



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Impacto de las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del  
transporte urbano

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**AUTORES**

Alvarez Lopez, Alexander Alonso  
ORCID: 0000-0001-6976-1156

Trujillo Valerio, Edson Roberto  
ORCID: 0000-0002-5757-668X

**ASESOR**

Arévalo Lay, Víctor Eleuterio  
ORCID: 0000-0002-2518-8201

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos de los autores**

Alvarez Lopez, Alexander Alonso

DNI: 74387688

Trujillo Valerio, Edson Roberto

DNI: 70309866

### **Datos del asesor**

Arévalo Lay, Víctor Eleuterio

DNI: 04434662

### **Datos del jurado**

#### **JURADO 1**

Támara Rodríguez, Joaquín Samuel

DNI: 31615059

ORCID: 0000-0002-4568-9759

#### **JURADO 2**

Huamán Guerrero, Néstor Wilfredo

DNI: 10281360

ORCID: 0000-0002-7722-8711

#### **JURADO 3**

Donayre Córdova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios por bendecirme con mucha salud; a mis padres Romer y Liz, muchas gracias por brindarme su apoyo cada día, para así culminar esta importante etapa de mi vida.

Alvarez Lopez Alexander Alonso

Esta tesis se la dedico a mis padres, por haberme acompañado durante todo el camino, mis logros se los debo a ellos. Me formaron con valores y me motivaron constantemente para alcanzar mis metas.

Edson Roberto Trujillo Valerio

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro asesor el Mg. Ing. Víctor Arévalo Lay por su constante apoyo y consejo.

A nuestra alma mater y a nuestros profesores, que en cada semestre nos brindaron sus valiosos conocimientos de la carrera de Ingeniería Civil. Y a Dios por cuidarnos y guiarnos durante esta etapa.

Alvarez Lopez Alexander Alonso y Trujillo Valerio  
Edson Roberto

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>iii</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción y formulación del problema	1
1.1.1. Problema General	3
1.1.2. Problemas Específicos	3
1.2. Objetivo general y específico	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Delimitación de la investigación	4
1.3.1. Delimitación temporal	4
1.3.2. Delimitación espacial	4
1.3.3. Delimitación temática	4
1.4. Justificación e importancia	4
1.4.1. Justificación	4
1.4.2. Importancia	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes del estudio de investigación	7
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.2.1. Investigaciones internacionales	7
2.2.2. Investigaciones nacionales	13
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	19
2.3.1. Construcciones de Edificios	19
2.3.2. Gestión del Transporte Urbano	25
2.3.3. Sistema Vial	29
2.3.4. Volumen de Tránsito	31
2.3.5. Velocidad	33
2.3.6. Análisis del Flujo Vehicular	37
2.3.7. Capacidad Vial	40
2.3.8. Medición de Variable de Tráfico	42
2.3.9. Marco Normativo	43

2.4. Definición de términos básicos	48
<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS</b>	<b>50</b>
3.1. Hipótesis	50
3.1.1. Hipótesis general	50
3.1.2. Hipótesis específicas	50
3.2. Variables	50
3.2.1. Definición conceptual de las variables	50
3.2.2. Operacionalización de variables	50
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>51</b>
4.1. Tipo y nivel de investigación	51
4.1.1. Tipo de investigación	51
4.1.2. Nivel de investigación	51
4.2. Diseño de la investigación	51
4.3. Población y muestra	52
4.3.1. Población	52
4.3.2. Muestra	52
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
4.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos	52
4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos	53
4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos	53
4.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	53
<b>CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>54</b>
5.1. Diagnóstico y situación actual	54
5.1.1. Ubicación	55
5.1.2. Características	56
5.2. Estudio de Congestión Vial	57
5.2.1. Infraestructura vial	59
5.2.2. Unidades inmobiliarias	61
5.2.3. Estacionamientos	63
5.2.4. Congestión	64
5.3. Unidades inmobiliarias y congestión	65
5.4. Unidades de estacionamientos y congestión	78

5.5. Presentación de resultados	79
5.6. Plan de mitigación	90
5.7. Análisis de resultados	93
5.8. Contrastación de hipótesis	94
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>106</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia	106
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variable	107
Anexo 3: Formato 1 de aforo vehicular	108
Anexo 4: Formato 2 de aforo vehicular	109
Anexo 5: Formato de resultado de aforo vehicular	110
Anexo 6: Formato de flujograma vehicular	111
Anexo 7: Aforo vehicular de la estación 1	112
Anexo 8: Flujogramas vehiculares de la estación 1	113
Anexo 9: Aforo vehicular UCP estación 1	116
Anexo 10: Aforo vehicular de la estación 2	120
Anexo 11: Flujogramas vehiculares de la estación 2	121
Anexo 12: Aforo vehicular UCP estación 2	124
Anexo 13: Aforo vehicular de la estación 3	128
Anexo 14: Flujogramas vehiculares de la estación 3	129
Anexo 15: Aforo vehicular UCP estación 3	132
Anexo 16: Aforo vehicular UCP estación 3	136

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de servicios para intersecciones con semáforo	64
Tabla 2: Aforo vehicular de la avenida Arequipa	70
Tabla 3: Aforo vehicular de la estación 1	72
Tabla 4: Aforo vehicular de la estación 2	74
Tabla 5: Aforo vehicular de la estación 3	76
Tabla 6: Recolección de datos de los proyectos investigados	78
Tabla 7: Conteo vehicular para estimar el tráfico generado en proyectos de similares características	79
Tabla 8: Tráfico generado por método	80
Tabla 9: Datos del cruce av. Arequipa con ca. Manuel Bañón	81
Tabla 10: Datos del cruce av. Arequipa con av. Juan de Arona	81
Tabla 11: Datos del cruce av. Arequipa con av. Santa Cruz/Aramburú	82
Tabla 12: Suma horaria de vehículos del miércoles	85
Tabla 13: Total de vehículos del miércoles	86
Tabla 14: Suma horaria de vehículos del viernes	87
Tabla 15: Total de vehículos del viernes	88
Tabla 16: Suma horaria de vehículos del martes	89
Tabla 17: Total de vehículos del martes	90
Tabla 18: Matriz de consistencia	106
Tabla 19: Matriz de operacionalización de variable	107
Tabla 20: Formato 1 de aforo vehicular para tres ubicaciones	108
Tabla 21: Formato 2 de aforo vehicular por hora pico	109
Tabla 22: Formato 2 de resultado de aforo vehicular	110
Tabla 23: Formato de flujograma vehicular direccional	111
Tabla 24: Estación 1	112
Tabla 25: Suma horaria de vehículos del miércoles en la mañana	116
Tabla 26: Total de vehículos del miércoles en la mañana	117
Tabla 27: Suma horaria de vehículos del miércoles en la tarde	118
Tabla 28: Total de vehículos del miércoles en la tarde	119
Tabla 29: Estación 2	120
Tabla 30: Suma horaria de vehículos del viernes en la mañana	124
Tabla 31: Total de vehículos del viernes en la mañana	125



Tabla 32: Suma horaria de vehículos del viernes en la tarde	126
Tabla 33: Total de vehículos del viernes en la tarde	127
Tabla 34: Estación 3	128
Tabla 35: Suma horaria de vehículos del martes en la mañana	132
Tabla 36: Total de vehículos del martes en la mañana	133
Tabla 37: Suma horaria de vehículos del martes en la tarde	134
Tabla 38: Total de vehículos del martes en la tarde	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación funcional de un sistema vial	30
Figura 2: Jerarquía de un sistema vial urbano	31
Figura 3: Espaciamientos entre vehículos	39
Figura 4: Relación lineal entre la velocidad y la densidad	40
Figura 5: Ubicación del distrito de San Isidro	55
Figura 6: Área de estudio	56
Figura 7: Nodos críticos de tránsito	58
Figura 8: Sección vial normativa del área de estudio – avenida Arequipa	59
Figura 9: Sección vial in situ – avenida Arequipa	60
Figura 10: Sección vial del área de estudio – avenida Arequipa	60
Figura 11: Tomada el 25/08/2020 en etapa de acabados	61
Figura 12: Tomada el 25/08/2022 en etapa de acabados	61
Figura 13: Tomada el 25/08/2022 en etapa de acabados	62
Figura 14: Tomada el 25/09/2022 durante el vaciado de concreto de concreto	62
Figura 15: Plano de sectores vecinales de San Isidro	66
Figura 16: Plano de alturas normativas de San Isidro	67
Figura 17: Plano de zonificación de uso de suelos de San Isidro	68
Figura 18: Croquis de la estación 1	71
Figura 19: Croquis de la estación 2	74
Figura 20: Croquis de la estación 3	76
Figura 21: Demora en la intersección av. Arequipa con ca. Manuel Bañón	83
Figura 22: Demora en la intersección av. Arequipa con av. Juan de Arona	83
Figura 23: Demora en la intersección av. Arequipa con av. Santa Cruz	84
Figura 24: Demora media por semáforos en las intersecciones	84
Figura 25: Tiempo vs Volumen del miércoles en la noche	85
Figura 26: Variación del flujo vehicular del miércoles en la noche	86
Figura 27: Tiempo vs Volumen de tráfico del viernes en la noche	87
Figura 28: Variación del flujo vehicular del viernes en la noche	88
Figura 29: Tiempo vs Volumen de tráfico del martes en la noche	89
Figura 30: Variación del flujo vehicular del martes en la noche	90
Figura 31: Flujograma del turno mañana de la estación 1	113

Figura 32: Flujograma del turno tarde de la estación 1	114
Figura 33: Flujograma del turno noche de la estación 1	115
Figura 34: Tiempo vs Volumen de tráfico del miércoles en la mañana	116
Figura 35: Variación del flujo vehicular del miércoles en la mañana	117
Figura 36: Tiempo vs volumen de tráfico del miércoles en la tarde	118
Figura 37: Variación del flujo vehicular del miércoles en la tarde	119
Figura 38: Flujograma del turno mañana de la estación 2	121
Figura 39: Flujograma del turno tarde de la estación 2	122
Figura 40: Flujograma del turno noche de la estación 2	123
Figura 41: Tiempo vs volumen de tráfico del viernes en la mañana	124
Figura 42: Variación del flujo vehicular del viernes en la mañana	125
Figura 43: Tiempo vs volumen de tráfico del viernes en la tarde	126
Figura 44: Variación del flujo vehicular del viernes en la tarde	127
Figura 45: Flujograma del turno mañana de la estación 3	129
Figura 46: Flujograma del turno tarde de la estación 3	130
Figura 47: Flujograma del turno noche de la estación 3	131
Figura 48: Tiempo vs volumen de tráfico del martes en la mañana	132
Figura 49: Variación del flujo vehicular del martes en la mañana	133
Figura 50: Tiempo vs volumen de tráfico del martes en la tarde	134
Figura 51: Variación del flujo vehicular del martes en la tarde	135
Figura 52: Demanda flotante de San Isidro.	136

## **RESUMEN**

La presente investigación desarrolló una de las problemáticas más resaltantes de una vía principal de gran demanda en la ciudad de Lima, como lo es la Avenida Arequipa y el impacto que han tenido las construcciones inmobiliarias en los últimos años en la gestión del transporte urbano, focalizando dicho tema de estudio al tramo perteneciente a la Municipalidad de San Isidro entre los cruces comprendidos por la avenida Santa Cruz y Manuel Bañón.

Nuestra área de estudio en la Avenida Arequipa conecta con distritos como Lince y Miraflores, en el año 2014 la MML (Municipalidad Metropolitana de Lima) bajo la

gestión del SIT (Sistema Integrado de Transporte) ordenó iniciar operaciones del corredor azul, bajo la ruta "Corredor Tacna - Garcilaso - Arequipa" y se eliminó las demás rutas que transitaban por dicha vía por parte de empresas privadas de transporte.

El distrito de San Isidro es característico por ser el distrito financiero de la capital, posee una población flotante de aproximadamente 755 717 personas diarias, según datos estadísticos de la municipalidad, lo que significa que dicho volumen de personas diarias visitan el distrito diariamente con fines diversos más no son residentes del distrito, lo que ha provocado un déficit de estacionamientos y ha generado que durante días laborables congregate una gran cantidad de vehículos, sumado a esto los nuevos proyectos inmobiliarios han aumentado la densidad poblacional en el distrito entrando en conflicto, como consecuencia, con el sistema de transporte urbano administrado por la MML.

La presente investigación se ha propuesto determinar el impacto de las unidades inmobiliarias a través de componentes de estudios de impacto vial, determinar el impacto en los estacionamientos por parte de los edificios multifamiliares y cómo influyen en la gestión del transporte urbano, así mismo, proponer un plan de mitigación en la gestión del transporte urbano para el tramo de la Avenida Arequipa comprendido entre los cruces Avenida Santa Cruz y Manuel Bañón, pertenecientes al distrito de San Isidro.

**Palabras Claves:** Edificios multifamiliares, Gestión de transporte urbano, Plan de mitigación.

## **ABSTRACT**

The present research was developed on the most outstanding problems of a main road of great demand in the city of Lima, such as Arequipa Avenue and the impact that real estate constructions have had in recent years in the management of urban transport, focusing this subject of study to the section belonging to the Municipality of San Isidro between the intersections comprised by Santa Cruz Avenue and Manuel Bañón.

Our study area on Arequipa Avenue connects with districts such as Lince and Miraflores, in 2014 the MML (Metropolitan Municipality of Lima) under the management of the SIT (Integrated Transport System) ordered to start operations of the

blue corridor, under the route "Corredor Tacna - Garcilaso - Arequipa" and eliminated the other routes that transited along that road by private transport companies.

The district of San Isidro is characterized for being the financial district of the capital. It has a floating population of approximately 755,717 people per day, according to statistics from the municipality, which means that this volume of people visit the district daily for various purposes but are not residents of the district, This has led to a shortage of parking spaces and has caused a large number of vehicles to congregate on weekdays. In addition, new real estate projects have increased the population density in the district, bringing it into conflict with the urban transportation system administered by the MML.

The present research has proposed to determine the impact of the real estate units through road impact study components, to determine the impact on parking lots by multi-family buildings and how they influence urban transportation management, as well as to propose a mitigation plan in urban transportation management for the section of Arequipa Avenue between Santa Cruz Avenue and Manuel Bañón crossroads, belonging to the district of San Isidro.

**Key words:** Multifamily buildings, Urban transport management, Mitigation plan.

## INTRODUCCIÓN

El área de estudio está ubicada en el distrito de San Isidro, además es el distrito donde se aloja la mayor cantidad de entidades financieras y que genera afluencia de la población flotante, siendo evidente la generación del tránsito vehicular. También con un gran crecimiento en el sector inmobiliario, construyendo edificaciones multifamiliares, financieras, comercial, etc. De igual forma se va a evaluar el impacto de las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del transporte urbano, analizando sus dimensiones que son, las unidades inmobiliarias, estacionamientos, planes y congestión vehicular, así comprobar si influyen en el área de estudio.

En el Capítulo I, Planteamiento del problema, se expuso el problema general y específicos en base a las dimensiones de la variable independiente y dependiente,

proponiendo objetivos, delimitación, justificación e importancia de la presente investigación.

En el Capítulo II, Marco teórico, se expuso las investigaciones pasadas relacionadas con el tema de investigación, así mismo, se plantearon las bases teóricas que se usarán como base para el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo III, Sistema de hipótesis, se plantearon las hipótesis que se requiere demostrar en función de las variables de la investigación.

En el Capítulo IV, Metodología de la investigación, se determina el tipo, nivel y diseño de la investigación. Esto con el propósito de cumplir con los objetivos de forma más entendible y clara. Así mismo, se expuso la población y muestra a estudiar, las técnicas de recolección de datos y análisis de datos.

En el Capítulo V, se analizó el tramo de estudio de la avenida Arequipa, desde la avenida Santa Cruz hasta la calle Manuel Bañón, en diferentes turnos del día con su respectiva hora punta, mostrando el tráfico vehicular muy caótico en la hora punta, a consecuencia de diferentes factores como; la hora de salida del trabajo de la población flotante, la falta de fiscalización del transporte informal y la creciente oferta de viviendas en multifamiliares en la zona.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción y formulación del problema

En los distritos colindantes a la avenida Arequipa se evidencia una falta de estacionamientos públicos por el aumento de vehículos privados en la zona, como consecuencia de la construcción de multifamiliares de más de siete pisos a lo largo de dicha avenida sin planificación previa, esta falta de espacio donde parquear los vehículos induce a los vecinos a dejar sus carros en el perímetro de los parques cercanos, al lado de las vías o zonas donde está prohibido estacionarse, además de este panorama se puede evidenciar que en hora pico los vehículos que salen de las cocheras de estos multifamiliares congestionan la vía, sumado al problema ya existente de los carros colectivos.

Perú es la única nación de la región latinoamericana con rango de inversión A3, con una posición sólida, que mantiene su calificación crediticia en importantes calificadoras de riesgo. En junio del 2018 y marzo del 2019, las agencias Fitch Ratings y (S&P) Global Ratings ratificaron, respectivamente, la nota del Perú en BBB+ con criterio permanente (Moody's Investor Service, 2018).

“La fortaleza fiscal reflejada en los bajos ratios de deuda pública estima que el PBI peruano crecerá cerca de su tasa potencial actual de 3.7% hasta el 2022” (Moody's Investor Service, 2018).

En los últimos años la Covid-19 afectó directamente el rubro de la construcción, restringiendo totalmente cualquier actividad laboral para evitar la propagación del virus, cambiando los protocolos de bioseguridad, los aforos y la forma convencional de gestionar los proyectos hacia a una mirada más virtual, a pesar de todo ello el sector de la construcción se ha dinamizado como uno de los de mayor crecimiento en el país, conforme a las proyecciones que tiene el Ministerio de Economía y Finanzas, el sector construcción tendrá mejor dinamismo y percibirá un aumento superior al 10% a lo largo de los próximos 3 años, continuando con el crecimiento de la inversión pública y la construcción de proyectos privados (Morales, 2021).

El aumento de la población y de sus ingresos, así como el crecimiento del crédito para vivienda, además de poder retirar el 25% de sus AFPs para financiar su primer

inmueble ha incrementado la demanda de construcción de viviendas familiares, complejos habitacionales, residenciales o multifamiliares, este panorama no es ajeno para el distrito de San Isidro que cuenta con 88 757 predios compuestos por 26 079 residenciales, 5 165 comerciales, 290 oficinas y entre otros 55 012 predios, los cuales han visto directamente el impacto vial producto del desarrollo inmobiliario en sus principales avenidas como lo son la Av. General Salaverry, Av. Javier Prado, Av. Arequipa, Av. Aurelio Miró Quesada, Av. República de Panamá y Av. José Gálvez.

Desde el 2002 hasta el 2017 han transcurrido 15 años, durante el lapso de este tiempo el rubro de la construcción y el Producto Bruto Interno (PBI) total se acrecentó de forma promedio cuyos porcentajes fueron 7.7% y 5.3%, en el orden dado. El desarrollo en este sector está estimulado por los planes gubernamentales de vivienda, volver a activar la autoconstrucción incentivada por el acceso a un financiamiento que le permite hacer el pago en cuotas o con algunas otras condiciones, un ambiente de categorías de interés competitivo y progreso en el comportamiento de la economía. Entre los años 2004-2008 el grupo de actividades de construcción fueron el sector que encabezó la economía del país, a partir del año 2004 el sector construcción ha generado desarrollo económico del Perú, su dinámica de aumento sobrepasa al crecimiento nacional; a excepción del año 2011, donde se puede observar que su crecimiento fue inferior del crecimiento de la magnitud macroeconómica nacional denominada Valor Agregado Bruto cuyas siglas son: VAB con respecto a la disminución del gasto público que estaba dirigido a la inversión en infraestructura (Rivera & Ruiz, 2021).

La Gerencia de Planeamiento, Presupuesto y Desarrollo Corporativo Subgerencia de Desarrollo Corporativo de la Municipalidad de San Isidro, indica que dicho distrito tiene una población flotante de 755 717 personas diarias sobrecargando las principales avenidas en hora punta, lo que empeora la situación actual producto de la actividad constructiva y del aumento de la densidad demográfica en zonas residenciales que limitan con dichas avenidas.

El presente trabajo busca evaluar el impacto de las edificaciones multifamiliares a lo largo de la Av. Arequipa en el distrito de San Isidro entre los cruces con la Av. Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, ocupando 1km aproximadamente el área de estudio para la presente investigación.



### 1.1.1. Problema General

¿Cómo influyen las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del transporte urbano para proponer un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro?

### 1.1.2. Problemas Específicos

- a. ¿De qué manera las unidades inmobiliarias influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, Distrito de San Isidro?
- b. ¿De qué manera los estacionamientos de los edificios multifamiliares influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro?

## 1.2. Objetivo general y específico

### 1.2.1. Objetivo General

Determinar el impacto de las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del transporte urbano para proponer un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar el impacto de las unidades inmobiliarias que influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.
- b. Determinar el impacto de los estacionamientos de los edificios multifamiliares que influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

### 1.3. Delimitación de la investigación

#### 1.3.1. Delimitación temporal

Este estudio de tesis va a obtener datos in situ del tránsito vehicular y características de edificaciones de uso multifamiliar y comercial, desde los años 2016 hasta la actualidad; para su posterior análisis de componentes de un estudio de impacto vial.

#### 1.3.2. Delimitación espacial

El proyecto de tesis se va a realizar en el distrito de San Isidro que pertenece a la provincia de Lima del territorio peruano. Y el área de estudio es la avenida Arequipa desde la cuadra veintinueve hasta la treinta y siete, con cruces en el inicio, en la mitad y en el final, además en el cruce de los proyectos que se va a evaluar. También se va a utilizar como referencia estudios nacionales en lima centro, papers y normativa municipal.

#### 1.3.3. Delimitación temática

La situación por evaluar es el impacto de edificaciones de más de siete pisos de uso multifamiliar y comercial en el distrito de San Isidro, debido al aumento del tráfico vehicular propias del impacto de edificaciones y por el entorno, y sin tomar las medidas necesarias para mitigar o mejorar el área de estudio.

### 1.4. Justificación e importancia

#### 1.4.1. Justificación

##### a. Justificación teórica

Esta investigación de tesis nace de la necesidad de determinar el impacto de edificaciones de uso multifamiliar y comercial en la gestión del transporte; se hará uso de conocimientos teóricos y metodologías de la ingeniería de tránsito y componentes de estudio de impacto vial. Esto ayudará a solucionar futuros proyectos que tengan una problemática similar en los distritos de Lima.

b. Justificación metodológica

La congestión vehicular en la ciudad de Lima se ha agigantado de forma rápida hasta la actualidad, y se debe a varios motivos, por ejemplo: el crecimiento de la población, malas gestiones de autoridades respecto al tránsito, falta de planeación o mal uso del suelo. Este último relacionado a las construcciones de edificaciones multifamiliares y comercial que genera problemas de tránsito, por lo cual se necesita llevar a cabo un estudio a fondo, como el análisis de flujo de tráfico, capacidad, mediciones de tráfico, generación de viajes, determinación de los niveles de servicio, etc. Así cumplir con los objetivos propuestos y recomendar soluciones que ayuden a nuestra problemática.

c. Justificación práctica

Al demostrar que el impacto de las edificaciones de uso multifamiliar y comercial influye en la gestión del transporte se pretende promover estrategias, requisitos y planeación para el tránsito, para que así se tomen las decisiones correctas para nuevos proyectos, mitigando dicho impacto.

d. Justificación social

Para la viabilidad de un proyecto es necesario determinar la influencia de este en el área circundante y así poder planificar las medidas exactas para remediar o mitigar punto a punto cada aspecto causado por un proyecto. En esta tesis se busca recopilar información y resolver las necesidades de los ciudadanos en el área de impacto.

#### 1.4.2. Importancia

Durante años el crecimiento desordenado y no planificado de la ciudad de Lima ha influido directamente en la calidad de los medios de desplazamiento de los ciudadanos, sea transporte público, privado, ciclovías y peatonal. Por ello es importante enfatizar en el impacto que pueden tener los proyectos antes, durante y después de concluir una construcción para determinar un plan de mitigación para los proyectos de gran magnitud.

La Municipalidad Metropolitana de Lima en conjunto con las municipalidades distritales tienen la responsabilidad de planificar la gestión del transporte urbano, por ello deben exigir a las empresas que ejecutan

proyectos de gran magnitud a la realización y verificación de los estudios de impacto vial.

Asimismo, es de suma importancia que la entidad responsable defina con claridad cuándo es necesaria la realización de un EIV y cuál será el contenido de este. Tales lineamientos y requerimientos solicitados deben ser fiscalizados por las autoridades competentes y ser ejecutados al pie de la letra con el fin de lograr el objetivo fundamental del estudio, el cual es hacer una evaluación y mitigar los impactos que se van a producir sobre el transporte vial a la ejecución de un proyecto de gran envergadura. El Institute of Transportation Engineers (ITE) ha establecido ciertos requerimientos para el buen desarrollo de un Estudio de Impacto Vial, los cuales han servido como guía base en muchos países con realidades similares a las del Perú como lo son Ecuador, Guatemala, Colombia, México entre otros. Es por ello, que hay similitud entre sus respectivos reglamentos. Además, de acuerdo con los estudios realizados por el ITE se puede concluir que la adición de 100 vehículos por hora en la máxima hora pico es más que suficiente para cambiar el nivel de servicio de una vía/ intersección (Chávez Cruces & Matos Arana, 2018). Dichos cambios pueden servir de gran utilidad para sobrellevar el problema en los distritos afectados, aumentando el número de carriles, limitando el volumen de vehículos circundantes, proporcionando espacios para poder parquear los coches o construyendo infraestructuras necesarias para ajustar el flujo en las vías.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## 1.1. Antecedentes del estudio de investigación

Considerando que San Isidro por su amplia tradición histórica ligada a Condes y gente de poder en el país siempre ha mantenido un sistema vial ordenado y organizado, limitando mucho el acceso de las personas a las zonas residenciales, hoy en día el distrito mantiene el orden y la organización de aquella época, sin embargo la alta demanda de vivienda y centros laborales han perturbado la tranquilidad de los vecinos ocasionando mucho caos y concurrencia en las vías principales como la Av. Arequipa.

## 1.2. Investigaciones relacionadas con el tema

### 1.2.1. Investigaciones internacionales

(Wang, y otros, 2019), en su artículo sobre el análisis de impacto del tráfico adicional inducido por la construcción del proyecto durante eventos especiales planificados, en Shanghai.

Las dudas sobre qué tan considerable es el impacto del tráfico adicional inducido por la construcción del proyecto en las vías urbanas y si la construcción debe seguir durante los eventos especiales planificados representa un problema crítico. En esta investigación, se detalla un marco de metodologías y flujo de trabajo para evaluar el impacto del tráfico inducido por la construcción del proyecto durante eventos especiales. En primer lugar, evaluamos las particularidades del flujo de tráfico atraído por eventos especiales y el flujo de tráfico inducido por la construcción de proyectos. Luego indicamos cómo evaluar el impacto del tráfico inducido por la construcción del proyecto durante eventos especiales y planteamos métodos de análisis cuantitativos, que son de naturaleza diferente al enfoque tradicional del análisis del impacto del tráfico. Tener en cuenta que el análisis de las características del flujo de tráfico es dos, la primera es la Características del tráfico atraído por el evento especial previsto: 1) Incertidumbre y desequilibrio, 2) Distribución espacial-temporal desigual y pico evidente, 3) Origen-destino, 4) Tráfico significativo. La segunda es la Características del tráfico inducido por la construcción del proyecto: 1) Ruta limitada, 2) Origen-destino y volumen determinados, 3) Organización flexible del viaje. Y el marco de metodologías y flujo de trabajo en el análisis de impacto de tráfico es: 1) Recopilación de datos básico y

materiales, 2) Información del proyecto y recopilación del cronograma de construcción, Estudio de la situación actual, Previsión de tráfico y plan de operación especial, 3) Previsión de la demanda de tráfico inducida, Operación de tráfico inducido, Evaluación de la situación actual, Evaluación de la situación durante evento especial, 4) Evaluación de la situación con la construcción del proyecto, Evaluación de la situación sin construcción del proyecto, Comparación, 5) Impacto soportable, No-Ajuste y optimización, Si-Gestión y mejora del tráfico.

Los resultados detallan que el impacto de tráfico de esta construcción de gran altura durante la Expo es moderado; se consideró el peor de los casos. Del estudio se concluyó que el método de análisis es confiable, el impacto de tráfico negativo de la construcción de gran altura en la Expo es insignificante y las estrategias de operación y gestión sugeridas son efectivas. Se propone que la evaluación consista en la recopilación de datos, previsión de la demanda de tráfico y evaluación con y sin construcción del proyecto durante eventos especiales.

(Hyari, El-Mashaleh, & Rababeh, 2015), realizó una investigación titulada “Marco para la gestión de los impactos en el tráfico de los proyectos de construcción de edificios”, Jordania. Un marco para mitigar los impactos de tráfico de las construcciones de edificios en áreas urbanas y consta de dos etapas: identificación de los requisitos logísticos de construcción y desarrollo de un plan de mitigación de impacto para controlar los efectos negativos del tráfico de construcción en la red vial y la comunidad circundante. La metodología adoptada incluye (1) una revisión de los planes de gestión del tráfico de construcción disponibles para veinte grandes proyectos de construcción en todo el mundo, (2) visitas al sitio a siete grandes proyectos de construcción de edificios en áreas urbanas y (3) sesiones de grupos focales multidisciplinarios para extraer conocimiento y sintetizar el marco propuesto para la gestión de los impactos de tráfico de los proyectos de construcción de edificios.

De los resultados se pudo obtener que es importante proporcionar orientación a los planificadores de la construcción en la gestión sobre los impactos de tráfico de las construcciones de edificios. De la investigación se

concluyó que la perturbación general y la molestia asociada con los proyectos de construcción de edificios deben ser mitigadas por los planificadores de la construcción y los administradores del sitio.

(SH, H, & W, 2019), en su papers sobre el efecto del edificio de gran altura contra el transporte en el área del campus, en Indonesia. Este estudio tiene como propósito conocer el nivel de servicio vial y proponer alternativas de solución a los problemas de transporte en la zona vial de Jatinangor. El rápido crecimiento de Jatinangor produjo cambios en el uso del suelo, incrementando las construcciones de edificios de gran altura y el crecimiento de la población. Este cambio acelerado ha resultado tener un aumento de volumen en el tráfico causando congestión vehicular, accidentes, disminución del confort. La zona de Jatinangor tiene cuatro proyectos de edificios de gran altura: el primer proyecto llamado Pine Wood consta de 4 torres con 20 pisos cada una y con un tamaño de 3000 m<sup>2</sup> y 755 unidades, el segundo proyecto llamado Easton park consta de 3 torres con 23 pisos cada uno y con un tamaño de 5600 m<sup>2</sup> y 1535 unidades, el tercer proyecto llamado Taman Melati consta de 1 torre de 20 pisos y con un tamaño de 2,5 ha y 775 unidades, y el cuarto proyecto llamado Sky consta de 4 torres con 20 pisos cada una y con un tamaño de 4,5 ha y 750 unidades.

Según los cálculos del nivel de servicio y las directrices con relación a los proyectos y al corredor de la vía. El resultado fue de un 65% del flujo de tráfico en el corredor siendo inestable y teniendo un nivel de servicio D, E y F, provocando largas colas. También se tuvo un 64% en el corredor teniendo un nivel de servicio B y C, donde el flujo de tráfico fue estable. De la investigación se concluyó que después de la construcción de los proyectos hubo un aumento en el volumen de tráfico de 763 SMP que es 20% del número de habitaciones de cada apartamento construido; en la actualidad se ha producido una disminución media de la velocidad de los vehículos de 55 km/h a 18,59 km/h, es decir, una disminución del 34% de la velocidad prevista.

(García, 2019), en su tesis de maestría “La gestión del transporte urbano. Una oportunidad para un modelo integrado de transporte en Santiago de Chile”. Tiene como objetivo principal analizar la suficiencia del modelo de gestión de transporte urbano en Santiago de Chile y responder a la dinámica metropolitana que conforma un crecimiento urbano en desarrollo hacia las periferias. Se tiene un estudio del modelo de gestión del transporte público, partiendo de la gobernanza para así responder a las recientes dinámicas metropolitanas.

Según los resultados se tiene una institucionalidad sólida concentrada en la jurisdicción central, pero con debilidades técnicas a nivel local porque no hay capacidad de solución a los asuntos específicos. Por eso es recomendable capacitar a nivel local, con la intención de ser la contraparte legítima en los proyectos que se gestionan a nivel central y en el mejor de los casos proponer soluciones en las deficiencias que tienen los municipios. En el modelo de gestión se valora cada vez más la colaboración de los actores en los procedimientos de la sociedad civil, representados por promover el transporte no motorizado como son las bicicletas y que necesitan la construcción de ciclovías, pero que en muchos casos se promueven más como una moda, en vez de ser una mejora en el servicio de movilidad. De la investigación se concluyó la propuesta por parte de los actores entrevistados relacionado a la integración del transporte con las comunas aledañas, la cual es optar por una tarifa diferente y menor en comparación de la tarifa doble actual para personas que se movilizan desde la periferia. Y también un ente como máxima autoridad del transporte la cual se dedique a coordinar temas urbanos, como los usos de suelo y su relación con las carencias de transporte.

(Quintero, Palmar, Andureza, Casanova, & Díaz, 2008), en su paper evaluación de la experiencia obtenida en los Estudios de Impacto Vial y propuesta para su ejecución e implementación, elaborada en Venezuela. Lo importante que son, los Estudios de Impacto Vial EIV para la ejecución de construcciones en los sectores residenciales, comerciales, industriales y espectáculos masivos, siendo un requisito indispensable por las diversas Municipalidades para la buena pro de las construcciones. Los Estudios de Impacto Vial



permiten evaluar y medir las necesidades de movilidad al inicio de nuevos desarrollos, también tener buena accesibilidad vial sobre la infraestructura existente y reducir los impactos en los sectores adyacentes. A continuación, se hace mención sobre algunas medidas mitigantes para los impactos de la red de transporte: 1) En las intersecciones hay que reprogramar los semáforos con relación al tiempo y a su configuración de fases, para así tener redes de semáforos sincronizadas. 2) Tener un diseño y construir de acuerdo a la proyección de demanda, paradas de transporte público y reduciendo los impactos de maniobras para tomar y dejar pasajeros. 3) Las medidas de mitigación que se ponen en funcionamiento deben estar acorde con la normativa vigente para el diseño geométrico, la señalización, demarcación, semáforos, etc.

Se concluyó y recomendó que los Estudio de Impacto Vial buscan mejorar la calidad de vida de la comunidad, siempre y cuando los Organismos Municipales, Ejecutores del Estudio de Impacto Vial, Propietarios de Desarrollo y Comunidades trabajen conjuntamente logrando ser efectivos en el desarrollo de los EIV. Los ejecutores de los Estudios de Impacto Vial tienen que ser profesionales especialistas en transporte. En Venezuela se tiene que desarrollar un plan para poder contar con los índices de tasas de generación de viajes. También elaborar un Estudio de Impacto Vial con el propósito que los patrones de flujo generados por el funcionamiento de los nuevos desarrollos tengan una apropiada infraestructura de transporte.

(Riveros, 2012), en su proyecto de grado en Ingeniería Civil “Debilidades y oportunidades en la planeación de transporte y movilidad de Florencia, Caquetá”, elaborado en Colombia. Los nuevos lineamientos básicos a nivel de planeación por el crecimiento de la ciudad en lo socioeconómico, en la política y en el transporte, esta última generando congestión y accidentalidad. Florencia se define en gran medida por 3 elementos que son: su infraestructura, su transporte y su tránsito. Se quiere probar que en Florencia la planeación de transporte no tiene la importancia que debería, ya que se desea combatir el crecimiento de la congestión. En el 2008 se aprobó la Planeación de transporte en Florencia, pero desde su planeación evidenció problemas que influyen en su posterior implementación. Para que

la planeación de transporte llegue a un buen recaudo necesita actores de gran importancia y que influyeran de una u otra forma entre ellos, y estos son: La comunidad, La administración local, Transportadores y Los planeadores.

Del proyecto se concluyó que para mejorar los procesos de planeación de transporte en la ciudad de Florencia los profesionales y técnicos deben capacitarse continuamente. Las entidades institucionales deben trabajar conjuntamente y complementarse para ser eficientes y efectivas logrando una planeación correcta. Deben elaborar metodologías de recolección de datos, medidas de control y actualización de información para evaluar el rendimiento del sector a través del tiempo, teniendo una continuidad en los proyectos y en la política. Los proyectos de transporte se deben analizar minuciosamente e implementarlos de forma integral, para que cada parte contribuya de forma correcta y en el momento preciso, sin desperdiciar los recursos. La ciudadanía tiene que estar familiarizada con las políticas regulatorias del sector en caso de que las municipalidades no cumplan, para el beneficio de todos.

