



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR PARA MEJORAR LA  
ACCESIBILIDAD Y SEGURIDAD VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS  
NICOLÁS AYLLÓN Y LA ESTRELLA

**Línea de investigación:  
Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transportes

**Autor**

Usquiano Pisces, Elvis Williams

**Asesor**

Chávez Dueñas, Jesús Alejandro

ORCID: 0000-0003-2200-7169

**Jurado**

Geldres Benites, Zonia Gudelia

Ccasani Allende, Julián

Torres Sánchez, Doris Concesa

**Lima - Perú**

**2025**



# EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR PARA MEJORAR LA ACCESIBILIDAD Y SEGURIDAD VIAL EN LA INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS NICOLÁS AYLLÓN Y LA ESTRELLA.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://repositorio.usmp.edu.pe">repositorio.usmp.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://kupdf.net">kupdf.net</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

EVALUACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR PARA MEJORAR  
LA ACCESIBILIDAD Y SEGURIDAD VIAL EN LA  
INTERSECCIÓN DE LAS AVENIDAS NICOLÁS AYLLÓN Y LA  
ESTRELLA

Línea de Investigación:  
Seguridad vial e Infraestructura de Transporte  
Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Transportes

Autor

Usquiano Pisces, Elvis Williams

Asesor

Chávez Dueñas, Jesús Alejandro  
ORCID: 0000-0003-2200-7169

Jurado

Geldres Benites, Zonia Gudelia  
Ccasani Allende, Julián  
Torres Sánchez, Doris Concesa

Lima – Perú  
2025

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios que me han permitido llegar hasta aquí. A mis hermanos, por ser mi fuente de motivación y fortaleza en los momentos más difíciles. Y especialmente, a Dios, por darme la salud, la sabiduría y la perseverancia para culminar este proceso.

Gracias a todos los que, de una u otra forma, creyeron en mí y me acompañaron en este camino.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por darme la fuerza para culminar esta etapa. A mis padres, por su apoyo incondicional. A mis docentes y asesores, por su guía y conocimientos. A mis compañeros y amigos, por su compañía y motivación. Y a todos los que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de esta investigación.

## ÍNDICE

Resumen.....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Descripción y formulación del problema .....	13
1.1.1. <i>Problema general</i> .....	15
1.1.2. <i>Problemas específicos</i> .....	15
1.2. Antecedentes.....	15
1.2.1. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	15
1.2.2. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	17
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	19
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	19
1.4. Justificación.....	20
1.5. Hipótesis.....	21
1.5.1. <i>Hipótesis general</i> .....	21
1.5.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	21
II. MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	22
III. MÉTODO.....	33
3.1. Tipo de investigación.....	33
3.2. <i>Ámbito temporal y espacial</i> .....	33
3.3. Variables .....	34
3.4. Población y muestra .....	35
3.5. Instrumentos.....	35

3.6. Procedimientos .....	36
3.7. Análisis de datos .....	43
3.8. Consideraciones éticas .....	78
IV. RESULTADOS .....	79
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	87
VI. CONCLUSIONES.....	90
VII. RECOMENDACIONES .....	91
VIII. REFERENCIAS.....	92
IX. ANEXOS.....	95

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Horas punta de los conteos vehiculares.....	41
Tabla 2 Horas punta de los conteos peatonales.....	42
Tabla 3 Número mínimo de repeticiones necesarias para obtener el intervalo de confianza deseado.....	50
Tabla 4 Indicador Estadístico (GEH).....	51
Tabla 5 Indicador Estadístico (GEH) - Turno mañana.....	52
Tabla 6 Indicador Estadístico (GEH) - Turno Medio día.....	53
Tabla 7 Indicador Estadístico (GEH) - Turno Tarde.....	54
Tabla 8 Indicador de Evaluación Escenario Actual - HPM.....	61
Tabla 9 Indicador de Evaluación Escenario Actual - HV.....	61
Tabla 10 Indicador de Evaluación Escenario Actual – HPT.....	62
Tabla 11 Indicador de Evaluación Escenario Actual HPM.....	63
Tabla 12 Indicador de Evaluación Escenario Actual HV.....	63
Tabla 13 Indicador de Evaluación Escenario Actual HPT.....	63
Tabla 14 Nivel de Servicio en cruces peatonales regulados por prioridad.....	64
Tabla 15 Indicador de Evaluación Peatonal Escenario Actual.....	65
Tabla 16 Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPM.....	70
Tabla 17 Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HV.....	71
Tabla 18 Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPT.....	71
Tabla 19 Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPM.....	72
Tabla 20 Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HV.....	72
Tabla 21 Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPT.....	73
Tabla 22 Indicador de Evaluación Peatonal Escenario Propuesto.....	73
Tabla 23 Comparación vehicular Escenario Actual vs Propuesto.....	74

