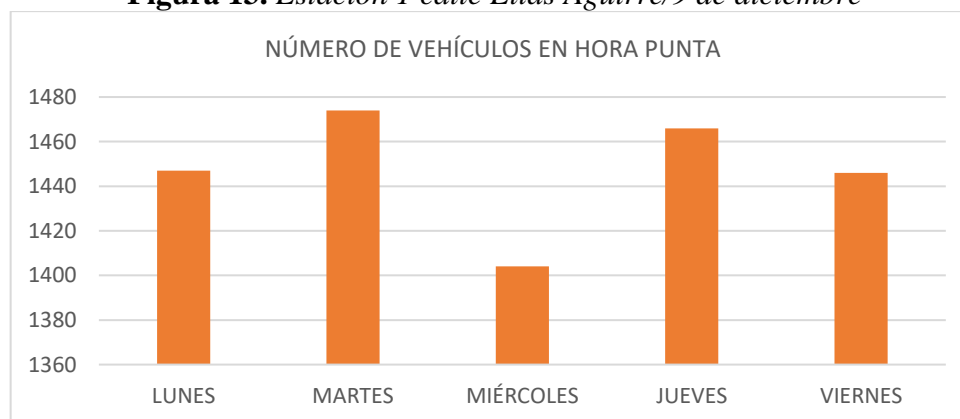
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

ESTACIÓN 1: CALLE ELÍAS AGUIRRE / 9 DE DICIEMBRE

Tabla 15. Estación 1: Calle Elías Aguirre / 9 de diciembre

ESTACIÓN 1 AGUIRRE/9 DE DICIEMBRE									
HORA	DIA	FECHA	MOTOS	MOTOCARROS	AUTOS Y CAMIONETAS	FURGONETAS	COLECTIVOS	CAMIÓN 2E	TOTALES
11:00 A 12:00	LUNES	01/07/20 24	396	945	15	15	75	1	1447
11:00 A 12:00	MARTES	02/07/20 24	409	961	9	16	77	2	1474
11:00 A 12:00	MIÉRCOLES	03/07/20 24	391	913	10	12	75	3	1404
11:00 A 12:00	JUEVES	04/07/20 24	391	972	14	15	72	2	1466
11:00 A 12:00	VIERNES	05/07/20 24	378	978	10	12	68	0	1446

Figura 13. Estación 1 calle Elías Aguirre/9 de diciembre

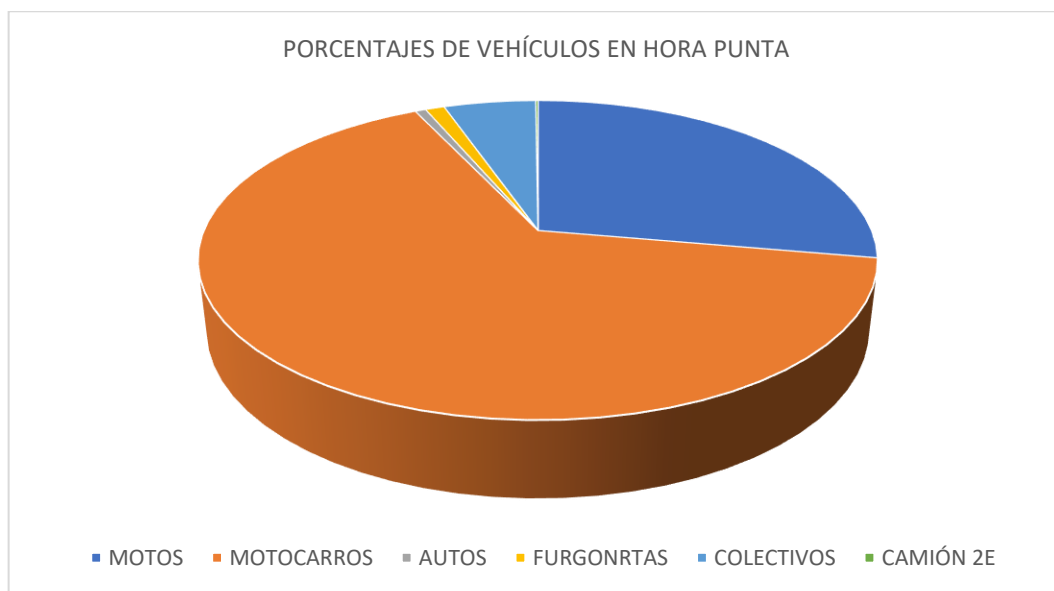


COMPOSICIÓN DEL TRANSITO (%)

Tabla 16. Vehículos en hora punta.

MOTOS	409	27.75%	MOTOS	27.75%
MOTOCARROS	961	65.20%	MOTOCARROS	65.20%
AUTOS	9	0.61%	AUTOS	0.61%
FURGONRTAS	16	1.09%	FURGONRTAS	1.09%
COLECTIVOS	77	5.22%	COLECTIVOS	5.22%
CAMIÓN 2E	2	0.14%	CAMIÓN 2E	0.14%
100%	1474			

Figura 14. Porcentajes de vehículos en hora punta

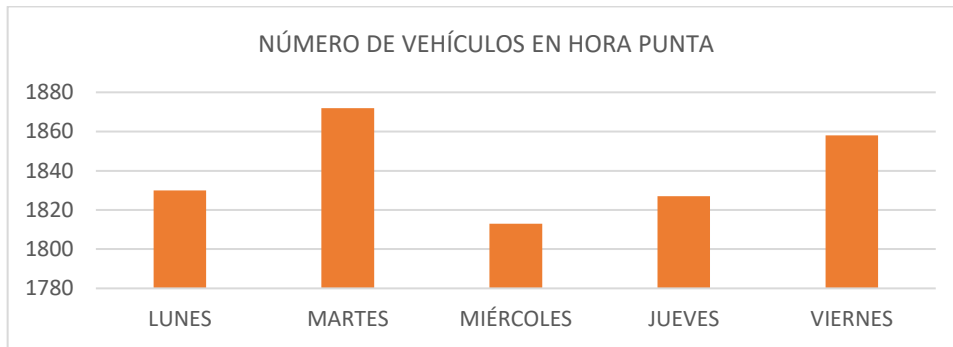


ESTACIÓN 2: CALLE ARICA / 9 DE DICIEMBRE

Tabla 17. Estación 2: Calle Arica / 9 de diciembre

ESTACIÓN 2 ARICA / 9 DE DICIEMBRE									
HORA	DIA	FECHA	MOTOS	MOTOCARROS	AUTOS Y CAMIONETAS	FURGONETAS	COLECTIVOS	CAMIÓN 2E	TOTALES
11:00 A 12:00	LUNES	01/07/2024	487	1203	27	11	96	6	1830
11:00 A 12:00	MARTES	02/07/2024	501	1235	27	12	92	5	1872
11:00 A 12:00	MIÉRCOLES	03/07/2024	472	1207	25	15	93	1	1813
11:00 A 12:00	JUEVES	04/07/2024	497	1208	18	12	92	0	1827
11:00 A 12:00	VIERNES	5/07/2024	501	1237	20	8	90	2	1858

Figura 15. Vehículos en hora punta (estación 2)