(Anapolsky & Pereyra, 2012), en su artículo desafíos de la gestión y la planificación del transporte urbano y la movilidad en ciudades argentinas. Se hace un análisis estimando las transformaciones demográficas y socio-territoriales de la gestión tradicional y la gestión de la movilidad y transporte, la última con carencia institucional. Los análisis estimados dieron una nueva forma de movilidad en las ciudades argentinas. Las áreas centrales de ciudades argentinas se están expandiendo hacia las periferias, acompañado por acciones públicas o motorizado sin ningún control normativo, provocando caos y mayor demanda de movilidad por los ciudadanos en el transporte urbano. Se debería tener un crecimiento planificado, acorde con los cambios de densidad en las ciudades y su relación con la densidad poblacional. En la amplitud de la extensión urbana existen dos situaciones, que son: 1) Que el crecimiento urbano hacia la periferia se diferencia de un monto económico en el suelo de cada uno, y además tener una mayor accesibilidad en la zona urbana; 2) Las Inversiones Públicas están permitiendo mejores relaciones entre los sectores periféricos

y teniendo una mejor accesibilidad metropolitana. La expansión urbana es por causa de no cumplir acciones planificadas, lineamientos y normativas. El aumento de zonas urbanas genera demanda en transporte e infraestructura, y los gobiernos locales deben tomar acciones para satisfacer las necesidades; en muchos casos no hay un área encargada del planeamiento urbano y de planificar las demandas de infraestructura y de transporte.

Del artículo se concluyó que las ciudades argentinas están enfrentando un crecimiento demográfico y la expansión territorial, y busca atender las realidades en todo el territorio asegurando las mismas oportunidades de uso del espacio urbano. También mejores opciones de institucionalidad y gobernabilidad, para integrar el planeamiento urbano con la movilidad y tener una mejor región.

#### 1.2.2. Investigaciones nacionales

(Chávez Cruces & Matos Arana, 2018), en su tesis titulada “Evaluación del impacto vial ocasionado por el proyecto multifamiliar Beyond High Living mediante las recomendaciones del ITE”. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Objetivo Principal y Específicos: Analizar el desarrollo de un Estudio de Impacto Vial EIV ocasionado por la construcción de un proyecto multifamiliar BEYOND HIGH, además de hacer el registro in situ de la vía con conteos vehiculares y poder analizar las condiciones del sistema de tránsito, estableciendo la capacidad y niveles de servicio del sistema de tránsito, y precisar los impactos de la implementación del proyecto urbano en el sistema vial y validar la metodología de un EIV propuesta por el ITE mediante su comparación con el EIV del proyecto.

La conclusión de dicha tesis fue que las condiciones de uso de la vía mediante el aforo de flujos vehiculares fueron encontradas mediante el HCM 2010. La “Empresa” utiliza el programa TRANSIM V que utiliza la metodología Costo Marginal. No obstante, por las 2 metodologías para el cálculo del nivel de servicio se obtuvo los mismos resultados catalogando a la intersección en estudio en un nivel de servicio con denominación “E” en el 2012 antes del proyecto. También se determinó el nivel de servicio proyectado con un valor de F lo que difiere de lo calculado por la empresa.

Se comparó estos resultados con el aforo actual, al utilizar la fórmula propuesta por el “Trip Generation Manual” para edificios de uso residencial resulta en menos viajes durante la hora pico comparado por lo calculado por los tesisistas. Según la fórmula descrita en el punto 5.1.1 se calculan 110 viajes divididos en generados y atraídos y lo que difiere significativamente con los 244 viajes calculados. Se valida la utilización de las recomendaciones del ITE ya que en las proyecciones se observa una varianza del 1.8% de diferencia con la realidad y en el nivel de servicio se determina un cambio de “E” a “F” debido a la construcción del proyecto.

(Velasco, 2017), realizó una investigación de tesis por título “Los estudios de impacto vial y el tráfico generado en la ciudad de Lima”. El objetivo general fue obtener una perspectiva cuantitativa y realista del tráfico ocasionado por las construcciones de proyectos inmobiliarios en Lima. Donde los objetivos específicos que se tienen son: 1) Estimar relaciones que relacionen el tráfico generado de un proyecto con los parámetros de este. 2) Comparar los valores obtenidos del tráfico generado real con los valores adoptados en los EIV de los proyectos inmobiliarios. Se analizaron 4 proyectos inmobiliarios de diferentes contextos, con sus respectivos valores de generación de viajes asumidos en sus EIV para luego comparar dichos valores. Después se realizaron 5 mediciones de tráfico generado en las horas punta consideradas en sus EIV del proyecto. Donde se encontró que las mediciones de tráfico generado real de los proyectos difieren en gran manera de aquellos considerados en su EIV, teniendo variaciones que oscilan entre -70% a +50%. Adicionalmente, se observó que sólo existe un proyecto cuyo tráfico generado real era mayor que aquel considerado en su EIV y se puede afirmar la hipótesis que afirmaba que el tráfico generado real de un proyecto era generalmente menor a aquel considerado en su EIV. Luego se desarrolló un análisis de regresión lineal y logarítmico con las variables independientes, las cuales son: número de habitantes, número de viviendas, número de estacionamientos, área construida y área de terreno de los proyectos inmobiliarios

De la investigación se concluyó que la regresión lineal es la más adecuada para la estimación del tráfico generado, y se comprobó la hipótesis principal

del proyecto, la cual indicaba que el tráfico generado tenía una relación directa con alguna de las características del proyecto. Además, se seleccionaron las ecuaciones de correlación que predicen de mejor manera el tráfico que generará el desarrollo de un proyecto, pero estas ecuaciones no se encuentran en los requerimientos de la municipalidad para el desarrollo de los EIV, y no se va a poder estimar el tráfico generado, comprobándose así la hipótesis que afirmaba que la metodología para determinar el tráfico generado en los proyectos inmobiliarios en la ciudad de Lima es inadecuada.

(Molina, 2019), en su tesis titulada “Impacto de los proyectos inmobiliarios y transporte público informal en la circulación: Un enfoque desde la microsimulación”. Tiene como propósito analizar las condiciones de circulación vehicular y peatonal correspondientes a un tramo de la avenida Brasil entre las avenidas Simón Bolívar y Mello Franco. Y se identificaron tres escenarios diferentes durante hora punta: el primero que corresponde a un día típico, el segundo visibiliza el cierre de las pistas auxiliares de la avenida por actividades constructivas de una edificación multifamiliar, y el tercero refleja un escenario en el cual la calzada central es exclusiva para el tránsito de transporte público y las auxiliares para otros tipos de vehículos. Aplicaron la microsimulación en los softwares VISSIM y VISWALK 8.0 para modelar el movimiento de vehículos y peatones en una red de tráfico. Los resultados mostraron que, los tiempos de viaje en la pista central de la misma avenida en dirección NE-SO incrementaron en 44.32%, en la pista auxiliar con la misma dirección incrementaron en 10.43%, y en el tramo que va desde la av. Mello Franco hasta la cl. Coraceros incrementaron en 3.35%. Por otro lado, las longitudes de cola en las pistas auxiliares de la av. Brasil en dirección NE-SO y SO-NE aumentaron en 61.57% y 163.12%, respectivamente. También se observa que en las pistas auxiliares de la av. Brasil en dirección N-E y S-O aumentaron en 211.22% y 42.49%, respectivamente. Además, en la av. Mello Franco aumentó en 9.26% y finalmente en la av. Bolívar con dirección NO-SE incrementó un 37.09%. En la evaluación para los tiempos de viaje peatonales se observó que en un cruce peatonal de la pista auxiliar de la av. Brasil en dirección SO- NE se

dio un incremento de 10.53%, en otro cruceo ubicado en la cl. Coraceros el incremento fue de 0.75% y finalmente, en el cruceo ubicado en la pista auxiliar de la av. Brasil en dirección NE-SO se incrementó en 5.01%. La circulación exclusiva de unidades de transporte público masivo por la pista central de la av. Brasil demostró un notable beneficio que se refleja en la reducción de 24.53% en los tiempos de viaje vehiculares en dicha calzada, en comparación con el primer escenario o escenario típico, además los tiempos de viaje peatonales disminuyen 16.89% en el cruceo peatonal con mayores conflictos, y las longitudes de cola disminuyen 67.31% en dirección NE-SO y 43.68% en dirección SO-NE. Se encontraron potenciales limitaciones con respecto a la modelación de redes que consideran paraderos improvisados en vías exclusivas para transporte público utilizando VISSIM y WISWALK 8.0, las cuales pueden influir en la proximidad del modelo con la realidad. De la investigación se concluyó que el efecto de las zonas de trabajo de construcciones multifamiliares es negativo para la circulación en la zona evaluada; debido a que los parámetros tanto de eficiencia vehicular como peatonal incrementan, lo cual está directamente relacionado con pérdidas económicas.

(Marín & Enero, 2020), en su tesis titulada “Análisis del impacto vial producido por el establecimiento de un edificio multifamiliar de 20 pisos y 80 estacionamientos ubicado en la Avenida Arequipa utilizando el modelo de microsimulación de Wiedemann 74”. Plantea una solución a la congestión vehicular ocasionado por el establecimiento de un proyecto multifamiliar a través de propuestas de mejora en la infraestructura vial, la cual reducirá las demoras por control y optimizará los niveles de servicio por medio de los parámetros de diseño del modelo de microsimulación de Wiedemann 74.

De la investigación se concluyó que para la calibración y validación del modelo de Wiedemann 74 se utilizó como parámetro de eficiencia al tiempo de viaje promedio de vehículos que atravesaron la Av. Arequipa en sentido Norte y Sur y Jr. Pablo Bermúdez. En base al análisis, se obtuvieron parámetros de distancia promedio ( $ax$ ) = 1, distancia de seguridad deseada ( $bx_{dd}$ ) = 3 y ( $bx_{mult}$ ) = 3 que caracterizan al estilo de manejo de los conductores locales. El movimiento 52 (flujo en sentido a la izquierda que va desde la Av. Arequipa hacia Jr. Pablo Bermúdez) ha presentado un

aumento de vehículos durante la hora pico con respecto al aforo del año 2018, el cual asciende a 107.51% (este porcentaje de aumento equivale a 444 vehículos). Este giro ha provocado los mayores conflictos en el área de estudio. En el escenario actual, las demoras por control obtenidas en las intersecciones de la Av. Arequipa-Jr. Emilio Fernández, Av. Arequipa-Jr. Pablo Bermúdez y Av. Arequipa-Jr. Ramón Dagnino resultaron en 37.22, 34.89 y 5.55 segundos respectivamente. Así mismo, los niveles de servicio de dichas intersecciones fueron de “D”, “D” y “A” respectivamente. En el escenario proyectado a 5 años, las demoras por control obtenidas en las intersecciones de la Av. Arequipa-Jr. Emilio Fernández, Av. Arequipa-Jr. Pablo Bermúdez y Av. Arequipa-Jr. Ramón Dagnino resultaron en 53.32, 38.69 y 3.93 segundos respectivamente. Así mismo, los niveles de servicio de dichas intersecciones fueron de “E”, “D” y “A” respectivamente. Los viajes generados por el edificio multifamiliar fueron determinados por medio de la variable independiente: cantidad de estacionamientos. Se determinó que el flujo vehicular generado por la implementación del edificio no produce mayor impacto dentro del área de influencia debido al bajo aforo producido en su hora pico.

(Marcelo & Monzón, 2015), realizó una investigación de tesis titulada “Análisis del impacto vial para el proyecto de ampliación de instalaciones de la Universidad Peruana Cayetano Heredia”. Tiene como objetivo la determinación de impactos negativos que se pudiera generar en el movimiento vehicular y peatonal por el funcionamiento de un proyecto. La investigación se enfocó en el análisis y evaluación del Estudio de Impacto Vial EIV para el proyecto de ampliación de instalaciones de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. La propuesta de desarrollo de la investigación surge como necesidad de la Supervisión del proyecto por desarrollar un EIV a la fecha actual. Se contó con un EIV previo, el cual ha sido desarrollado hace más de un año por la consultora del proyecto, motivo por el que la Supervisión desea contar con un EIV actualizado. El referido proyecto contará con varios trabajos de infraestructura, como son la ampliación de diversas instalaciones, y, dentro de la propuesta del proyecto, se contempla la construcción de una playa de estacionamiento. Es así como surge la

necesidad de llevar a cabo un EIV, que permita conocer el impacto de esta nueva infraestructura sobre el tráfico actual, y así tomar las medidas necesarias para mitigar el impacto negativo en el tránsito.

De los resultados se obtuvo que los niveles de servicio por parte del consultor son de nivel de servicio D para la intersección y los tesisistas han hallado el cálculo en E para el EIV Base. Y con los datos actuales al 2015 (tercer EIV), se tiene que los niveles de servicio en condiciones actuales sin proyecto son de nivel D, es decir, que estos se han mantenido en el transcurrir del 2014 al 2015. Pero, que con proyección del proyecto se tiene un LOS de E. Es decir, que el proyecto si tendrá impactos en el transporte en el área de estudio. Concluyendo que las medidas de mitigación de un estudio de impacto vial deben ser monitoreados periódicamente a fin de poder verificar los niveles de servicio y establecer mejoras en el transporte.

### 1.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

La ingeniería de transporte y tránsito es el área de conocimiento de la ingeniería civil que se dedica a los problemas del transporte en general, y uno de esos temas es el transporte urbano.

Se define Ingeniería de Transporte de la siguiente manera, ejecución de axiomas tecnológicos y científicos a la planeación, a la operación, a la utilidad y a la administración del sistema de transporte, proporcionando de manera económica, rápida, segura, y conveniente la movilización de personas y mercancías. (Homburguer, Kell, & Perkins, 1994).

Se define Ingeniería de Tránsito de la siguiente manera, periodo de la ingeniería de transporte en donde interviene la planeación, operación y el proyecto geométrico en el tránsito de las vías y en los distintos modos de transporte. (Homburguer, Kell, & Perkins, 1994).

Se define Planificación de Transporte y Gestión de Tránsito de la siguiente manera, Primeramente, y como objetivo de más largo plazo, es el de hacer cambios en el uso del suelo para reducir la intensidad y la localización por el desplazamiento de las personas, además proveer medios de transporte. “En segundo término está la necesidad de influir, tanto como sea posible, sobre la partición modal, de manera que los sistemas de transporte disponibles sean utilizados obteniendo los máximos beneficios sociales” (Fernández Aguilera, 2014).



### 1.3.1. Construcciones de Edificios

#### A) Unidades habitacionales

Según Le Corbusier en el libro *Unité d'habitation* describe el concepto de unidad habitacional como al edificio que incluya todos los servicios necesarios para la vida, ya sea escuela, lavandería, biblioteca, gimnasios, tiendas y lugares de reunión. Se terminó de acuñar dicho término después del año 1950 cuando iniciaban los proyectos de reconstrucción en Europa, después de la segunda guerra mundial en el 1945, en el cual los proyectos inmobiliarios empezaron a considerar espacios de área común.

El día de hoy muchas unidades inmobiliarias ya incluyen piscinas y gimnasios en las zonas de área común, así como zonas de parrilla e incluso guarderías, intentando incluir la mayor cantidad de servicios en el edificio para beneficio de los propietarios.

##### a. Zona Comercial

Aquella extensión territorial cuyo objetivo principal es el comercio, las grandes ciudades determinan ciertas zonas de la ciudad para este tipo de actividades como en los centros comerciales, mercados o zonas donde se desarrolle el comercio, procurando siempre mantener el orden, optimizar los espacios y mantener la seguridad.

##### b. Oficina

Todo espacio de trabajo orientado al desarrollo de alguna actividad laboral o administrativa es considerado oficina, existen muchas formas de distribuir el espacio en una oficina según la función, sin embargo, un edificio de oficinas es aquel cuya distribución de espacios está diseñada exclusivamente para trabajar, con salas de reuniones, ambientes amplios para cubículos con computadoras, zonas de copias, zonas de atención a clientes, etc.

#### B) Estacionamientos

“Todo plan de vialidad urbana debe considerar la construcción, o habilitación de estacionamientos, pues se considera que de las 24 horas del día un vehículo particular permanece estacionado aproximadamente 21 horas” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

“Para que el sistema de transporte automotor sea eficiente deberá disponer de espacios adecuados de estacionamiento, en todos aquellos lugares donde se generen viajes, pues de lo contrario los efectos resultantes son las demoras, la congestión” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994), además de los costos adicionales en el entorno.

La génesis del problema del estacionamiento son las terminales, los vehículos y el sistema de arterias viales. “Por tal motivo debe existir un balance entre el proyecto y la construcción de calles y terminales con los requerimientos y necesidades del flujo vehicular” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981). Lo que permite preguntarse que será más idóneo, si facilitar áreas libres para el estacionamiento de vehículos o darle agilidad al flujo vehicular. “Dado que las dos interrogantes tienen la misma importancia, será necesario en primer lugar establecer tramos de arterias viales en las cuales podrá ser prohibido o permitido el estacionamiento” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

Así, existirán vías principales exclusivas para el tránsito de vehículos, en las cuales estarán prohibidos los estacionamientos. “Las calles colectoras o secundarias por otro lado, podrán tener o no libertad de estacionamiento, y por último, las calles locales, las cuales son para movimientos vehiculares dentro del área en que se encuentran” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

Para que las vías principales funcionen con la eficiencia necesaria, deberá existir un proyecto alineado con los usos del suelo por donde se construirá la arteria, para que así no provoque incomodidad o enfado al usuario por no poder parquear en la zona de influencia su vehículo, o por el contrario, al no tomar en cuenta los usos del suelo, se vea en la obligación de parquear los vehículos sobre las arterias, por ende con el entorpecimiento del flujo vehicular (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

#### a. Tipos de Estacionamiento

Según (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981) existen dos tipos de estacionamiento:

1. En la calle, los cuales pueden ser controlados por medio de parquímetros o gratuitos.

2. Fuera de la calle. Se refieren a aquellos lotes que no se encuentran en la vía pública y se pueden clasificar como sigue:
- Lotes de superficie.
  - Garajes: elevados, subterráneos y ambos.

b. Oferta y demanda

Para estudiar las particularidades de los estacionamientos en diferentes zonas, se realizan inventarios que permitan establecer la demanda de espacios e identificar la escasez, con la finalidad de incrementar y ofrecer espacios disponibles.

“Uno de los estudios que se realizan en las ciudades modernas es el de usos del suelo, o destino de los edificios, y la necesidad correspondiente de espacios de estacionamiento” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

“Se entiende por oferta, los espacios disponibles de estacionamiento tanto en la vía pública como fuera de ella. Para cuantificarla, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamientos disponibles” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

Se entiende por demanda, la información de dónde y por cuánto tiempo se estaciona la gente, o su variación horaria fuera y dentro de la vía pública. Representa la necesidad de espacios para estacionarse, o la cantidad de vehículos que desean estacionarse con cierta duración o para un motivo específico (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

“La anterior información se puede complementar con un aforo en cordón” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

La Ecuación 1 permite calcular el índice de rotación, con el fin de conocer la cantidad de vehículos por estacionamientos, incluso para un periodo específico.

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

### c. Conteos de cordón

Estos son convenientes para determinar el volumen y clasificación de todos los vehículos que ingresan y salen de la zona acordonada, por las diferentes calles que la integran, y para valorar la ocupación de estacionamientos o demanda potencial de ellos, durante las horas pico del día o fuera de ella (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

“Consiste en colocar personal entrenado en todas las calles que cruzan el cordón, con el fin de realizar conteos de vehículos y su clasificación, agrupándolos en periodos de tiempos de 15 minutos preferiblemente” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981), con la finalidad de comprobar el comportamiento del tránsito.

“Estos conteos podrán ser aumentados para obtener volúmenes promedio del día, mediante factores obtenidos de estaciones de conteo mecánicas las cuales serán instaladas mientras dure el estudio” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

### d. Estudios de estacionamiento

Según (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981) el procedimiento para realizar un estudio de estacionamiento adecuado comprende los siguientes pasos:

1. Seleccionar los jefes de grupo que se encarguen de la planeación, la supervisión durante la ejecución de los estudios de campo y del análisis de la información recopilada.
2. Delimitación del área en estudio, ya sea el centro de la ciudad o cualquier otro centroide con problemas de estacionamiento. Este límite suele tomarse dos o tres cuadras fuera de la zona de análisis.
3. Preparación de un plano con el levantamiento de la zona, en donde se ubicarán las diferentes facilidades de estacionamiento y los existentes de la calle.

Servirá además, para colocar sobre él los sentidos de circulación y la localización del personal que se encargará del levantamiento de los datos.

4. Establecimiento de un código que identifique perfectamente las diferentes calles y cuadras que componen el área en estudio.

5. Programa de realización del análisis.
6. Preparación de un mapa con los diferentes valores del uso de la tierra, para fines posteriores.
7. Realizar una investigación sobre leyes relativas a los estacionamientos.
8. Preparar las formas para las entrevistas, y los manuales para el personal de campo.
9. Selección del personal tanto de gabinete como de campo.
10. Preparar tanto a los jefes de grupo como al personal encargado de realizar los estudios de campo para tomar decisiones en cualquier eventualidad.
11. Informar al público del tipo de estudio que será realizado y las ventajas que reportará el mismo, con el fin de obtener mayor cooperación.

e. Interpretación analítica de los datos

“Mediante ecuaciones de regresión múltiples en las que se harán intervenir parámetros de suficiente consistencia, tales como potencial económico de la zona en estudio, áreas de diferentes usos del suelo, otros” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981); se podrá obtener la demanda actual, y futura con base a ciertas proyecciones. Esto podrá ser conveniente, para efectos de cuantificación de demanda en zonas similares a las examinadas. La Ecuación 2 es de regresión múltiple, y tiene el fin de relacionar la variable dependiente e independiente en torno a los estacionamientos.

$$y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \dots + A_nX_n \dots\dots\dots\text{Ecuación 2}$$

donde:

y = Número de cajones para estacionamientos requeridos

A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ... A<sub>n</sub> = Parámetros de regresión

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, ... X<sub>n</sub> = Variables independientes obtenidas durante la etapa de recopilación de la información

f. Acceso vehicular y peatonal

Según (Gomero, 2017) en su tesis “Diseño de un sistema de acceso vehicular a la PUCP basado en tecnología RFID y detección de placas vehiculares” Dentro del análisis de los sistemas de acceso vehicular, es de gran índole reconocer cuál es la demanda del usuario final y cuáles son las oportunidades de mejora para estos sistemas.

Para (Sánchez, 2008) en su tesis “Diseño de un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales” En los últimos años, se ha notado que las personas optan por diferentes medidas de seguridad con mayor frecuencia para evitar el robo en sus viviendas, lo cual ha originado que se busquen nuevas y mejores medidas de seguridad. Actualmente, en diferentes zonas del país se puede apreciar que las calles han sido cerradas por tranqueras metálicas, de madera o grandes bloques de piedra, pero indiscutiblemente la manera más utilizada es la instalación de rejas. La tecnología para sistemas de control de acceso vehicular no está muy difundida en el país, ya que son muy pocos los lugares en los que se cuenta con un sistema automatizado, como es el caso del aeropuerto Jorge Chávez, en donde al momento de ingresar, se proporciona un ticket y luego se abre automáticamente la barrera vehicular.

Acorde a lo anteriormente expuesto los accesos vehiculares públicos son de libre tránsito para todos los ciudadanos, la obstrucción de los accesos vehiculares públicos por motivo de inseguridad ciudadana solo dificultará el flujo natural del tránsito.

### 1.3.2. Gestión del Transporte Urbano

#### A) Congestión vehicular

En los periodos de máxima demanda, la circulación vehicular se va tornando defectuosa con pérdidas de velocidad, lo que provoca que el sistema tienda a saturarse, llegando a funcionar a niveles de congestión provocando demoras y colas asociadas.

“Las demoras y las colas, resultado del congestionamiento, es un fenómeno de espera comúnmente asociado a muchos problemas de tránsito” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

La teoría de colas, a través de modelos matemáticos y uso de algoritmos, es una herramienta valiosa para el análisis de este fenómeno. En general, las demoras son producto de la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay periodos en que la demanda puede llegar a ser máxima, o se presentan porque la capacidad del sistema varía con el tiempo al darse el servicio por periodos (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

a. Elementos de un sistema de filas de espera

“Se genera una cola cuando los usuarios (vehículos) llegan a una estación de servicio cualquiera, ya sea, por ejemplo, un estacionamiento, una intersección con semáforo o no, un cuello de botella, un enlace de entrada a una autopista” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994), o una salida mediante un carril de vuelta, etc.

“Para considerar de manera apropiada un sistema de filas de espera tener en cuenta su comportamiento, ya que las llegadas y los servicios varían con el tiempo” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). Por lo que el comportamiento de la cola y los modelos esenciales para descifrar depende de los posteriores elementos:

1. Las llegadas (demanda) o características de entrada: Las llegadas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo(veh/h) o intervalos de tiempo(seg/veh). Su distribución puede ser tipo determinístico o probabilístico.
2. Los servicios (capacidad) o características de salida: También pueden ser expresados como tasas de flujo o intervalos, y su distribución también puede ser de tipo determinístico o probabilístico.
3. El procedimiento de servicio o disciplina de la cola: En la mayoría de los sistemas viales el procedimiento de servicios consiste en que el primero que llega es el primero que sale.

b. Análisis determinístico del congestionamiento

Se basa en el cálculo exacto del valor de una variable en función de otras variables que tienen valores específicos.

“En situaciones de congestionamiento, donde los patrones de llegada y servicios son altos, los enfoques a nivel macroscópico son los que más se aproximan a este fenómeno, describiendo la operación vehicular en

términos de sus variables de flujo” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994), mayormente tomadas como promedios.

1. Análisis de intersecciones con semáforo con régimen D/D/1: La intersección con semáforo es uno de los ejemplos más típicos de un fenómeno de espera, puesto que por la presencia de la luz roja siempre existirá la formación de colas de vehículos. Un régimen D/D/1 supone llegadas y salidas de tipo determinístico o intervalos uniformes con una estación de servicios.
2. Análisis de cuellos de botella: Se realiza a nivel determinístico y macroscópico, considerando que los patrones de llegadas y servicios de vehículos son continuos. En vialidades de flujo continuo, los cuellos de botella se presentan básicamente en aquellos tramos donde la sección transversal reduce su ancho en términos del número de carriles.

c. Análisis probabilístico de líneas de espera

Según (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994) sólo se expondrán los dos modelos más comunes y sencillos de mayor utilización en dificultades de tránsito. Válidas únicamente para condiciones en estado estacionario; que se ejecutan solamente cuando los patrones de llegadas y servicios se mantienen por largos periodos.

1. Sistema de líneas de espera con una estación de servicio: Se analizará el sistema de líneas de espera del sistema de filas con una estación de servicio, llegadas de acuerdo a una distribución de Poisson, tiempos de servicios exponenciales y disciplina de servicio “el que llega primero es servido primero”. Este sistema de filas de espera se define bajo el régimen M/M/1, para la cual se han desarrollado una serie de medidas de efectividad que permiten identificarlo. Un régimen M/M/1 supone llegadas y salidas de tipo probabilístico o distribuidas exponencialmente con una estación de servicio.
2. Sistema de líneas de espera con varias estaciones de servicio: Se estudiará el sistema de líneas de espera con varias estaciones de servicio, llegadas de acuerdo a una distribución de Poisson, tiempos de servicio exponenciales y disciplina de servicio “el primer vehículo se mueve hacia la primera estación de servicio vacante”. Se define



bajo el régimen M/M/K, donde K es el número de estaciones de servicio disponibles.

## B) Planes de Impacto vial

“Es el conjunto de actividades que permiten evaluar cualitativa y cuantitativamente los efectos que produce sobre el entorno vial y del transporte, el desarrollo urbanístico o el proceso de renovación de zonas o lotes de terreno” (MML, 2018), para así prevenir y mitigar impactos negativos aplicando técnicas idóneas y medidas administrativas, para que sea factible recuperar, alcanzar o mejorar el nivel de servicio actual del sistema vial adyacente.

### a. Etapas para un estudio de impacto vial

Las entidades encargadas de solicitar un estudio de impacto vial en el Perú son los municipios porque no existe una normativa oficial por parte del Gobierno Peruano. A continuación, se va a detallar etapas que debe tener un estudio de impacto vial para construcciones de proyectos, según el análisis de información de los lineamientos que solicitan las municipales a las empresas ejecutoras:

1. Trascendencia, envergadura y año horizonte del estudio: Para su ejecución es indispensable conocer los datos de volumen de tráfico, el historial de accidentes, la planeación del transporte.
2. Análisis de la zona del proyecto, la cual se desea medir el impacto: Para su ejecución se hace el reconocimiento in situ; y prosiguiendo al análisis del área de influencia, usos de suelos, geometría de la red vial, análisis de flujos de viaje y estacionamientos.
3. Estudio de tráfico: Se realiza el conteo y análisis de tráfico de la zona donde se encuentre el proyecto. El conteo se puede ejecutar de forma automática o manual, identificando la circulación y movimiento de los vehículos. Además, el estudio de generación y distribución de viajes, según las especificaciones del proyecto a ejecutar. Luego asignar viajes de proyectos ajenos afectando el tráfico de la red vial colindante. Para identificar los niveles de servicio y la capacidad que puede haber en la red vial de estudio.

### b. Requisitos de un estudio de impacto vial

(Velasco, 2017) mencionó los siguientes requisitos:

1. Datos de red vial: Datos de la geometría, volúmenes de tránsito, características de la red vial de acuerdo a su operación.
2. Capacidad de tránsito.
3. Niveles de servicio.
4. Acceso a propiedades adyacentes.
5. Sistema de transporte público.
6. Estadísticas de accidentes de tránsito.
7. Generación de viajes, atracción de viajes, distribución de viajes, modos de transporte y asignación de viajes.

c. Contenido de estudio de impacto vial

(Francisco, 2008) mencionó que mínimo debe contener lo siguiente un estudio de impacto vial:

1. Propósito del estudio y objetivos.
2. Descripción del sitio y área de estudio.
3. Condición existente del área a desarrollar.
4. Propuestas para la mejor ubicación del desarrollo en el sitio.
5. Desarrollos cercanos aprobados o en construcción.
6. Generación de viajes.
7. Distribución de viajes.
8. Modos de transporte.
9. Asignación de viajes.
10. Volumen de tránsito futuro y sus componentes.
11. Valoración de los niveles de servicio de la red vial existente como resultado del tránsito generado por el desarrollo.
12. Recomendaciones para los ingresos y mejoras a la red de transporte para mantener el nivel de servicio requerido.

### 1.3.3. Sistema Vial

“Se entiende por camino, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras, y a nivel urbano las calles de la ciudad” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). Cuyo conjunto conforman un sistema vial y en el caso de las ciudades será el sistema vial urbano.

Los sistemas viales se clasifican de acuerdo a su función de acceso y movilidad. La red vial urbana y rural debe tener una planeación acertada para delegar funciones específicas en las calles y carreteras, y así lograr atender de manera óptima las necesidades de movilidad y mercancías de la población. En la Figura 1 se observa que las calles y carreteras urbanas, se clasifican en tres grupos: principales, secundarias y locales (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

El sistema vial cumple un rol fundamental en el desarrollo de un país, conectando ciudades y pueblos de manera que se incrementan las oportunidades para los usuarios. Lograr un buen sistema vial requiere una planificación exhaustiva y proyectada en el tiempo, y así abastecer a la demanda sin poner en evidencia a la oferta vial.

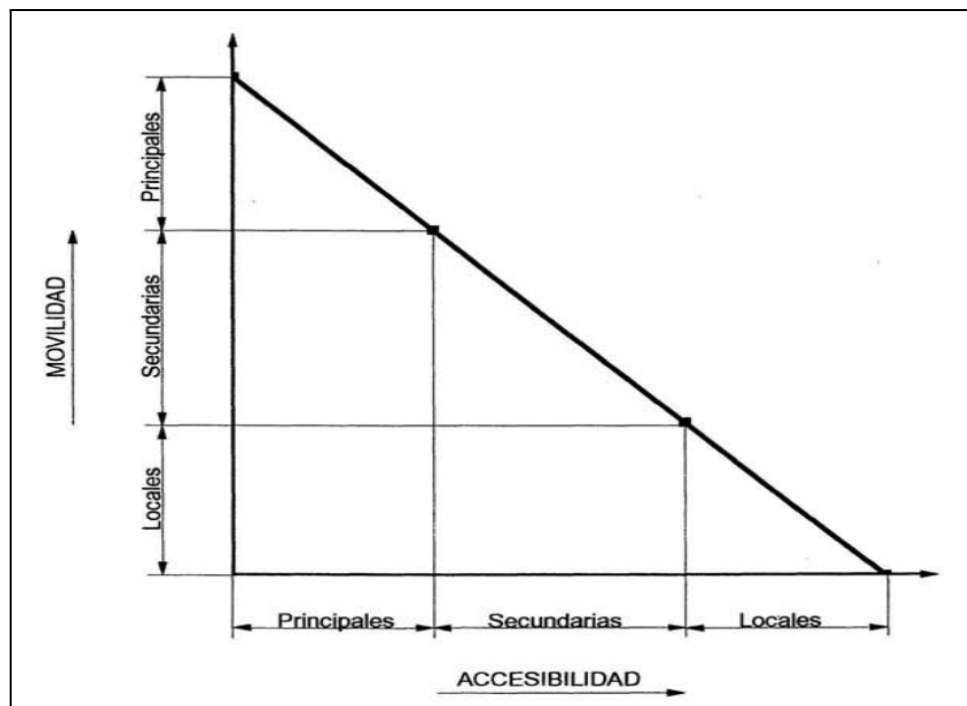


Figura 1: Clasificación funcional de un sistema vial

Fuente: "Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones", por Cal, Reyes, & Cárdenas.

#### A) Sistema vial urbano

(Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994) define en su libro la siguiente clasificación:

1. Autopistas y vías rápidas: Facilitan el recorrido expedito de grandes volúmenes de tránsito en el entorno de la ciudad o área urbana. Las

autopistas y las vías rápidas forman parte de una red vial principal de un área urbana.

2. Calles principales: Posibilitan la circulación del tránsito en la ciudad y en sus alrededores. Facilitan el servicio del tránsito y además se conectan con el sistema de autopistas y vías rápidas.
3. Calles colectoras: Son las que enlazan las calles principales con las calles locales, posibilitando un acceso a las propiedades lindates.
4. Calles locales: Proporcionan acceso directo a las propiedades, sean estas residenciales, comerciales, industriales o de algún otro uso; además de facilitar el tránsito local. Se conectan directamente con las calles colectoras y/o con las calles principales.

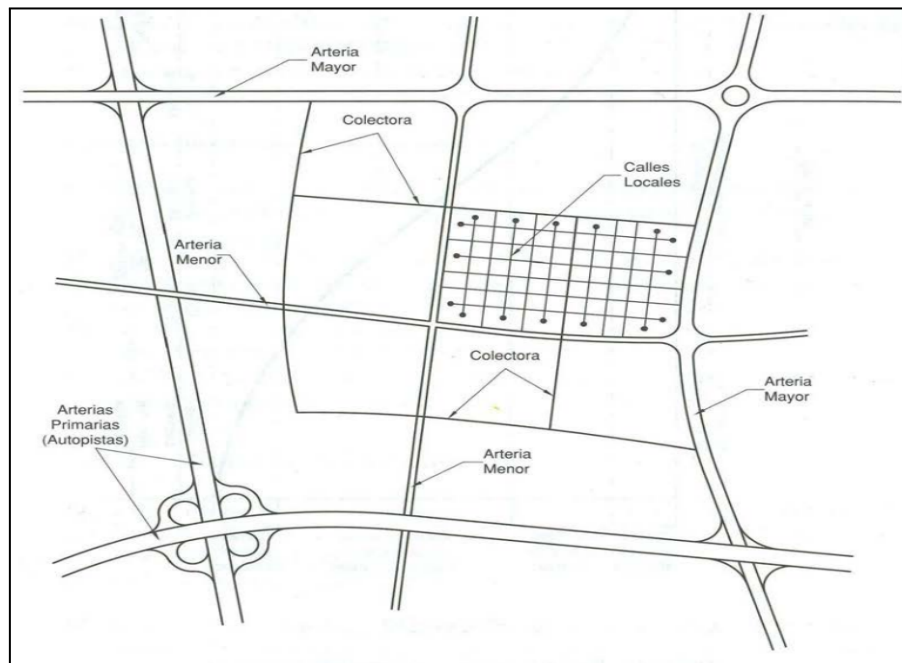


Figura 2: Jerarquía de un sistema vial urbano

Fuente: “Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones”, por Cal, Reyes, & Cárdenas.

#### 1.3.4. Volumen de Tránsito

Se define, “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” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). La Ecuación 3, indica el volumen de tránsito, una característica importante para el diagnóstico de un sistema vial.

$$Q = \frac{N}{T} [\text{veh}/\text{min}] \dots \dots \dots \text{Ecuación 3}$$

donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (veh/min)

N = número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = periodo determinado (minutos)

#### A) Volúmenes de tránsito absoluto o totales

Se define volúmenes de tránsito absolutos o totales, “como el número total de vehículos que pasan durante el lapso determinado. Dependiendo de la duración del lapso determinado, se tiene los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

1. Tránsito anual: Es la cantidad total de vehículos que transitan en un año. Siendo, T=1 año. Sirve para: Estimar los gastos esperados de usuarios en las carreteras, determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas, indicar tendencias y variaciones de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras con peaje.
2. Tránsito mensual: Es la cantidad total de vehículos que transitan en un mes. Siendo, T=1 mes.
3. Tránsito semanal: Es la cantidad total de vehículos que recorren en una semana. Siendo, T=1 semana.
4. Tránsito diario: Es la cantidad total de vehículos que circulan en un día. Siendo, T=1 diario.
5. Tránsito horario: Es la cantidad total de vehículos que circulan en una hora. Siendo, T=1 hora. Sirve para: evaluar deficiencias de capacidad, determinar la magnitud y longitud de los periodos de máxima demanda, establecer controles en el tránsito, como: señalización vial; rutas de tránsito, sentidos de circulación y jerarquización de calles; y prohibición de maniobras de vueltas y estacionamiento.
6. Tasa de flujo o flujo (q): Es la cantidad total de vehículos que circulan en un tiempo inferior a una hora. Siendo, T < 1 hora. Sirve para: analizar limitaciones de capacidad en el flujo de tránsito, analizar variaciones del flujo dentro de las horas máxima, analizar las características de los volúmenes máximos, analizar flujos máximos.