Tabla 24 Comparación peatonal Escenario Actual vs Propuesto.....	74
Tabla 25 Vehicular Escenario actual.....	81
Tabla 26 Vehicular Escenario propuesto.....	83
Tabla 27 Comparación entre Escenario Actual y Escenario Propuesto.....	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Software de micro simulación VISSIM. ....	24
Figura 2 Diversidad de tipos de intersecciones a nivel.....	27
Figura 3 Ejemplos de líneas demarcadoras de entradas y salidas.....	29
Figura 4 Ejemplos de demarcación de línea de pare con dimensiones.....	30
Figura 5 Ejemplo de demarcación de no bloquear intersecciones, con dimensiones en metros (m).....	31
Figura 6 Ubicación y área de estudio.....	36
Figura 7 Formatos de conteos vehiculares y peatonales.....	37
Figura 8 Sentidos de circulación.....	39
Figura 9 Mobiliario urbano y señalización.....	40
Figura 10 Ubicación de paraderos de transporte público.....	40
Figura 11 Volumen Vehicular Av. Nicolas Ayllón/Av. La Estrella.....	42
Figura 12 Volumen Peatonal Av. Nicolas Ayllón/Av. La Estrella.....	43
Figura 13 Vehículos recreados 3D.....	45
Figura 14 Tiempo de verde efectivo y ciclo semafórico ingresado al programa.....	46
Figura 15 Máxima Demanda Vehicular.....	47
Figura 16 Parámetro del comportamiento vehicular Moto Lineal.....	47
Figura 17 Parámetro del comportamiento vehicular Mototaxi.....	48
Figura 18 Parámetro del comportamiento para el ancho de vía Av. Nicolas Ayllón.....	48
Figura 19 Diseño geométrico de la Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella.....	56
Figura 20 Áreas de prioridad en la Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella.....	57
Figura 21 Escenario Base Calibrado y Validado.....	57
Figura 22 Escenario Base Calibrado y Validado.....	58
Figura 23 Escenario Base (Vehicular y peatonal) Intersección: Av. Nicolas Ayllón – Av. La	

Estrella .....	58
Figura 24 Fases, reparto y ciclo semafórico .....	59
Figura 25 Esquema de las Fases Semafóricas.....	59
Figura 26 Número mínimo de repeticiones necesarias .....	66
Figura 27 Primera semilla aleatoria con su reporte de evaluación (Random Seed) .....	66
Figura 28 Última semilla aleatoria con su reporte de evaluación (Random Seed).....	67
Figura 29 Escenario Propuesto Intersección: Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella .....	68
Figura 30 Esquema de las Fases Semafóricas.....	69
Figura 31 Reparto y ciclo semafórico propuesto .....	69
Figura 32 Fases semafóricas vista intersección .....	69
Figura 33 Turno Mañana actual.....	75
Figura 34 Turno Mañana Propuesta.....	75
Figura 35 Turno Medio día Actual.....	76
Figura 36 Turno Medio día Propuesto .....	76
Figura 37 Turno Tarde Actual.....	77
Figura 38 Turno Tarde Propuesto .....	77
Figura 39 Tiempo de ciclo semafórico y fases actual.....	81
Figura 40 Tiempo de ciclo semafórico y fases propuesta.....	83
Figura 41 Rediseño de la intersección .....	84