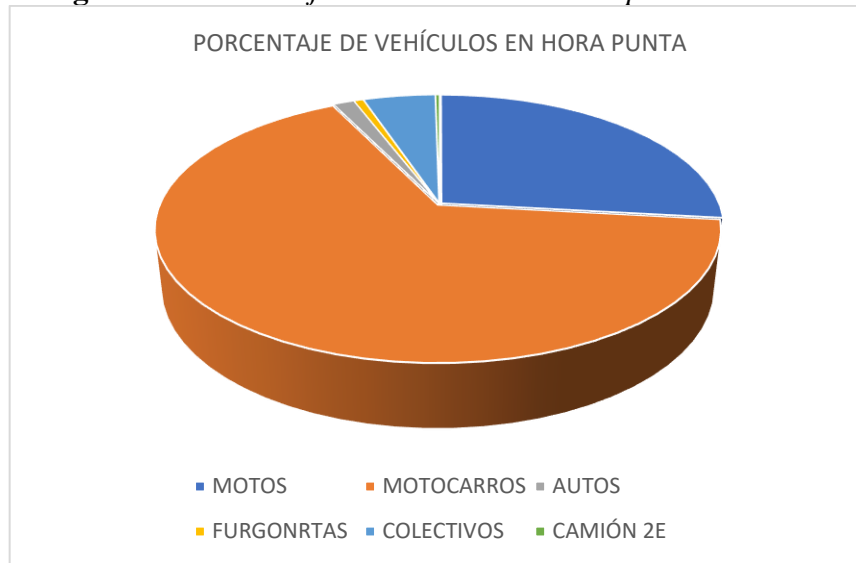


COMPOSICIÓN DEL TRANSITO (%)

Tabla 18. Composición del tránsito (%) estación 2

MOTOS	501	26.76%	MOTOS	26.76%
MOTOCARROS	1235	65.97%	MOTOCARROS	65.97%
AUTOS	27	1.44%	AUTOS	1.44%
FURGONRTAS	12	0.64%	FURGONRTAS	0.64%
COLECTIVOS	92	4.91%	COLECTIVOS	4.91%
CAMIÓN 2E	5	0.27%	CAMIÓN 2E	0.27%
100%		1872		

Figura 16. Porcentajes de vehículos en hora punta estación 2

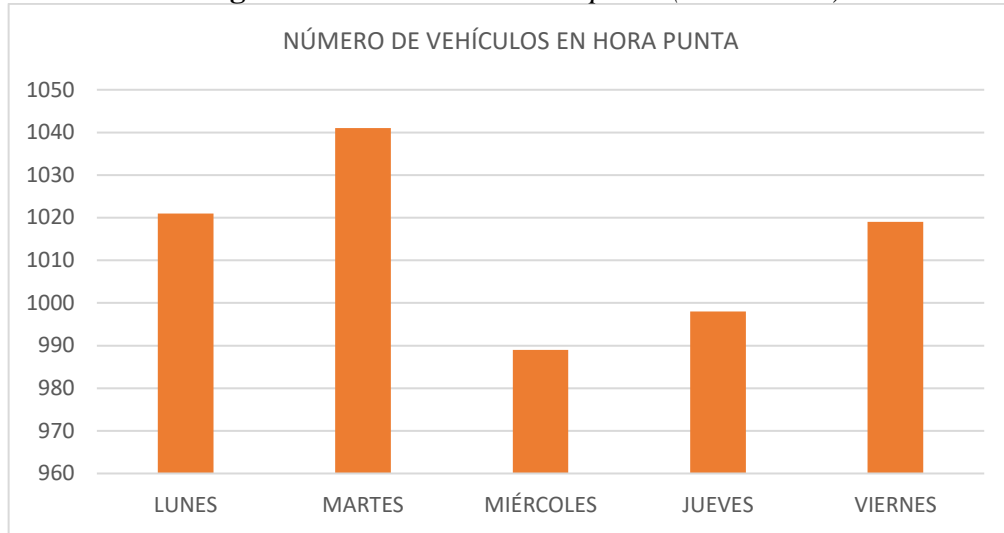


ESTACIÓN 3: CALLE 9 DE DICIEMBRE/ JR. PRÓSPERO

Tabla 19. Estación 3 Calle Próspero / 9 de diciembre

ESTACIÓN 3 9 DE DICIEMBRE / PROSPERO									
HORA	DIA	FECHA	MOTOS	MOTOCARROS	AUTOS Y CAMIONETAS	FURGONETAS	COLECTIVOS	CAMIÓN 2E	TOTALES
11:00 A 12:00	LUNES	01/07/2024	343	667	8	3			1021
11:00 A 12:00	MARTES	02/07/2024	361	671	7	2			1041
11:00 A 12:00	MIÉRCOLES	03/07/2024	341	642	5	1			989
11:00 A 12:00	JUEVES	04/07/2024	351	639	4	4			998
11:00 A 12:00	VIERNES	05/07/2024	341	667	7	4			1019

Figura 17. Vehículos en hora punta (estación 3A)

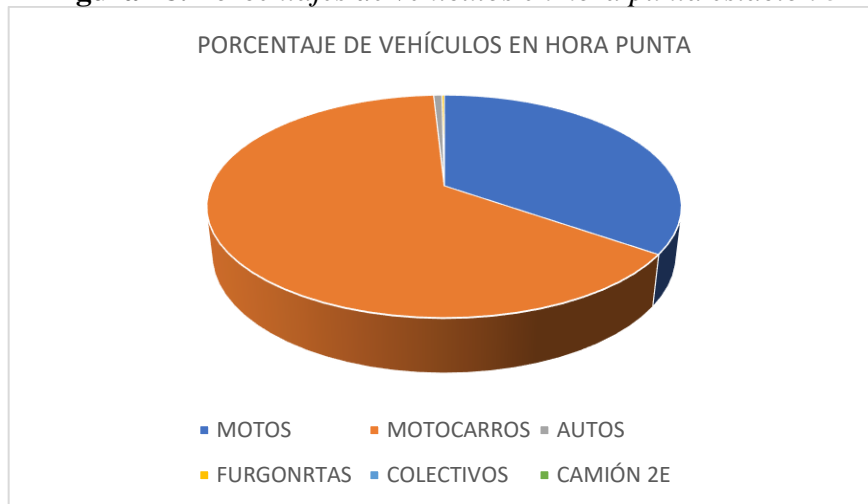


COMPOSICIÓN DEL TRANSITO (%)

Tabla 20. composición del tránsito (%) estación 3A

MOTOS	361	34.68%	MOTOS	34.68%
MOTOCARROS	671	64.46%	MOTOCARROS	64.46%
AUTOS	7	0.67%	AUTOS	0.67%
FURGONETAS	2	0.19%	FURGONETAS	0.19%
COLECTIVOS	0	0.00%	COLECTIVOS	0.00%
CAMIÓN 2E	0	0.00%	CAMIÓN 2E	0.00%
100%		1041		