## B) Volumen horario de proyecto

En su libro, define volumen horario de proyecto, como el número de vehículos que circulan durante una hora determinada y que servirá para definir las características geométricas de un camino. Se representa comúnmente como VHP. No deben ser confundidos los conceptos de volumen y densidad. Ambos están relacionados entre sí, mediante otro factor, que juntos constituyen los elementos básicos del flujo vehicular (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981). La Ecuación 4 está conformada por tres características principales del tránsito.

$$V = D \cdot v \text{ [veh}\cdot\text{hr]}\dots\dots\dots\text{Ecuación 4}$$

donde:

V = volumen de tránsito, en vehículos por hora

D = Densidad de vehículos por kilómetro

v = velocidad en kilómetros por hora

### 1.3.5. Velocidad

En su libro, define velocidad, uno de los primordiales indicadores en el que se utiliza para cuantificar la calidad de la operación por medio de un sistema de transporte. “La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos del proyecto” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

#### A) Velocidad en general

Se define, “Relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Expresada en kilómetros por hora(km/h)” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). La Ecuación 5 es la velocidad media.

$$V = \frac{d}{t} \left[ \frac{km}{h} \right] \dots\dots\dots\text{Ecuación 5}$$

donde:

V = Velocidad (kilómetros por hora)

d = distancia recorrida (kilómetros)

t = tiempo (horas)

B) Velocidad media temporal

“Es la media aritmética de las velocidades de un 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” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). Para velocidades de un punto no agrupadas, es relación entre el tiempo y espacio recorrido que se demora en recorrerlo. Representada en kilómetros por hora(km/h). La Ecuación 6 es la velocidad media temporal.

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \dots\dots\dots \text{Ecuación 6}$$

donde:

Vt = velocidad media temporal

vi = velocidad del vehículo i

n = número total de vehículos observados o tamaño de la muestra

La Ecuación 7 es la velocidad media temporal para agrupamientos.

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^m f_i v_i}{n} ; n = \sum_{i=1}^m f_i \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

donde:

m = número de grupos de velocidad

fi = número de vehículos en el grupo de velocidad i

vi = velocidad de punto del grupo i

C) Velocidad media espacial

“Es la media aritmética de las velocidades de un punto de todos los vehículos que están en un tramo de carretera o calle. Por lo tanto, es el indicador más apropiado a ser utilizados en el análisis de flujos vehiculares” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). Las velocidades instantáneas  $v_i$  deben ser obtenidas en el tiempo.

La Ecuación 8 permite determinar la velocidad media espacial.

$$\bar{v}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (\frac{1}{v_i})} \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

donde:

$V_e$  = velocidad media espacial

$n$  = número de vehículos observados

$v_i$  = velocidad del vehículo  $i$

D) Velocidad de recorrido

Es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. La velocidad media de recorrido es la suma de sus distancias recorridas dividida entre la suma de los tiempos totales de viaje (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

E) Velocidad de proyecto

“Es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

F) Desviación estándar

“Es una medida de la dispersión de velocidades y es obtenida mediante la fórmula siguiente:” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

La Ecuación 9 va a comparar diferentes variables que se encuentran correlacionadas, es conocida como desviación estándar.

$$s = \sqrt{\frac{\sum f(v-\bar{x})^2}{n-1}} \text{ o } s = \sqrt{\frac{\sum f v^2}{n-1} - \frac{n}{n-1} \cdot (\bar{x})^2} \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

donde:

$s$  = desviación estándar

$\bar{x}$  = media aritmética o velocidad media temporal

$f$  = frecuencia de observaciones en cada grupo

$v$  = velocidad media de cada grupo de velocidades

$n$  = número de observaciones totales



#### G) Donde realizar el estudio

Según (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981), para los estudios de velocidad se realizan en los siguientes puntos:

1. Sobre vías principales.
2. En lugares específicos de una arteria, escogidos para el análisis de datos básicos.

Deberán hacerse de tal manera que los observadores o el equipo utilizado pasen inadvertidos al conductor, pues de otra manera, tenderán a modificar sus actitudes de manejo.

Los diferentes elementos que afectan las velocidades de punto son los que se van a mencionar a continuación:

1. Las características de topografía del camino, pendientes, radios de curvatura, distancia de visibilidad, distancia entre intersecciones, longitud de éstas, número de carriles y el carril analizado, construcciones colindantes al camino, etc.
2. Flujo vehicular, según los volúmenes de tránsito, dispositivos de control, densidad, control de acceso, maniobras de rebase, flujo opuesto, etc.

#### H) Horas y duración del estudio

Según (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981) indica que, se deberá realizarse durante las horas de máxima demanda y es recomendable que sea en 3 periodos:

1. Entre las 9:00 y las 12:00 horas, elegir una hora.
2. Entre las 15:00 y las 18:00 horas, elegir una hora.
3. Entre las 20:00 y las 22:00 horas, elegir una hora.

La muestra que deberá tomarse dentro de las horas estipuladas no deberá ser menor de 50 vehículos. La Ecuación 10 es el tamaño de la muestra y puede ser estimado mediante la siguiente fórmula.

$$N = \left(\frac{k\sigma}{A}\right)^2 \dots\dots\dots\text{Ecuación 10}$$

Donde:

N = Tamaño requerido de la muestra

k = constante que depende del nivel de confiabilidad deseado (2 a 3)

$\sigma$  = Desviación normal estimada (km/h)

A = Error admisible (km/h)

### 1.3.6. Análisis del Flujo Vehicular

Descripción de cómo transitan los vehículos en diferentes tipos de vialidad, y que permite precisar el nivel de eficiencia de funcionalidad. Se logró obtener resultados importantes como los modelos microscópicos y macroscópicos y la interacción de sus variables como la densidad, la velocidad, el volumen, el espaciamiento y el intervalo. Siendo representadas por sus tres variables principales: la densidad, el flujo, la velocidad. También pueden ser expresadas en otros términos, como: el tiempo, la distancia, el intervalo, el volumen, el espaciamiento (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

#### A) Variables relacionadas con el flujo

“Las variables relacionadas con flujo son la tasa de flujo, el volumen, el intervalo simple y el intervalo promedio” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

1. flujo (q): Continuidad con que pasan los vehículos por un punto o secciones transversal de la calzada o un carril. Expresada como el número de vehículos(N) que circulan en un intervalo de tiempo específico (T), inferior a una hora en unidades de minutos o segundos,  $q = N/T$ .
2. Intervalo simple ( $h_i$ ): Periodo de tiempo entre el paso de dos o más vehículos sucesivos, expresado mayormente en segundos.
3. Intervalo promedio ( $\bar{h}$ ): Es el promedio global de los intervalos simples( $h_i$ ), existentes entre diferentes tipos de vehículos que circulan por una vialidad. Se representa en segundo por vehículos (s/veh).

La Ecuación 11 permite calcular el intervalo promedio mediante la siguiente fórmula.

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N-1} \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

donde:

h = intervalo promedio (s/veh)

N = número de vehículos (veh)

N-1 = número de intervalos (veh)

hi = intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo i+1

B) Variables relacionadas con la velocidad

“Las variables relacionadas con la velocidad son la velocidad instantánea, la velocidad media temporal, la velocidad media espacial, la velocidad de recorrido, la velocidad de marcha, la distancia de recorrido y el tiempo de recorrido” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

C) Variables relacionadas con la densidad

“Las variables relacionadas con la densidad son la densidad o concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

1. Densidad o concentración (k): Es la cantidad (N) de vehículos que ocupan un tramo específico(d), de una vialidad en un instante dado. Mayormente se expresa en vehículos por kilómetros (veh/km),  $k = N/d$ .
2. Espaciamiento simple (s<sub>i</sub>): Es la longitud medible entre el paso de dos vehículos continuos, expresado en metros.
3. Espaciamiento promedio ( $\bar{s}$ ): Es el promedio global de los espaciamientos simples, s<sub>i</sub>, existentes entre diferentes tipos de vehículos que recorren por una vialidad. La Ecuación 12 que es de espaciamiento promedio se expresa en (m/veh).

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} s_i}{N-1} \dots\dots\dots \text{Ecuación 12}$$

donde:

s = espaciamiento promedio (m/veh)

N = número de vehículos (veh)

N – 1 = número de espaciamiento (veh)

S<sub>i</sub> = espaciamiento simple entre vehículo i y el vehículo i+1

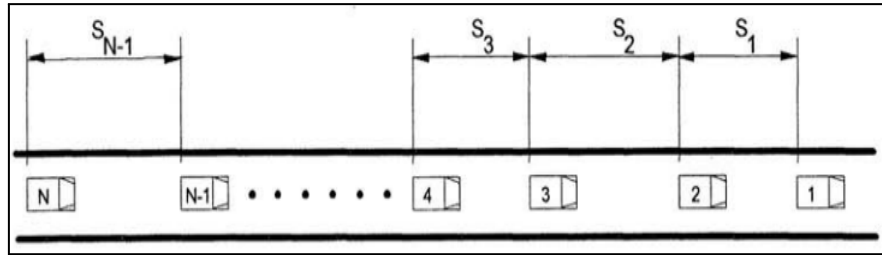


Figura 3: Espaciamientos entre vehículos

Fuente: “Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones”, por Cal, Reyes, & Cárdenas.

D) Espaciamiento e intervalo entre vehículos

“Estas dos medidas describen el arreglo longitudinal de los vehículos en la corriente del tránsito. Existe una relación matemática entre el espaciamento y el intervalo expresada como sigue:” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

La Ecuación 13 permite calcular el intervalo.

$$\text{Intervalo} = \frac{\text{Espaciamento}}{\text{Velocidad}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 13}$$

donde:

Intervalo = segundos

Espaciamento = metros

Velocidad = metros/segundo

E) Modelos básicos del flujo vehicular

Según (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994) se estudiarán las características del flujo vehicular por medio de sus 3 variables primordiales: flujo (q), velocidad (v) y densidad (k), relacionadas con su ecuación fundamental del flujo vehicular, la cual es “ $q = vk$ ”. La variable más fácil de medir es el flujo q, siguiéndole en su orden la velocidad v y la densidad k. Por esta razón, usualmente se considera la densidad k como la variable dependiente.

Los modelos del flujo vehicular se pueden clasificar en dos grandes clases: Los modelos microscópicos consideran los espaciamentos y las velocidades individuales de los vehículos; y Los modelos macroscópicos describen la operación vehicular en términos de sus variables de flujo.

1. Modelo Lineal: Para distintos escenarios del tránsito, propuso una relación lineal entre la densidad y la velocidad, que, mediante el ajuste por el método de los mínimos cuadrados, se llega al modelo lineal siguiente.

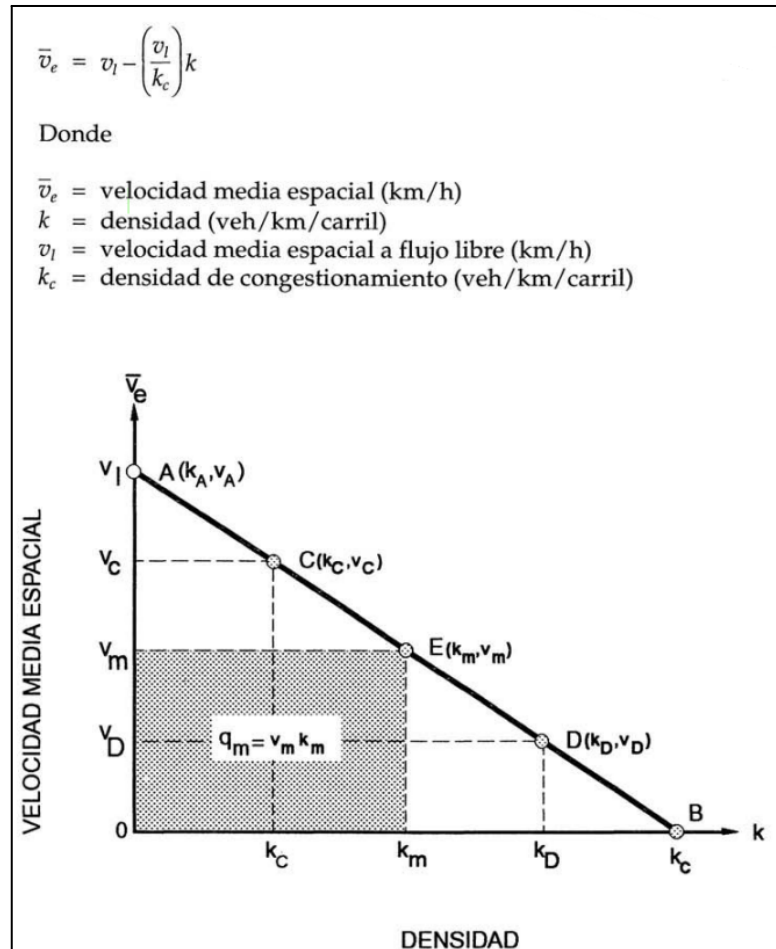


Figura 4: Relación lineal entre la velocidad y la densidad

Fuente: “Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones”, por Cal, Reyes, & Cárdenas.

### 1.3.7. 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 u oferta” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

#### A) Concepto de 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 y/o pasajeros” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994). Se han establecido 6 niveles de servicio y estos son:

1. Nivel de servicio “A”

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

2. Nivel de servicio “B”

Libertad de selección de las velocidades, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. La presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

3. 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.

4. Nivel de servicio “D”

Representan 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.

5. Nivel de servicio “E”

El funcionamiento está en el, o cerca del límite de sus capacidades. 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”.

6. Nivel de servicio “F”

Representa condiciones de flujo forzado. En estos lugares se forman colas.

### 1.3.8. Medición de Variable de Tráfico

#### A) Flujo de vehículos

Según (Fernández Aguilera, 2014) las mediciones de tráfico se realizan para determinar la magnitud de los movimientos existentes. Esta información ayuda a identificar los períodos críticos a lo largo de un día, semana o temporada. La longitud del período de medición depende del tipo de conteo que se necesita realizar además del uso que se hará con la información recolectada. Esta decisión permite definir 2 tipos de conteos: continuos y periódicos. Los conteos continuos registran la información de flujos durante todas las horas del día en que se observa circulación de vehículos. Por su parte, en los conteos periódicos sólo se recolecta información en aquellos períodos críticos predefinidos.

##### a. Métodos de medición

(Fernández Aguilera, 2014) dice que, existen dos métodos aplicables para la realización de conteos vehiculares: manual y automático. El método manual se recomienda cuando es necesario registrar información asociada a la clasificación de los vehículos, movimientos o virajes o sentido de circulación de los vehículos. Por su parte, el método automático se recomienda cuando es necesario registrar el patrón horario, diario o de largos períodos. La selección del método debe ser determinada en función de estas recomendaciones.

##### b. Método manual de conteo

(Fernández Aguilera, 2014) menciona los pasos a seguir:

1. Dispositivos: La mayoría de las aplicaciones del método manual, requieren pequeñas muestras de información, dentro del área de estudio, para extensiones horarias menores a un día de trabajo. Los intervalos pueden variar entre los 5, 10 o 15 minutos. En consecuencia, estos conteos se realizan tradicionalmente los días martes, miércoles o jueves.
2. Dimensionamiento del personal de campo: El tamaño del equipo de campo dependerá de la longitud del período de medición, del tipo de conteo adoptado, del número de pistas y cruces peatonales considerados, de la magnitud del flujo vehicular y del número de intersecciones o tramos de vías definidos.

3. Codificación: En el caso de usar formularios o tableros mecánicos, la codificación consiste en la asignación de códigos alfanuméricos a cada registro. En el caso de tableros electrónicos, esta codificación es automática. Se debe codificar el lugar en donde se realiza la medición, identificándose como punto de control, registrar la fecha y hora, el tipo de movimiento y la clasificación vehicular.

c. Método automático de conteo

(Fernández Aguilera, 2014) menciona los pasos a seguir:

1. Dispositivos: El conteo automático de flujos provee un medio para realizar mediciones de larga estadía en el área de estudio, normalmente de 24 horas por día, varios días. Los métodos de medición consisten en el uso de detectores superficiales tales como detectores neumáticos, de contacto eléctrico, magnético, radar, infrarrojo y ultrasónico, etcétera.

2. Procedimiento: Un estudio que considere medición mediante métodos automáticos de recolección requiere de tres pasos a seguir: realizar los preparativos de gabinete, instalar y calibrar el equipo recolector de datos, comprobar la información registrada y retiro de los equipos. Durante la preparación en gabinete, se debe coordinar el trabajo de campo con la autoridad local apropiada, así como con la policía.

#### 1.3.9. Marco Normativo

La Norma Técnica que obliga a cumplir los criterios y requisitos para la proyección o ejecución de habilitaciones urbanas y edificaciones en el territorio nacional es el Reglamento Nacional de Edificaciones. La cual está conformada por varias normas según el requerimiento que se quiera ejecutar, también por decretos supremos y leyes.

El Decreto Supremo N° 006-2017-VIVIENDA aprueba el Texto Único Ordenado de la (Ley N° 29090, Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones, 2017). La cual tiene cinco títulos, cuarenta y uno artículos, una disposición transitoria y nueve disposiciones finales. La ley tiene como objetivo la regulación jurídica en la independización de predios, subdivisión de lotes, obtención de las licencias de habilitación urbana y de edificación; fiscalización en la ejecución de proyectos; y la recepción de obra



de habilitación urbana y la conformidad de obra y declaratoria de edificación. La Ley hace mención sobre estudio de impacto vial para proyectos de modalidad C y D. La modalidad C se caracteriza por edificios multifamiliares de más de cinco pisos o 3000 m<sup>2</sup> de área techada o edificaciones de uso mixto con vivienda. La modalidad D se caracteriza para edificaciones de fines de industria, edificaciones locales comerciales, edificaciones culturales y centro de diversión o con más de 30000 m<sup>2</sup> de área techada. Pero el Reglamento Nacional de Edificaciones es el que predomina en una instancia final.

El Decreto Supremo N° 008-2013-VIVIENDA aprueba (Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación, 2013). La cual tiene tres títulos, setenta y uno artículos, una disposición complementaria final y una disposición complementaria transitoria. Tiene como objeto el desarrollo administrativo de la Ley N° 29090, Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones. El reglamento menciona que para la obtención de la licencia de habilitación urbana para la modalidad C y D es requisito el estudio de impacto vial y que será monitoreado por la comisión técnica.

A partir del Decreto Supremo N° 013-2013-VIVIENDA se aprobó (Reglamento Especial de Habilitación Urbana y Edificación, 2013). La cual tiene cinco títulos y quince artículos, cuyo texto se basa en que los proyectos se tienen que ejecutar en terrenos habilitados, áreas de expansión urbana o zonas periféricas y zonas donde no se podrá. Cada uno de ellos con su respectiva zonificación, densificación urbana y conjuntos residenciales.

Lima Metropolitana regula los Estudios de Impacto Vial a través de la (Ordenanza N° 1268-MML, 2009), que tiene como objetivo proponer medidas y soluciones eficaces que neutralicen los posibles impactos viales negativos de las construcciones. La Municipalidad Metropolitana de Lima tiene como competencia reglamentar el procedimiento de evaluación de los estudios de impacto vial de los proyectos de inversión con frente a las vías del sistema vial metropolitano, y fiscalizar el cumplimiento de los planes de mitigación de los impactos viales negativos de dichas vías, además monitorear posibles impactos viales no contemplados. Tanto como la Municipalidad Metropolitana de Lima, las Municipalidades Distritales tienen

como competencia evaluar y aprobar los estudios de impacto vial de los proyectos de inversión que se ubican en las vías locales de su jurisdicción, y también exigir el estudio de impacto vial aprobado en el proceso de aprobación de los proyectos de habilitación urbana y/o edificación en las vías del sistema metropolitano. En los proyectos de edificación con zonificación Residencial de Densidad Media RDM, Residencial de Densidad Alta RDA, Residencial de Densidad Muy Alta RDMA y terrenos desde 2500 m<sup>2</sup> para adelante y/o desde 250 unidades de estacionamientos que modifiquen los accesos y/o incrementando la generación de viajes están obligados a cumplir la presente ordenanza. Los planes de mitigación tienen que incluir aspectos técnicos, a continuación se menciona algunos de ellos:

- a. Que los elementos formales y/o funcionales no afecten la circulación de peatones y/o vehículos en la vía pública.
- b. Según la envergadura y dimensiones del proyecto, las vías de circulación vehicular interna no alteran el carácter privado de la edificación.
- c. En ningún caso el desarrollo de las maniobras de ingreso o salida vehicular del proyecto deberá interferir la circulación de peatones y/o vehículos en la vía o vías públicas circundantes.

La (Ordenanza N° 1404-MML, 2010) es la que reglamenta el procedimiento de aprobación de los estudios de impacto vial en Lima Metropolitana. Tiene como objeto definir los pasos para la elaboración, presentación, evaluación y aprobación de los estudios de impacto vial de los proyectos de habilitación urbana o edificaciones presentados ante la Gerencia de Transporte Urbano. El alcance de esta ordenanza respecto al estudio de impacto vial es tener la aprobación de las medidas de mitigación determinadas en el estudio. Para proyectos de habilitación urbana o edificaciones se tiene tres clasificaciones y estos son:

- a. Nivel I, el impacto vial es negativo y se puede solucionar mediante la aplicación de la norma en la sección vial.
- b. Nivel II, el impacto vial es negativo y puede ser susceptible de mitigación o minimizado mediante la adopción de acciones de gestión de tráfico y/o la implementación de dispositivos de control de tránsito.
- c. Nivel III, el impacto vial negativo es significativo, tanto cuantitativa y/o cualitativamente. Requiere una evaluación por entidades especializadas

para identificar su viabilidad, y determinar medidas de mitigación para aplicarse en su operación o funcionamiento.

Los estudios de impacto vial tienen un contenido de acuerdo a su nivel, y existen tres que son: Nivel I, Nivel II, Nivel III. Cada nivel tiene exigencias respecto a documentación, planes, diagnósticos, procedimientos, análisis y ejecución de los proyectos de rehabilitación urbana o edificaciones. En el caso de la evaluación de los estudios de impacto vial – Nivel I y II, tiene que ser atendida en un plazo no mayor a cuarenta y cinco (45) y sesenta (60) días hábiles. Para el Nivel III, la evaluación tiene que ser atendida por un comité evaluador, en un plazo no mayor a noventa días hábiles. Se tiene en cuenta que los estudios de monitoreo son presentados por los propietarios y/o promotores a los tres meses y al año del inicio de las operaciones, para verificar el funcionamiento del proyecto en relación al sistema vial. En el caso del nivel III se tiene un comité evaluador que está formado por 8 miembros especialistas en el tema de transporte urbano.

La (Ordenanza N° 1694-MML, 2013), que modifica la ordenanza N° 1404-MML que reglamenta el procedimiento de aprobación de los estudios de impacto vial sobre Lima Metropolitana. Modifica los artículos 3°, 5°, 6°, 8°, 9°, 10° y 16° de la ordenanza N° 1404-MML, una de las modificaciones en la actual ordenanza es que se va a realizar un estudio de impacto vial y peatonal en el área de influencia, con sus respectivos planes de mitigación correspondiente a los impactos viales negativos.

Actualmente está en vigencia la (Ordenanza N° 2087-MML, 2018) que regula el procedimiento de aprobación de los estudios de impacto vial en Lima Metropolitana y deroga las ordenanzas N° 1268-MML, 1404-MML Y 1694-MML; tiene cinco capítulos, diecisiete artículos y tres disposiciones complementarias finales. El objeto de la ordenanza es que para proyectos de habilitación urbana y de edificación ubicados frente a vías locales y vías metropolitanas se tiene que regular los procedimientos en la evaluación y aprobación de los estudios de impacto vial y estudios de monitoreo. La ordenanza N° 2087-MML especifica las indicaciones del contenido de los estudios de impacto vial que se tiene que cumplir para proyectos de habilitación urbana y de edificación; en el que para proyectos de habilitación urbana finaliza con la indicación de presentar un plano de mitigación de

impactos negativos, pero para proyectos de edificación como son los conjuntos residenciales y edificios multifamiliares de más de 10 pisos se añade como última indicación un resumen del estudio de monitoreo durante el funcionamiento del proyecto. El estudio de monitoreo tiene la finalidad de brindar un análisis y evaluación de cómo una edificación está influyendo en el sistema vial adyacente, durante su funcionamiento en relación al tránsito, la vialidad y el transporte, para reducir los impactos viales negativos mejorando el entorno.

Según el (Decreto de Alcaldía N° 002-ALC/MSI, 2012) se aprobó los Parámetros Urbanísticos y Edificatorios, en el cual se menciona los estudios de Impacto Urbano vial e indica que para todo proyecto de edificación se desarrollará y aprobará de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento Nacional de Edificaciones y las Ordenanzas N°1268-MML, N°1404-MML; y así lograr la emisión de la Licencia de Edificación.

La (Norma Técnica A.011, 2020) – Criterios y Condiciones para la Evaluación del Impacto Vial en Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones tiene seis artículos y dos capítulos. El objeto de la presente norma técnica es evaluar y aprobar los anteproyectos y proyectos de edificación, para mitigar el impacto que puedan generar las construcciones de edificios sobre la vía pública en la etapa de operación o funcionamiento. La Norma Técnica regula por medio del capítulo II – Condiciones, Contenido y Criterios del Plan de mitigación, que se presenta mediante los planos y la memoria descriptiva del proyecto para su respectiva evaluación; y así mitigar el impacto vial.

#### 1.4. Definición de términos básicos

- Cantidad:  
“Cierta número de unidades” (Diccionario de la Lengua Española 23ª edición, 2014 ).
- Congestión:  
“Acción y efecto de congestionar o congestionarse” (Diccionario de la Lengua Española 23ª edición, 2014 ).
- Congestionar:

“Obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo” (Diccionario de la Lengua Española 23ª edición, 2014 ).

- Congestión vehicular:

“La condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta la demora de los demás en más de X%” (Thomson & Bull, 2001).

- Densidad:

“Número de vehículos en movimiento que ocupan una unidad de longitud de un carril o carriles de un camino y en un instante determinado, expresada generalmente en vehículos por kilómetros” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

- Diagnóstico:

“Implica un análisis integral, ya que no solo es recopilar la información actual y existente, sino realizar un análisis de las acciones que han generado el estado actual de la vía y lo que podría ocurrir” (Ministerio de Economía y Finanzas, 2015). De igual manera se realiza un análisis de toda la zona de influencia, estableciendo comportamientos externos en el entorno socioeconómico.

- Estacionamiento:

“Acción y efecto de estacionarse. Espacio, lote, solar o edificio destinado a la guarda de vehículos” (Cal, Mayor, & Cárdenas, 1994).

- Flujo vehicular:

“Es el volumen de vehículos que circulan en una vía, calle o autopista tomando diferentes direcciones” (Bonifacio & Carrasco, 2019).

- Planes:

Decisión o intención de cumplir una tarea, previa evaluación o análisis.

- Planeación:

“Proceso que tiene por objeto el desarrollar un sistema tal que permita tanto a personas como a cosas, viajar con comodidad, seguridad y en la forma más económica posible” (Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

- Plan de mitigación:

Documento que detalla el estado, las características, el seguimiento y los requisitos para mitigar el impacto vial en proyectos ingenieriles.

- Propuesta:

Admitir o denegar una oferta, plan o sugerencia de un fin.

- Velocidad:

“Es la razón de movimiento de un vehículo, expresado en kilómetros por hora”

(Lazo Margáin & Sánchez Ángeles, 1981).

- Unidad:

Algo cuantificable.

- Unidad habitacional:

Área, espacio o zona territorial dentro de una estructura más grande que funciona como residencia permanente o hogar provisional.

## **CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS**

### 2.1. Hipótesis

#### 2.1.1. Hipótesis general

Las construcciones de edificios multifamiliares influyen en la gestión del transporte urbano y para minimizarlo se propone un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

#### 2.1.2. Hipótesis específicas

- a. Las unidades inmobiliarias influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.
- b. Los estacionamientos de los edificios multifamiliares influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

### 2.2. Variables

#### 2.2.1. Definición conceptual de las variables

##### **A) Variable independiente**

Construcciones de Edificios.

- Unidades inmobiliarias
- Estacionamientos vehiculares

##### **B) Variable dependiente**

Gestión del transporte.

- Plan

#### 2.2.2. Operacionalización de variables

Según (Borja, 2012). La operacionalización de variables es la explicación de cómo se medirán las variables formuladas en la hipótesis; descomponiéndose en indicadores susceptibles de poder medirse.

En el Anexo N°2, se muestran las variables de la investigación a desarrollar.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

#### **3.1.1. Tipo de investigación**

Según (Pasek de Pinto, 2008). En el razonamiento deductivo las inferencias se derivan de premisas lógicas. Habitualmente, el procesamiento de la información se realiza de lo general a lo específico. Vemos que la conclusión es también una afirmación derivada de las premisas.

En este trabajo de investigación se va a aplicar el método deductivo porque se cuenta con teorías existentes de investigaciones peruanas, internacionales y planes de estudio de Impacto Vial; así analizar la situación actual de las construcciones de edificios en la gestión del transporte para probar si tiene implicancia o no en el lugar de estudio.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

Estos estudios son de término medio en la ubicación de la pirámide o nivel.

El nivel de estudio es descriptivo – explicativo, porque se va a describir las características de la variable e investigar por qué o cómo tiene origen el suceso de la variable en estudio.

### **3.2. Diseño de la investigación**

Según (Tacillo, 2016). La investigación no experimental consiste en no manipular la variable independiente, básicamente se observa el hecho o fenómeno tal y como se presenta en la realidad con la intención de analizarlo. Además, menciona que el diseño transversal le brinda al investigador, la obtención de datos o información en un solo momento de la investigación.

La investigación fue no experimental, transversal, retrospectivo. Es no experimental porque ocurre en un ámbito natural y no tiene manipulación del entorno, circunstancia o personas. Transversal porque nos permite observar datos y registrarlos en el momento adecuado. Y retrospectivo porque nos permite estudiar múltiples situaciones de las variables gracias a los datos recolectados con anterioridad.



### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Según (Tacillo, 2016). La población es la totalidad de hechos, personas, fenómenos, cosas y objetos de estudio, los cuales serán estudiados en el proceso de investigación.

La población de estudio es el tránsito vehicular y edificaciones de uso multifamiliar y comercial desde la cuadra veintinueve hasta la treinta y siete de la avenida Arequipa en el distrito de San Isidro.

#### 3.3.2. Muestra

Según (Tacillo, 2016). El investigador selecciona la muestra, para ello sigue criterios previamente identificados y establecidos, en relación a los fines del estudio que le interese realizar. Además, menciona que la muestra por conveniencia consiste en obtenerla sin ningún plan previo, resultando las unidades escogidas producto de la conveniencia.

Para establecer la muestra se usó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia y comodidad, la cual selecciona las edificaciones de uso multifamiliar y comercial de la av. Arequipa con cruces cercanos a la av. Juan de Arona, calle Audiencia y calle Chinchón, además en el inicio, en la mitad y en el final de la cuadra veintinueve hasta la treinta y siete de la av. Arequipa.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos

##### a. Técnicas

La técnica que se optó fue de muestreo y recolección de datos del comportamiento del tránsito vehicular debido a las edificaciones, durante varios días en horas pico y en un tiempo prolongado.

##### b. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron fueron: formatos de recolección de aforo vehicular, formatos de flujograma vehicular, formato de datos para edificaciones y registros fotográficos. Además se revisaron libros de transporte, tránsito y planeamiento urbano; componentes de estudio de Impacto vial, papers y tesis relacionadas al tema de investigación.

### 3.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

En este trabajo de investigación se va a aplicar el método deductivo y de orientación aplicada porque se cuenta con teorías existentes de investigaciones peruanas e internacionales; así analizar la situación actual de las edificaciones en la gestión del transporte para probar si tiene implicancia o no en el lugar de estudio, además el comportamiento del tránsito vehicular. También, tiene un enfoque mixto porque se incorpora un conjunto de datos, obteniendo una mejor comprensión del problema, y así ganar profundidad y amplitud en las conclusiones consolidando las hipótesis. La fuente de información de este estudio es retrolectiva, porque se cuenta con información disponible y relevante como: libros de transporte, tránsito y planeación; etapas de un EIV, papers y tesis universitarias relacionadas al estudio.

### 3.4.3. Procedimientos para la recolección de datos

A partir de las técnicas e instrumentos de recolección de datos se elabora una línea de tiempo para el desarrollo del estudio; analizando las dimensiones y su relación con las variables del estudio. Para eso se hacen planes específicos como: La localización de la zona de estudio, el análisis de demanda y oferta, la capacidad de tránsito, la congestión vehicular; y las recomendaciones necesarias para cada plan evitando algún contratiempo.

### 3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para las técnicas de procesamiento y análisis de datos se utilizó los documentos técnicos, las metodologías de libros de transporte, tránsito y planeación, los componentes de estudio de impacto vial. Teniendo conocimiento de esto se hizo el trabajo en gabinete, y así calcular para las intersecciones la velocidad media, el intervalo, el espaciamiento, la demora, el volumen horario de máxima demanda, el factor de hora pico, el flujograma, y el tráfico generado por los estacionamientos. Lo cual nos va a permitir hacer un comparativo de la realidad con lo proyectado, para poder brindar propuestas de la problemática en el área de estudio.

## **CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### 4.1. Diagnóstico y situación actual

Para el diagnóstico, por medio de la recopilación de información in situ de toma de datos y fotografías se observó que en el tramo de estudio de la avenida Arequipa, desde la avenida Santa Cruz hasta la calle Manuel Bañón, en diferentes turnos del día con su respectiva hora punta el tráfico es muy caótico, a consecuencia de diferentes factores como; el turno de salida de la población flotante que se dirige al distrito solamente para laburar, el transporte público que conecta del malecón hacia el Centro de Lima, los vehículos motorizados de dos ruedas que entregan delivery y los microbús informales que se detienen a subir pasajeros cuando el semáforo está en luz verde. De igual forma se identificó a qué tipo de red vial pertenece el tramo de estudio, evidenciando que la avenida Arequipa y la avenida Santa Cruz son vías colectoras, y la calle Manuel Bañón una vía local.

Se tiene contabilizado once semáforos y cinco paraderos del corredor azul de la línea de transporte 301, 302 y 303 en todo el tramo de estudio. Además se observó ocho edificios en construcción, diez edificios multifamiliares habitados y un edificio empresarial en la intersección de la avenida Arequipa con la avenida Juan de Arona; y más de veinte puestos de comercios. También instituciones como la embajada de Francia y Colombia, de igual forma instituciones que brindan servicio de educación básica, técnica y superior. Por otra parte el estado del pavimento es bueno, sin embargo presenta ciertas fisuras y baches conforme se va aproximando a la avenida calle Manuel Bañón.

No se encontró ningún estacionamiento público en el tramo de estudio, ubicado en la misma avenida Arequipa, sin embargo en calles contiguas se pudieron encontrar estacionamientos de aforo máximo de treinta vehículos, en los cuales no se usan a su máxima capacidad, y los ciudadanos prefieren dejar a orillas de las pistas o en el ingreso de sus propiedades, establecimientos, etc.

Tras más de veinte años de reforma urbana la avenida Arequipa aún presenta muchas deficiencias y tiene que enfrentar otras nuevas a causa de los diferentes proyectos que se vienen desarrollando en la zona.

##### 4.1.1. Ubicación

De los 43 distritos que tiene Lima Metropolitana, el distrito elegido para realizar la investigación es San Isidro, y sus hitos limítrofes abarcan desde la

Longitud 77°00'76" Oeste hasta la Longitud 77°06'18" Oeste y desde la Latitud 12°08'51" Sur hasta la Latitud 12°11'14" Sur.



Figura 5: Ubicación del distrito de San Isidro

Fuente: Municipalidad de San Isidro.

El distrito de San Isidro conforma la zona interdistrital de Lima Centro, que pertenece a Lima Metropolitana. Y el área de estudio es de un kilómetro de la Avenida Arequipa que inicia desde la cuadra 29 hasta la cuadra 37, o desde los cruces de la Avenida Santa Cruz y la Calle Manuel Bañón.



Figura 6: Área de estudio

Fuente: Elaboración propia / Google Earth.

#### 4.1.2. Características

San Isidro como distrito tiene un total de 29.10 kilómetros de vías metropolitanas y está conformada por 7.90 kilómetros de vías expresas, 5.82 kilómetros de vías arteriales, 15.38 kilómetros de vías colectoras; además 141.70 kilómetros de vías distritales que son conocidas como vías locales. De los 15.38 kilómetros de vías colectoras que conforman las vías metropolitanas del distrito de San Isidro, un kilómetro pertenece al área de estudio que abarca desde la cuadra 29 a la 37 de la avenida Arequipa. Siendo una vía colectora el área de estudio, su finalidad es de llevar el tránsito desde un sector urbano hacia las vías arteriales y/o expresas.