## Resumen

El objetivo fue proponer un modelo de evaluación del tránsito vehicular orientado a mejorar accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, utilizando el software VISSIM en el distrito de Ate. El diseño enmarcó en el tipo aplicada, enfoque cuantitativo y alcance descriptivo. La población estuvo compuesta por todos los vehículos que circulan en la intersección, del distrito de Ate – Lima. Esta población incluyó diferentes tipos de unidades vehiculares, como automóviles particulares, taxis, autobuses y vehículos de carga, que transitan en diversos horarios del día. Entre los principales resultados obtenidos, se identificó que la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella presenta una elevada demanda vehicular en horas punta, registrando el día jueves 06 de marzo, en el periodo pico de la mañana, una carga vehicular con 5,269 vehículos, lo cual genera congestión significativa y condiciones deficientes de accesibilidad y seguridad vial. La simulación realizada mediante el software VISSIM evidenció un Nivel de Servicio “C” durante los periodos de mayor demanda, reflejando condiciones operacionales críticas. A partir del modelamiento y la optimización de las fases y ciclos semafóricos, se proyectó una mejora sustancial en el desempeño vial, alcanzando un Nivel de Servicio “B”. Es importante destacar que la propuesta cumple con los lineamientos establecidos en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor del MTC, y se sustenta en criterios técnicos de eficiencia operativa y seguridad vial, promoviendo una circulación más fluida y segura en la zona evaluada.

*Palabras clave:* Tránsito vehicular, accesibilidad, seguridad vial, nivel de servicio

## **Abstract**

The objective was to propose a vehicular traffic assessment model aimed at improving accessibility and road safety at the intersection of Nicolás Ayllón and La Estrella avenues, using VISSIM software in the Ate district. The design was based on the applied type, quantitative approach, and descriptive scope. The population consisted of all vehicles circulating at the intersection in the Ate-Lima district. This population included different types of vehicles, such as private cars, taxis, buses, and cargo vehicles, which transit at different times of the day. Among the main results obtained, it was identified that the intersection of Nicolás Ayllón and La Estrella avenues presents high vehicular demand during peak hours, registering a vehicle load of 5,269 vehicles during the morning peak period on Thursday, March 6th, which generates significant congestion and poor accessibility and road safety conditions. The simulation, carried out using VISSIM software, showed a Service Level of "C" during peak demand periods, reflecting critical operating conditions. Based on the modeling and optimization of traffic light phases and cycles, a substantial improvement in road performance was projected, reaching a Service Level of "B." It is important to highlight that the proposal complies with the guidelines established in the MTC's Manual of Motor Traffic Control Devices and is based on technical criteria of operational efficiency and road safety, promoting smoother and safer traffic in the evaluated area.

*Keywords:* Traffic flow, accessibility, road safety, level of service

## I. INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico de las intersecciones en muchas ciudades no se ajusta a las condiciones de tránsito actuales debido a que fueron pensados para un flujo bajo volumen vehicular y exclusividad vehicular, hoy en día se encuentran deficiencias en cuanto a la accesibilidad y seguridad vial. Uno de los principales problemas radica en la falta de infraestructura adecuada para peatones, ciclistas, personas con movilidad reducida y otros usuarios vulnerables de la vía, por lo que se implementaran espacios seguros, rampas para la accesibilidad peatonal.

La intersección de la Avenida Nicolas Ayllón y La Avenida La Estrella ubicada en el Distrito de Ate, presenta serios problemas relacionados con la congestión vehicular, la seguridad vial y la infraestructura urbana, lo que la convierte en un punto crítico para la movilidad en la ciudad. Esta área experimenta un elevado índice de tráfico vehicular, especialmente en las horas punta, es importante mencionar que dicha intersección presenta un uso de suelo de tipo comercio zonal y la convergencia de múltiples rutas en este nodo. Esta situación no solo genera importantes retrasos en los tiempos de desplazamiento, sino que también impacta negativamente en la calidad de vida de los ciudadanos, aumentando la probabilidad de riesgos de siniestro viales y contribuyendo a la contaminación ambiental.