Figura 18. Porcentajes de vehículos en hora punta estación 3A

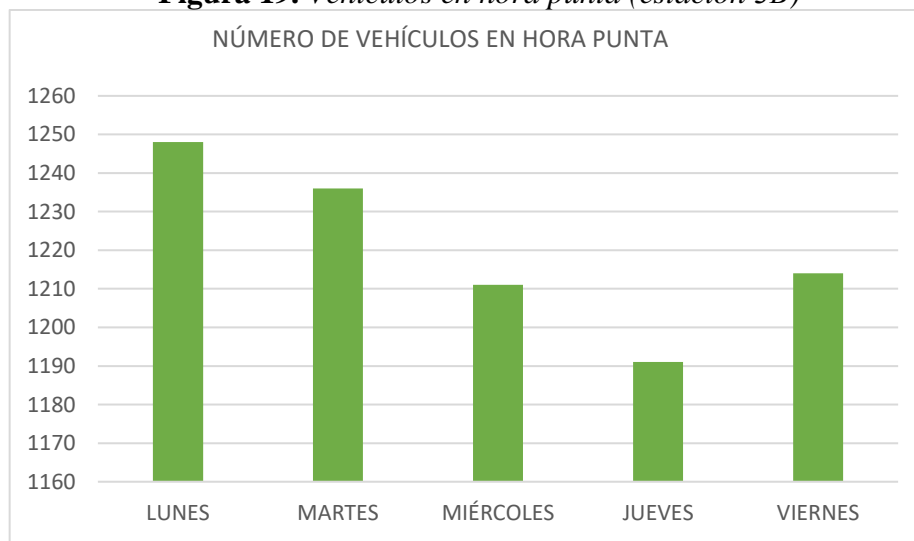


ESTACIÓN 4: JR. PROSPERO /CALLE 9 DE DICIEMBRE

Tabla 21. Estación 4 Calle Prospero / 9 de diciembre

ESTACIÓN 4 PROSPERO / 9 DE DICIEMBRE									
HORA	DIA	FECHA	MOTOS	MOTOCARROS	AUTOS Y CAMIONETAS	FURGONETAS	COLECTIVOS	CAMIÓN 2E	TOTALES
11:00 A 12:00	LUNES	01/07/2024	278	927	13	12	18		1248
11:00 A 12:00	MARTES	02/07/2024	286	913	16	7	14		1236
11:00 A 12:00	MIÉRCOLES	03/07/2024	275	905	12	7	12		1211
11:00 A 12:00	JUEVES	04/07/2024	264	895	13	7	12		1191
11:00 A 12:00	VIERNES	05/07/2024	281	901	15	5	12		1214

Figura 19. Vehículos en hora punta (estación 3B)

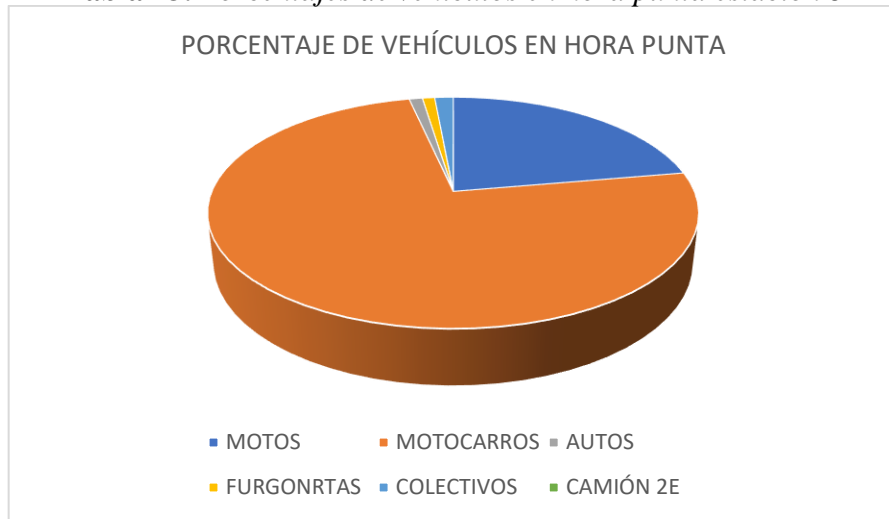


COMPOSICIÓN DEL TRANSITO (%)

Tabla 22. Composición del tránsito (%) estación 3B

MOTOS	278	22.27%	MOTOS	22.27%
MOTOCARROS	927	74.27%	MOTOCARROS	74.27%
AUTOS	13	1.04%	AUTOS	1.04%
FURGONRTAS	12	0.96%	FURGONRTAS	0.96%
COLECTIVOS	18	1.46%	COLECTIVOS	1.46%
CAMIÓN 2E	0	0%	CAMIÓN 2E	0%
	100%	1248		

Tabla 23. *Porcentajes de vehículos en hora punta estación 3B*



ESTACIÓN 1: CALLE ELÍAS AGUIRRE / 9 DE DICIEMBRE

Tabla 24. Determinación del nivel de servicio de la estación 1- en condiciones reales

EN CONDICIONES REALES

DETERMINAMOS EL NIVEL DE SERVICIO	
1 CARRILES 1 SOLO SENTIDO (3 M DE ANCHO POR CARRIL C/U)	
SIN EN EL LADO DERECHO	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO DE FLUJO LIBRE 70 KM /H	
VOLUMEN HORARIO DE MAX DEMANDA 1474 VEHÍCULOS MIXTOS	
COMPOSICIÓN VEHICULAR	4.91% BUSES 0.27% CAMIONES 2E 94.82% VEHICULOS LIVIANOS

FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15_{m\acute{a}x}})}$$

$$FHMD = \frac{1474}{4(443)} = 0.83$$

FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

$$FHV = \frac{100}{100 + 0.14(1.5 - 1) + 5.22(1.5 - 1)} = 0.974$$

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

ET = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN CAMIÓN

EB = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN AUTOBUS

$$v_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

$$v_p = \frac{1474}{(0.86)(2)(0.974)(1)} = 879 \text{ VEH.LIV/HORA/CARRIL}$$

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE FFS

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

AJUSTE DE ANCHO POR CARRIL (FLW)

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

$$FLW = 10.6 \text{ km/h}$$

AJUSTE POR DISTANCIA LATERAL DERECHA

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

$$FLC = 5.8 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR NÚMERO DE CARRILES (FN)

Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

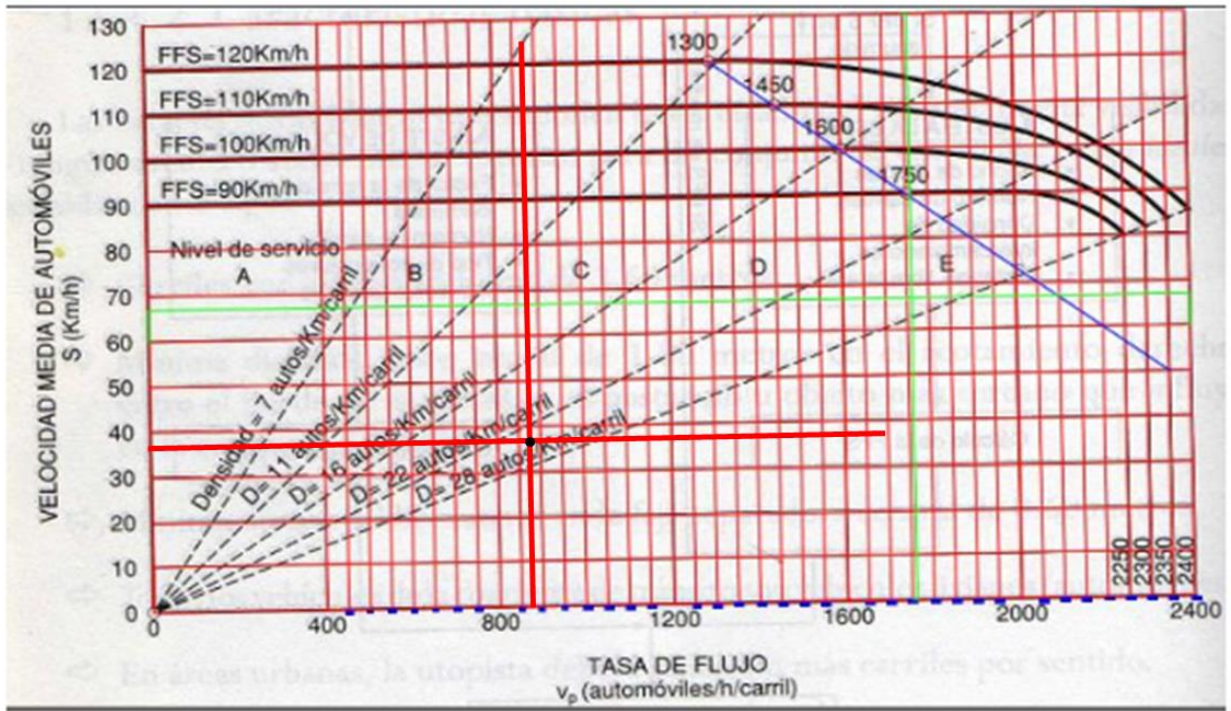
$$FN = 7.3 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID)

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

$$FID = 8.1 \text{ Km/h}$$

$$FFS = 70 - 10.6 - 5.8 - 7.3 - 8.1 = 38 \text{ Km/h}$$



SE DEFINE PARA LA CAPACIDAD DE ESTA VÍA UN NIVEL DE SERVICIO E+

CALCULAMOS EL NÚMERO DE VEHÍCULOS LIVIANOS POR CARRIL

$$D = \frac{V_p}{S} = \frac{879}{38} = 23 \text{ veh liv/Km/carril}$$

DE LA GRÁFICA PODEMOS DEDUCIR QUE LA CAPACIDAD DE FLUJO DEL NIVEL DE SERVICIO E ES 23 VEHICULOS/Km/CARRIL

28 > 23

EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA NO SE SOBREPASA LA CAPACIDAD DEL NIVEL DE SERVICIO E

Tabla 25. Determinación del nivel de servicio de la estación 1- en condiciones óptimas

EN CONDICIONES OPTIMAS

NIVEL DE SERVICIO	
2 CARRILES 1 SOLO SENTIDO (3 M DE ANCHO POR CARRIL C/U)	
SIN OBSTRUCCIONES EN EL LADO DERECHO	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO DE FLUJO LIBRE 70 KM /H	
VOLUMEN HORARIO DE MAX. DEMANDA 1474 VEHICULOS MIXTOS	
COMPOSICIÓN VEHICULAR	4.91% BUSES
	0.27% CAMIONES 2E
	94.82% VEHICULOS LIVIANOS

FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15_{m\acute{a}x}})}$$

$$FHMD = \frac{1474}{4(443)} = 0.83$$

FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

$$FHV = \frac{100}{100 + 0.27(1.5 - 1) + 4.91(1.5 - 1)} = 0.974$$

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

ET = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN CAMIÓN

EB = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN AUTOBUS

VEHÍCULOS LIVIANOS/HORA/CARRIL

$$V_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

$$V_p = \frac{1474}{(0.86)(2)(0.974)(1)} = 911 \text{ VEH.LIV/HORA/CARRIL}$$

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE FFS

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

AJUSTE DE ANCHO POR CARRIL (FLW)

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

$$FLW = 10.6 \text{ km/h}$$

AJUSTE POR DISTANCIA LATERAL DERECHA

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

$$FLC = 5.8 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR NÚMERO DE CARRILES (FN)

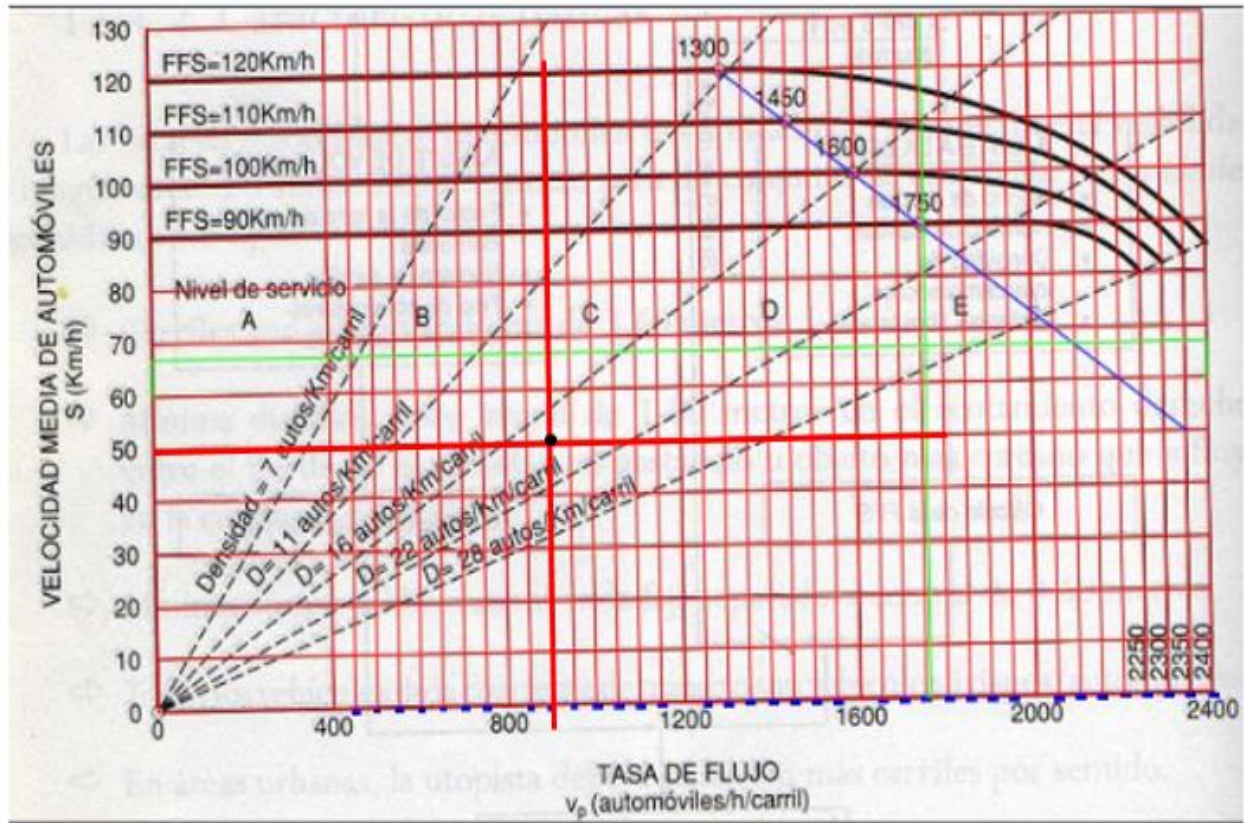
Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