Con la intención de tener una mayor gestión pública, San Isidro ha sectorizado su distrito en cinco sectores distrital, por lo tanto la zona de estudio se encuentra comprendido por los sectores distrital tres y cuatro. El sector distrital tres tiene un área de superficie de 136.80 ha y una población de 8,457 habitantes, donde el uso residencial pierde terreno mientras que el uso comercial empieza a consolidarse; además en este sector distrital reúne el mayor número de conflictos urbanos entre usos y densidades, debido a los altos flujos de transporte público y privado. El sector distrital cuatro tiene un área de superficie de 170.30 ha y una población de 8,950 habitantes, y se caracteriza por ser el sector distrital más importante, por desarrollarse en el ámbito económico-financiero.

#### 4.2. Estudio de Congestión Vial

El crecimiento vehicular en el área de estudio se debe al desarrollo económico-financiero y empresarial que hay en el lugar, porque se observa edificios de uso multifamiliar, centros empresariales, instituciones educativas y entidades financieras, por tal motivo está obligado a ser una zona de paso para viajes interdistritales, de manera que genera congestión en el tramo y en las intersecciones del área de estudio. Siendo evidente en las horas pico de la mañana, tarde y noche, con flujos vehiculares por encima de su capacidad.

El tramo de estudio que abarca la cuadra 29 hasta la 37 de la avenida Arequipa, que tuvo como nombre inicial avenida Leguía, se inició urbanísticamente como una zona residencial de baja densidad, después como una zona de alta calidad residencial para una población socioeconómica de tipo A y B, de modo que su infraestructura vial es para atender un parque automotor reducido y poca circulación.

La vialidad del área de estudio muestra una problemática en el contexto metropolitano, ya que este influye sobre el entorno urbano local. De manera que se tiene nodos críticos de tránsito en los cruces de la calle Ricardo Palma - avenida Arequipa - calle Chinchón, y la avenida Arequipa con la avenida Juan de Arona, esto se puede observar en la Figura 7.

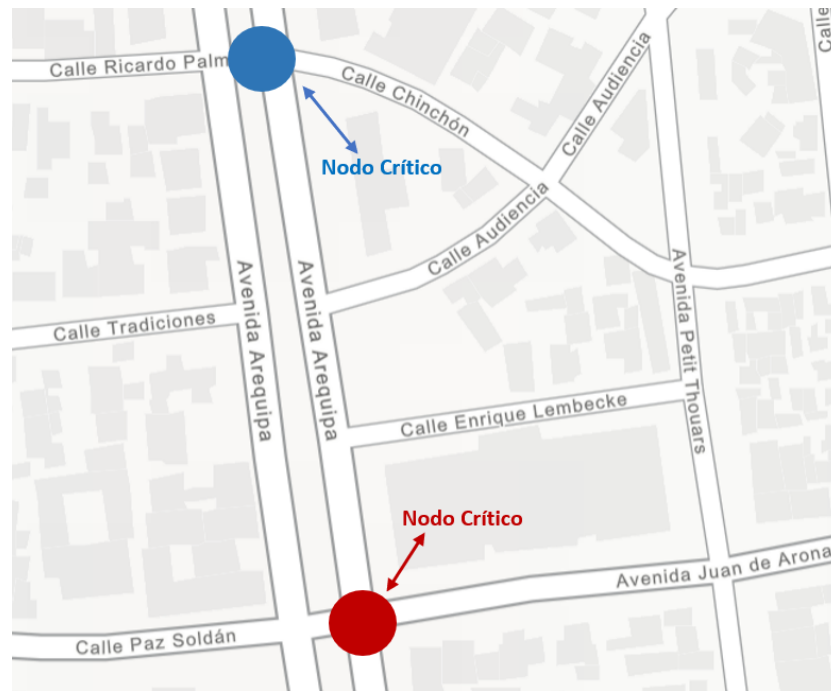


Figura 7: Nodos críticos de tránsito

Fuente: Elaboración Propia.

Los ejes viales importantes tales como la avenida Javier Prado, avenida Juan de Arona, avenida Santa Cruz o Av. Aramburú, son cruces de mayor relevancia y que deben ser capaces de atender la demanda vehicular interdistrital. Pero a veces no se refleja por el desarrollo de las actividades socioeconómicas y urbanas, sino también por las nuevas construcciones de edificios, con gran tendencia al crecimiento vertical en el área de estudio como en todo San Isidro, de manera que se tiene que prever y buscar propuestas para atender a la demanda.

En el área de estudio transitan diferentes tipos de transporte, y estos son: servicio de taxi y transporte público. El servicio de taxi que tuvo un crecimiento significativo por problemas socioeconómicos, incrementando el flujo vehicular, además genera detención innecesaria de vehículos en la calzada con el afán de captar pasajeros. Transporte Público con sus respectivos paraderos que afectan negativamente las condiciones operativas del tránsito vehicular. Por otra parte hay usuarios que no cumplen las reglas reflejando poca educación vial.

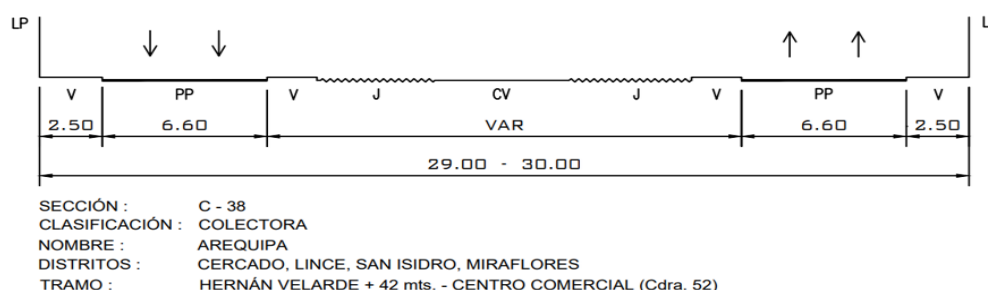
Con el pasar del tiempo, ha aumentado su cantidad de autos, motorizados de dos ruedas, colectivos, buses, entre otros medios de transporte, con el fin de movilizarse de un lugar a otro; por la cual, ha ocasionado que las redes viales se congestionan. Sin embargo, no es solo una de las causas, ya que se le fallas momentánea de

semáforos o desincronizados, policías de tránsito que priorizan el flujo de calles transversales a costa del flujo normal de la avenida Arequipa, las obras de construcción civil inconclusas o aplazadas por la pandemia, el mal diseño de las vías, la mala construcción del pavimento asfáltico, el mal estado de las pistas sin corregir, calles angostas donde fuerzan la presencia de ciclovías, entre otros.

La avenida Arequipa tiene dos calzadas, una de norte – sur y otra sur – norte, ambas con dos carriles; en efecto la práctica el corredor azul ya consume un carril exclusivo para su servicio de transporte público y genera congestión vehicular. Debido a ello es posible realizar una mejora, es decir, restringir estrictamente la presencia de autos colectivos y delivery motorizados, taxis por aplicativos y disponer horarios nocturnos para permisos especiales por construcción, sea el caso de vehículos de bombeo de concreto, mixers, etc.

#### 4.2.1. Infraestructura vial

A través del tiempo la sección vial del área de estudio se fue modificando de acuerdo al crecimiento urbano impulsado por las necesidades de la población local y la población flotante, la última un gran generador de trabajo. A continuación se muestra en la Figura 8 la sección vial vigente según la Ordenanza Municipal N° 341 – MML.



#### LEYENDA

- B = BERMA
- CV = CICLOVIA
- E = ESTACIONAMIENTO
- J = JARDIN
- LP = LIMITE DE PROPIEDAD
- PP = PISTA PRINCIPAL
- PS = PISTA SECUNDARIA
- V = VEREDA

Figura 8: Sección vial normativa del área de estudio – avenida Arequipa

Fuente: Ordenanza Municipalidad N° 341 – MML.

Se hizo una inspección in situ como se muestra en la Figura 9, verificando que la sección vial del área varía respecto a lo indicado en la Ordenanza Municipalidad N° 341- MML. En la Figura 8 se observa vereda – jardín –



ciclovía – jardín – vereda, en comparación a la Figura 10 jardín – peatón y ciclovía – jardín.



Figura 9: Sección vial in situ – avenida Arequipa

Fuente: Elaboración propia.

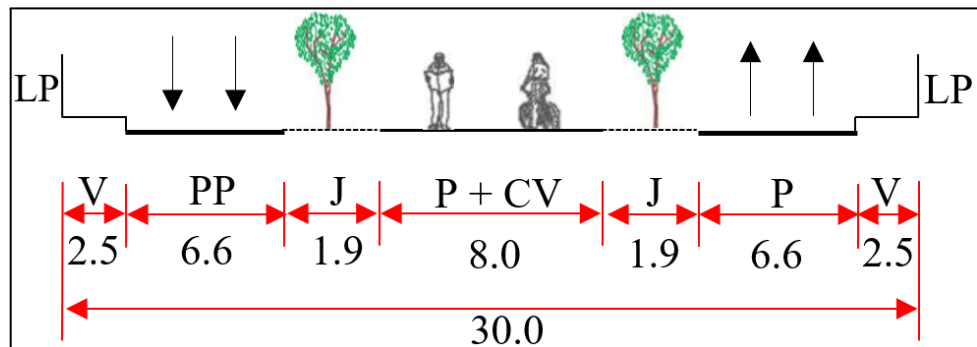


Figura 10: Sección vial del área de estudio – avenida Arequipa

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, se observa que en las Figuras 8 y 10 la sección vial del área de estudio no está compatible, de manera que deben ser revisadas por la municipalidad.

#### 4.2.2. Unidades inmobiliarias

##### a. Proyecto Compañía IHC SAC

La compañía IHC SAC está culminando la construcción de la edificación multifamiliar, que se encuentra ubicada en la avenida Arequipa 2960.



*Figura 11:* Tomada el 25/08/2020 en etapa de acabados

Fuente: Elaboración propia.

b. Edificio Chinchón 145

La constructora EDIFICA está construyendo el centro empresarial, que se ubica en la intersección de la avenida Arequipa cuadra 30 y la calle Chinchón cuadra 1.



*Figura 12:* Tomada el 25/08/2022 en etapa de acabados

Fuente: Elaboración propia.

c. Proyecto PLAZA 27

La Inmobiliaria EDIFICA está culminando la construcción de la edificación multifamiliar, que se encuentra ubicada en la intersección de la avenida Arequipa cuadra 31 y la calle Audiencia cuadra 1.



*Figura 13:* Tomada el 25/08/2022 en etapa de acabados

Fuente: Elaboración propia.

#### d. Centro Empresarial CCPUC

La construcción de este edificio está siendo ejecutada por la Constructora PRODUKTIVA, y está ubicada en la intersección de la avenida Arequipa cuadra 32 y la avenida Juan de Arona cuadra 1.



*Figura 14:* Tomada el 25/09/2022 durante el vaciado de concreto de concreto

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3. Estacionamientos

Una de las características que más se utilizan en un estudio de tráfico generado son los estacionamientos, siendo validado por varias normas como el parámetro del cual depende la ecuación de recurrencia, de modo que se anticipa el tráfico generado por la construcción de un proyecto. La cantidad de estacionamientos influye directamente con la cantidad de vehículos que

tienen los usuarios, siendo evidente la variación al tráfico generado de la construcción de proyectos.

El ITE mediante su Trip Generation Manual 9th Edition menciona que los proyectos residenciales mayores a tres niveles contienen las siguientes particularidades de generación de tráfico durante la hora punta: 0.39 viajes por unidad residencial (58% entra – 42% sale), de modo que se verifica las tres condiciones de generación de viajes de un proyecto, y estos son:

- a. Condición 1: ¿El proyecto de edificación genera más de 100 viajes totales durante la hora pico?
- b. Condición 2: ¿El proyecto de edificación provee más de 250 espacios de estacionamiento?
- c. Condición 3: ¿La proporción de volumen-capacidad (v/c) durante la hora pico del segmento vial al cual conecta el proyecto es mayor a 0.80?

El área de estudio está comprendida entre los sectores distritales tres y cuatro, y ambos son los de mayor demanda de estacionamientos utilizando la vía pública, incluso con altos grados de informalidad. Aunque ambos sectores son los que ofertan mayor cantidad de estacionamientos públicos y privados.

En el Plan Urbano Distrital de San Isidro, el sector distrital tres tiene un total de 1118 oferta de estacionamientos y 3771 déficit de estacionamientos, por otra parte el sector distrital cuatro tiene un total de 1742 oferta de estacionamientos y 6667 déficit de estacionamientos.

En el área de estudio se identificó tres proyectos cercanos y de similares características a los detallados en el subcapítulo 5.2.2. El primer proyecto tiene 225 unidades de vivienda/oficina y cuenta con 338 estacionamientos; el segundo proyecto tiene 60 unidades de vivienda/oficina y cuenta con 90 estacionamientos; el tercer proyecto tiene 90 unidades de vivienda/oficina y cuenta con 135 estacionamientos.

#### 4.2.4. Congestión

##### A) Intersección con semáforos

El análisis para determinar la capacidad y nivel de las intersecciones con semáforos es muy complejo, pues deben considerarse condiciones de muy diversa índole, desde las geométricas y de tránsito, hasta las correspondientes a los semáforos. Las condiciones geométricas incluyen

ancho, número y uso de carriles, así como sus pendientes. Las condiciones de tránsito incluyen volúmenes por movimiento, factores de hora máxima demanda, composición, maniobras de estacionamientos, conflictos peatonales y paradas de autobuses. Las condiciones de los semáforos incluyen secuencia de fases, asignación de tiempo y tipo de operación de los semáforos.

La asignación de tiempos se refiere al modo de control de los semáforos. Puede ser programado, cuando previamente se asignan los tiempos; semi controlado, cuando la vía principal está siempre en verde hasta que la demanda en la otra vía hace que se asigne tiempo de verde bajo condiciones prefijadas; o controlado, cuando los intervalos en ambas vías se asignan en función de la demanda para cada uno de los movimientos.

Según la tabla 3.1.6 del Manual de Capacidad Vial de la secretaría de comunicaciones y transportes SCT, elaborada por la dirección general de proyectos servicios técnicos y concesiones, se puede establecer niveles de servicio para intersecciones con semáforo según la demora media por vehículo detenido. Tal y como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: *Niveles de servicios para intersecciones con semáforo*

Nivel de servicio	Demora media por veh detenido (seg)
A	≤5.0
B	5.1 a 15.0
C	15.1 a 25.0
D	25.1 a 40.0
E	40.1 a 60.0
F	≥ 60.0

Fuente: “Manual de capacidad vial”, por SCT.

En el tramo estudio de la avenida Arequipa, que abarca desde la cuadra 29 hasta la 37, se procedió a analizar tres intersecciones (en el inicio, en la mitad y en el final) con semáforos, en diez oportunidades diferentes pero consecutivas a partir de una hora específica, y los resultados se observa en la Tabla 9, 10 y 11.

#### 4.3. Unidades inmobiliarias y congestión

El área de estudio abarca desde la cuadra 29 hasta la cuadra 37 de la avenida Arequipa. Los proyectos que se ubican en esa área de estudio pertenecen a los sectores distritales tres y cuatro, y en la Figura 15 se confirma mediante su

delimitación y asignación numérica. También se puede analizar observando la Figura 16 que los proyectos en el área de estudio tienen una altura que van desde 4 pisos hasta 10 pisos. De igual forma observando la Figura 17 se puede afirmar que los proyectos en el área de estudio tienen una zonificación de usos de suelo, y que son: RDA (Residencial Densidad Alta), RDM (Residencial Densidad Media), OU (Usos Especiales), E3 (Educación Superior Universitaria).

Para el estudio de las construcciones de unidades inmobiliarias se analizó el tráfico actual según el aforo vehicular y el generado por proyectos cercanos con similares características en área, número de viviendas y cantidad de estacionamiento. El aforo vehicular se realizó en la avenida Arequipa en su hora de máximo flujo vehicular por aproximadamente sesenta minutos para determinar el aporte vehicular que podrían tener los proyectos en construcción al finalizar operaciones y se encuentren habilitados.

De la verificación in situ en el área de estudio se infiere que falta agregar alturas de proyectos de más de 15 pisos en la figura 16, y así tener actualizado la información de plano de alturas normativas de la municipalidad de San Isidro.



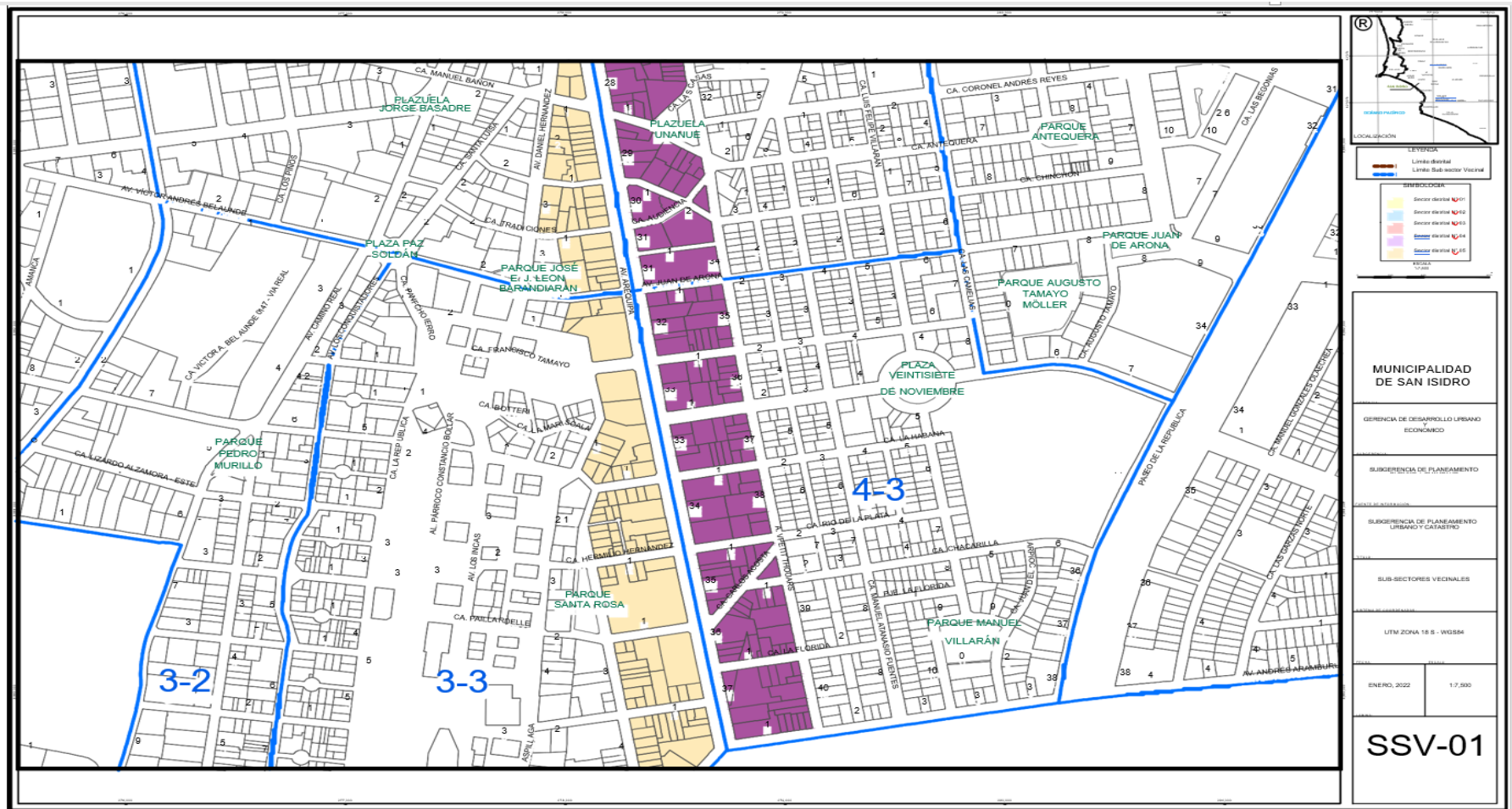


Figura 15: Plano de sectores vecinales de San Isidro

Fuente: Elaboración propia / Municipalidad de San Isidro.

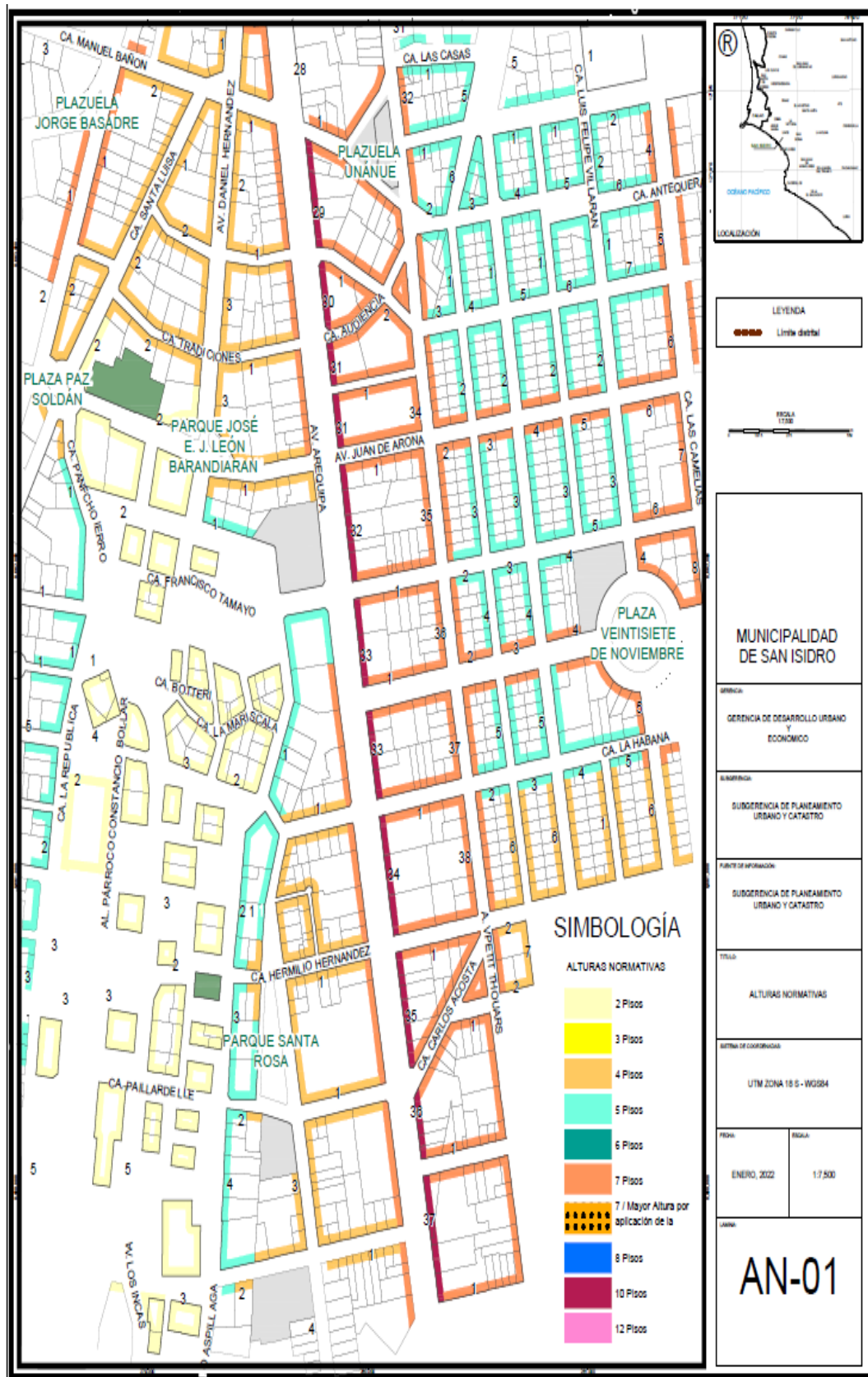


Figura 16: Plano de alturas normativas de San Isidro

Fuente: Municipalidad de San Isidro.



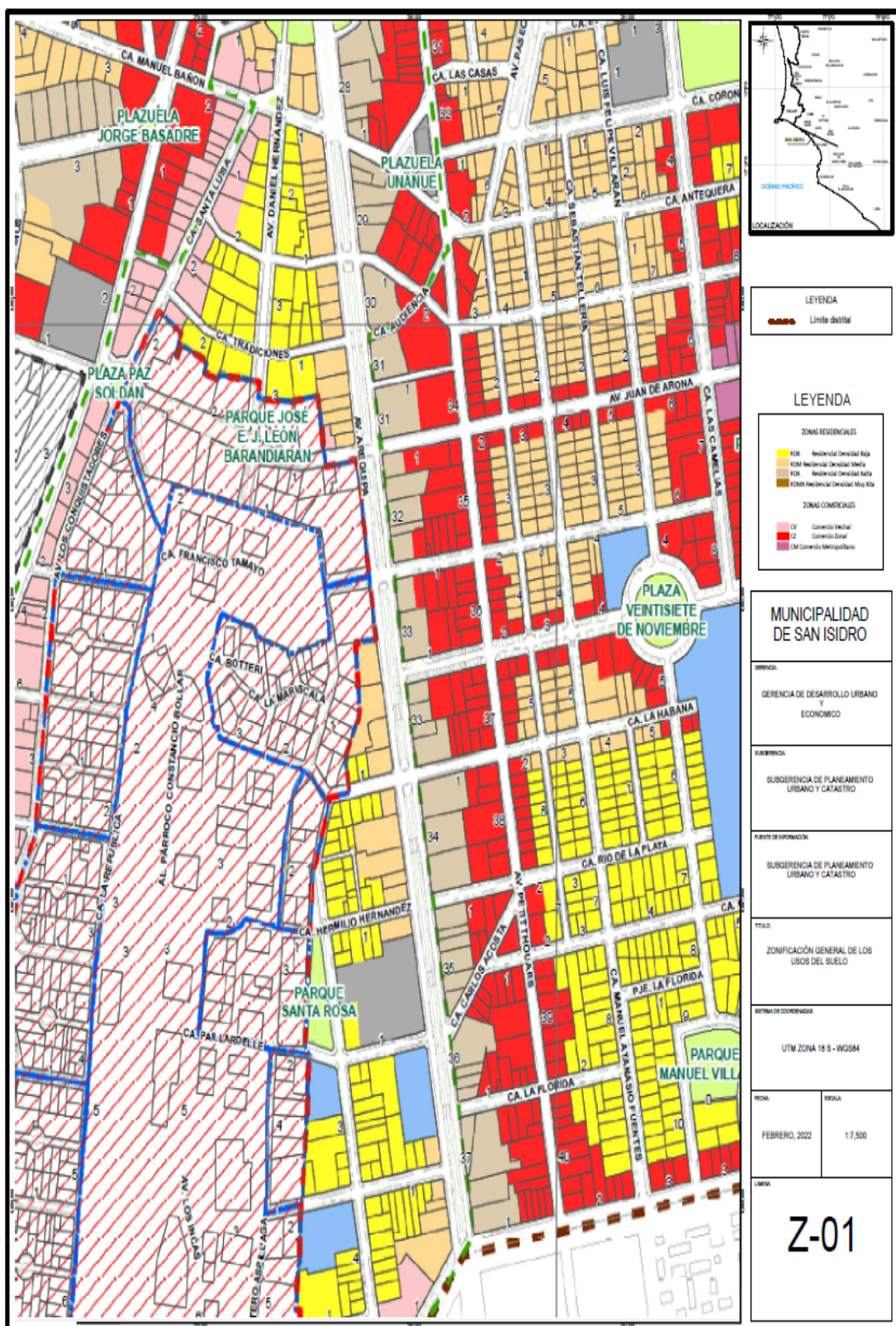


Figura 17: Plano de zonificación de uso de suelos de San Isidro

Fuente: Municipalidad de San Isidro.

A continuación en la Tabla 2 se observa el aforo vehicular para cada intervalo de tiempo con diferentes vehículos y en diferentes intersecciones del área de estudio. Además se observa que en cada intersección se tiene un promedio final por cada tipo de vehículo y también que en cada intersección se identifica la cantidad de vehículos que circulan en la hora pico. De manera que en la intersección Av. Santa Cruz/Aramburú circulan 864 veh en su hora pico, en la intersección Av. Juan de Arona circulan 892 veh en su hora pico y en la intersección Calle Manuel Bañón circulan 1124 veh en su hora pico.

Tabla 2: *Aforo vehicular de la avenida Arequipa*

<b>Aforo vehicular</b>											
	Av. Santa Cruz/Aramburú				Av. Juan de Arona				Calle Manuel Bañón		
	Autos	Camionetas	Corredor		Autos	Camionetas	Corredor		Autos	Camionetas	Corredor
08:00	440	84	32	08:00	584	164	56	08:00	604	172	52
09:00	436	112	40	09:00	524	176	56	09:00	732	304	68
10:00	420	104	28	10:00	632	172	44	10:00	628	180	48
11:00	432	112	24	11:00	588	188	60	11:00	632	184	40
12:00	424	88	36	12:00	528	196	56	12:00	640	176	44
13:00	440	80	36	13:00	632	200	60	13:00	616	164	56
14:00	472	120	32	14:00	588	180	44	14:00	684	188	48
15:00	420	92	20	15:00	572	180	48	15:00	692	168	40
16:00	424	104	20	16:00	532	180	56	16:00	680	200	48
17:00	408	88	20	17:00	580	172	40	17:00	600	176	60
18:00	428	104	28	18:00	564	184	56	18:00	696	200	40
19:00	660	160	44	19:00	616	180	48	19:00	680	232	68
20:00	408	120	36	20:00	532	176	48	20:00	756	308	60
21:00	424	108	24	21:00	364	120	36	21:00	700	288	72
22:00	424	116	40	22:00	320	132	36	22:00	392	112	24
23:00	440	96	28	23:00	372	120	24	23:00	424	152	40
<b>CONGESTIÓN VEHICULAR</b>											
PROMEDIO	444	106	31	PROMEDIO	533	170	48	PROMEDIO	635	200	51
HORA PICO	864			HORA PICO	844			HORA PICO	936		

Fuente: Elaboración propia.

La recopilación de datos del aforo vehicular se realizó in situ, en diferentes intersecciones (en el inicio, en la mita y en el final) de un km de estudio de la avenida Arequipa, con períodos de conteo de cada 15 minutos, además para determinar la valoración de flujo regular, intermedio y congestionado se empleó la ayuda del Google Traffic el cual se comparó los resultados obtenidos con lo observado en la plataforma en tiempo real.

Para mayor análisis del área de estudio se realizó aforos vehiculares en las intersecciones de los proyectos que se describen en el subcapítulo 5.2.2 de la investigación, durante horas pico del turno de la mañana, tarde y noche. Para esto se hizo un croquis de cada intersección, que contiene las direcciones vehiculares.

a. Estación 1: Avenida Arequipa cuadra 30 y Calle Chinchón

El aforo vehicular fue en las horas pico de los tres turnos del día, ubicando un punto de referencia (estación 1) a veintiún metros del proyecto, y así tener una visual exacta de las direcciones vehiculares y también prevenir la integridad física del tesista. En la Figura 18 se gráfica las direcciones vehiculares, considerando la orientación sur – norte de la avenida Arequipa.

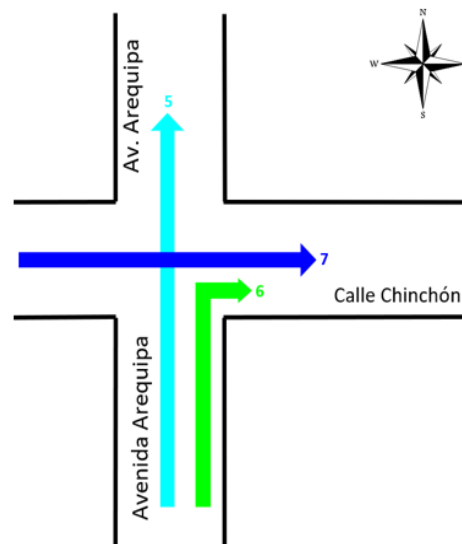


Figura 18: Croquis de la estación 1

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se observa que el aforo vehicular se realizó en tres turnos del miércoles 21 de setiembre del 2022. La hora pico del turno mañana es de 7:00 a.m. a 9:00 a.m., la hora pico del turno tarde es de 12:00 p.m. a 2:00 p.m., la

hora pico del turno noche es de 6:00 p.m. a 8:00 p.m., además en el aforo vehicular se consideró autos, camionetas y bus de 2 ejes (corredor azul).

Tabla 3: *Aforo vehicular de la estación 1*

Aforo vehicular								
Estación 1:			Avenida Arequipa cuadra 30 & Calle Chinchón					
Día	Turno	Hora		Autos	Camionetas	Bus – 2 ejes	Total UCP	Suma horaria
		desde	hasta					
M I É R C O L E S	M AÑ A N A	7:00 a.m.	7:15 a.m.	142	123	32	297	1209
		7:15 a.m.	7:30 a.m.	142	120	36	298	1220
		7:30 a.m.	7:45 a.m.	160	104	34	298	1227
		7:45 a.m.	8:00 a.m.	170	116	30	316	1208
		8:00 a.m.	8:15 a.m.	176	110	22	308	1167
		8:15 a.m.	8:30 a.m.	177	104	24	305	
		8:30 a.m.	8:45 a.m.	167	90	22	279	
		8:45 a.m.	9:00 a.m.	162	93	20	275	
	T A R D E	12:00 p. m.	12:15 p. m.	166	96	42	304	1229
		12:15 p. m.	12:30 p. m.	162	122	40	324	1269
		12:30 p. m.	12:45 p. m.	163	101	38	302	1286
		12:45 p. m.	1:00 p. m.	166	93	40	299	1313
		1:00 p. m.	1:15 p. m.	190	122	32	344	1329
		1:15 p. m.	1:30 p. m.	184	129	28	341	
		1:30 p. m.	1:45 p. m.	184	117	28	329	
1:45 p. m.		2:00 p. m.	168	117	30	315		
NO C H E	6:00 p. m.	6:15 p. m.	200	149	44	393	1597	

	6:15 p. m.	6:30 p. m.	206	141	42	389	1614
	6:30 p. m.	6:45 p. m.	215	149	48	412	1674
	6:45 p. m.	7:00 p. m.	217	150	36	403	1693
	7:00 p. m.	7:15 p. m.	234	144	32	410	1713
	7:15 p. m.	7:30 p. m.	245	168	36	449	
	7:30 p. m.	7:45 p. m.	240	161	30	431	
	7:45 p. m.	8:00 p. m.	239	156	28	423	

Fuente: Elaboración propia.

b. Estación 2: Avenida Arequipa cuadra 31 y Calle Audiencia

El aforo vehicular fue en las horas pico de los tres turnos del día, ubicando un punto de referencia (estación 2) a cuarenta metros del proyecto, para tener una visual exacta de las rutas vehiculares y también prevenir la integridad física del testista.

En la Figura 19 se gráfica las direcciones vehiculares, considerando la orientación sur – norte de la avenida Arequipa.

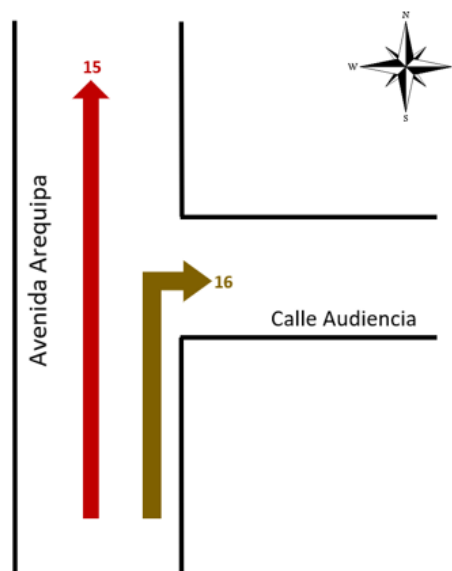


Figura 19: Croquis de la estación 2

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se observa que el aforo vehicular se realizó en tres turnos del viernes 16 de setiembre del 2022. La hora pico del turno mañana es de 7:00 a.m. a 9:00 a.m., la hora pico del turno tarde es de 12:00 p.m. a 2:00 p.m., la hora pico del turno noche es de 6:00 p.m. a 8:00 p.m., además en el aforo vehicular se consideró autos, camionetas y bus de 2 ejes (corredor azul).