El sistema vial urbano actual no abastece de manera eficiente la demanda y oferta existente, las cuales se están evaluando en mejorar los tiempos del semáforo, el comportamiento de los usuarios, las causas de la congestión y los criterios técnicos que se emplearan en la mejora del diseño geométrico, permitiendo así, mejorar la accesibilidad y seguridad en el área de estudio lo cual implicará el uso de todas las variables de la Ingeniería de tránsito, que solucionen los conflictos generados y el alta demanda de transporte versus la baja capacidad de diseño de sus elementos geométricos existente y sus mobiliarios viales vigentes.

El presente estudio comprende el mejoramiento de la accesibilidad y seguridad vial para la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, debido a que en la actualidad presenta conflictos de tránsito y deficiencias para la accesibilidad, asimismo ayudará a identificar dicha problemática mediante la recopilación y análisis de datos de campo, esta información ayudará a proponer la implementación de mejoras que solucionen la problemática actual.

### **1.1. Descripción y formulación del problema**

En la actualidad, la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, ubicada en el vecindario de Santa Clara del distrito de Ate, Lima Este, experimenta serios problemas de accesibilidad y seguridad vial. Esta zona, influenciada por la presencia de equipamientos urbanos de alto impacto como el Mall Plaza, soporta un elevado flujo vehicular y peatonal, lo que genera frecuentes episodios de congestión y riesgo para los usuarios de la vía.

Entre los factores más críticos se encuentran el incremento sostenido del tránsito urbano, la deficiente sincronización semafórica, la falta de adecuadas infraestructuras para canalizar el flujo vehicular y peatonal, así como el diseño geométrico inapropiado de la intersección. Estas condiciones impiden el desplazamiento fluido de los vehículos, obligándolos a circular por debajo de su velocidad óptima, lo que repercute en una reducción de la eficiencia vial y un aumento del tiempo de viaje, especialmente en horas punta.

La congestión vehicular, más allá de ser una molestia cotidiana, representa una amenaza directa a la seguridad vial. El aumento del tiempo de exposición en la vía incrementa la probabilidad de siniestros viales, especialmente en intersecciones mal diseñadas. A ello se suma la conducta imprudente de algunos usuarios, el irrespeto a las señales de tránsito, y la insuficiencia de dispositivos de control como isletas, señalización adecuada o sistemas inteligentes de gestión del tráfico. Estas deficiencias estructurales y operativas ponen en riesgo no solo a los conductores, sino también a los peatones y ciclistas, considerados usuarios

vulnerables de la vía (Kanyepe et al., 2022).

Diversos estudios han demostrado que el diseño geométrico de las intersecciones y la implementación de medidas de control del tráfico influyen directamente en la seguridad vial. Intersecciones con ángulos inadecuados, radios de giro insuficientes y visibilidad limitada incrementan la probabilidad de siniestros viales, mientras que una gestión semafórica deficiente empeora la congestión y genera comportamientos peligrosos entre los conductores (Hussain et al., 2024). La experiencia internacional refuerza esta conclusión. Por ejemplo, en países como Rumanía o India, la deficiencia en infraestructura vial y la falta de medidas efectivas de regulación del tráfico han contribuido significativamente a los elevados índices de siniestralidad (Kanyepe et al., 2022).

En el contexto nacional, según el Índice de Congestión Vehicular 2023 elaborado por la empresa TomTom, Lima se posicionó como la ciudad con mayor congestión vehicular de Latinoamérica y la quinta a nivel mundial, donde recorrer 10 kilómetros en hora punta toma en promedio 28 minutos con 30 segundos. Esta cifra representa un incremento respecto al año anterior, lo que evidencia un agravamiento del problema (Gerencia de Estudios Económicos y Estadística, 2023).

En este escenario, resulta urgente evaluar de manera técnica y objetiva el comportamiento del tránsito vehicular en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, para identificar sus principales deficiencias y proponer medidas de mejora orientadas a optimizar la accesibilidad y reforzar la seguridad vial. Estas medidas deben considerar tanto el rediseño geométrico del espacio vial como la implementación de soluciones tecnológicas e intervenciones en la conducta de los usuarios, con un enfoque integral de ingeniería de tránsito y sostenibilidad urbana.