AJUSTE POR DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID)

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

FID = 8.1 Km/h

FFS =	70-10.6-3.9-4.8-8.1	=50.1 Km/h
-------	---------------------	------------



SE DEFINE PARA LA CAPACIDAD DE ESTA VÍA UN NIVEL DE SERVICIO D

CALCULAMOS EL NÚMERO DE VEHÍCULOS LIVIANOS POR CARRIL

$$D = \frac{V_p}{S}$$

$$\frac{911}{50} = 18 \text{ veh liv/Km/carril}$$

DE LA GRÁFICA PODEMOS DEDUCIR QUE LA CAPACIDAD DE FLUJO DEL NIVEL DE SERVICIO D ES:

$$C = 1075 \text{ veh Liv/hora/carril}$$

CON ESTE VALOR PODEMOS CALCULAR EL NÚMERO DE VEHÍCULOS LIVIANOS QUE FALTAN PARA COPAR LA CAPACIDAD MÁXIMA DEL CARRIL

$$V_{\text{adicional}} = C - V_p$$
$$= 1075 - 911 = 164 \text{ veh.liv adicionales /hora/carril}$$

SERÍA LO MISMO DECIR UN NÚMERO DE VEHÍCULOS MIXTOS ADICIONALES EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA IGUAL A :

$$V_{\text{adicional}} = V_{\text{adicional}} (FHMD) (f_{HV})$$
$$= 164 (0.71) (0.974) = 113 \text{ veh mixtos adicional /hora /carril}$$

ESTACIÓN 2 CALLE ARICA/9 DE DICIEMBRE

EN CONDICIONES REALES

NIVEL DE SERVICIO	
2 CARRILES 1 SOLO SENTIDO (3.3 M DE ANCHO POR CARRIL C/U)	
SIN OBSTRUCCIONES EN EL LADO DERECHO	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO DE FLUJO LIBRE 70 KM /H	
VOLUMEN HORARIO DE MAX DEMANDA 1872 VEHICULOS MIXTOS	
COMPOSICIÓN VEHICULAR	5.22% BUSES 0.14% CAMIONES 2E 94.64% VEHICULOS LIVIANOS

FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15,max})}$$

$$FHMD = \frac{1872}{4(655)} = 0.71$$

FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

$$FHV = \frac{100}{100 + 0.14(1.5 - 1) + 5.22(1.5 - 1)} = 0.974$$

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

E_T = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN CAMIÓN

E_R = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN AUTOBUS

$$v_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

$$v_p = \frac{1872}{(0.71)(2)(0.974)(1)} = 1353 \text{ veh. liv/hora/carril}$$

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE FFS

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

$$FLW = 10.6 \text{ km/h}$$

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

$$FLC = 5.8 \text{ Km/h}$$

Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

AJUSTE POR NÚMERO DE CARRILES (FN)

$$FN = 7.3 \text{ Km/h}$$

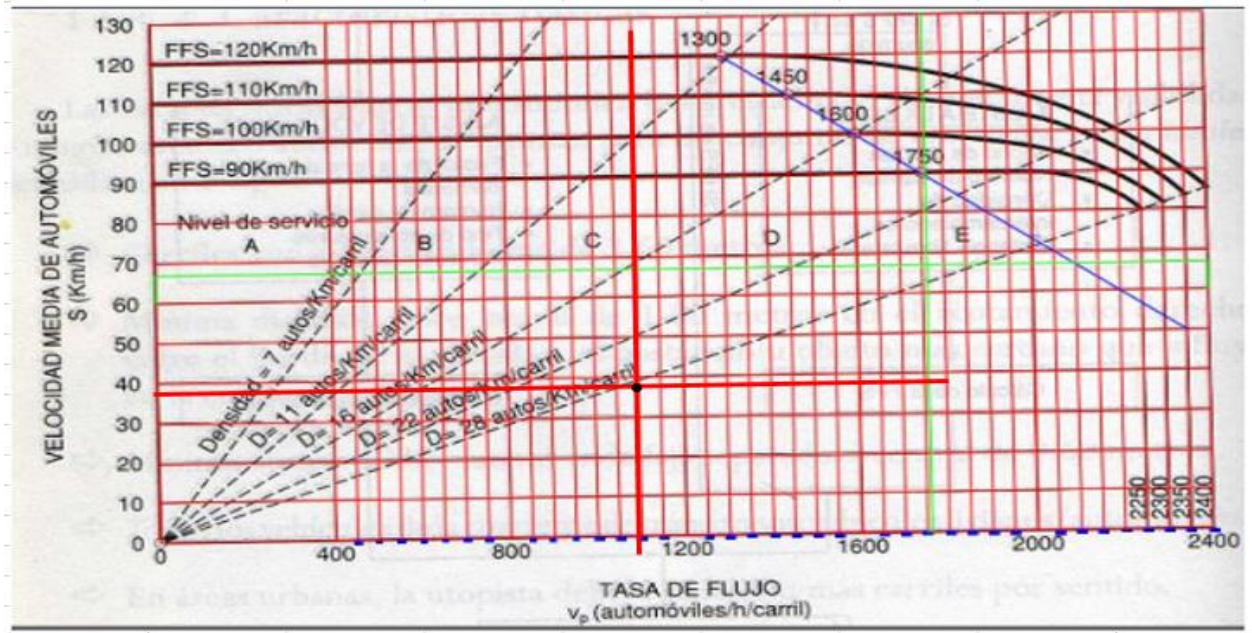
AJUSTE POR DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID)

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

$$FID = 8.1 \text{ Km/h}$$

:

$$FFS = 70 - 10.6 - 5.8 - 7.3 - 8.1 = 38.2 \text{ Km/h}$$



SE DEFINE PARA LA CAPACIDAD DE ESTA VIA UN NIVEL DE SERVICIO E+

CALCULAMOS EL NÚMERO DE VEHÍCULOS LIVIANOS POR CARRIL

$$D = \frac{V_p}{S} = \frac{1353}{38} = 35 \text{ veh liv/Km/carril}$$

DE LA GRÁFICA PODEMOS DEDUCIR QUE LA CAPACIDAD DE FLUJO DEL NIVEL DE SERVICIO E ES 28 VEH /Km/CARRIL

$$35 > 28$$

EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA SE SOBREPASA LA CAPACIDAD DEL NIVEL DE SERVICIO E

ESTACIÓN 2 CALLE ARICA/9 DE DICIEMBRE

Tabla 26. Determinación del nivel de servicio de la estación 2- en condiciones óptimas

EN CONDICIONES ÓPTIMAS

NIVEL DE SERVICIO	
3 CARRILES 1 SOLO SENTIDO (3.3 M DE ANCHO POR CARRIL C/U)	
SIN OBSTRUCCIONES EN EL LADO DERECHO	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO DE FLUJO LIBRE 70 KM /H	
VOLUMEN HORARIO DE MAX DEMANDA 1474 VEHÍCULOS MIXTOS	
COMPOSICIÓN VEHICULAR	5.22% BUSES
	0.14% CAMIONES 2E
	94.64% VEHICULOS LIVIANOS

FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15_{m\acute{a}x}})}$$

$$FHMD = \frac{1872}{4(655)} = 0.71$$

FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

$$FHV = \frac{100}{100 + 0.14(1.5-1) + 5.22(1.5-1)} = 0.974$$

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

ET= AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN CAMIÓN

EB =AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN AUTOBUS

VEHÍCULOS LIVIANOS/HORA/CARRIL

$$v_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

$$v_p = \frac{1872}{(0.71)(3)(0.974)(1)} = 902 \text{ VEH.LIV/HORA/CARRIL}$$

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE FFS

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

AJUSTE DE ANCHO POR CARRIL (FLW)

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

$$FLW = 3.1 \text{ km/h}$$

AJUSTE POR DISTANCIA LATERAL DERECHA

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

$$FLC = 3.9 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR NÚMERO DE CARRILES (FN)

Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

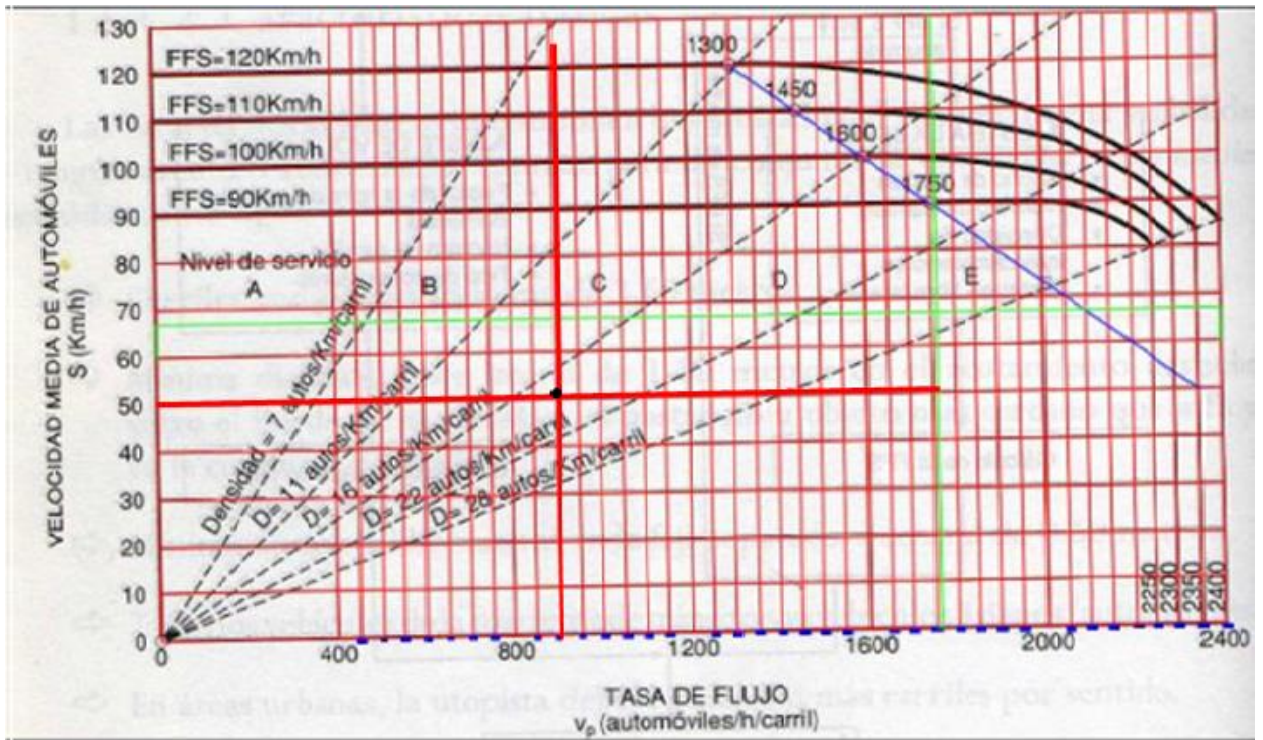
$$FN = 4.8 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID)

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_{ID} (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

$$FID = 8.1 \text{ Km/h}$$

$$FFS = 70 - 3.1 - 3.9 - 4.8 - 8.1 = 50.1 \text{ Km/h}$$



SE DEFINE PARA LA CAPACIDAD DE ESTA VIA UN NIVEL DE SERVICIO D

CALCULAMOS EL NÚMERO DE VEHÍCULOS LIVIANOS POR CARRIL

$$D = \frac{V_p}{S} = \frac{902}{50} = 18 \text{ veh liv/Km/carril}$$

DE LA GRÁFICA PODEMOS DEDUCIR QUE LA CAPACIDAD DE FLUJO DEL NIVEL DE SERVICIO D ES:

$$C = 1075 \text{ veh liv/hora/carril}$$

Con este valor podemos calcular el número de vehículos livianos que faltan para copar la capacidad máxima del carril

$$V_{\text{adicional}} = C - V_p$$

$$= 1075 - 902 = 173 \text{ veh.liv adicionales /hora/carril}$$

Sería lo mismo decir un número de vehículos mixtos adicionales en la hora de máxima demanda

$$V_{\text{adicional}} = V_{\text{adicional}} (\text{FHMD}) (f_{\text{HV}})$$

$$= 173 (0.71) (0.974) = 119 \text{ veh mixtos adicional /hora /carril}$$

Tabla 27. Determinación del nivel de servicio de la estación 3- en condiciones reales

ESTACIÓN 3 CALLE APROSPERO/9 DE DICIEMBRE

EN CONDICIONES REALES

NIVEL DE SERVICIO	
2 CARRILES 1 SOLO SENTIDO (3 M DE ANCHO POR CARRIL C/U)	
OBSTRUCCIONES EN EL LADO DERECHO	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO DE FLUJO LIBRE 70 KM /H	
VOLUMEN HORARIO DE MAX DEMANDA 2289 VEHÍCULOS MIXTOS	
COMPOSICIÓN VEHICULAR	0.8 % BUSES 0.0 % CAMIONES 2E 99.2 % VEHICULOS LIVIANOS

FACTOR HORA MÁXIMA DEMANDA

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15_{m\acute{a}x}})}$$

$$FHMD = \frac{2289}{4(688)} = 0.83$$

FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)}$$

$$FHV = \frac{100}{100 + 0.0(1.5-1) + 0.8(1.5-1)} = 0.996$$

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

E_T = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN CAMIÓN

E_B = AUTOMÓVILES EQUIVALENTES A UN AUTOBUS

VEHÍCULOS LIVIANOS/HORA/CARRIL

$$v_p = \frac{V}{(FHMD)(N)(f_{HV})(f_p)}$$

$$V_p = \frac{2289}{(0.86)(2)(0.996)(1)} = 1384 \text{ veh.liv/hora/carril}$$

VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE FFS

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_N - f_{ID}$$

AJUSTE DE ANCHO POR CARRIL (FLW)

Lane Width (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LW} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

$$FLW = 10.6 \text{ km/h}$$

AJUSTE POR DISTANCIA LATERAL DERECHA

Right-Shoulder Lateral Clearance (m)	Reduction in Free-Flow Speed, f_{LC} (km/h)			
	Lanes in One Direction			
	2	3	4	≥ 5
≥ 1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.0	0.7	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.7	0.4
0.9	2.9	1.9	1.0	0.6
0.6	3.9	2.6	1.3	0.8
0.3	4.8	3.2	1.6	1.1
0.0	5.8	3.9	1.9	1.3

$$FLC = 5.8 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR NÚMERO DE CARRILES (FN)