Tabla 4: *Aforo vehicular de la estación 2*

Aforo vehicular								
Estación 2:			Avenida Arequipa cuadra 31 & Calle Audiencia					
Día	Turno	Hora		Autos	Camionetas	Bus – 2 ejes	Total UCP	Suma horaria
		desde	hasta					
V I E R N E S	M AÑ A N A	7:00 a.m.	7:15 a.m.	78	53	26	157	694
		7:15 a.m.	7:30 a.m.	70	69	28	167	741
		7:30 a.m.	7:45 a.m.	71	68	34	173	763
		7:45 a.m.	8:00 a.m.	92	69	36	197	761
		8:00 a.m.	8:15 a.m.	98	66	40	204	727
		8:15 a.m.	8:30 a.m.	92	59	38	189	
		8:30 a.m.	8:45 a.m.	84	53	34	171	
		8:45 a.m.	9:00 a.m.	81	50	32	163	
	T A R D E	12:00 p. m.	12:15 p. m.	85	50	28	163	654
		12:15 p. m.	12:30 p. m.	79	42	32	153	678
		12:30 p. m.	12:45 p. m.	80	38	40	158	712
		12:45 p. m.	1:00 p. m.	89	47	44	180	723
		1:00 p. m.	1:15 p. m.	94	47	46	187	708
		1:15 p. m.	1:30 p. m.	96	53	38	187	
1:30 p. m.		1:45 p. m.	88	45	36	169		

		1:45 p. m.	2:00 p. m.	87	44	34	165	
NO CH E		6:00 p. m.	6:15 p. m.	90	78	34	202	784
		6:15 p. m.	6:30 p. m.	96	66	30	192	804
		6:30 p. m.	6:45 p. m.	93	74	28	195	821
		6:45 p. m.	7:00 p. m.	88	75	32	195	837
		7:00 p. m.	7:15 p. m.	106	80	36	222	857
		7:15 p. m.	7:30 p. m.	111	60	38	209	
		7:30 p. m.	7:45 p. m.	102	75	34	211	
		7:45 p. m.	8:00 p. m.	94	83	38	215	

Fuente: Elaboración propia.

c. Estación 3: Avenida Arequipa cuadra 32 y Avenida Juan de Arona

El aforo vehicular fue en las horas pico de los tres turnos del día, ubicando un punto de referencia (estación 3) a treinta metros del proyecto, para tener una visual exacta de las direcciones vehiculares y también prevenir la integridad física del tesista. En la Figura 20 se gráfica las direcciones vehiculares, considerando la orientación sur – norte de la avenida



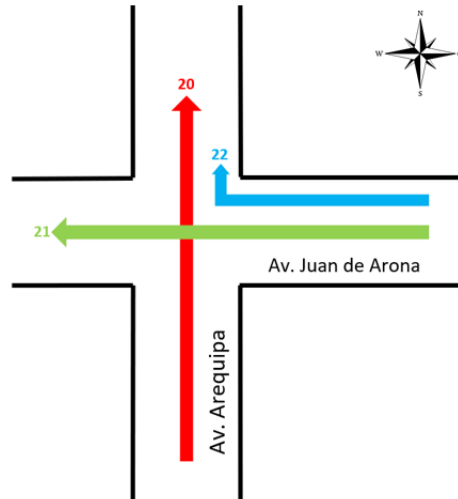


Figura 20: Croquis de la estación 3

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se observa que el aforo vehicular se realizó en tres turnos del martes 20 de setiembre del 2022. La hora pico del turno mañana es de 7:00 a.m. a 9:00 a.m., la hora pico del turno tarde es de 12:00 p.m. a 2:00 p.m., la hora pico del turno noche es de 6:00 p.m. a 8:00 p.m., además en el aforo vehicular se consideró autos, camionetas y bus de 2 ejes (corredor azul).

Tabla 5: Aforo vehicular de la estación 3

Aforo vehicular								
Estación 3:			Avenida Arequipa cuadra 32 & Avenida Juan de Arona					
Día	Turno	Hora		Autos	Camionetas	Bus – 2 ejes	Total UCP	Suma horaria
		desde	hasta					
M A R T E S	M AÑ A N A	7:00 a.m.	7:15 a.m.	134	117	34	285	1147
		7:15 a.m.	7:30 a.m.	136	120	34	290	1211
		7:30 a.m.	7:45 a.m.	130	114	32	276	1246
		7:45 a.m.	8:00 a.m.	140	126	30	296	1323
		8:00 a.m.	8:15 a.m.	177	152	20	349	1349
		8:15 a.m.	8:30 a.m.	172	131	22	325	
		8:30 a.m.	8:45 a.m.	177	152	24	353	
		8:45 a.m.	9:00 a.m.	167	135	20	322	

TA RD E	12:00 p. m.	12:15 p. m.	178	123	44	345	1366	
	12:15 p. m.	12:30 p. m.	179	126	42	347	1404	
	12:30 p. m.	12:45 p. m.	175	120	40	335	1472	
	12:45 p. m.	1:00 p. m.	186	117	36	339	1521	
	1:00 p. m.	1:15 p. m.	215	134	34	383	1528	
	1:15 p. m.	1:30 p. m.	225	156	34	415		
	1:30 p. m.	1:45 p. m.	223	131	30	384		
	1:45 p. m.	2:00 p. m.	197	123	26	346		
	NO CH E	6:00 p. m.	6:15 p. m.	215	140	56	411	1604
		6:15 p. m.	6:30 p. m.	213	135	52	400	1602
		6:30 p. m.	6:45 p. m.	222	144	40	406	1618
		6:45 p. m.	7:00 p. m.	220	137	30	387	1632
		7:00 p. m.	7:15 p. m.	239	150	20	409	1640
		7:15 p. m.	7:30 p. m.	245	153	18	416	
		7:30 p. m.	7:45 p. m.	251	153	16	420	
7:45 p. m.		8:00 p. m.	241	134	20	395		

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Unidades de estacionamientos y congestión

Como ya se mencionó, la variable o dimensión de estacionamiento tiene incidencia en la congestión vehicular, debido a los viajes que los usuarios realizan a su hogar, trabajo u otro motivo, además de la característica que tiene la avenida Arequipa como ser una vía colectora la cual influye en los usuarios que tienen poca educación vial. En la tabla 6 se tiene información de tres proyectos cercanos a las

intersecciones que se detallan en el subcapítulo 5.2.2 y donde se estudia el comportamiento del tráfico vehicular.

Además en el área de estudio se pudo observar la relación que existe entre los estacionamientos y la congestión, lo cual permite analizar la zona directa y su entorno.

Tabla 6: *Recolección de datos de los proyectos investigados*

Proyecto	1	2	3
Ubicación	Av. Arequipa con Av. Juan de Arona	Av. Arequipa con Calle Audiencia	Av. Arequipa con Calle Chinchón
Área del Proyecto	1,540 m <sup>2</sup>	381 m <sup>2</sup>	888 m <sup>2</sup>
Número de viviendas/oficinas	225	60	90
Cantidad de estacionamientos	338	90	135
Tráfico generado	104	13	38
Hora Punta	18:00 – 19:00	18:00 – 19:00	18:00 – 19:00

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 7 se observa los datos recolectados del conteo vehicular que se realizó para cada proyecto, durante una hora pico en tres días diferentes, con el fin calcular el tráfico generado.

Tabla 7: *Conteo vehicular para estimar el tráfico generado en proyectos de similares características*

Mediciones	Accesos		Estacionamientos		Tráfico generado
	Ingresan	Salen	Ingresan	Salen	
Fecha	Proyecto 1 – 18:00 a 19:00				
1-Set	80	30	15	6	110
2-Set	52	41	21	12	93
5-Set	68	42	24	15	110
Proyecto 2 – 18:00 a 19:00					
6-Set	7	4	5	2	11
7-Set	5	5	7	4	10
8-Set	12	5	8	5	17

Proyecto 3 – 18:00 a 19:00					
9-Set	22	10	10	4	32
12-Set	27	16	14	8	43
13-Set	24	14	16	10	38

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Presentación de resultados

Aplicando las recomendaciones del Manual de Generación de Tráfico, se obtiene los siguientes resultados:

En el proyecto 1, las 225 unidades habitacionales generarían 88 viajes ( $225 \cdot 0.39 = 88$ ) de los cuales 51 ingresarán ( $88 \cdot 0.58 = 51$ ) y 37 ( $88 \cdot 0.42 = 37$ ) saldrían de la vía durante la hora pico.

En el proyecto 2, las 60 unidades habitacionales generarían 24 viajes ( $60 \cdot 0.39 = 24$ ) de los cuales 14 ingresarán ( $24 \cdot 0.58 = 14$ ) y 10 ( $24 \cdot 0.42 = 10$ ) saldrían de la vía durante la hora pico.

En el proyecto 3, las 90 unidades habitacionales generarían 35 viajes ( $90 \cdot 0.39 = 35$ ) de los cuales 20 ingresarán ( $35 \cdot 0.58 = 20$ ) y 15 ( $35 \cdot 0.42 = 15$ ) saldrían de la vía durante la hora pico.

Por otra parte, (Velasco, 2017) luego de haber estudiado las recomendaciones del Manual de Generación de Tráfico demostró mediante una regresión lineal que el tráfico generado es igual al 30% de la cantidad de estacionamientos; de este modo se analizaron los tres proyectos con más información y se compararon los resultados obtenidos del tráfico generado, tanto las obtenidas In Situ y por el Manual de Generación de Tráfico.

En el proyecto 1, los 338 estacionamiento generarían un tráfico de 101 viajes ( $338 \cdot 0.30 = 101$ ).

En el proyecto 2, los 90 estacionamientos generarían un tráfico de 27 viajes ( $90 \cdot 0.30 = 27$ ).

En el proyecto 3, los 135 estacionamientos generarían un tráfico de 41 viajes ( $135 \cdot 0.30 = 41$ ).

En la Tabla 8 se muestra los resultados del tráfico generado por método

Tabla 8: *Tráfico generado por método*

Proyecto	In Situ	Estacionamientos – (Velasco, 2017)	Viviendas – (TGM)

1	104	101	88
2	13	27	24
3	38	41	35

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 9, 10 y 11, derivan de una toma de datos obtenidos in situ de las tres intersecciones (en el inicio, en la mitad y en el final) que se encuentran en el kilómetro de estudio de la avenida Arequipa; y estos son la Av. Santa Cruz/Aramburú, Av. Juan de Arona/ Paz Soldán y Calle Manuel Bañón, para lo cual se analizaron diez vehículos privados diferentes en distintas horas de la tarde, donde se recopilaron datos como la demora, la distancia, el tiempo y espaciamiento entre ellos.

a. Calle Manuel Bañón 5:00 p.m.

Tabla 9: *Datos del cruce av. Arequipa con ca. Manuel Bañón*

N	Demora med (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Intervalo (s)	Espaciamiento (m)
1	10	50	4.20	42.86	0.17	2
2	13	50	4.00	45.00	0.32	4
3	12	50	5.50	32.73	0.33	3
4	12	50	6.15	29.27	0.25	2
5	11	50	3.80	47.37	0.38	5
6	11	50	4.50	40.00	0.18	2
7	13	50	5.20	34.62	0.21	2
8	10	50	5.05	35.64	0.40	4
9	11	50	4.00	45.00	0.32	4
10	11	50	3.60	50.00	0.29	4

	11.4	$\Sigma$ velocidad/N = 40.25	h prom= 0.2844	s prom= 3.20
--	------	------------------------------	-------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia.

b. Avenida Juan de Arona 4:00 pm

Tabla 10: *Datos del cruce av. Arequipa con av. Juan de Arona*

N	Demora med (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Intervalo (s)	Espaciamiento (m)
1	18	50	10.00	18.00	0.80	4
2	13	50	5.25	34.29	1.26	12
3	12	50	4.20	42.86	0.25	3
4	12	50	5.25	34.29	0.42	4
5	15	50	6.30	28.57	2.02	16
6	16	50	6.30	28.57	0.50	4
7	13	50	5.25	34.29	0.42	4
8	13	50	6.30	28.57	1.26	10
9	16	50	6.30	28.57	0.76	6
10	12	50	6.30	28.57	1.51	12
	14	$\Sigma$ velocidad/N = 30.66		h prom= 0.92		s prom= 7.50

Fuente: Elaboración propia.

c. Avenida Santa Cruz 3:00 pm

Tabla 11: *Datos del cruce av. Arequipa con av. Santa Cruz/Aramburú*

N	Demora med (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Intervalo (s)	Espaciamiento (m)
1	8	50	3.09	58.25	1.36	22
2	7	50	5.15	34.95	2.58	25
3	10	50	6.18	29.13	1.48	12
4	11	50	5.15	34.95	0.62	6
5	5	50	5.15	34.95	1.85	18
6	6	50	3.21	56.07	1.28	20
7	8	50	6.18	29.13	1.98	16
8	9	50	4.12	43.69	0.58	7
9	6	50	3.09	58.25	1.24	20
10	12	50	3.21	56.07	0.51	8
	8.2	$\Sigma$ velocidad/N = 43.55		h prom= 1.3478		s prom= 15.4

Fuente: Elaboración propia.

Agregando a lo anterior no se consideró periodos anómalos de ambulancias, bomberos o producto de la intervención de la policía de tránsito, así como se evitó

la presencia de motorizados delivery y de autos informales que realizaban colectivos en la av. Arequipa. Las figuras 21, 22, 23 y 24 son gráficos comparativos que se elaboró con los datos obtenidos en las tres intersecciones de la avenida Arequipa. Así mismo, se midió la congestión producto de la espera entre semáforos con sus respectivos tiempos de espera.

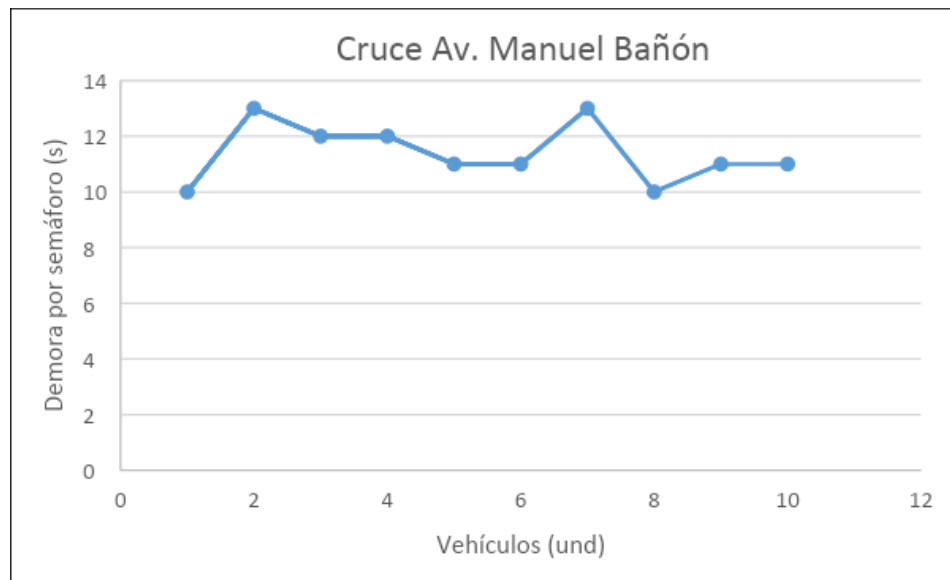


Figura 21: Demora en la intersección av. Arequipa con ca. Manuel Bañón

Fuente: Elaboración propia.

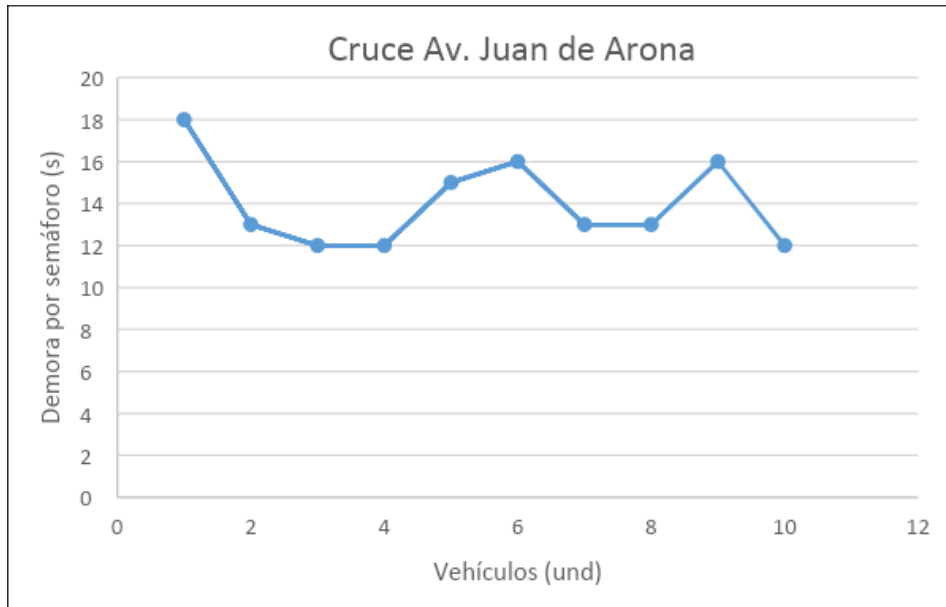


Figura 22: Demora en la intersección av. Arequipa con av. Juan de Arona

Fuente: Elaboración Propia.

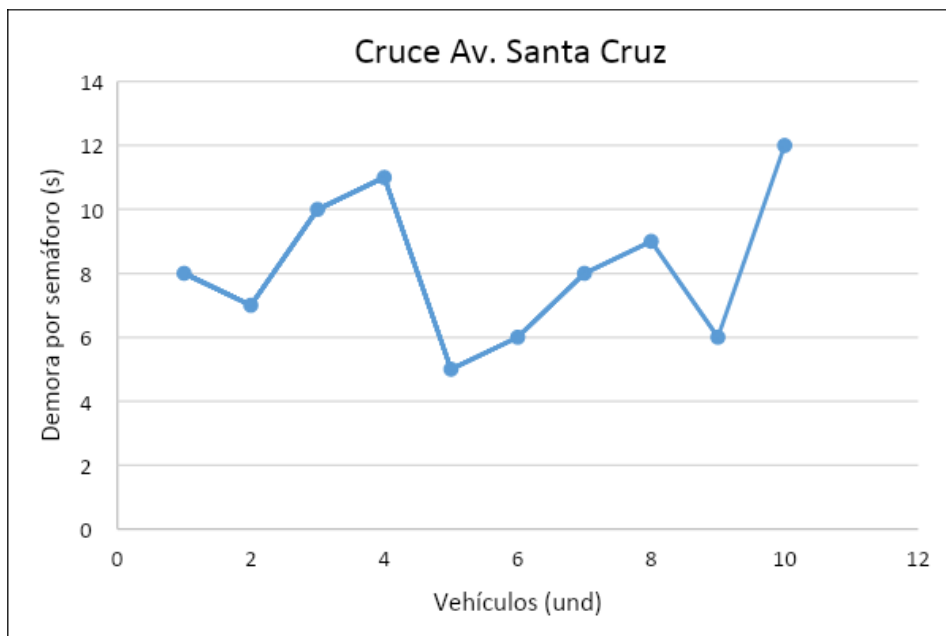


Figura 23: Demora en la intersección av. Arequipa con av. Santa Cruz

Fuente: Elaboración propia.



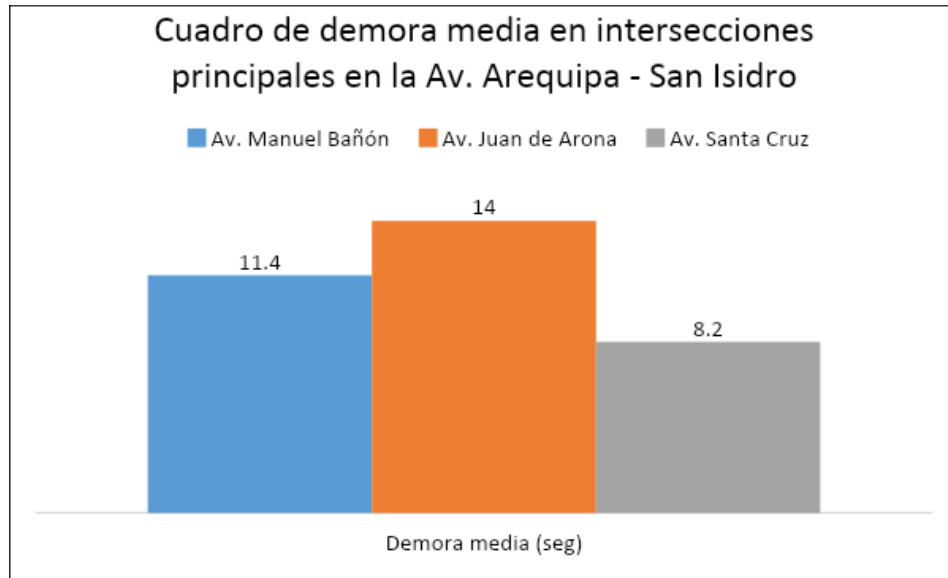


Figura 24: Demora media por semáforos en las intersecciones

Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento de datos que se consideró a partir del aforo vehicular para la estación 1, 2 y 3 es de uniformizar los tres tipos de vehículos que circulan en el área de estudio y así obtener la unidad coche patrón. A continuación se presentan los resultados de cada estación.

a. Estación 1: Avenida Arequipa cuadra 30 y Calle Chinchón

El aforo vehicular se realizó en tres turnos del día durante sus horas pico, y se obtuvo el volumen horario de máxima demanda. La Tabla 12 corresponde al turno de la noche del miércoles porque muestra la mayor cantidad de vehículos en periodos de una hora, a diferencia del turno de la mañana y de la tarde.

Tabla 12: *Suma horaria de vehículos del miércoles*

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
MIÉRCOLES	NOCHE	6:00 - 7:00 p.m.	1597
		6:15 - 7:15 p.m.	1614
		6:30 - 7:30 p.m.	1674
		7:45 - 8:45 a.m.	1693
		7:00 - 8:00 p.m.	1713

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 25 se observa la variación de flujo vehicular durante sesenta minutos consecutivos y se logra identificar en el intervalo de 7:00 p.m. a 8:00 p.m. se tiene 1713 veh/h, la mayor cantidad que transitan en la zona de estudio.

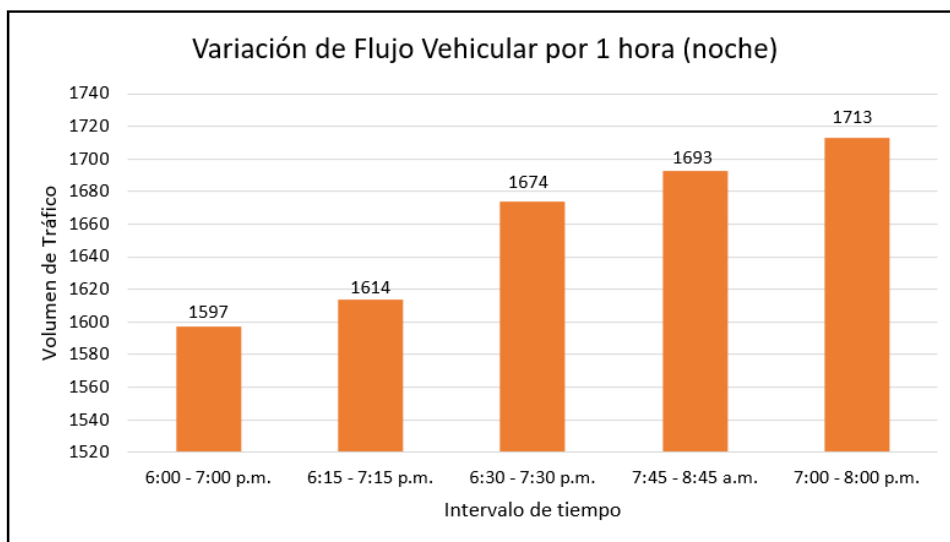


Figura 25: Tiempo vs Volumen del miércoles en la noche

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 13 se observa el mínimo y el máximo de vehículos para diferentes periodos de quince minutos durante una hora, y corresponde al turno noche del miércoles por tener máximos valores a comparación de los turnos mañana y tarde.

Tabla 13: Total de vehículos del miércoles

Día	Turno	Hora Punta Noche	Total UCP
MIÉRCOLES	NOCHE	7:00 - 7:15 p.m.	410
		7:15 - 7:30 p.m.	449
		7:30 - 7:45 p.m.	431
		7:45 - 8:00 p.m.	423

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 26 se identifica que el volumen máximo durante quince minutos de flujo es de 449 veh/min y el volumen promedio de la hora es de 428 veh/h, además el factor de la hora de máxima demanda es 0.95, lo que indica que está en un rango de flujo máximo.

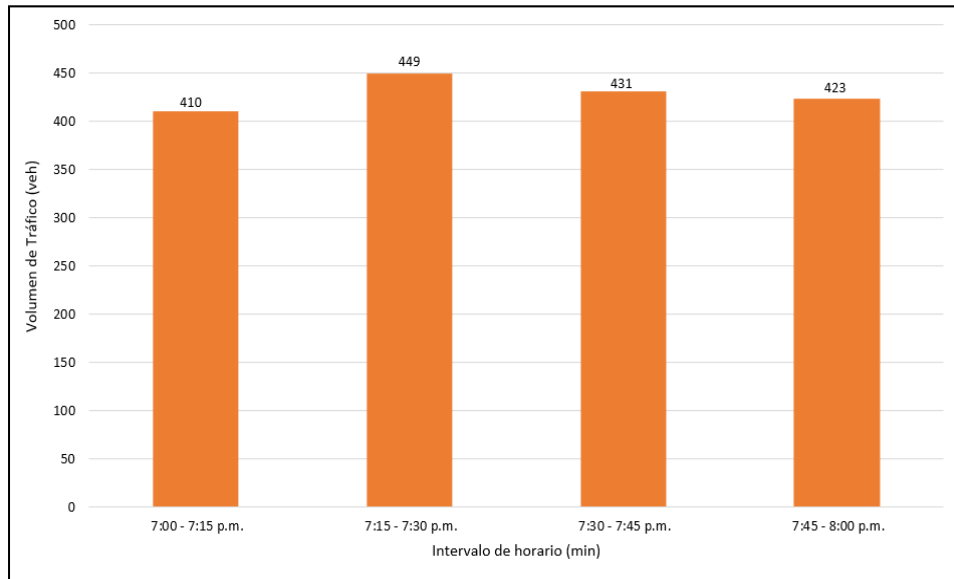


Figura 26: Variación del flujo vehicular del miércoles en la noche

Fuente: Elaboración propia.

b. Estación 2: Avenida Arequipa cuadra 31 y Calle Audiencia

El aforo vehicular se realizó en tres turnos del día durante sus horas pico, y se obtuvo el volumen horario de máxima demanda. La Tabla 14 corresponde al turno de la noche del viernes porque muestra la mayor cantidad de vehículos en periodos de una hora, a diferencia del turno de la mañana y de la tarde.

Tabla 14: Suma horaria de vehículos del viernes

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
VIERNES	NOCHE	6:00 - 7:00 p.m.	784
		6:15 - 7:15 p.m.	804
		6:30 - 7:30 p.m.	821
		7:45 - 8:45 a.m.	837
		7:00 - 8:00 p.m.	857

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 27 se observa la variación de flujo vehicular durante sesenta minutos consecutivos y se logra identificar en el intervalo de 7:00 p.m. a 8:00 p.m. se tiene 857 veh/h, la mayor cantidad que transitan en la zona de estudio.

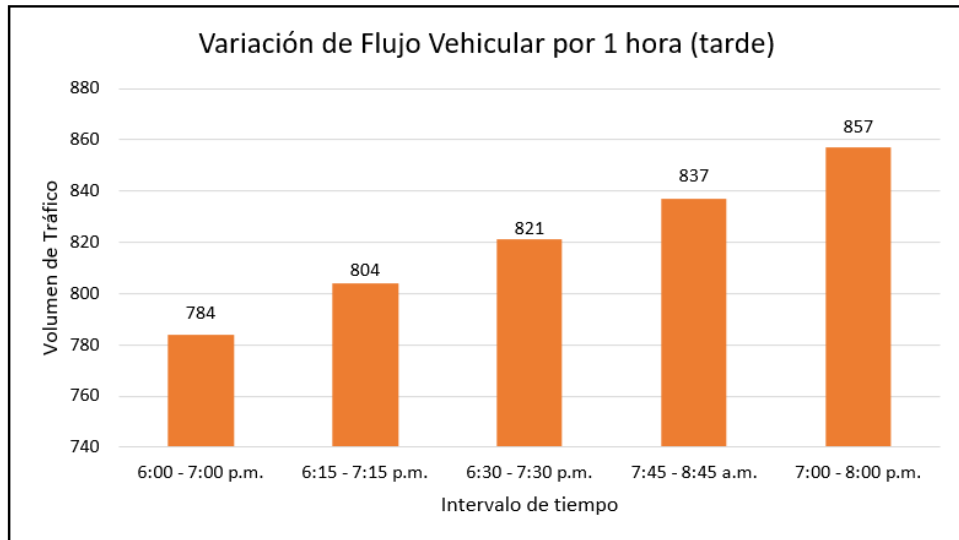


Figura 27: Tiempo vs Volumen de tráfico del viernes en la noche

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15 se observa el mínimo y el máximo de vehículos para diferentes periodos de quince minutos durante una hora, y corresponde al turno noche del viernes por tener máximos valores a comparación de los turnos mañana y tarde.

Tabla 15: Total de vehículos del viernes

Día	Turno	Hora Punta Noche	Total UCP
VIERNES	NOCHE	7:00 - 7:15 p.m.	222
		7:15 - 7:30 p.m.	209
		7:30 - 7:45 p.m.	211
		7:45 - 8:00 p.m.	215

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 28 se identifica que el volumen máximo durante quince minutos de flujo es de 222 veh/min y el volumen promedio de la hora es de 214 veh/h, además el factor de la hora de máxima demanda es 0.97, lo que indica que está en un rango de flujo máximo.

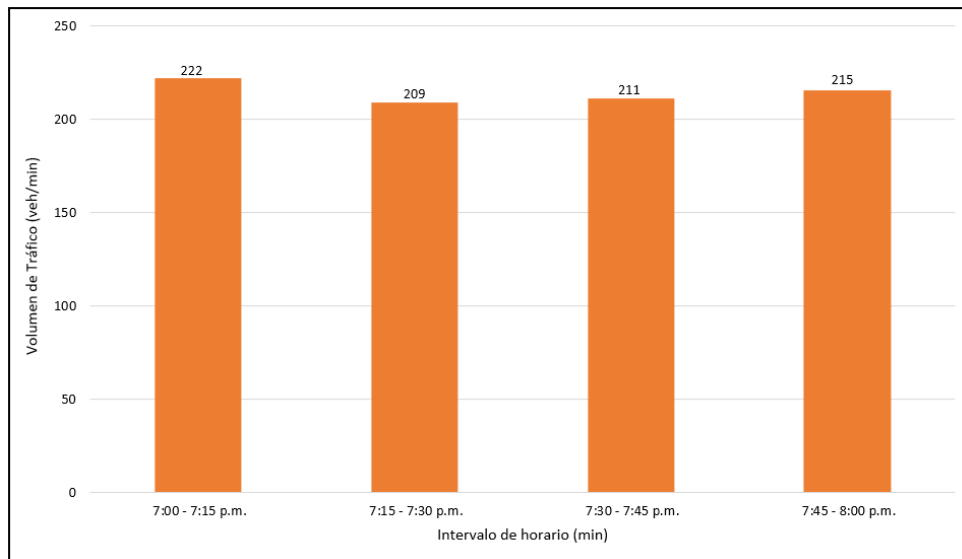


Figura 28: Variación del flujo vehicular del viernes en la noche

Fuente: Elaboración propia.

c. Estación 3: Avenida Arequipa cuadra 32 y Avenida Juan de Arona

El aforo vehicular se realizó en tres turnos del día durante sus horas pico, y se obtuvo el volumen horario de máxima demanda. La Tabla 16 corresponde al turno de la noche del martes porque muestra la mayor cantidad de vehículos en periodos de una hora, a diferencia del turno de la mañana y de la tarde.

Tabla 16: Suma horaria de vehículos del martes

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
MARTES	NOCHE	6:00 - 7:00 p.m.	1604
		6:15 - 7:15 p.m.	1602
		6:30 - 7:30 p.m.	1618
		7:45 - 8:45 a.m.	1632
		7:00 - 8:00 p.m.	1640

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 29 se observa la variación de flujo vehicular durante sesenta minutos consecutivos y se logra identificar en el intervalo de 7:00 p.m. a 8:00 p.m. se tiene 1640 veh/h, la mayor cantidad que transitan en la zona de estudio.

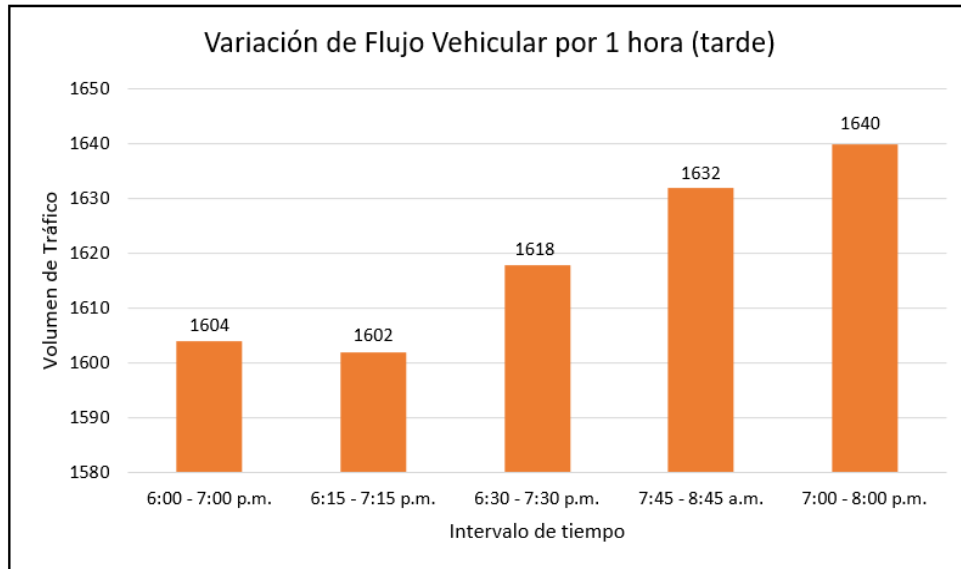


Figura 29: Tiempo vs Volumen de tráfico del martes en la noche

Elaboración propia.

En la Tabla 17 se observa el mínimo y el máximo de vehículos para diferentes periodos de quince minutos durante una hora, y corresponde al turno noche del martes por tener máximos valores a comparación de los turnos mañana y tarde.

Tabla 17: Total de vehículos del martes

Día	Turno	Hora Punta Noche	Total UCP
MARTES	NOCHE	7:00 - 7:15 p.m.	409
		7:15 - 7:30 p.m.	416
		7:30 - 7:45 p.m.	420
		7:45 - 8:00 p.m.	395

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 30 se identifica que el volumen máximo durante quince minutos de flujo es de 420 veh/min y el volumen promedio de la hora es de 410 veh/h, además el factor de la hora de máxima demanda es 0.98, lo que indica que está en un rango de flujo máximo.

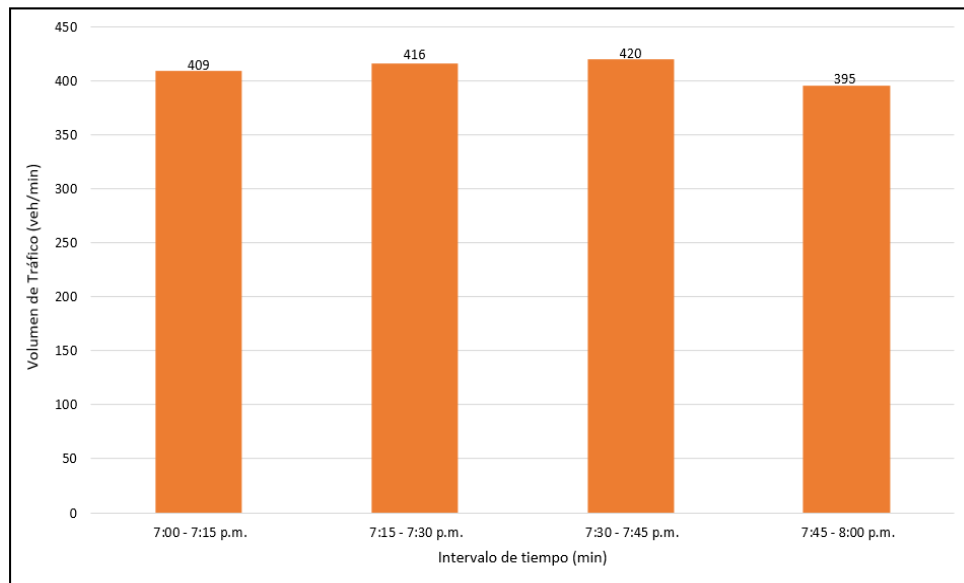


Figura 30: Variación del flujo vehicular del martes en la noche

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. Plan de mitigación

A) Plan de mitigación N°1: Limitar la cantidad de vías afluentes de la avenida Arequipa.

La conservación de dos sentidos a un solo sentido en vías que alimentan el volumen vehicular de la avenida Arequipa en diferentes intersecciones podría reducir la congestión vehicular en hora pico, manteniendo solamente las intersecciones principales como la avenida Juan de Arona y la avenida Santa Cruz/Aramburú, considerar que la hora de máxima demanda vehicular es en el intervalo de las 18:00 a 20:00 horas.

a. Propuesta:

1. Durante las horas de menor volumen vehicular, según la Tabla 2, aplicar el cambio de sentido de las vías colectoras cuyo índice de flujo vehicular es bajo y no se sentiría el impacto al cambio del uso del servicio en dichas vías.

B) Plan de mitigación N°2: Fomentar el uso del transporte público eléctrico del distrito de San Isidro.

Gran parte de la congestión vehicular es debido a la gran población flotante que acude al distrito para laborar, por ello a partir de las 6 pm, el cual es el horario habitual de salida de muchos trabajadores, se empieza a incrementar la demanda de poder hacer uso del transporte público y a su vez de las vías que conectan

con el resto de la ciudad en los alrededores como lo es la avenida Arequipa, por ello al concurrir a esta vía la saturan sin considerar que existen otros medios de transporte por diferentes rutas que les permiten transportarse hasta su destino sin tener la necesidad de saturar la avenida Arequipa.

a. Propuestas:

1. Aumentar el horario de servicio del transporte público que brinda la Municipalidad de San Isidro con sus vehículos eléctricos.
2. Implementar nuevas rutas en el servicio de transporte público de buses eléctricos de la Municipalidad de San Isidro.

C) Plan de mitigación N°3: Fiscalizar el servicio de colectivos informales.