A lo mencionado, se formula la siguiente pregunta de investigación:

### **1.1.1. Problema general**

¿Cómo puede la evaluación del tránsito vehicular contribuir a mejorar la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella?

### **1.1.2. Problemas específicos**

¿De qué manera la identificación de las causas de la congestión vehicular puede contribuir a mejorar la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella?

¿De qué manera el comportamiento de los usuarios de la vía permite la mejora de la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella?

¿De qué manera la optimización del ciclo semafórico puede mejorar la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella?

¿Cómo puede la aplicación de criterios técnicos de diseño vial contribuir a la mejora de la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella?

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Antecedentes internacionales**

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal, 2018), actualmente las principales capitales del mundo enfrentan un tráfico vehicular extremadamente denso, con más de mil millones de vehículos motorizados circulando por sus calles. Esta situación ha generado congestión en horas punta, altos niveles de contaminación ambiental, y una disminución en la calidad de vida urbana. Esta problemática crece por la falta de control en la oferta de vehículos usados, muchos de los cuales tienen más de 20 años de antigüedad. Entre las ciudades más congestionadas a nivel mundial se encuentran Jalisco (México) con un 66% de congestión; Río de Janeiro (Brasil) con 47%; Los Ángeles (EE.UU.) con 45%; Moscú (Rusia) con 44%; Santiago (Chile) con 43%; Buenos Aires (Argentina) con 42%; San Petersburgo (Rusia) con 41%; varias ciudades de China con 41%; Londres (Reino Unido) con

40%; y Taipéi (Taiwán) también con 40%.

Villareal y Basantes (2023) realizaron la investigación titulada “Desarrollo de una propuesta técnica de tránsito para la reducción de la congestión vehicular en los accesos de la ciudad de Riobamba haciendo uso del software de modelación y simulación PTV VISSIM”. Su objetivo fue analizar y optimizar el flujo vehicular en los puntos de entrada más conflictivos. Identificaron seis accesos principales con altos niveles de congestión, lo cual afectaba la productividad local y generaba impactos negativos tanto sociales como ambientales. Los resultados evidenciaron mejoras en la movilidad tras implementar la propuesta, destacando la importancia del uso de tecnologías avanzadas para la recopilación de datos precisos que permitan simulaciones más realistas y efectivas.

Tovar y Zamudio (2022) desarrollaron la investigación titulada "Análisis del comportamiento vial modelado en VISSIM PTV para la optimización de la intersección en la carrera 33 con calle 34 sector Unimeta en la ciudad de Villavicencio - Meta". Esta investigación tuvo por objetivo analizar el comportamiento vial en una intersección crítica utilizando el software VISSIM para optimizar la semaforización y la infraestructura. La metodología incluyó recopilación y análisis de datos de tránsito, modelado en VISSIM y evaluación de escenarios. Se determinó que el lunes entre las 11:30 a.m. y las 12:15 p.m. fue el periodo de mayor flujo vehicular. Entre las soluciones implementadas destacaron la optimización de los tiempos de semáforo y la construcción de un puente peatonal, logrando disminuir el flujo vehicular y la accidentalidad mortal en la zona.

Muñoz (2021) desarrolló la investigación titulada “Modelado y análisis del sector Villa Bernarda (Calle 12) del Municipio de Guamal - Meta mediante software para la simulación de tránsito VISSIM”. Tuvo por objetivo modelar el tránsito existente bajo condiciones actuales y una infraestructura ciclo-peatonal en el barrio Villa Bernarda, municipio de Guamal-Meta. Usó la metodología cuantitativa, recolectando datos sobre el volumen de vehículos y su clasificación

mediante aforos de tránsito. Los datos se analizaron con el software VISSIM, evaluando la situación actual y proyectando mejoras. Los resultados mostraron que los volúmenes vehiculares diarios variaron entre 2,012 y 2,192 vehículos. Concluyeron que la implementación de una ciclovía y una peatonal mejoraría la calidad de vida y la seguridad vial, reduciendo el nivel de servicio F a A, lo que indica una mejora sustancial en la movilidad.