Number of Lanes (One Direction)	Reduction in Free-Flow Speed, f_N (km/h)
≥ 5	0.0
4	2.4
3	4.8
2	7.3

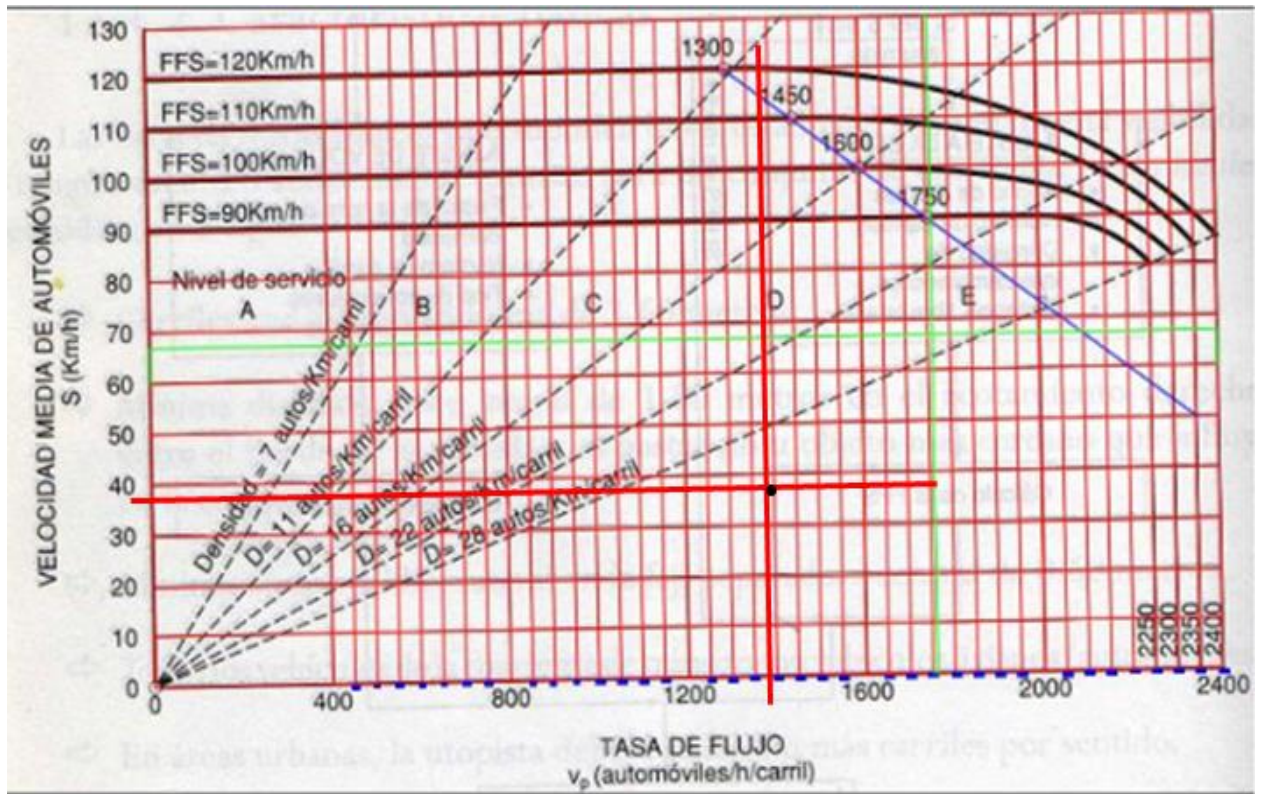
$$FN = 7.3 \text{ Km/h}$$

AJUSTE POR DENSIDAD DE CRUCES O INTERCAMBIADORES (FID)

Interchanges per Kilometer	Reduction in Free-Flow Speed, f_D (km/h)
≤ 0.3	0.0
0.4	1.1
0.5	2.1
0.6	3.9
0.7	5.0
0.8	6.0
0.9	8.1
1.0	9.2
1.1	10.2
1.2	12.1

$$FID = 8.1 \text{ Km/h}$$

$$FFS = 70 - 10.6 - 5.8 - 7.3 - 8.1 = 38 \text{ Km/h}$$



SE DEFINE PARA LA CAPACIDAD DE ESTA VIA UN NIVEL DE SERVICIO E+

CALCULAMOS EL NÚMERO DE VEHÍCULOS LIVIANOS POR CARRIL

$$D = \frac{V_p}{S} = \frac{1384}{38} = 36 \text{ veh liv/Km/carril}$$

De la gráfica podemos deducir que la capacidad de servicio E es de 28 veh/Km/carril $36 > 28$ en la hora de máxima demanda se sobrepasa la capacidad del nivel de servicio E

Tabla 28. Resumen de los datos obtenidos (niveles de servicio)

CUADRO DE RESUMEN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LAS VIAS ANALIZADAS	
CONDICIONES ÓPTIMAS	CONDICIONES REALES
AGUIRRE /9 DE DICIEMBRE (ESTA.1)	AGUIRRE /9 DE DICIEMBRE (ESTA.1)
NIVEL DE SERVICIO D	NIVEL DE SERVICIO E
SEMAFORIZACIÓN:	SEMAFORIZACIÓN:
N° DE CARRILES: 2	N° DE CARRILES: 1
VIA LIBRE	OBSTÁCULOS A AMBOS LADOS DE LA VIA
CONDICIONES ÓPTIMAS	CONDICIONES REALES
ARICA/9 DE DICIEMBRE (ESTA.2)	ARICA /9 DE DICIEMBRE (ESTA.2)
NIVEL DE SERVICIO D	NIVEL DE SERVICIO E
SEMAFORIZACIÓN:	SEMAFORIZACIÓN:
N° DE CARRILES: 3	N° DE CARRILES: 2
VIA LIBRE	OBSTÁCULOS A AMBOS LADOS DE LA VIA
CONDICIONES ÓPTIMAS	CONDICIONES REALES
PRÓSPERO /9 DE DICIEMBRE (ESTA.3)	PRÓSPERO /9 DE DICIEMBRE (ESTA.3)
NIVEL DE SERVICIO D	NIVEL DE SERVICIO E
SEMAFORIZACIÓN:	SEMAFORIZACIÓN:
N° DE CARRILES: 3	N° DE CARRILES: 2
VIA LIBRE	OBSTÁCULOS A AMBOS LADOS DE LA VIA

PROPUESTA DE MEJORA PARA OPTIMIZAR LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR DE LA ZONA COMERCIAL DE IQUITROS
METROPOLITANO

A CORTO PLAZO

Hacer cumplir lo establecido en el reglamento nacional de tránsito:

- Más presencia de la policía de tránsito para controlar, dirigir y vigilar el normal desarrollo del tránsito, también para vigilar denunciar e investigar las infracciones y accidentes que pueden ocurrir en la zona comercial de Iquitos metropolitano
- El mantenimiento y conservación de las vías deben de ser asumidos por la autoridad responsable de las mismas a fin de evitar daños y perjuicios a terceros.
- El uso de la calzada debe estar destinada solo para el tránsito vehicular.
- Se debe reubicar el comercio ambulatorio y estacionario a lugares autorizados para tales propósitos a fin de dejar libre las vías para su uso en las mejores condiciones
- Mantener las vías libres de objetos (basura, vehículos mal estacionados, trabajadores informales, etc.) que impidan el libre tránsito.
- Los vehículos de transporte publico deben recoger y dejar a sus pasajeros en los lugares autorizados para tal fin.
- Mantener en pie las señales de tránsito en las distintas avenidas, jirones y calles en toda la ciudad de Iquitos.