Desde el 05 de junio del 2014, la ATU (Autoridad de Transporte Urbano) fiscaliza el buen cumplimiento servicio que brinda el “Corredor Azul” en su ruta Tacna – Garcilaso – Arequipa que forma parte del Sistema Integrado de Transporte de Lima (SIT). Por ello en toda la Avenida Arequipa está totalmente prohibida la circulación de cualquier línea de transporte que no sea el corredor azul para facilitar el libre su buen funcionamiento, sin embargo, se puede comprobar que, durante las primeras horas del día, así como en hora punta los autos colectivos circulan y dificultan el flujo normal de la vía e incluso durante altas horas de la noche. Cabe señalar que, a partir de las 11pm, se pueden ver custer o combis piratas que ofrecen el servicio de transporte como si fueran autos privados y en otros casos con vehículos que tienen diferentes rutas de transporte.

a. Propuestas:

1. Fiscalización permanente en toda la avenida Arequipa.
2. Multar a pasajeros que hagan uso de servicios ilegales.

D) Plan de mitigación N°4: Ajustar la frecuencia y flota de buses del corredor azul.

A muy tempranas horas en el cruce de la avenida Arequipa con la avenida Santa Cruz/Aramburú se puede observar la presencia de una gran oferta de buses de diferentes rutas del corredor azul, sin embargo, mucho de ellos se movilizan a su mínima capacidad, resultando incongruente la relación oferta demanda a tempranas horas de la mañana. A partir de las 18:00 horas, se puede evidenciar en casi todos los paraderos de la Avenida Arequipa que los buses colectores se movilizan a su máxima capacidad, dejando incluso muchos pasajeros sin recoger en sus respectivos paraderos.



a. Propuestas:

1. Hacer circular buses en función de la demanda de pasajeros en diferentes horarios.
2. Establecer una prioridad de no recoger más pasajeros cuando el semáforo está en luz verde.
3. No circular en la vía de buses cuando el bus se encuentra lleno, debido a que los autos colectivos se encuentran en esa vía obstruyendo el buen flujo vehicular.
4. Fiscalizar a los conductores para que solo se detengan a dejar y recoger pasajeros en sus paraderos asignados.

E) Plan de mitigación N°5: Optimizar el uso de los espacios disponibles para los estacionamientos en edificios multifamiliares.

Que los propietarios que no posean estacionamientos suficientes en su vivienda pidan poder alquilar los estacionamientos disponibles de otros propietarios cuando haga falta, con el fin de optimizar los espacios.

#### 4.7. Análisis de resultados

Resultado N° 1: Se analizaron los tres cruces más representativos de la Avenida Arequipa y con mayor afluencia de vehículos, la Avenida Aramburú/Santa Cruz, Avenida Juan de Arona/Paz Soldán y Calle Manuel Bañón, debido a que en estos puntos se determinó con el Google Traffic que la vía sufría los mayores tiempos de retraso en el flujo normal en sentido malecón – centro de Lima, con lo cual se pudo evidenciar con el estudio que el flujo de carros hasta el cruce con la avenida Santa Cruz presenta un buen ritmo de avance, luego se retrasa en el cruce con Avenida Juan de Arona y nuevamente llegando a la Calle Manuel Bañón mejora el flujo vehicular.

La velocidad media de la vía ronda entre los 35 y 50 km/h con intervalos entre vehículos de 1 segundo en luz verde y un promedio máximo de espaciamientos entre automóviles de 15 metros entre uno y otro, una demora media de 11.4 segundos en retomar avance en cambio de semáforo en el cruce con Calle Manuel Bañón, 14 segundos en avenida Juan de Arona y 8.2 segundos en avenida Santa Cruz/Aramburú. Acorde a ello se propone la implementación del Plan de

Mitigación N°1, que limita el ingreso a la vía en el tramo de 1km en el estudio de San Isidro.

Resultado N° 2: Analizando los cuadros de demora vehicular por semáforos, se puede determinar que en el cruce de la Avenida Santa Cruz la demora es variable, en el cruce con la Avenida Juan de Arona la demora es constante y de mayor periodo de espera, finalmente en el cruce con la Calle Manuel Bañón la demora por semáforo se mantiene constante pero es de menor tiempo de espera, esto es debido a la presencia de colectivos informales, motorizados que realizan el servicio de delivery y al mal criterio de servicio que tienen los choferes del corredor azul al recoger/dejar pasajeros en paraderos que no le corresponden de recoger pasajeros cuando el semáforo se encuentra luz verde. Conforme a ello se plantea la implementación del Plan de Mitigación N°2.

Resultado N° 3: Según la Tabla 2 que corresponde al conteo vehicular realizado en diferentes cruces de vías con la avenida Arequipa y seguidamente analizando las Tablas 9, 10 y 11, evidencian una demora del tránsito mayor a los 5 segundos correspondientes al nivel de servicio “B” según el Manual de Capacidad Vial de la secretaría de comunicaciones y transportes SCT de México, dicho resultado está ligado estrechamente con el servicio informal que vienen desempeñando los vehículos colectivos a lo largo de vía, por ello se puede interpretar sin dichos retraso en la Avenida Arequipa podría circular un mayor volumen de vehículos en un mismo tiempo de estudio con ello se satisfaría a una mayor demanda de usuarios ofreciendo la misma oferta de servicio mejorando así considerablemente la congestión vehicular en horas punta. Por ello se propone implementar el Plan de Mitigación N°3 y N°4.

Resultado N°4: En la Tabla 8 se comparó los tráficos generados según el Conteo In Situ, (Velasco, 2017) – Estacionamientos y el Manual de Generación de Tráfico – Viviendas se puede comprobar que los resultados son muy similares, corroborando así el estudio realizado en campo y concluyendo que el número estacionamientos impactan directamente en la generación del tráfico en la Av. Arequipa y por lo tanto en la Gestión del Transporte Urbano en el área de estudio. Por ello se propone implementar la Medida de Mitigación N°5.

#### 4.8. Contrastación de hipótesis

##### Hipótesis específica 1

H1-1: Las unidades inmobiliarias si influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

H0-1: Las unidades inmobiliarias no influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

Respecto a lo desarrollado en el capítulo V, se determina que:

Las unidades inmobiliarias si influyen en la gestión del transporte urbano, y que al finalizar los proyectos estudiados se obtendrán resultados similares como se muestra en la Tabla 6, en el que se evidencia el análisis de la generación del tráfico por el número de viviendas, por ende se adicionará un mayor tráfico generado al flujo máximo actual de la vía y de las intersecciones en estudio, como se detalla en la Tabla 2, 3, 4 y 5 incluso en los flujogramas de los Anexos 8, 11 y 14. Por ello se propone los siguientes planes de mitigación:

- a. PM1, Limitar la cantidad de vías afluentes de la avenida Arequipa.
- b. PM2, Fomentar el uso del transporte público eléctrico del distrito de San Isidro.
- c. PM3, Fiscalizar el servicio de colectivos informales.
- d. PM4, Ajustar la frecuencia y flota de buses del corredor azul.

La información anteriormente descrita se detalla en el subcapítulo 5.6 de esta investigación.

(Velasco, 2017), en su tesis:

“Los estudios de impacto vial y el tráfico generado en la ciudad de Lima”, identifica cuatro proyectos inmobiliarios y analiza los flujos de viajes de cada uno de ellos. Luego mediante las recomendaciones del Trip Generation Manual relaciona el tráfico generado de cada proyecto con sus variables independientes seleccionando una de ellas, la cual es el número de viviendas ya que es una de las variables independientes que más se utiliza en la generación de viajes porque el número de viviendas está conectado al número de familias para el cual se proyecta la construcción de edificios multifamiliares, por lo tanto hay relación con las demandas de movilidad y el número de vehículos privados que tiene un proyecto.

Como resultado de la Figura 10 y 11 se tiene valores de coeficientes de correlación de 0.0758 para la regresión lineal y de 0.1196 para la regresión logarítmica, lo cual significa que los valores de correlación son muy pequeños y también que a mayor cantidad de viviendas en las unidades inmobiliarias el tráfico generado es menor, concluyendo que esta variable independiente no tiene correlación aceptable y no es confiable para determinar el tráfico generado que el mismo pueda ocasionar.

(Molina, 2019), en su tesis:

“Impacto de los proyectos inmobiliarios y transporte público informal en la circulación: un enfoque desde la microsimulación”, menciona que las zonas de trabajo propias de las construcciones de edificios multifamiliares si influyen en el transporte urbano lo cual genera desvíos, además aumentan los tiempos de viajes de los vehículos en la avenida Brasil, específicamente en su calzada central, en un 44.32% y esto corresponde a tres segundos de adición respecto a condiciones normales. Por otra parte, esto afecta también al tramo adyacente. En la tabla 5-1 se muestran los resultados obtenidos.

Por lo tanto se válida la hipótesis alterna, y se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis específica 2

H1-2: Los estacionamientos de los edificios multifamiliares si influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

H0-2: Los estacionamientos de los edificios multifamiliares no influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.

Respecto a lo desarrollado en el capítulo V, se determina que:

Los estacionamientos de los edificios multifamiliares si influyen en la gestión del transporte urbano, y que al finalizar los proyectos estudiados se obtiene resultados como se muestra en la tabla 8, en el que se evidencia el análisis de la generación del tráfico por el número de estacionamientos por ende se adicionará un mayor volumen vehicular a los accesos cercanos de la zona de estudio, como se detalla en la tabla 2, 3, 4 y 5 incluso en los flujogramas de los Anexos 8, 11 y 14. Por lo tanto, para este caso se propone implementar el siguiente plan de mitigación:

- a. PM5, Optimizar el uso de los espacios disponibles para los estacionamientos en edificios multifamiliares.

La información anteriormente descrita se detalla en el subcapítulo 5.6 de esta investigación

(Velasco, 2017), en su tesis:

“Los estudios de impacto vial y el tráfico generado en la ciudad de Lima”, evalúa la relación del tráfico generado con las variables independientes de proyectos inmobiliarios; en donde la variable independiente más empleada es el de número de estacionamientos, ya que tiene una conexión directa con la cantidad de automóviles particulares que poseen los residentes, y a la vez influye cuantiosamente al tráfico generado del proyecto. Se analizaron cuatro proyectos inmobiliarios para determinar una relación de tasas de generación de viajes aplicando las recomendaciones del Trip Generation Manual y mediciones de aforo a los estacionamientos, como se observa en la Tabla 3, 4, 5 y 6. Como resultado de la Figura 8 y 9 se tiene valores de 0.71 para la regresión lineal y de 0.59 para la regresión logarítmica, siendo ambas un ajuste admisible del tráfico generado con el número de estacionamientos y deducir que el tráfico generado depende en un 70% y 50% del número de estacionamientos.

(Chávez Cruz & Mattos Arana, 2018), en su tesis por título:

“Evaluación del impacto vial ocasionado por el proyecto multifamiliar Beyond High Living mediante las recomendaciones del ITE”, Cuenta con 268 departamentos y alrededor de 500 estacionamientos, es bastante denso en cuanto a población y tiene una gran cantidad de estacionamientos, el autor analiza la cantidad de viajes que se van a añadir a la vía existente y cómo estas pueden afectar perjudicialmente a la vía. Además, el estrato socioeconómico al cual está dirigido el proyecto condiciona una mayor cantidad de viajes y por lo tanto un flujo mayor. Es por esto por lo que se debe identificar de qué manera este volumen añadido va a impactar a la intersección y que medidas de mitigación se pueden tomar. En la Tabla 41 se puede evidenciar el impacto con respecto al tráfico generado en la Tabla 40 donde no se considera el proyecto aún en funcionamiento.

(Marín & Enero, 2020), en su tesis por título:

“Análisis del impacto vial producido por el establecimiento de un edificio multifamiliar de 20 pisos y 80 estacionamientos ubicado en la avenida Arequipa

utilizando el modelo de microsimulación de Wiedemann 74”, plantea que mediante la cantidad de estacionamientos del edificio multifamiliar se determina los viajes generados, aplicando las recomendaciones del Trip Generation Manual derivado de un trabajo científico, y el resultado obtenido se detalla en el numeral 4.2.1. Además el flujo vehicular producido por el desarrollo del edificio multifamiliar no genera mayor impacto en la zona de influencia debido al poco aforo producido en su hora pico, pero se considera como medida sostenible una bahía vehicular, ya que las intersecciones y demoras que ocurren en la zona de estudio si tienen influencia, como se muestra en las Figuras 36, 40, 61 y 62.

Por lo tanto se válida la hipótesis alterna, y se rechaza la hipótesis nula.

#### Hipótesis General

Se determinó que mediante la hipótesis alterna H1-1 y H1-2. Las construcciones de edificios multifamiliares si influyen en la gestión del transporte urbano y para minimizarlo se propone un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro, por lo tanto se válida la hipótesis general

## **CONCLUSIONES**

1. Se determinó, que las construcciones de edificios multifamiliares impactan directamente en la gestión del transporte urbano al aumentar el volumen de vehículos y a las familias permanentes que van a transitar en las cercanías de vías principales a las que residen, como la avenida Arequipa correspondiente al distrito de San Isidro. También que al ver mayor cantidad de residentes en el distrito aumenten los habitantes en los departamentos/oficinas y se incremente la demanda vehicular.
2. Se determinó, que las unidades inmobiliarias influyen en la gestión del transporte urbano, ocasionando el aumento del volumen vehicular en el área de estudio, de manera que disminuye la calidad del servicio y los tiempos en los viajes que realizan los ciudadanos, por ello se propone como medidas de mitigación limitar la cantidad de vías afluentes de la avenida Arequipa, fomentar el uso del transporte público eléctrico del distrito de San Isidro, fiscalizar el servicio de colectivos informales y ajustar la frecuencia de la flota de buses del corredor azul.

3. Se determinó, que los estacionamientos de los edificios multifamiliares si influyen en la gestión del transporte urbano, por ende en la vía de estudio y sus intersecciones, generando un problema mayor en los próximos años en toda la avenida Arequipa y vías alrededor, proponiendo el plan de mitigación N° 5 de optimizar el uso de los espacios disponibles para los estacionamientos en los edificios multifamiliares.
4. De acuerdo al estudio realizado se concluye que para los meses de noviembre-diciembre del próximo año, al habilitar los proyectos estudiados en la avenida Arequipa se va a adicionar a su tráfico actual un promedio mínimo de 100 vehículos en hora punta, y al finalizar la construcción de los proyectos estudiados la situación actual de la avenida Arequipa empeorará y el nivel de servicio que brindará a los usuarios será de menor calidad.

### **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda continuar investigando este tema, tratando de articular mayores espacios geográficos, particularmente de vías colectoras.
2. Que la Universidad Ricardo Palma compre bibliografía relacionada al tema, ya que es muy difícil conseguir información bibliográfica.
3. Se recomienda añadir un estudio al tráfico ocasionado por los vehículos motorizados, así como por los usuarios de la ciclovía.
4. Se recomienda realizar un estudio de calidad del servicio y tráfico generado en la avenida Arequipa, periódicamente, con la finalidad de recopilar mayor información y poder realizar un mejor análisis para la ejecución de los planes de mitigación



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anapolsky, S., & Pereyra, L. (2012). Desafíos de la gestión y la planificación del transporte urbano y la movilidad en ciudades argentinas. *Transporte y Territorio* N°7, 57-75.
- Bonifacio, F., & Carrasco, A. (2019). *Estudio de impacto vial y propuesta de mitigación en la Av. Calmell del Solar, debido a la apertura del Hospital Regional El Carmen y sede del Poder Judicial – Huancayo*. Huancayo: Universidad Continental.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Cal, R., Mayor, R., & Cárdenas, J. (1994). *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y Aplicaciones*. México, D. F.: Ediciones Alfaomega S. A.
- Chávez Cruces, A. M., & Matos Arana, H. R. (2018). *Evaluación del impacto vial ocasionado por el proyecto multifamiliar Beyond High Living mediante las recomendaciones del ITE*. (Tesis de PreGrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú.
- Congreso de la República del Perú. (11 de diciembre del 2020). *Norma Técnica A.011 - Criterios y condiciones para la evaluación del Impacto Vial en Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de

[http://www.capregionalaqp.org.pe/document/D.S.017-2020-VIVIENDA\\_N.T.A.011\\_EVALUAC\\_EIV\\_RNE\\_12.12.2020.pdf](http://www.capregionalaqp.org.pe/document/D.S.017-2020-VIVIENDA_N.T.A.011_EVALUAC_EIV_RNE_12.12.2020.pdf)

Congreso de la República del Perú. (2013, 11 de octubre). *Reglamento Especial de Habilitación Urbana y Edificación*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de [https://www.munisantanita.gob.pe/data/web/recursos/cdn/pdf/Habilitaciones\\_Urbanas/Normativa/11\\_Decreto%20Supremo%20013-2013\\_APRUEBAN%20REGLAMENTO%20ESPECIAL%20DE%20HABILITACION%20URBANA%20Y%20EDIFICACION.pdf](https://www.munisantanita.gob.pe/data/web/recursos/cdn/pdf/Habilitaciones_Urbanas/Normativa/11_Decreto%20Supremo%20013-2013_APRUEBAN%20REGLAMENTO%20ESPECIAL%20DE%20HABILITACION%20URBANA%20Y%20EDIFICACION.pdf)

Congreso de la República del Perú. (2013, 3 de mayo). *Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de [https://munimollendo.gob.pe/images/stories/muniweb/transparencia/10.2.1\\_instrumentos\\_de\\_gestion/DS-008-2013-vivienda-pub-04-05-2013.pdf](https://munimollendo.gob.pe/images/stories/muniweb/transparencia/10.2.1_instrumentos_de_gestion/DS-008-2013-vivienda-pub-04-05-2013.pdf)

Congreso de la República del Perú. (2017, 27 de febrero). *Ley N° 29090, Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-texto-unico-ordenado-de-la-le-decreto-supremo-n-006-2017-vivienda-1491051-10/>

Diccionario de la Lengua Española 23ª edición, R. a. (2014 ). Madrid .

Fernández Aguilera, R. E. (2014). *TEMAS DE INGENIERÍA Y GESTIÓN DE TRÁNSITO*. Chile: RIL editores.

Francisco, V. (2008). *ESTUDIO DE IMPACTO VIAL. Marco Conceptual*. (Maestría en Ciencias de Ingeniería Vial). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

García, C. (2019). *La gestión del transporte urbano. Una oportunidad para un modelo integrado de transporte en Santiago de Chile*. (Tesis de maestría). Santiago de Chile-Chile.

Gomero, L. (2017). *Diseño de un sistema de acceso vehicular a la PUCP basado en tecnología RFID y detección de placas vehiculares*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.

Homburguer, W. S., Kell, J. H., & Perkins, D. D. (1994). Fundamentals of Traffic Engineering. En R. Cal, M. Reyes, & J. Cárdenas, *Ingeniería de Tránsito*.

- Fundamentos y Aplicaciones. 7a Edición* (págs. 27-35). México, D. F.: Ediciones Alfaomega S. A.
- Hyari, K., El-Mashaleh, M., & Rababeh, S. (2015). Marco para la Gestión de los Impactos en el Tráfico de los Proyectos de Construcción de Edificios. 97-113.
- Lazo Margáin, L., & Sánchez Ángeles, G. (1981). *Una fisonomía de la ingeniería de tránsito*. México D.F: Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Marcelo, A., & Monzón, W. (2015). *Análisis del estudio de impacto vial para el proyecto de ampliación de instalaciones de la universidad peruana Cayetano Heredia*. (Tesis de Pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú.
- Marin, A., & Enero, R. (2020). *Análisis del impacto vial producido por el establecimiento de un edificio multifamiliar de 20 pisos y 80 estacionamientos ubicado en la Avenida Arequipa utilizando el modelo de microsimulación de Wiedemann 74*. (Tesis de Pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas, D. G. (2015). *Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad urbana, a nivel de perfil*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Guia\\_Urbana.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Guia_Urbana.pdf)
- Ministerio de Vivienda, C. y. (Viernes de Enero de 2021). RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 029-2021-VIVIENDA. *MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA G.040, DEFINICIONES DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*, págs. 1-28. Obtenido de <https://elperuano.pe/NormasElperuano/2021/01/29/1923565-1/1923565-1.htm>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *Actualización de la Norma E-030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E-030 Diseño Sismorresistente*. Lima: Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento.
- MML. (5 de Abril de 2018). ORDENANZA MUNICIPAL N° 2087. *Ordenanza que regula el procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto Vial en Lima*

- Metropolitana y deroga las Ordenanzas N°s. 1268-MML, 1404-MML y 1694-MML,* págs. 1-16. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-regula-el-procedimiento-de-aprobacion-de-los-e-ordenanza-no-2087-1636216-1/>
- Molina, R. (2019). *Impacto de los proyectos inmobiliarios y transporte público informal en la circulación: un enfoque desde la microsimulación.* (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Moody's Investor Service, L. A. (1 de Junio de 2018). *MOODY'S RATIFICA CALIFICACIÓN SOBERANA DEL PERÚ EN A3.* Obtenido de Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PROINVERSIÓN: [https://www.investinperu.pe/es/clima/detalle-noticia/moody%C2%B4s\\_ratifica\\_calificaci%C3%B3n\\_soberana\\_del\\_per%C3%BA\\_e#:~:text=1%20300%20MILLONES-,MOODY%C2%B4S%20RATIFICA%20CALIFICACI%C3%93N%20SOBERANA%20DEL%20PER%C3%9A%20EN%20A3,inversi%C3%B3n%20A3%2C%20c](https://www.investinperu.pe/es/clima/detalle-noticia/moody%C2%B4s_ratifica_calificaci%C3%B3n_soberana_del_per%C3%BA_e#:~:text=1%20300%20MILLONES-,MOODY%C2%B4S%20RATIFICA%20CALIFICACI%C3%93N%20SOBERANA%20DEL%20PER%C3%9A%20EN%20A3,inversi%C3%B3n%20A3%2C%20c)
- Morales, V. (2021). *Análisis del impacto de la gestión del conocimiento en la calidad de la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Arequipa.* (Tesis de posgrado) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa - Perú.
- Municipalidad de San Isidro. (19 de enero del 2012). *Decreto de Alcaldía N° 002-ALC/MSI (Parámetros Urbanísticos y Edificatorios).* Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <https://ipdu.pe/wp-content/uploads/2009/05/DA002-2012-MSI.pdf>
- Municipalidad de San Isidro, L. (2019). COMPENDIO ESTADÍSTICO 2019. *Portal de Transparencia Estándar*, 1-71.
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (2 de julio del 2009). *Ordenanza Municipal N° 1268 ( Que regula los estudios de Impacto Vial en Lima Metropolitana).* Diario Oficial El Peruano. Obtenido de [https://www.miraflores.gob.pe/Gestorw3b/files/pdf/5145-1149-ordenanza\\_1268\\_mml.pdf](https://www.miraflores.gob.pe/Gestorw3b/files/pdf/5145-1149-ordenanza_1268_mml.pdf)
- Municipalidad Metropolitana de Lima. (5 de abril del 2013). *Ordenanza N° 1694 (Modificación de la Ordenanza N° 1404 que reglamenta el procedimiento de aprobación de los Estudios de Impacto Vial sobre Lima Metropolitana).* Diario

Oficial El Peruano. Obtenido de  
<http://www.ipdu.pe/legislacion/ordenanza/1694-MML.pdf>

Municipalidad Metropolitana de Lima. (8 de julio de 2010). *Ordenanza N° 1404 (Reglamentan el procedimiento de aprobación de los estudios de impacto vial en Lima Metropolitana)*. Diario Oficial El Peruano. Obtenido de <http://www.ipdu.pe/legislacion/ordenanza/1404-2010.pdf>

Pasek de Pinto, E. (2008). LA CONSTRUCCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU DISCURSO. *ORBIS*, 140-141.

Quintero, Á., Palmar, M., Andureza, P., Casanova, L., & Díaz, M. (2008). Evaluación de la experiencia obtenida en los Estudios de Impacto Vial y propuestas para su ejecución e implementación. *Ciencia Ingeniería* , 243-248.

Rivera, J., & Ruiz, A. (2021). *Construcción de un Edificio Multifamiliar en Lima y su Análisis Comparativo del Impacto Ambiental y Económico Generado Post Aplicación del Plan COVID-19*. (Tesis de Pregrado) Universidad Ricardo Palma, Lima - Perú. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3157225>

Riveros, Y. (2012). *Debilidades y oportunidades en la planeación de transporte y movilidad de Florencia, Caquetá*. (Tesis Pregrado). Universidad de los Andes Colombia. Colombia.

Sánchez, D. (2008). *Diseño de un sistema de control de acceso vehicular en zonas residenciales*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.

SH, D., H, B., & W, W. (2019). Efecto del edificio de gran altura contra el transporte en el área del campus. *Conferencia anual de ciencia y tecnología 30 de agosto de 2018, Malang, Indonesia*, 1-6.

Tacillo, Y. (2016). *Metodología de la investigación científica*. Lima: Universidad Jaime Basaute y Meza .

Thomson, I., & Bull, A. (2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Chile : NACIONES UNIDAS CEPAL - División de Recursos Naturales e Infraestructura.

Velasco, J. (2017). *Los estudios de impacto vial y el tráfico generado en la ciudad de Lima*. (Tesis de grado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.

Wang, Z., Bai, Y., Zhu, R., Wang, Y., Wu, B., & Wang, Y. (2019). Análisis de Impacto del Tráfico adicional Inducido por la Construcción del Proyecto durante Eventos Especiales Planificados. *SAGE journals*, 402-412.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 18: *Matriz de consistencia*

Impacto de las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del transporte urbano.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cómo influyen las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del transporte urbano para proponer un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro?	Determinar el impacto de las construcciones de edificios multifamiliares en la gestión del transporte urbano para proponer un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.	Las construcciones de edificios multifamiliares influyen en la gestión del transporte urbano y para minimizarlo se propone un plan de mitigación de la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.	CONSTRUCCIONES DE EDIFICIOS	Unidades habitacionales Estacionamientos	Cantidad de departamentos Cantidad de estacionamientos	<p><u>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</u> Método: Deductivo Orientación: Aplicada Enfoque: Cualitativo y Cuantitativo Recolección de datos: Retrolectiva</p> <p><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u> Descriptivo - Correlacional</p> <p><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</u> Descriptivo - Explicativo</p> <p><u>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</u> No experimental - Transversal y retrospectivo</p> <p><u>POBLACION</u> Edificaciones multifamiliares y comercial, y tránsito vehicular.</p> <p><u>MUESTRA</u> No probabilístico</p> <p><u>TECNICA</u> Muestreo y recolección de datos del comportamiento del tránsito vehicular.</p> <p><u>INSTRUMENTOS</u> Formatos de recolección de aforo vehicular, formato de flujograma vehicular, registros fotográficos, libros de tránsito y transporte.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			
a) ¿De qué manera las unidades inmobiliarias influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro?	a) Determinar el impacto de las unidades inmobiliarias que influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.	a) Las unidades inmobiliarias influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.	GESTIÓN DEL TRANSPORTE	Planes	Diagnóstico Propuesta	<p><u>POBLACION</u> Edificaciones multifamiliares y comercial, y tránsito vehicular.</p> <p><u>MUESTRA</u> No probabilístico</p> <p><u>TECNICA</u> Muestreo y recolección de datos del comportamiento del tránsito vehicular.</p> <p><u>INSTRUMENTOS</u> Formatos de recolección de aforo vehicular, formato de flujograma vehicular, registros fotográficos, libros de tránsito y transporte.</p>
b) ¿De qué manera los estacionamientos de los edificios multifamiliares influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro?	b) Determinar el impacto de los estacionamientos de los edificios multifamiliares que influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz y calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.	b) Los estacionamientos de los edificios multifamiliares influyen en la gestión del transporte urbano para proponer el plan de mitigación en la avenida Arequipa entre los cruces de la avenida Santa Cruz, y Calle Manuel Bañón, distrito de San Isidro.		Congestión vehicular	Flujo Velocidad Densidad	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variable

Tabla 19: *Matriz de operacionalización de variable*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES MEDICIÓN	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS	Es aquella construcción de un edificio, la cual está dividida en varias unidades de viviendas integradas, que comparten un terreno como bien común. El impacto que genera un proyecto a la contribución significativa del propósito planteado por una organización dentro de un intervalo de tiempo estimado.	El espacio está bajo un régimen de condominio, con servicios y bienes compartido, tales como: estacionamientos, unidades habitacionales, circulación, acometidas de servicio, áreas verdes y sociales.	Unidades habitacionales	Cantidad de departamentos	Número cardinal	Encuestas	Hojas de cálculo
			Estacionamientos	Cantidad de estacionamientos	Número cardinal	Encuestas	Hojas de cálculos
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES Medición	INSTRUMENTO	HERRAMIENTA
GESTIÓN DEL TRANSPORTE	La gestión del transporte es difícil de concebir, planificar, implementar y hacer cumplir, y puede no ser fácil de desarrollar en países de bajos ingresos que a menudo son tan escasos de organización como de capital.	Gestionar directamente al transporte y realizar planeamiento, haciendo un diagnóstico de la problemática. La congestión vehicular es uno de los principales problemas que enfrentan las metrópolis, sobre todo en países en vías de desarrollo como el Perú.	Planes	Diagnostico	Bueno/Regular/Malo	Evaluación de antecedentes	Gráficos, figuras o histogramas
				Propuesta			
			Congestión vehicular	Flujo	veh/h	Registro de datos in situ	Hojas de cálculos
				Velocidad	Km/h		
	Densidad	veh/carril					

Fuente: Elaboración propia.



### Anexo 3: Formato 1 de aforo vehicular

Tabla 20: *Formato 1 de aforo vehicular para tres ubicaciones*

Aforo vehicular											
	Ubicación 1				Ubicación 2				Ubicación 3		
	Autos	Camionetas	Corredor		Autos	Camionetas	Corredor		Autos	Camionetas	Corredor
08:00				08:00				08:00			
09:00				09:00				09:00			
10:00				10:00				10:00			
11:00				11:00				11:00			
12:00				12:00				12:00			
13:00				13:00				13:00			
14:00				14:00				14:00			
15:00				15:00				15:00			
16:00				16:00				16:00			
17:00				17:00				17:00			
18:00				18:00				18:00			
19:00				19:00				19:00			
20:00				20:00				20:00			
21:00				21:00				21:00			
22:00				22:00				22:00			
23:00				23:00				23:00			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Formato 2 de aforo vehicular

Tabla 21: *Formato 2 de aforo vehicular por hora pico*

Aforo vehicular												
Estación N° "X"			Dirección:									
Día	Hora		Autos			Camionetas			Bus – 2 ejes	Total x ¼ de hora	Suma Horaria	%
	desde	hasta	X	X	X	X	X	X	X			
X	7:00 a.m.	7:15 a.m.										
	7:15 a.m.	7:30 a.m.										
	7:30 a.m.	7:45 a.m.										
	7:45 a.m.	8:00 a.m.										
	8:00 a.m.	8:15 a.m.										
	8:15 a.m.	8:30 a.m.										
	8:30 a.m.	8:45 a.m.										
	8:45 a.m.	9:00 a.m.										
	12:00 p.m.	12:15 p.m.										
	12:15 p.m.	12:30 p.m.										
	12:30 p.m.	12:45 p.m.										
	12:45 p.m.	1:00 p.m.										
	1:00 p.m.	1:15 p.m.										
	1:15 p.m.	1:30 p.m.										
	1:30 p.m.	1:45 p.m.										
	1:45 p.m.	2:00 p.m.										
	6:00 p.m.	6:15 p.m.										
	6:15 p.m.	6:30 p.m.										
	6:30 p.m.	6:45 p.m.										
	6:45 p.m.	7:00 p.m.										
	7:00 p.m.	7:15 p.m.										
	7:15 p.m.	7:30 p.m.										
	7:30 p.m.	7:45 p.m.										
	7:45 p.m.	8:00 p.m.										
Vehículos												
%												

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Formato de resultado de aforo vehicular

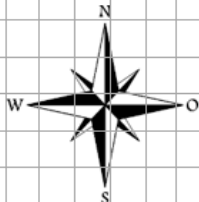
Tabla 22: *Formato 2 de resultado de aforo vehicular*

AFORO VEHICULAR								
Estación N° "x"			Dirección:					
Día	Turno	Hora		Autos	Camionetas	Bus - 2 Ejes	Total UCP	Suma Horaria
		desde	hasta					
	M	7:00 a. m.	7:15 a. m.					
	A	7:15 a. m.	7:30 a. m.					
	Ñ	7:30 a. m.	7:45 a. m.					
	A	7:45 a. m.	8:00 a. m.					
	A	8:00 a. m.	8:15 a. m.					
	N	8:15 a. m.	8:30 a. m.					
	A	8:30 a. m.	8:45 a. m.					
		8:45 a. m.	9:00 a. m.					
		12:00 p. m.	12:15 p. m.					
M	T	12:15 p. m.	12:30 p. m.					
A	A	12:30 p. m.	12:45 p. m.					
R	R	12:45 p. m.	1:00 p. m.					
T	D	1:00 p. m.	1:15 p. m.					
E	E	1:15 p. m.	1:30 p. m.					
S		1:30 p. m.	1:45 p. m.					
		1:45 p. m.	2:00 p. m.					
		6:00 p. m.	6:15 p. m.					
	N	6:15 p. m.	6:30 p. m.					
	O	6:30 p. m.	6:45 p. m.					
	C	6:45 p. m.	7:00 p. m.					
	H	7:00 p. m.	7:15 p. m.					
	E	7:15 p. m.	7:30 p. m.					
		7:30 p. m.	7:45 p. m.					
		7:45 p. m.	8:00 p. m.					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6: Formato de flujograma vehicular

Tabla 23: *Formato de flujograma vehicular direccional*

FLUJOGRAMA – FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES	
Departamento:	Día:
Provincia:	Turno:
Distrito:	Hora Punta:
Intersección:	Sentido:
	
[Grid area for drawing the flowchart]	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7: Aforo vehicular de la estación 1

Tabla 24: Estación 1

AFORO VEHICULAR													
Estación 1			Avenida Arequipa cuadra 30 & Calle Chinchón										
Día	Hora		Autos			Camionetas			Bus - 2 Ejes	TOTAL x 1/4 HORA	SUMA HORARIA	%	
	desde	hasta	5	6	7	5	6	7	5				
M I E R C O L E S	7:00 a. m.	7:15 a. m.	77	9	56	33	12	37	16	240	988	3.5%	
	7:15 a. m.	7:30 a. m.	75	12	55	30	10	40	18	240	1008	3.5%	
	7:30 a. m.	7:45 a. m.	76	11	73	28	13	28	17	246	1026	3.6%	
	7:45 a. m.	8:00 a. m.	85	14	71	36	9	32	15	262	1018	3.8%	
	8:00 a. m.	8:15 a. m.	84	10	82	35	8	30	11	260	990	3.8%	
	8:15 a. m.	8:30 a. m.	86	8	83	30	8	31	12	258		3.8%	
	8:30 a. m.	8:45 a. m.	80	8	79	27	6	27	11	238		3.5%	
	8:45 a. m.	9:00 a. m.	81	5	76	29	7	26	10	234		3.4%	
	12:00 p. m.	12:15 p. m.	86	10	70	29	10	25	21	251	1011	3.7%	
	12:15 p. m.	12:30 p. m.	90	12	60	35	11	35	20	263	1047	3.8%	
	12:30 p. m.	12:45 p. m.	85	9	69	23	14	30	19	249	1068	3.6%	
	12:45 p. m.	1:00 p. m.	84	8	74	22	9	31	20	248	1095	3.6%	
	1:00 p. m.	1:15 p. m.	99	10	81	37	9	35	16	287	1108	4.2%	
	1:15 p. m.	1:30 p. m.	95	7	82	40	8	38	14	284		4.1%	
	1:30 p. m.	1:45 p. m.	96	8	80	36	10	32	14	276		4.0%	
	1:45 p. m.	2:00 p. m.	99	9	60	26	7	45	15	261		3.8%	
	6:00 p. m.	6:15 p. m.	115	15	70	38	11	50	22	321	1315	4.7%	
	6:15 p. m.	6:30 p. m.	116	15	75	37	8	49	21	321	1340	4.7%	
	6:30 p. m.	6:45 p. m.	121	14	80	39	10	50	24	338	1394	4.9%	
	6:45 p. m.	7:00 p. m.	120	15	82	40	9	51	18	335	1418	4.9%	
7:00 p. m.	7:15 p. m.	130	16	88	41	10	45	16	346	1440	5.0%		
7:15 p. m.	7:30 p. m.	141	19	85	45	7	60	18	375		5.5%		
7:30 p. m.	7:45 p. m.	137	18	85	40	12	55	15	362		5.3%		
7:45 p. m.	8:00 p. m.	138	17	84	39	13	52	14	357		5.2%		
Vehiculos Totales			2396.00	279.00	1800.00	815.00	231.00	934.00	397.00	6852.00		100.0%	
%			35.0%	4.1%	26.3%	11.9%	3.4%	13.6%	5.8%	100.0%			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Flujogramas vehiculares de la estación 1

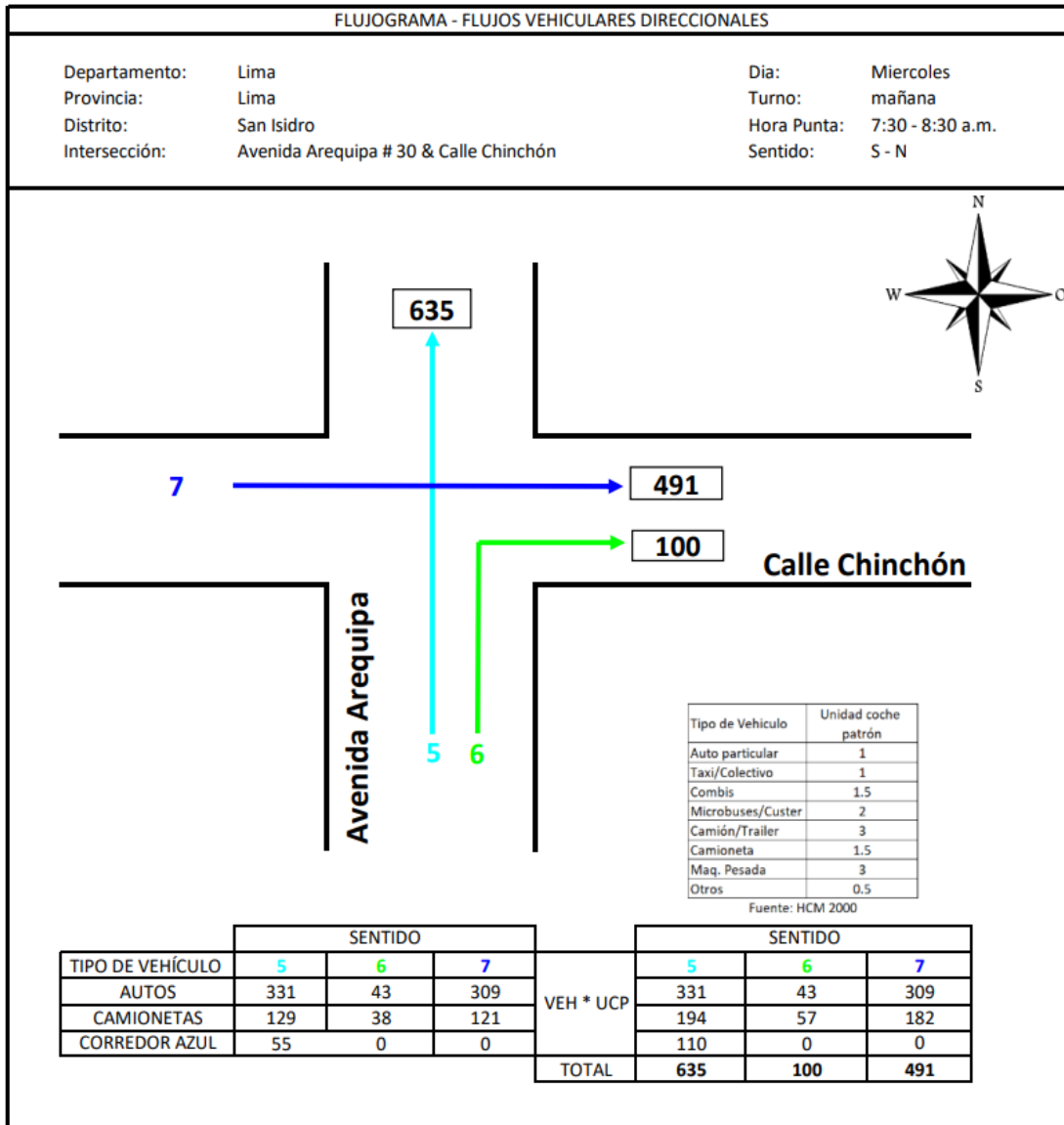


Figura 31: Flujograma del turno mañana de la estación 1

Fuente: Elaboración propia.