Wen (2018) desarrolló el estudio titulado "An Agent-Based Simulation Model for Optimization of the Signalized Intersection Connected to Freeway On-Ramp". Este trabajo se centró en optimizar la intersección conectada a rampas de entrada a autopistas, abordando problemas de congestión y seguridad debido a conflictos entre flujos vehiculares. Utilizando VISSIM, se simularon tres soluciones: extender el carril compartido, convertirlo en exclusivo para giros a la derecha y agregar un carril de desvío. La tercera opción resultó ser la más efectiva, reduciendo los tiempos de demora y mejorando la fluidez del tránsito.

### ***1.2.2. Antecedentes nacionales***

Arapa (2024) desarrolló la investigación titulada "Evaluación de Tráfico en la Vía Arequipa a la Ruta 48 con el Nuevo Proyecto de Carretera Cerro Colorado La Joya Aplicando el Software Vissim – 2023". El objetivo del estudio fue evaluar el tráfico en la intersección de la vía Arequipa y la Ruta 48, utilizando el software de modelación. Utilizó una metodología que incluyó la revisión de antecedentes, toma de datos, observación continua y manejo de datos. Los resultados revelaron falencias en el modelo inicial, con vehículos excediendo los límites de velocidad y generando cuellos de botella. Concluyeron que un reajuste en la cantidad de vehículos y la reducción de velocidad mejoró el flujo vehicular. Sin embargo, reconocieron que los cuellos de botella son inevitables, aunque su incidencia puede reducirse significativamente con ajustes adecuados.

Tito (2024) desarrolló la investigación titulada "Optimización del nivel de servicio vehicular y flujo peatonal por microsimulación con el programa PTV VISSIM, en los jirones

Los Incas, Tacna, Cahuide y avenida La Torre - Puno". El estudio tuvo por objetivo optimizar el nivel de servicio vehicular y el flujo peatonal en una intersección crítica de la ciudad de Puno, donde convergen actividades comerciales y alta densidad poblacional, en un entorno caracterizado por deficiencias en la semaforización y la señalización. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño no experimental, basado en conteos vehiculares y peatonales detallados. Se registraron flujos vehiculares diarios de 8477, 13529, 7469 y 16719 vehículos en los jirones Tacna, Cahuide, Los Incas y avenida La Torre, respectivamente, así como aforos peatonales en hora punta que oscilaron entre 497 y 1293 personas en diferentes cruces. Con el software PTV VISSIM se micro simuló escenarios multimodales bajo diversas semillas, concluyéndose que la implementación de un ciclo semafórico de 95 segundos y la adición de un carril en el jirón Tacna permitieron reducir la congestión vehicular en un 20.45% y aumentar el flujo peatonal en un 11.04%.

Peredo y Panduro (2023), en su estudio titulado "Análisis de la accesibilidad e impacto del tránsito en el óvalo Ureta Ubicado en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque", tuvieron por objetivo estudiar el efecto del flujo vehicular y los patrones de comportamiento de los peatones en el óvalo Ureta, Chiclayo. Utilizaron una metodología cualitativa basada en el Design Thinking y Lean Startup, aplicando encuestas y observaciones en campo para recolectar datos sobre la interacción de peatones y vehículos. Los resultados mostraron que el 57% de los transeúntes eran mujeres, con un alto tránsito peatonal especialmente en horas pico. Las simulaciones con VISSIM y VISWALK identificaron áreas críticas de conflicto. Concluyeron que la implementación de semaforización y mejoras en la señalización aumentó la seguridad y eficiencia en la zona, recomendando estas medidas como soluciones viables para los problemas detectados.