MEDIANO Y LARGO PLAZO

- Reubicar a los motocicletas y moto taxis estacionados en las avenidas principales en las calles transversales a la zona de estudio dejando así las vías principales libres y óptimas para su uso.
- Promover el uso de las auto escuelas para poder controlar y fiscalizar el acceso a los permisos de conducción de vehículos.
- El uso de un sistema de semaforización inteligente.
- Incentivar la inversión pública y/o privada para la construcción de aparcamientos en los alrededores de la zona comercial de Iquitos metropolitano.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN:

En el presente trabajo se demostró que la transitabilidad vehicular en la zona comercial de Iquitos metropolitano es deficiente en las horas de máxima demanda, el nivel de servicio es desfavorable en las condiciones analizadas Elifio Rosales (2011), se obtiene un nivel de servicio desfavorable debido a la presencia de vehículos pesados; guillermo moss (2009) determino que si el flujo vehicular en una carretera es bajo pero el flujo de vehículos pesados es alto el nivel de servicio de una vía se ve afectado debido a la demora que produce una baja velocidad de viaje esto sucede debido al factor de vehículos pesados; en el caso donde existe mayor número de vehículos livianos circulando como es el caso de la zona comercial de Iquitos metropolitano no coincide el nivel de servicio para vías urbanas similares que las determinadas por Elifio Rosales (2011) y Guillermo Moss (2009), debido al ajuste de vehículos pesados del HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM).

5.2. CONCLUSIONES

*El análisis de la transitabilidad vehicular en la zona comercial de Iquitos metropolitano es deficiente, una vía que no tiene capacidad para satisfacer el volumen de tránsito se verá siempre interrumpida por la acumulación de vehículos, obstrucciones laterales o peatones, ocasionando problemas a diario.

*Los puntos críticos son: Calle Aguirre/9 de Diciembre.

Jirón Arica /9 de Diciembre.

Jirón Prospero/ 9 de Diciembre.

*La hora crítica o de máxima demanda es de 11:00 a 12:00

*El número de vehículos que transitan durante la hora de mayor demanda:

Calle Aguirre/9 de Diciembre =1474 veh.

Jirón Arica /9 de Diciembre = 1872 veh.

Jirón Prospero/ 9 de Diciembre = 2283 veh.

*El nivel de servicio : Calle Aguirre/9 de Diciembre = E

Jirón Arica /9 de Diciembre = E

Jirón Prospero/ 9 de Diciembre = E

*Se estructura una propuesta general de mejora.

5.3. RECOMENDACIONES

– **Recomendación N°1**

Se recomienda a la municipalidad provincial de Maynas en coordinación con el gobierno regional, demás municipios, policía nacional y demás instituciones que correspondan afrontar este problema teniendo en cuenta la propuesta de mejora hechas en la presente investigación.

– **Recomendación N°2**

Inculcar una conciencia vial en los distintos usuarios de las vías.

– **Recomendación N°3**

El Manual de Capacidad de Auto vías (HIGHWAY CAPACITY MANUAL, EE UU), o el Manual Centroamericano De Normas Para El Diseño Geométrico De Las Carreteras (SIECA) pueden ser aplicables para el análisis de la transitabilidad vehicular peruana, pero sería de vital importancia contar con un propio manual adaptado a las realidades de cada región de nuestro país.

– **Recomendación N°4**

Conocer la composición del parque automotriz loreano ayudaría mucho a la optimización de la transitabilidad vehicular no solo de la zona de estudio sino de toda la ciudad de Iquitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Acosta Ordoñez, L. A. (2020). Propuesta vial para mejorar la transitabilidad vehicular en la intersección de las avenidas prolongación Francisco Bolognesi y José Leonardo Ortiz en la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. *Repositorio Académico USMP*.
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7076>
- Artículo 32°. Vías Urbanas (2006).
- Barbero, J. (2006). Transporte urbano. *Giugale, MM, Fretes-Cibils, V. and JL Newman, 273-288*.
- Castillo Chu, C. G., & Olaya Riofrio, Y. de los M. (2021). Estudio y propuesta de mejora de la transitabilidad vehicular y peatonal en la Av. Ignacia Schaeffer, del distrito de Tambogrande – Piura – Piura. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7017>
- Chávez, Z. T. C., Gutiérrez, B. A. D., & Gutiérrez, D. A. D. (2023). Estudio del tránsito vehicular en la intersección de la avenida Pedro Gual y calle Córdova de la ciudad de Portoviejo, Manabí. *Dominio de las Ciencias, 9(1)*, Article 1.
- Diccionario Vial de PIARC. (2023). *Transitabilidad*.
<https://www.piarc.org/es/actividades/Diccionario-Vial-Terminologia-Transporte-Carretera/ficha-termino/93788-es-transitabilidad>
- Farías, L. (2015). *El transporte público urbano bajo en carbono en América Latina*. p.15.
- Jácome-Macías, D. N., Pérez-Loor, D. L., & García-Vinces, J. J. (2022). Propuesta de ordenamiento al tránsito urbano de Portoviejo desde Ramos Iduarte hasta Monumento de Agricultura. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación. ISSN: 2737-6249.*, 5(9 Ed. esp.), Article 9 Ed. esp. <https://doi.org/10.46296/ig.v5i9edespmar.0050>
- Lablée, J. C. (1996). *El transporte urbano: Un desafío para el próximo milenio*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Mayor, R. C. y, & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones*. Alpha Editorial.

- Méndez Cruz, J. P., & Wang Oropeza, M. C. J. (2019). Estudio y propuesta de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la avenida los incas en la ciudad de Trujillo—La libertad. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4635>
- HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM) 2004 2DA EDICIÓN en español.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*.
- Quintero-González, J.-R. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), Article 40. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.citm>
- Reglamento nacional de Administración de Transporte - Decreto Supremo N° 017-2009-MTC (2020).
- Rojas Mendoza, F. (2018). Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la av. César vallejo, tramo cruce con la av. Separadora industrial hasta el cruce con el cementerio, en el distrito de villa el salvador, provincia de lima, departamento de lima. *Universidad Nacional Federico Villarreal*. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/1905>
- Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito (2009).
- Urbina Cantuta, C. M., & Torres Flores, A. J. (2018). Optimización del Flujo Vehicular en la Intersección Vial de la Av. Bolognesi y la Av. Gustavo Pinto en la Ciudad de Tacna. *Universidad Privada de Tacna*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/543>

Anexos:

Anexo 1: Panel fotográfico



Estación 1 calle 9 de diciembre / Alias Aguirre



Estación 2 calle 9 de diciembre / Calle Arica



Medición del lugar que ocupan los vehículos en la vía



Medición del lugar que ocupan los ambulantes en la vía