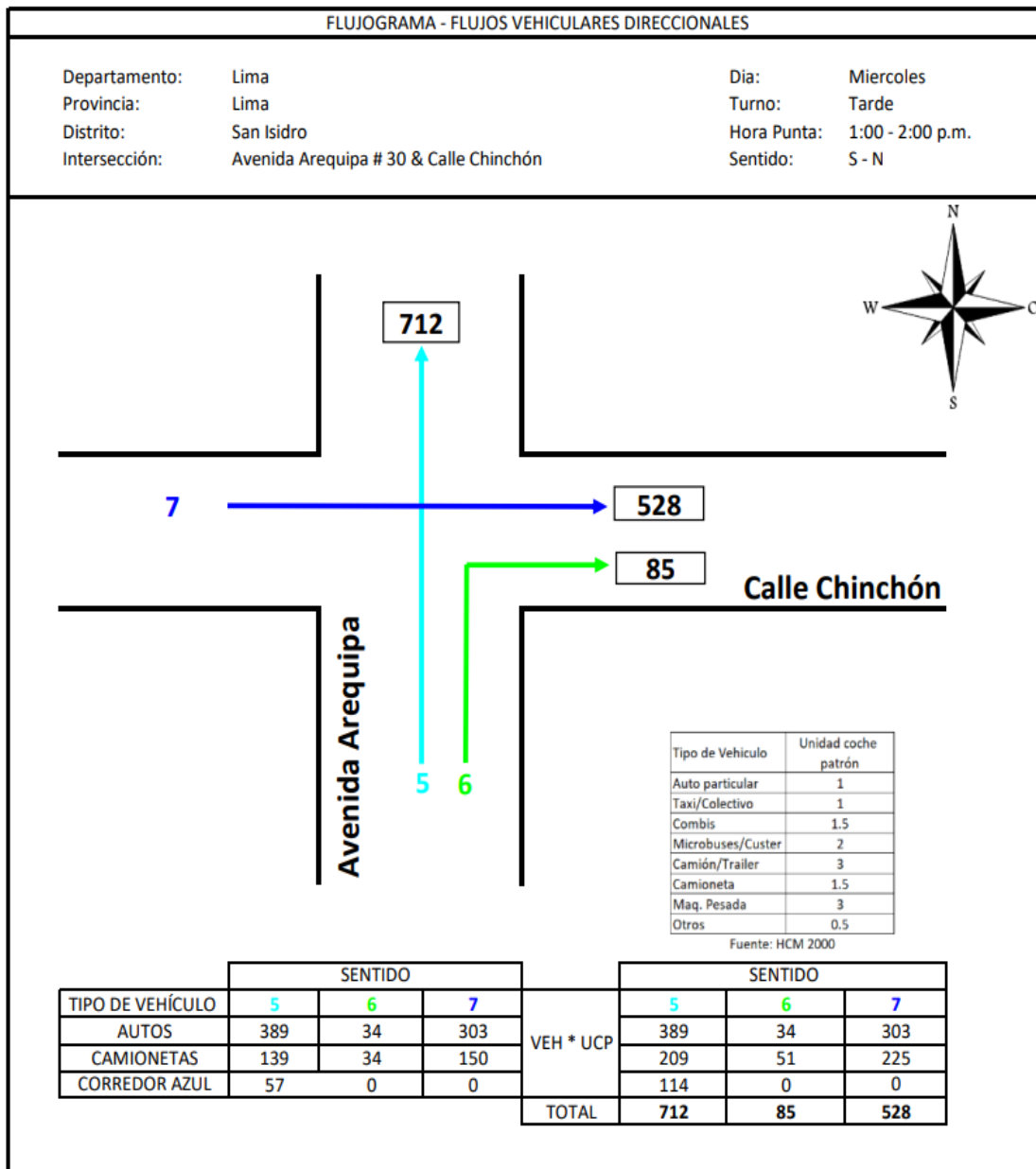


Figura 32: Flujograma del turno tarde de la estación 1

Fuente: Elaboración propia.

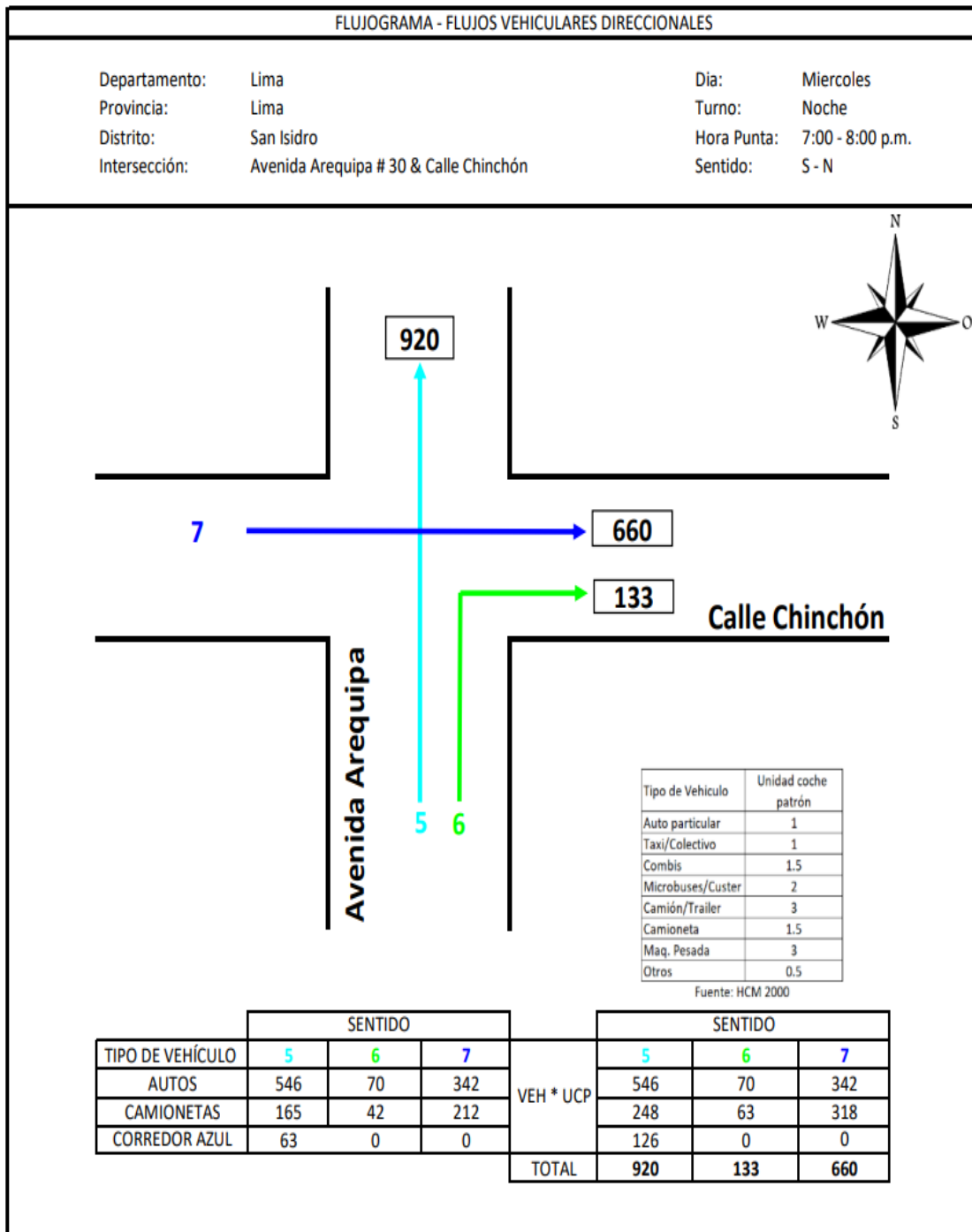


Figura 33: Flujoograma del turno noche de la estación 1

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 9: Aforo vehicular UCP estación 1



Tabla 25: *Suma horaria de vehículos del miércoles en la mañana*

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
MIÉRCOLES	MAÑANA	7:00 - 8:00 a.m.	1209
		7:15 - 8:15 a.m.	1220
		7:30 - 8:30 a.m.	1227
		7:45 - 8:45 a.m.	1208
		8:00 - 9:00 a.m.	1167

Fuente: Elaboración propia

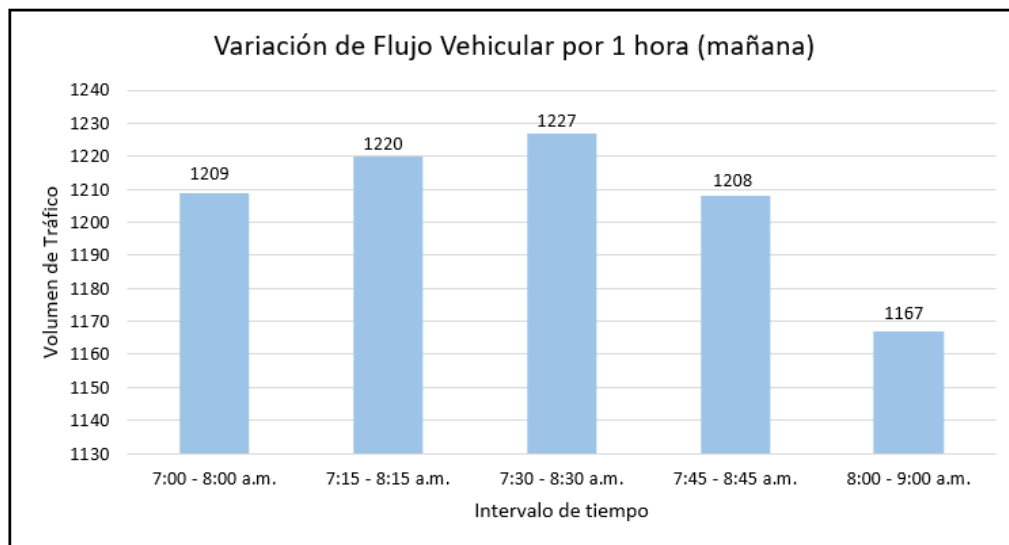


Figura 34: *Tiempo vs Volumen de tráfico del miércoles en la mañana*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: *Total de vehículos del miércoles en la mañana*

Día	Turno	Hora Punta Mañana	Total UCP
MIÉRCOLES	MAÑANA	7:30 - 7:45 a.m.	298
		7:45 - 8:00 a.m.	316
		8:00 - 8:15 a.m.	308
		8:15 - 8:00 a.m.	305

Fuente: Elaboración propia.

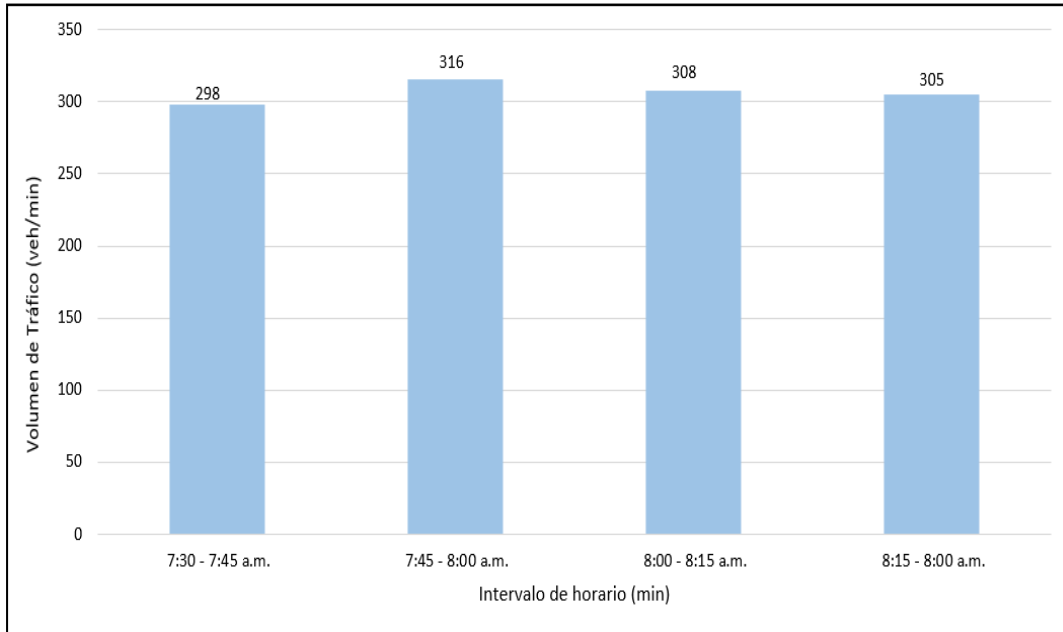


Figura 35: Variación del flujo vehicular del miércoles en la mañana

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Suma horaria de vehículos del miércoles en la tarde

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
MIÉRCOLES	TARDE	12:00 - 1:00 p.m.	1229
		12:15 - 1:15 p.m.	1269
		12:30 - 1:30 p.m.	1286
		12:45 - 1:45 p.m.	1313
		1:00 - 2:00 p.m.	1329

Fuente: Elaboración propia.

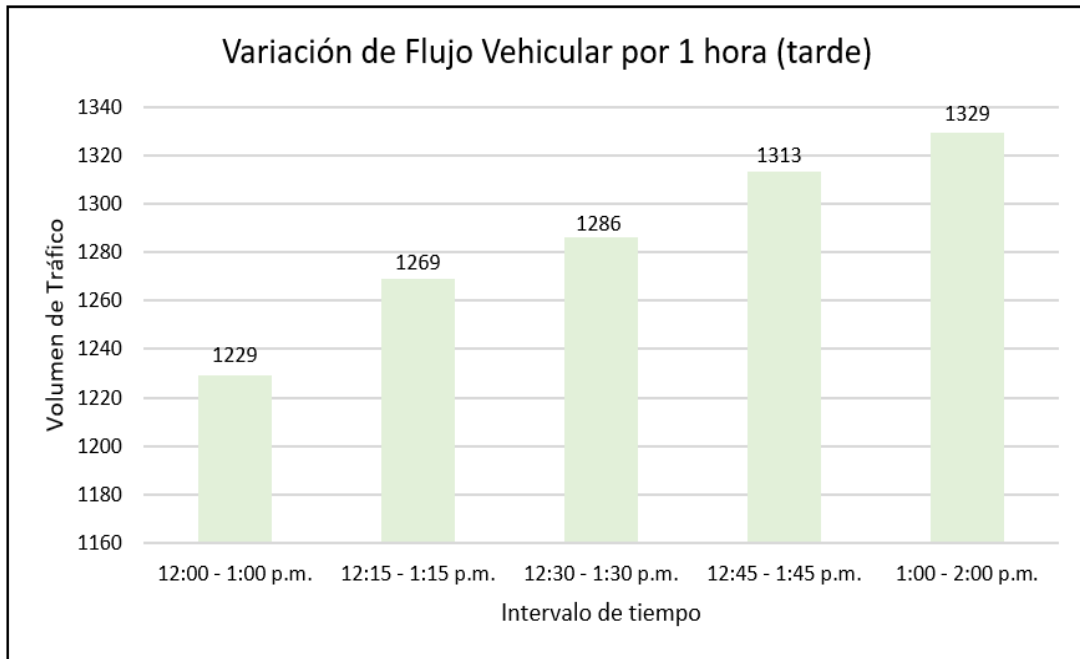


Figura 36: Tiempo vs volumen de tráfico del miércoles en la tarde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Total de vehículos del miércoles en la tarde

Día	Turno	Hora Punta Tarde	Total UCP
MIÉRCOLES	TARDE	1:00 - 1:15 p.m.	344
		1:15 - 1:30 p.m.	341
		1:30 - 1:45 p.m.	329
		1:45 - 2:00 p.m.	315

Fuente: Elaboración propia.

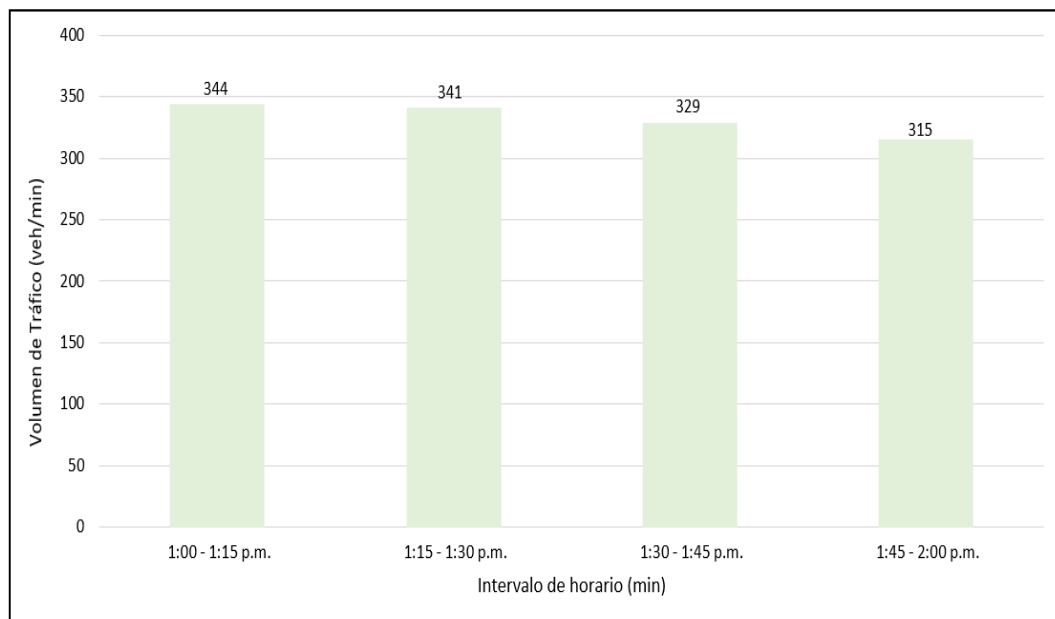


Figura 37: Variación del flujo vehicular del miércoles en la tarde

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Aforo vehicular de la estación 2

Tabla 29: Estación 2

AFORO VEHICULAR											
Estación 2		Avenida Arequipa cuadra 31 & Calle Audiencia									
Día	Hora		Autos		Camionetas		Bus - 2 Ejes	TOTAL x 1/4 HORA	SUMA HORARIA	%	
	desde	hasta	15	16	15	16	15				
V I E R N E S	7:00 a. m.	7:15 a. m.	60	18	26	9	13	126	545	3.6%	
	7:15 a. m.	7:30 a. m.	59	11	30	16	14	130	581	3.7%	
	7:30 a. m.	7:45 a. m.	61	10	28	17	17	133	601	3.8%	
	7:45 a. m.	8:00 a. m.	72	20	33	13	18	156	604	4.4%	
	8:00 a. m.	8:15 a. m.	75	23	32	12	20	162	578	4.6%	
	8:15 a. m.	8:30 a. m.	68	24	29	10	19	150		4.3%	
	8:30 a. m.	8:45 a. m.	65	19	27	8	17	136		3.9%	
	8:45 a. m.	9:00 a. m.	64	17	25	8	16	130		3.7%	
	12:00 p. m.	12:15 p. m.	71	14	23	10	14	132	522	3.8%	
	12:15 p. m.	12:30 p. m.	67	12	19	9	16	123	538	3.5%	
	12:30 p. m.	12:45 p. m.	69	11	18	7	20	125	565	3.6%	
	12:45 p. m.	1:00 p. m.	74	15	23	8	22	142	576	4.0%	
	1:00 p. m.	1:15 p. m.	79	15	22	9	23	148	567	4.2%	
	1:15 p. m.	1:30 p. m.	83	13	24	11	19	150		4.3%	
	1:30 p. m.	1:45 p. m.	78	10	20	10	18	136		3.9%	
	1:45 p. m.	2:00 p. m.	77	10	21	8	17	133		3.8%	
	6:00 p. m.	6:15 p. m.	76	14	27	25	17	159	624	4.5%	
	6:15 p. m.	6:30 p. m.	81	15	26	18	15	155	642	4.4%	
	6:30 p. m.	6:45 p. m.	77	16	22	27	14	156	657	4.4%	
	6:45 p. m.	7:00 p. m.	78	10	20	30	16	154	670	4.4%	
7:00 p. m.	7:15 p. m.	93	13	25	28	18	177	684	5.0%		
7:15 p. m.	7:30 p. m.	94	17	23	17	19	170		4.8%		
7:30 p. m.	7:45 p. m.	84	18	30	20	17	169		4.8%		
7:45 p. m.	8:00 p. m.	83	11	31	24	19	168		4.8%		
Vehiculos Totales			1788.00	356.00	604.00	354.00	418.00	3520.00		100.0%	
%			50.8%	10.1%	17.2%	10.1%	11.9%	100.0%			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Flujogramas vehiculares de la estación 2

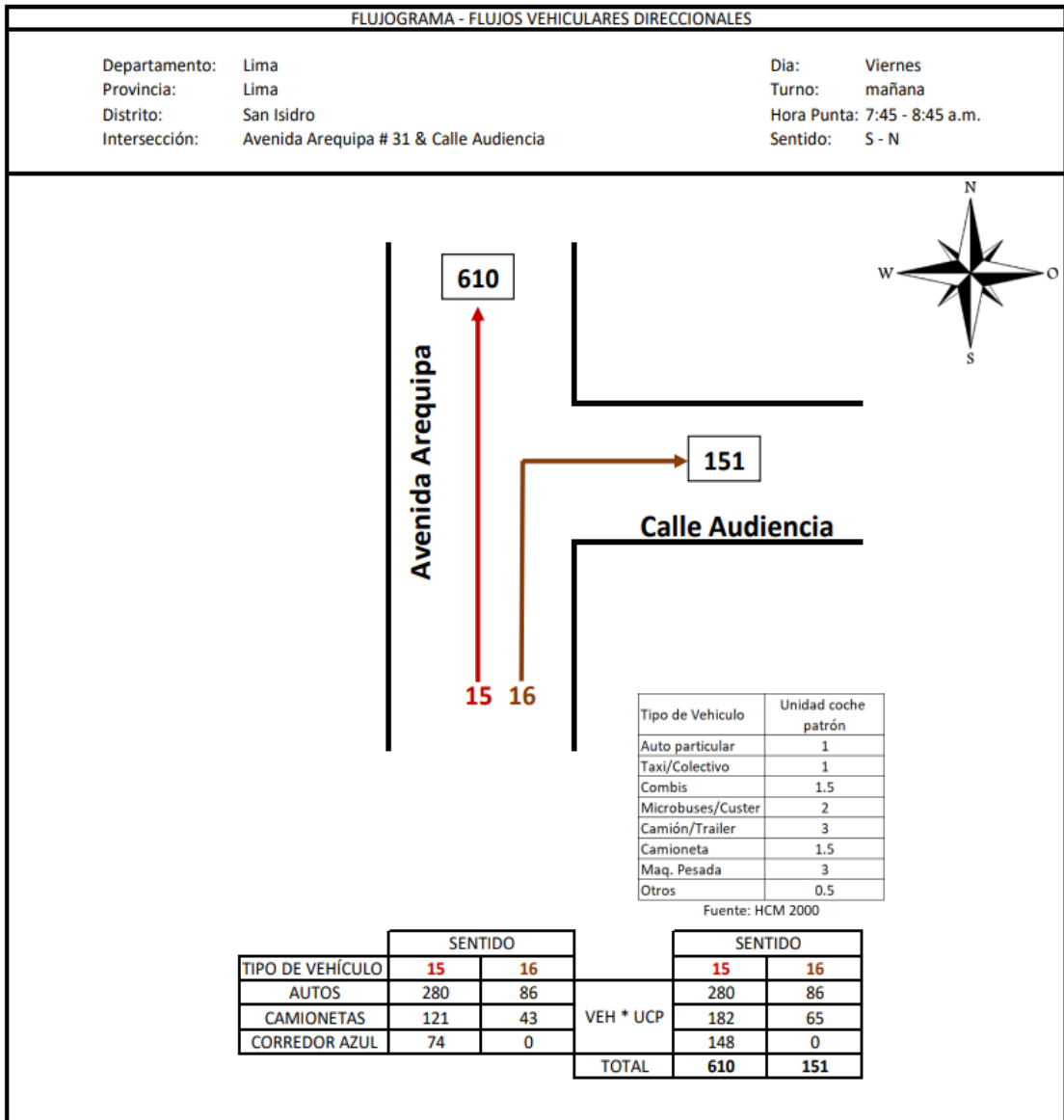


Figura 38: Flujograma del turno mañana de la estación 2

Fuente: Elaboración propia.

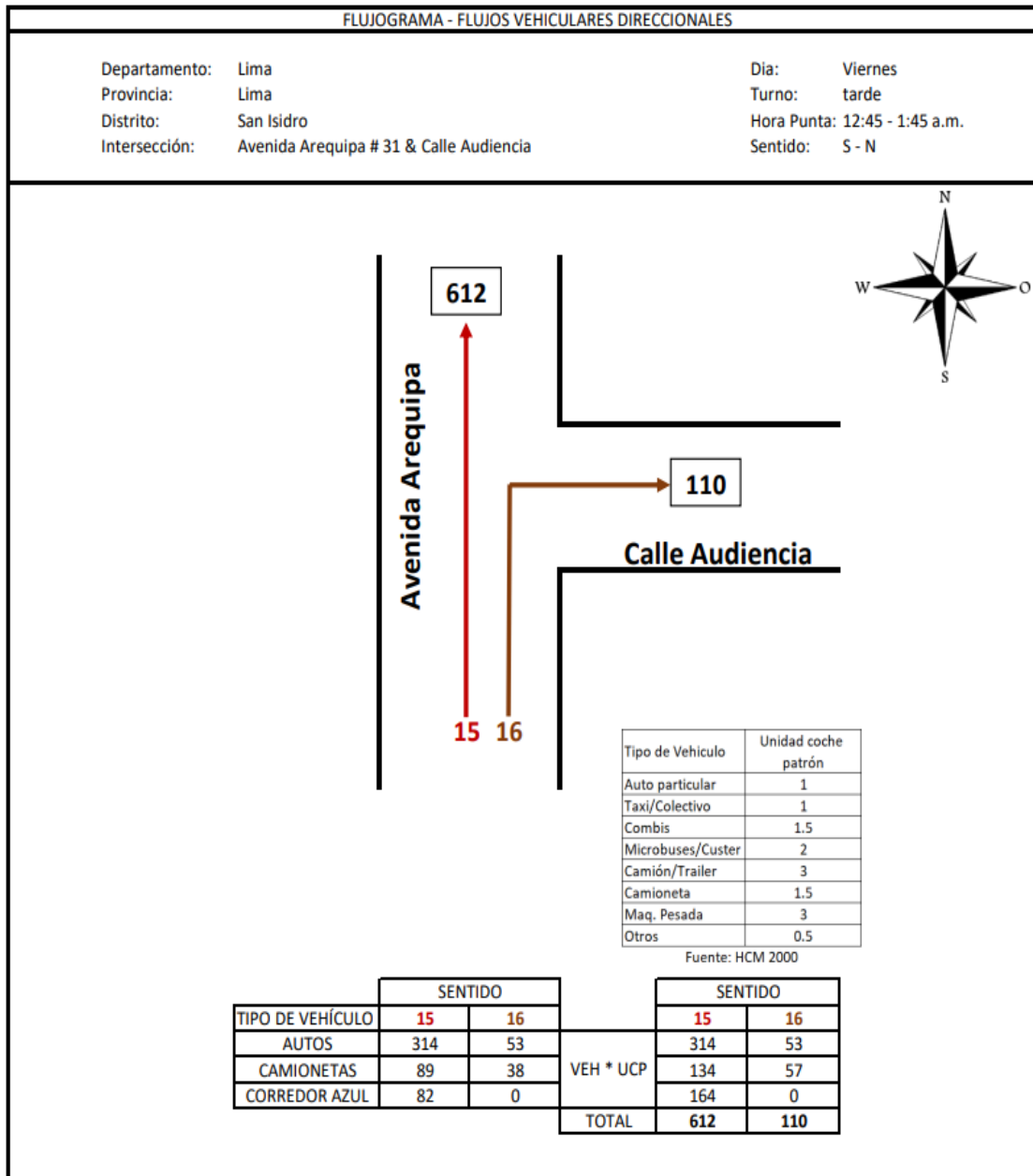


Figura 39: Flujoograma del turno tarde de la estación 2

Fuente: Elaboración propia.

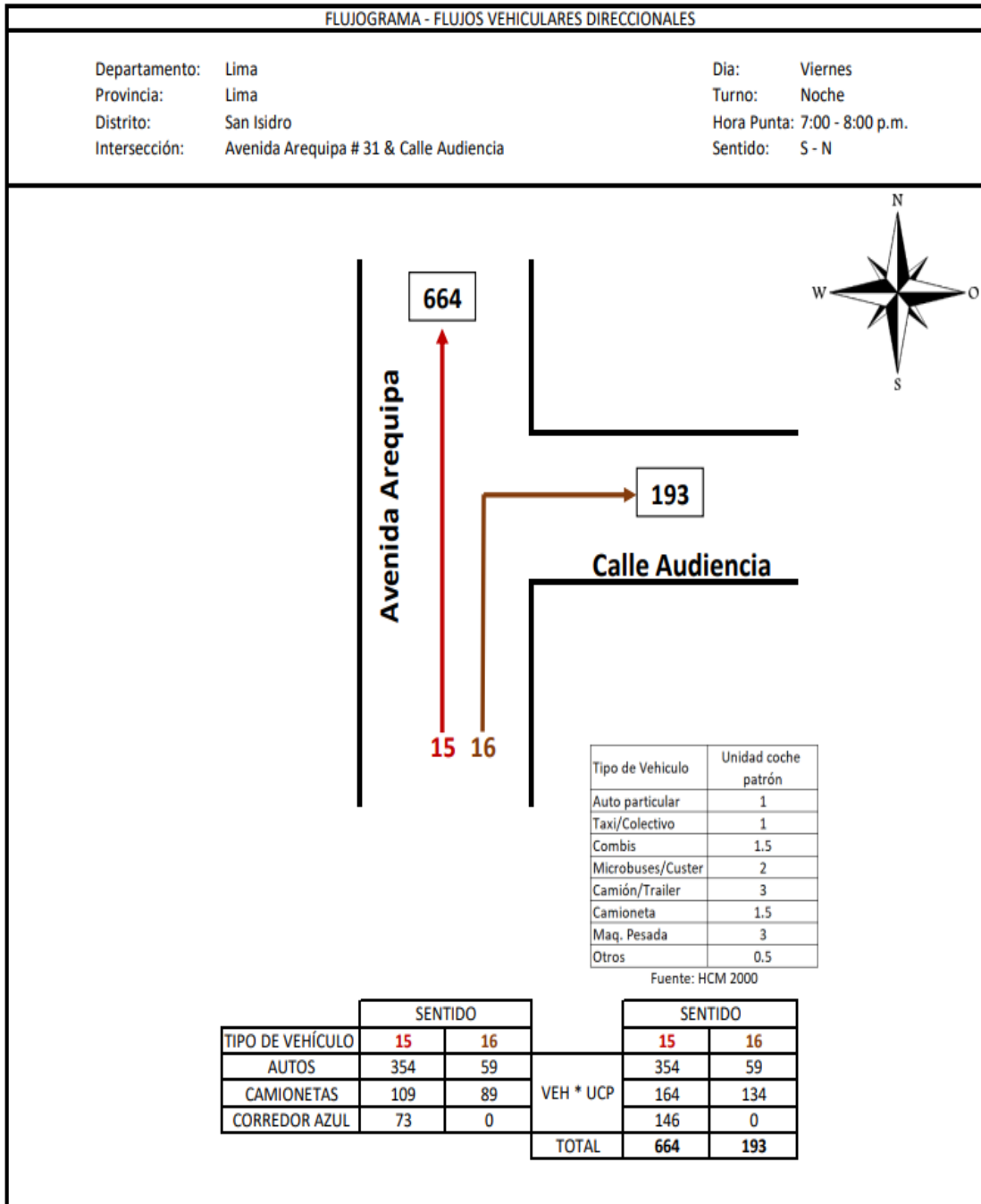


Figura 40: Flujograma del turno noche de la estación 2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12: Aforo vehicular UCP estación 2

Tabla 30: Suma horaria de vehículos del viernes en la mañana



Día	Turno	Hora	Suma Horaria
VIERNES	MAÑANA	7:00 - 8:00 a.m.	694
		7:15 - 8:15 a.m.	741
		7:30 - 8:30 a.m.	763
		7:45 - 8:45 a.m.	761
		8:00 - 9:00 a.m.	727

Fuente: Elaboración propia.

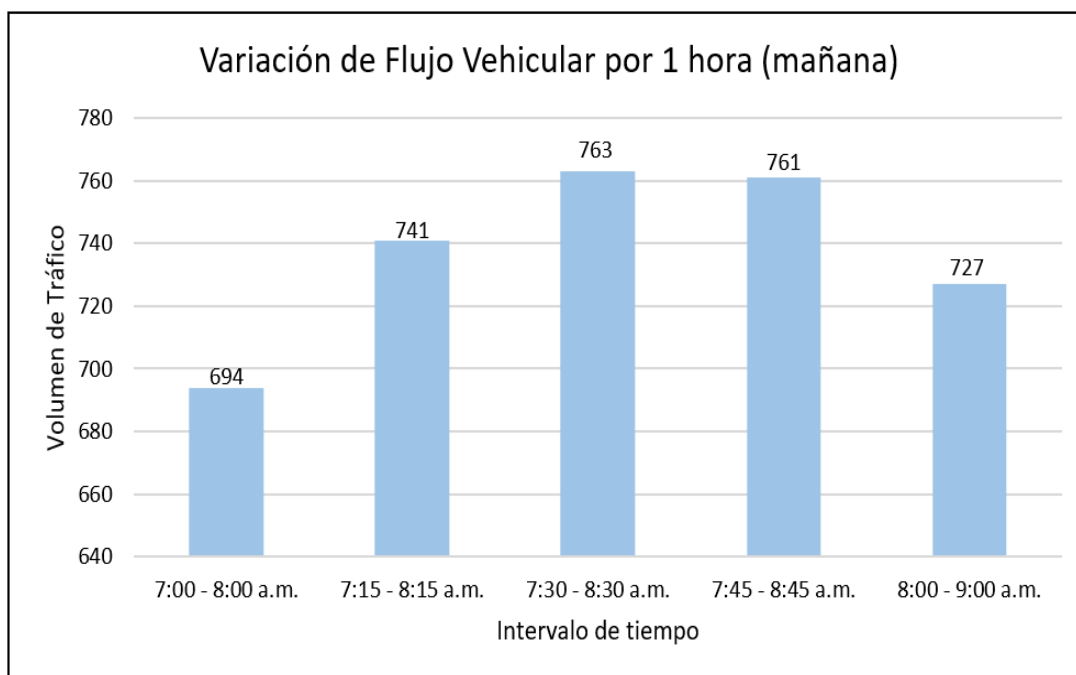


Figura 41: Tiempo vs volumen de tráfico del viernes en la mañana

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Total de vehículos del viernes en la mañana

Día	Turno	Hora Punta Mañana	Total UCP
VIERNES	MAÑANA	7:30 - 7:45 a.m.	173
		7:45 - 8:00 a.m.	197
		8:00 - 8:15 a.m.	204
		8:15 - 8:30 a.m.	189

Fuente: Elaboración propia.

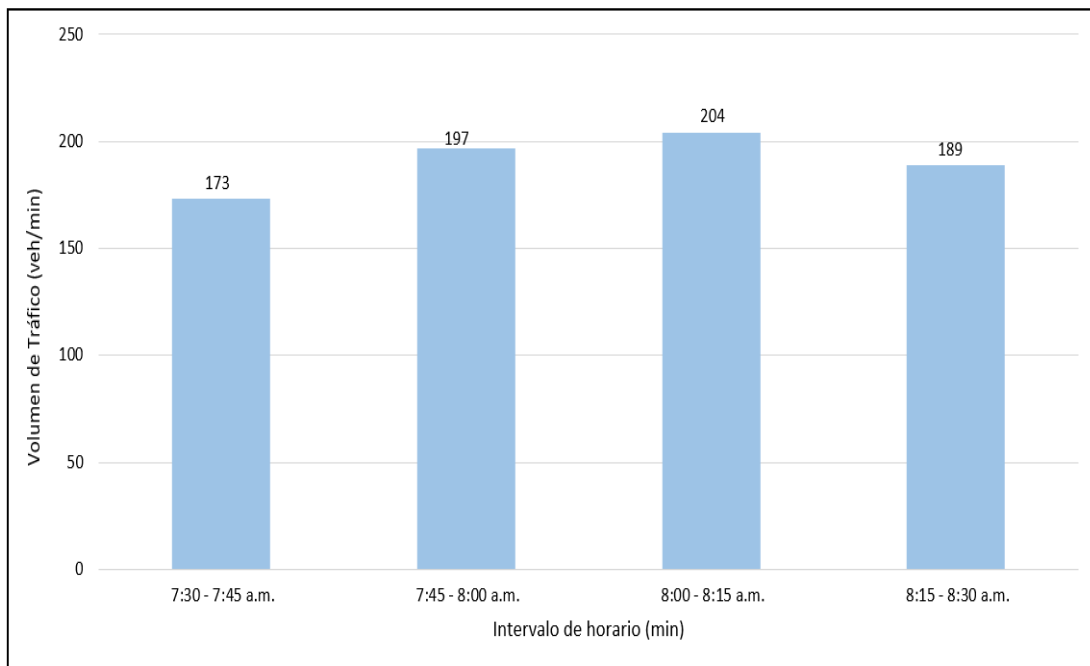


Figura 42: Variación del flujo vehicular del viernes en la mañana

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32: Suma horaria de vehículos del viernes en la tarde

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
VIERNES	TARDE	12:00 - 1:00 p.m.	654
		12:15 - 1:15 p.m.	678
		12:30 - 1:30 p.m.	712
		12:45 - 1:45 p.m.	723
		1:00 - 2:00 p.m.	708

Fuente: Elaboración propia.

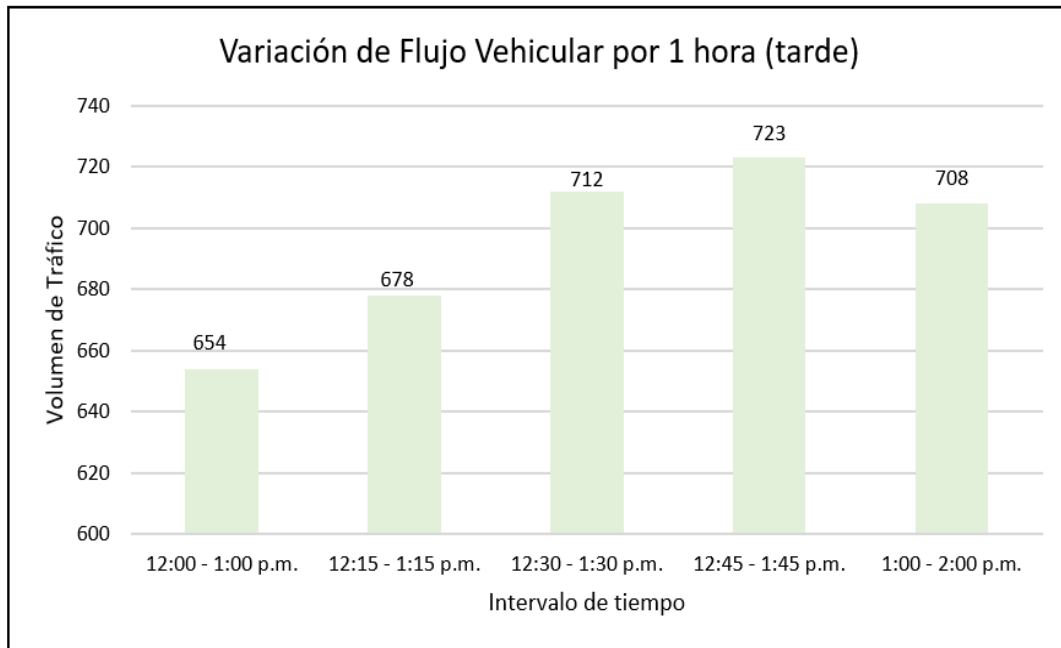


Figura 43: Tiempo vs volumen de tráfico del viernes en la tarde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Total de vehículos del viernes en la tarde

Día	Turno	Hora Punta Tarde	Total UCP
VIERNES	TARDE	12:45 - 1:00 p.m.	180
		1:00 - 1:15 p.m.	187
		1:15 - 1:30 p.m.	187
		1:30 - 1:45 p.m.	169

Fuente: Elaboración propia.

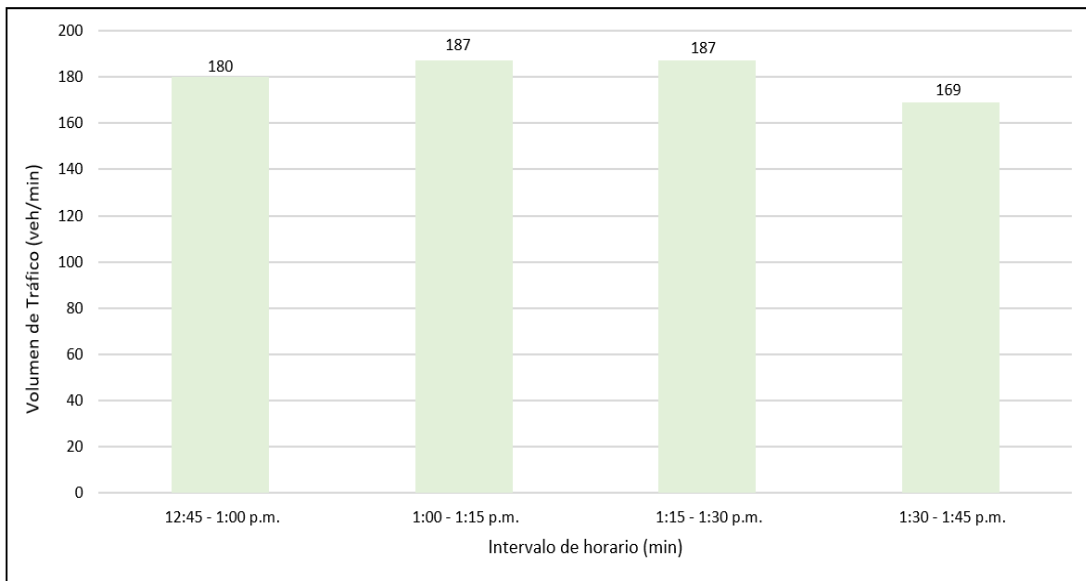


Figura 44: Variación del flujo vehicular del viernes en la tarde

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13: Aforo vehicular de la estación 3

Tabla 34: Estación 3

AFORO VEHICULAR												
Estación 3			Avenida Arequipa cuadra 32 & Avenida Juan de Arona									
Día	Hora		Autos			Camionetas			Bus - 2 Ejes	TOTAL x 1/4 HORA	SUMA HORARIA	%
	desde	hasta	20	21	22	20	21	22	20			
	7:00 a. m.	7:15 a. m.	58	46	30	33	30	15	17	229	923	3.2%
	7:15 a. m.	7:30 a. m.	59	44	33	35	29	16	17	233	982	3.2%
	7:30 a. m.	7:45 a. m.	58	43	29	34	28	14	16	222	1019	3.1%
	7:45 a. m.	8:00 a. m.	63	45	32	38	30	16	15	239	1087	3.3%
	8:00 a. m.	8:15 a. m.	71	68	38	40	41	20	10	288	1115	4.0%
	8:15 a. m.	8:30 a. m.	83	64	25	39	36	12	11	270		3.8%
	8:30 a. m.	8:45 a. m.	80	70	27	45	43	13	12	290		4.0%
	8:45 a. m.	9:00 a. m.	72	65	30	41	35	14	10	267		3.7%
	12:00 p. m.	12:15 p. m.	87	63	28	40	28	14	22	282	1123	3.9%
M	12:15 p. m.	12:30 p. m.	86	63	30	39	29	16	21	284	1162	4.0%
A	12:30 p. m.	12:45 p. m.	80	66	29	38	27	15	20	275	1224	3.8%
R	12:45 p. m.	1:00 p. m.	97	60	29	37	25	16	18	282	1274	3.9%
T	1:00 p. m.	1:15 p. m.	105	70	40	43	26	20	17	321	1284	4.5%
E	1:15 p. m.	1:30 p. m.	116	68	41	49	33	22	17	346		4.8%
S	1:30 p. m.	1:45 p. m.	115	72	36	40	30	17	15	325		4.5%
	1:45 p. m.	2:00 p. m.	100	62	35	41	26	15	13	292		4.1%
	6:00 p. m.	6:15 p. m.	105	75	35	44	32	17	28	336	1329	4.7%
	6:15 p. m.	6:30 p. m.	106	73	34	43	30	17	26	329	1342	4.6%
	6:30 p. m.	6:45 p. m.	110	76	36	47	31	18	20	338	1369	4.7%
	6:45 p. m.	7:00 p. m.	109	74	37	45	29	17	15	326	1392	4.5%
	7:00 p. m.	7:15 p. m.	120	80	39	40	35	25	10	349	1406	4.9%
	7:15 p. m.	7:30 p. m.	130	77	38	46	34	22	9	356		5.0%
	7:30 p. m.	7:45 p. m.	127	86	38	42	33	27	8	361		5.0%
	7:45 p. m.	8:00 p. m.	127	79	35	41	30	18	10	340		4.7%
Vehiculos Totales			2264.00	1589.00	804.00	980.00	750.00	416.00	377.00	7180.00		100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14: Flujogramas vehiculares de la estación 3

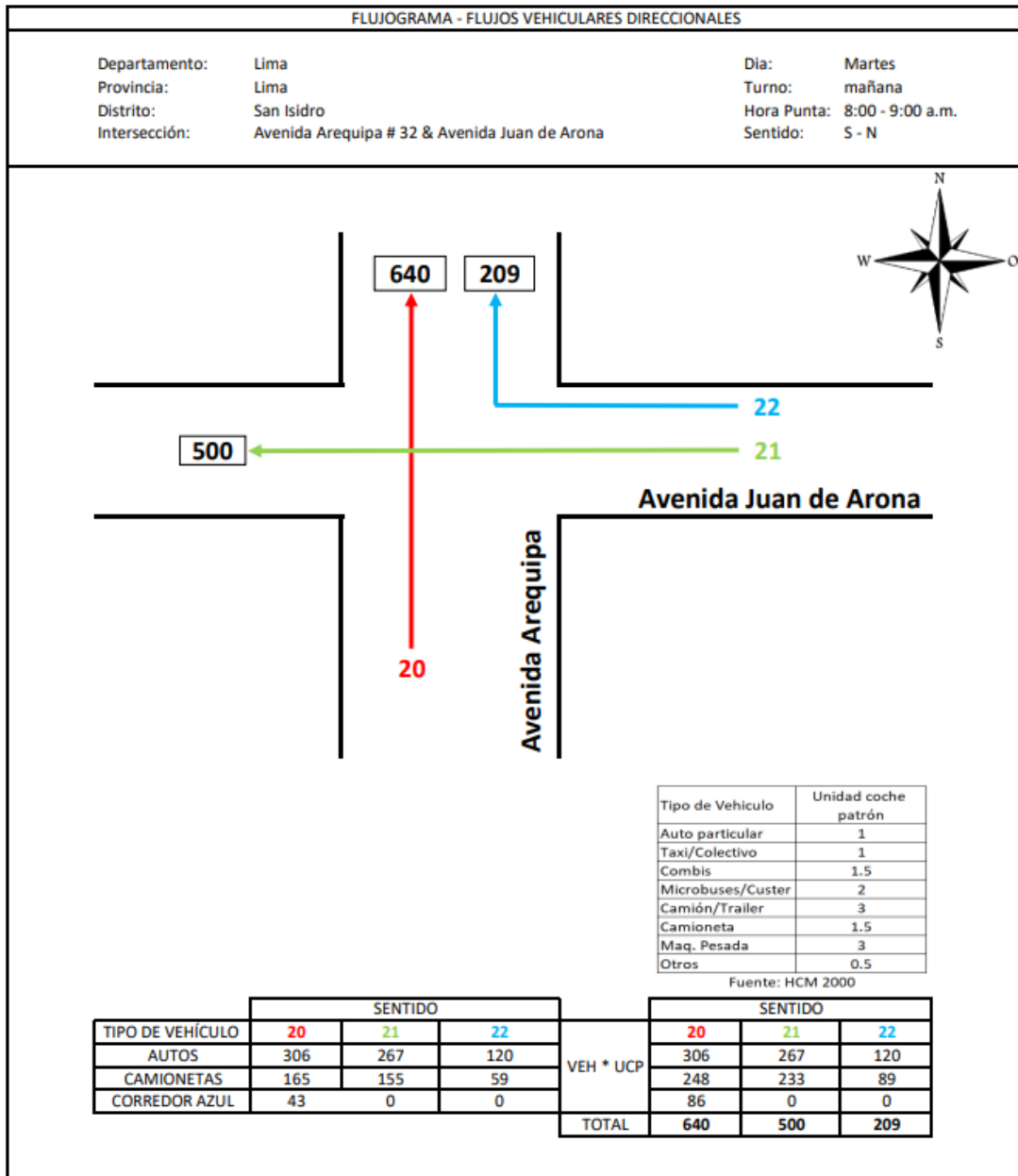


Figura 45: Flujograma del turno mañana de la estación 3

Fuente: Elaboración propia.

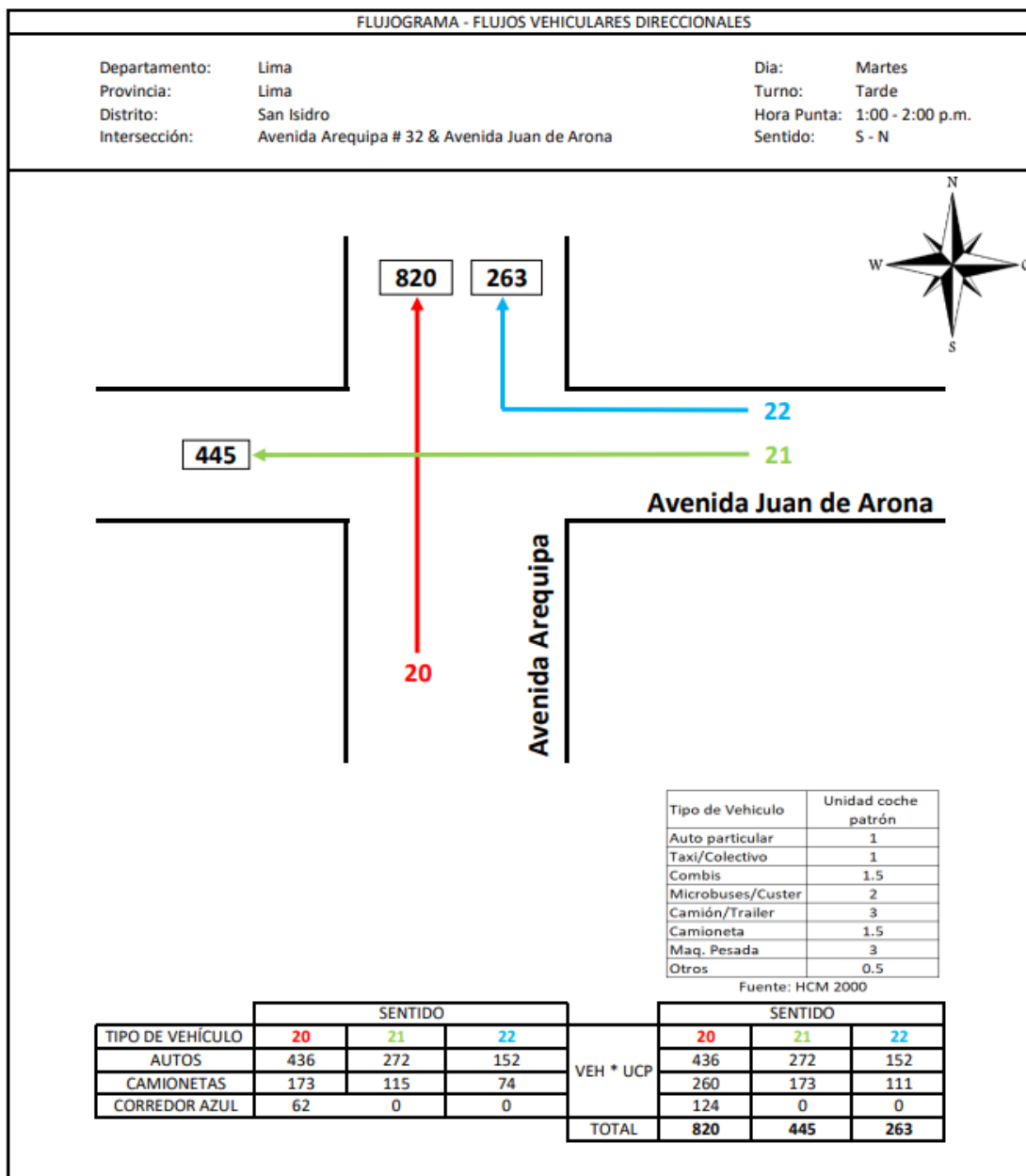


Figura 46: Flujo de vehículos del turno tarde de la estación 3

Fuente: Elaboración propia.

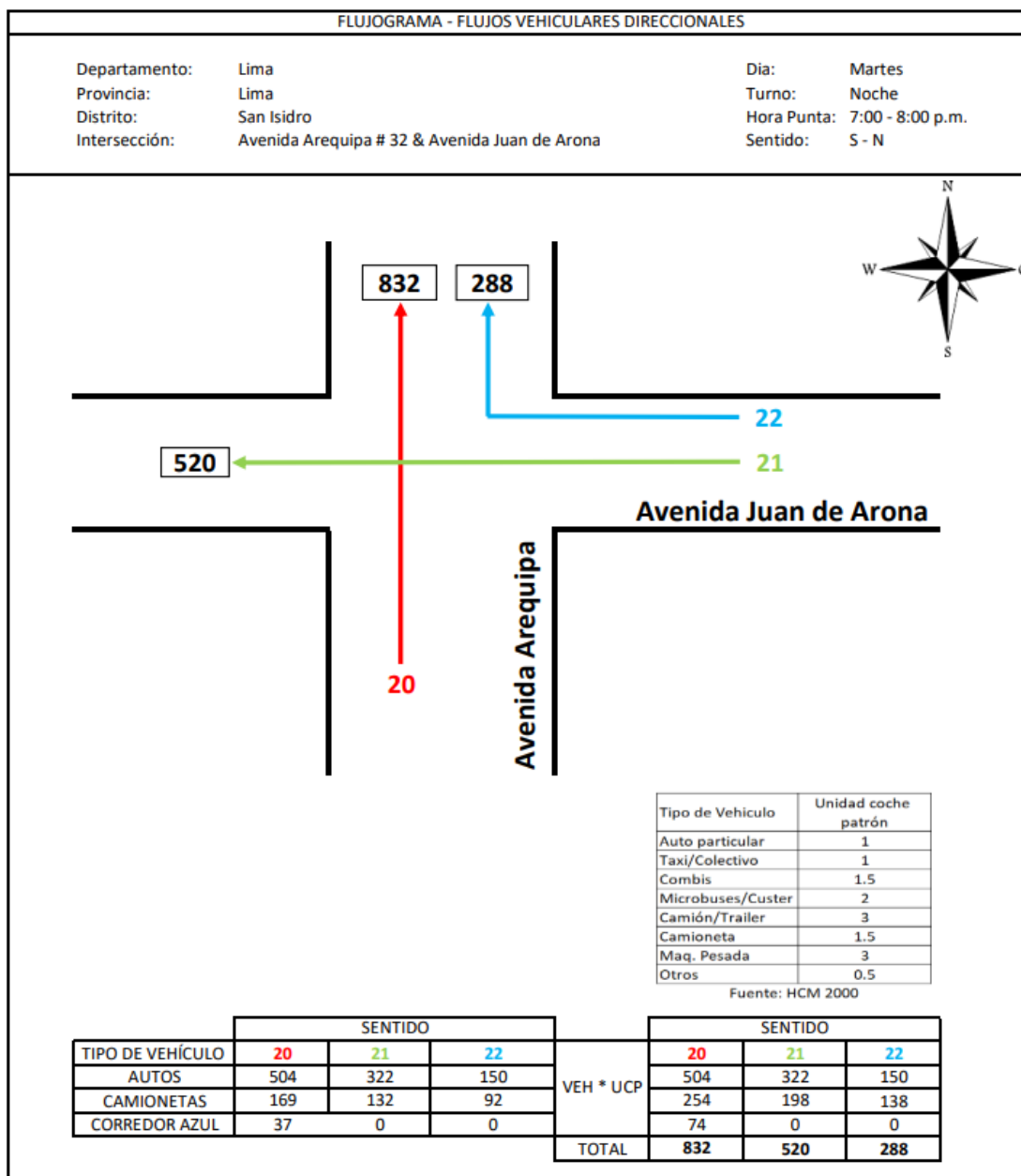


Figura 47: Flujo de vehículos del turno noche de la estación 3

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 15: Aforo vehicular UCP estación 3

Tabla 35: Suma horaria de vehículos del martes en la mañana



Día	Turno	Hora	Suma Horaria
MARTES	MAÑANA	7:00 - 8:00 a.m.	1147
		7:15 - 8:15 a.m.	1211
		7:30 - 8:30 a.m.	1246
		7:45 - 8:45 a.m.	1323
		8:00 - 9:00 a.m.	1349

Fuente: Elaboración propia.

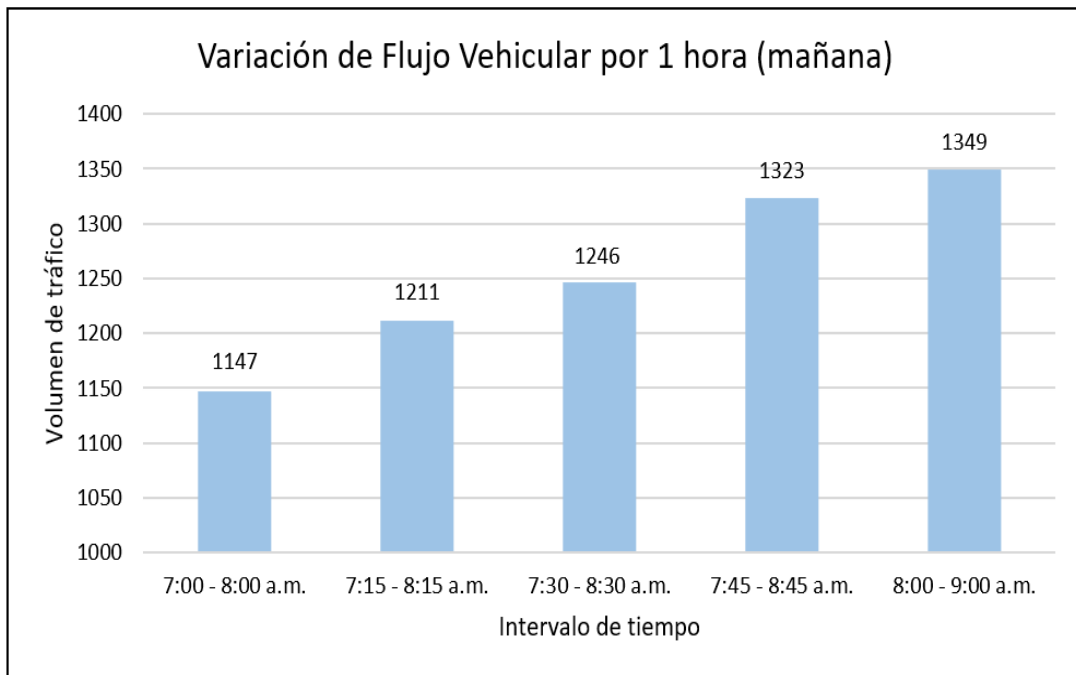


Figura 48: Tiempo vs volumen de tráfico del martes en la mañana

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36: Total de vehículos del martes en la mañana

Día	Turno	Hora Punta Mañana	Total UCP
MARTES	MAÑANA	8:00 - 8:15 a.m.	349
		8:15 - 8:30 a.m.	325
		8:30 - 8:45 a.m.	353
		8:45 - 9:00 a.m.	322

Fuente: Elaboración propia.

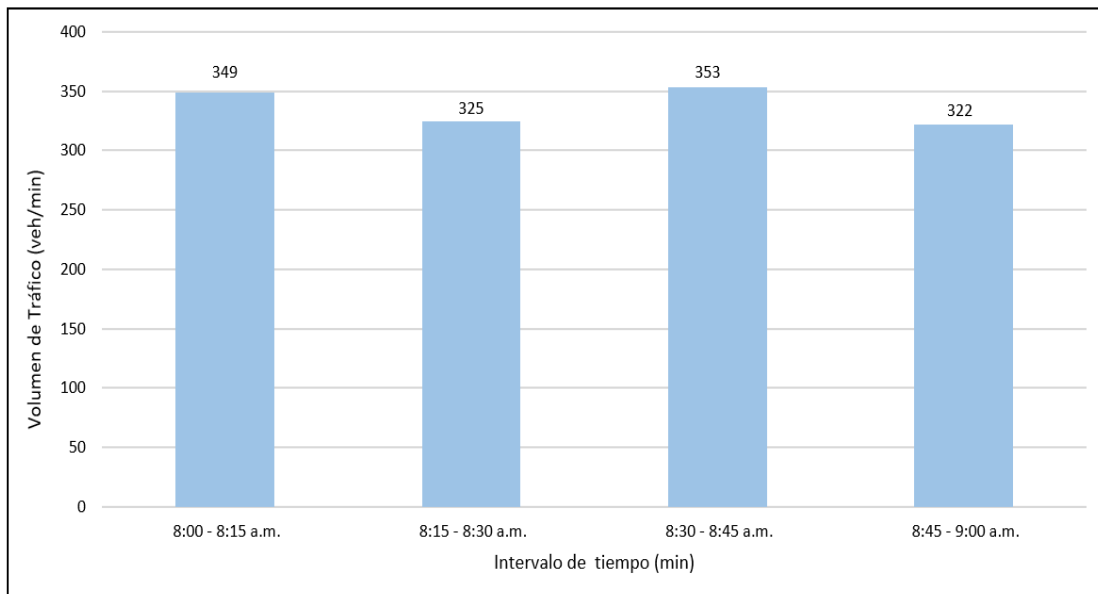


Figura 49: Variación del flujo vehicular del martes en la mañana

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Suma horaria de vehículos del martes en la tarde

Día	Turno	Hora	Suma Horaria
MARTES	TARDE	12:00 - 1:00 p.m	1366
		12:15 - 1:15 p.m	1404
		12:30 - 1:30 p.m	1472
		12:45 - 1:45 p.m	1521
		1:00 - 2:00 p.m.	1528

Fuente: Elaboración propia.

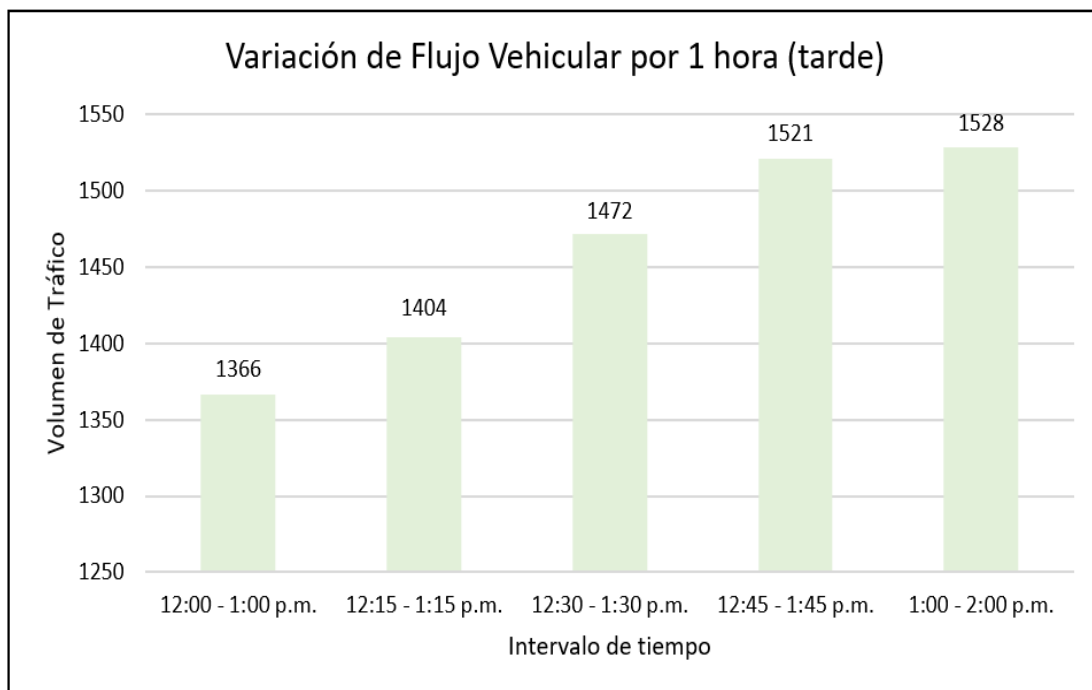


Figura 50: Tiempo vs volumen de tráfico del martes en la tarde

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Total de vehículos del martes en la tarde

Día	Turno	Hora Punta Tarde	Total UCP
MARTES	TARDE	1:00 - 1:15 p.m.	383
		1:15 - 1:30 p.m.	415
		1:30 - 1:45 p.m.	384
		1:45 - 2:00 p.m.	346

Fuente: Elaboración propia.

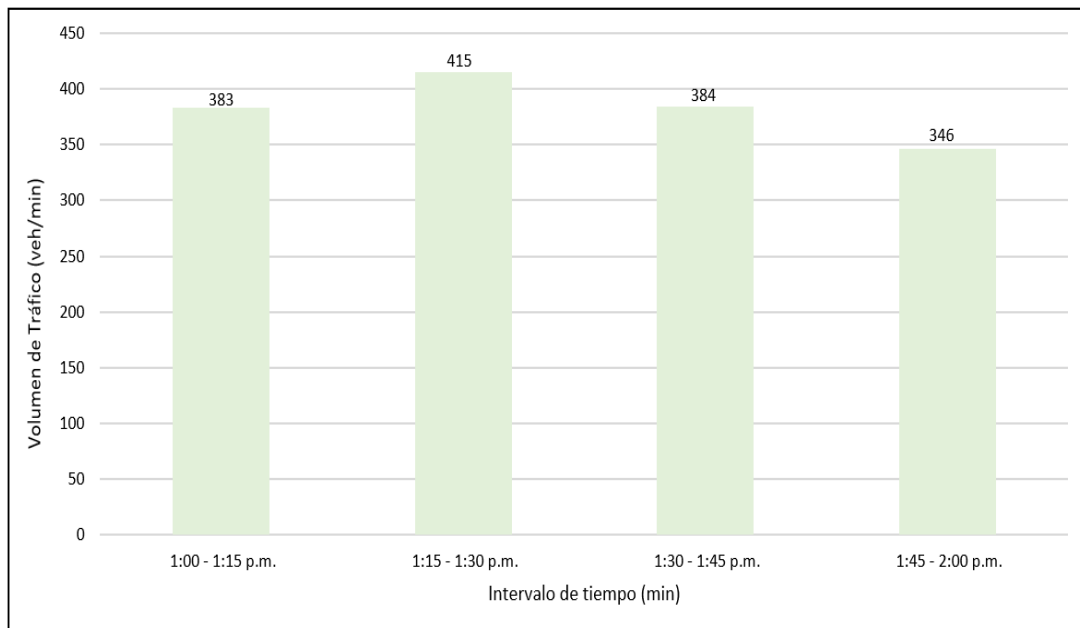


Figura 51: Variación del flujo vehicular del martes en la tarde

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16: Aforo vehicular UCP estación 3

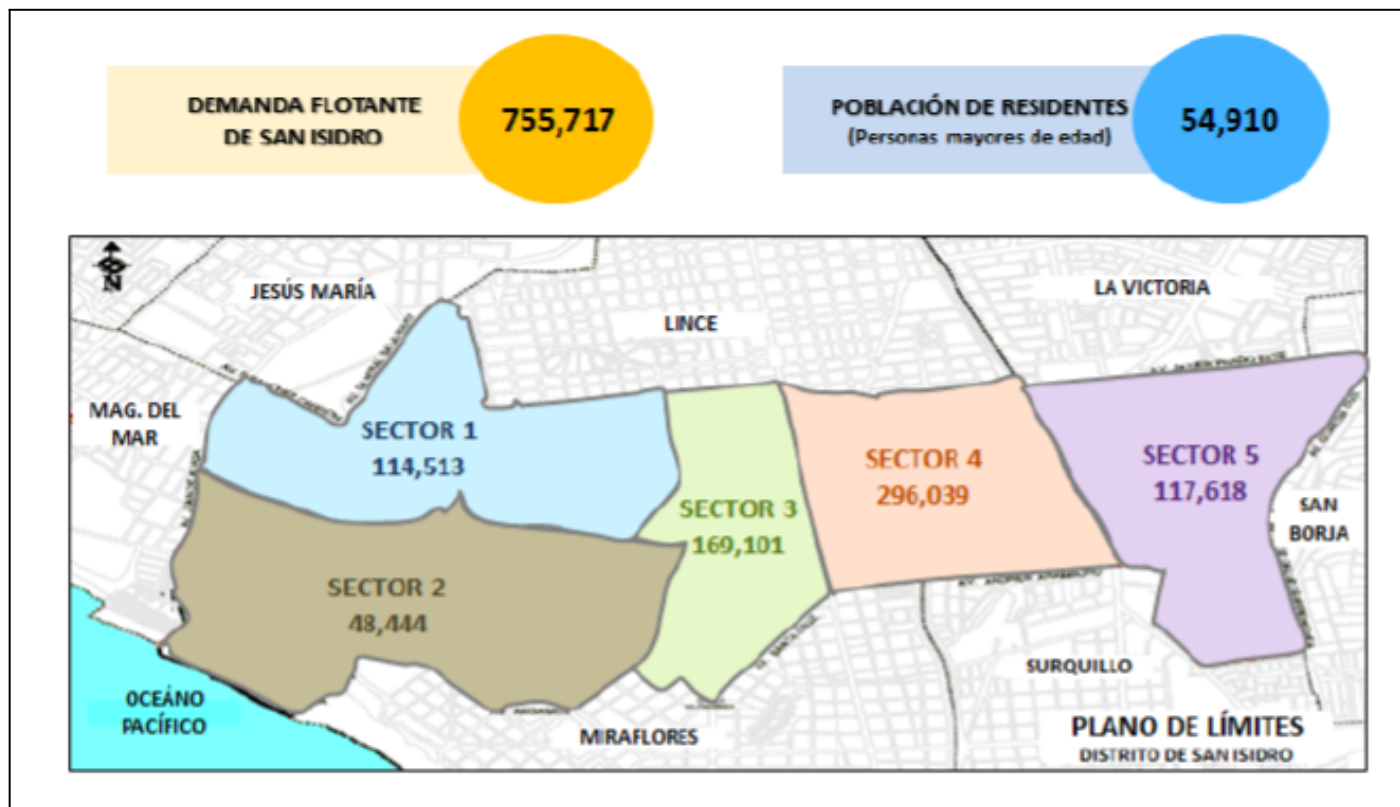


Figura 52: Demanda flotante de San Isidro.

Fuente: Subgerencia de Desarrollo Corporativo de San Isidro.