Gonzales y Reynoso (2023), en su investigación titulada "Rediseño y evaluación intermodal de la intersección de las avenidas Sucre y Bolívar utilizando los softwares VISSIM

y VISWALK 8”, evaluaron escenarios de tráfico en la intersección de las avenidas Bolívar y Sucre en Pueblo Libre, Lima. Emplearon los softwares de micro simulación VISSIM y VISWALK para modelar la intersección y analizar el comportamiento de vehículos y peatones. La metodología incluyó observación, recolección de datos, y simulación de propuestas de mejora como semaforización y reglas de prioridad. Los resultados mostraron una reducción del tiempo de desplazamiento vehicular en la Av. Sucre de 4.84 a 3.12 segundos, representando una mejora del 35%. Concluyeron que las propuestas implementadas mejoraron la fluidez del tráfico y la seguridad, validando la eficacia del enfoque utilizado.

Robles (2022) en su investigación titulada “Análisis y rediseño de una intersección vial de alto tránsito desde el enfoque de la movilidad sostenible. Caso: intersección vial de las avenidas Brasil - San Felipe - Gral. Manuel Vivanco, Lima – Perú”. El estudio analizó la intersección entre las avenidas Brasil, San Felipe y Gral. Manuel Vivanco en Lima, destacando los problemas de congestión vehicular y seguridad vial. Utilizó tomas de datos in situ con drones y los softwares PTV Vissim y Viswalk para crear un modelo de microsimulación. Los resultados revelaron deficiencias significativas en la infraestructura, incluyendo problemas de señalización y seguridad. Se plantearon propuestas como la eliminación de carriles de giro exclusivo y la mejora de espacios públicos. Concluyeron que, aunque las mejoras en eficiencia vehicular fueron limitadas, los parámetros peatonales y la seguridad vial mejoraron considerablemente, promoviendo una recuperación significativa del espacio público.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Determinar cómo la evaluación del tránsito vehicular puede contribuir a mejorar la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

Identificar las causas de la congestión vehicular para proponer medidas que mejoren la

accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

Analizar el comportamiento de los usuarios de la vía y su influencia en la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

Evaluar la optimización del ciclo semafórico para contribuir a la mejora de la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

Evaluar la aplicación de criterios técnicos de diseño vial para contribuir en la mejora de la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

#### **1.4. Justificación**

Actualmente, la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, ubicada en el vecindario de Santa Clara del distrito de Ate, Lima Este, se vienen identificando conflictos de accesibilidad causado por el elevado flujo vehicular en el tránsito y la inadecuada infraestructura existente, lo que conlleva a la falta de seguridad vial que repercute a la probabilidad de factores de riesgo contra la integridad física de las personas que transitan por la vía pública.

El presente trabajo de investigación tiene como fin contribuir y proporcionar información útil para mejorar la accesibilidad, seguridad vial en el área de estudio mediante la implementación y/o mejoramiento de rampas peatonales, señalización horizontal y vertical, mejoramiento del diseño vial, la optimización del tiempo de ciclo; además ayudará a mitigar y minimizar los siniestros viales y promover la educación vial para mejorar la calidad de vida de los usuarios de la vía.

## **1.5. Hipótesis**

### ***1.5.1. Hipótesis general***

Los Factores del tránsito vehicular influyen significativamente en la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

### ***1.5.2. Hipótesis específicas***

Las causas que generan la congestión vehicular afectan negativamente la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

El comportamiento inadecuado de los usuarios de la vía, afectan negativamente la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

El mal funcionamiento del ciclo semafórico, afectan negativamente la accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

La falta de aplicación de criterios técnicos de diseño vial, afectan negativamente la accesibilidad y seguridad en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. Seguridad vial

Dentro de la seguridad vial, tenemos algunos factores importantes los cuales repasar:

- **Flujo Vehicular:** Se refiere a la cantidad de vehículos que pasan por un punto determinado de una vía durante un intervalo de tiempo específico. Se mide generalmente en vehículos por hora (veh/h) y es un indicador clave para analizar la capacidad de una intersección o tramo vial (Misari, 2021).
- **Intersección Vial:** Es el área común donde se cruzan o convergen dos o más vías, permitiendo el flujo de tráfico en diferentes direcciones. Las intersecciones pueden ser controladas (con semáforos o señales) o no controladas, y son puntos críticos para la gestión del tráfico (Sánchez et al., 2014).
- **Nivel de Servicio (LOS):** Es una medida cualitativa del rendimiento de una vía o intersección, que evalúa la eficiencia del flujo vehicular y la comodidad del usuario. Los niveles de servicio se categorizan generalmente de "A", que representa condiciones óptimas, hasta el nivel "F", que refleja congestión severa (Gonzales y Reynoso, 2023).
- **Micro Simulación de Tráfico:** Es una técnica de modelación computacional que representa y simula el movimiento de vehículos individuales en una red de tráfico. Utiliza algoritmos complejos para analizar el comportamiento del tráfico y prever el impacto de diferentes escenarios o intervenciones (Garrido, 2023).
- **Capacidad Vial:** Es la máxima cantidad de vehículos que pueden pasar por un tramo de vía o intersección durante un periodo específico bajo condiciones de tráfico establecidas. La capacidad depende de factores como el ancho de la vía, la

configuración de la intersección y el control de tráfico (Sala, 2023).

- **Optimización del Tráfico:** Es el proceso de mejorar la eficiencia del flujo vehicular en una red vial. Incluye estrategias como la sincronización de semáforos, la ampliación de carriles, la gestión de accesos y la implementación de sistemas inteligentes de transporte (Carrillo y Montoya, 2022).

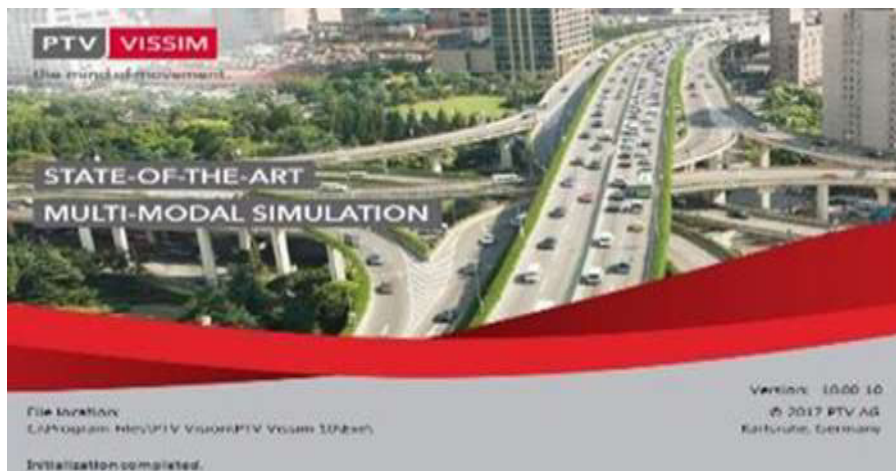
### ***2.1.2. Software de micro simulación del tránsito***

Para la elaboración la diagnosis y los impactos en la circulación vehicular y peatonal del estudio; se utilizó el software de micro modelación VISSIM versión 10.0.09, esta herramienta es un software para la simulación microscópica y multimodal del tránsito, desarrollada por la empresa PTV - Planning Transport Verkehr AG en Karlsruhe, Alemania. El acrónimo deriva del alemán “Verkehr In Städten - Simulation” (en castellano “Simulación de tránsito en ciudades”). El fundamento teórico de VISSIM se sitúa en la universidad de Karlsruhe en los años 80.

Es un modelo de “simulación microscópica” o modelo de micro simulación donde los individuos que componen los flujos de tránsito (vehículos, bicicletas, peatones, etc.) son el elemento mínimo. Sus características (físicas y psicológicas) y su interacción mutua y con elementos viales son modeladas con reglas, algoritmos y modelos de comportamiento. Un modelo de micro simulación del tránsito es dinámico (que evoluciona en el tiempo), discreto (el estado de las variables cambia instantáneamente en tiempos puntuales, normalmente fijos) y estocástico (con resultados aleatorios).

## Figura 1

*Software de micro simulación VISSIM.*



*Nota.* Adaptado de PTV - AG, Karlsruhe, Alemania (2017).

### 2.1.3. Normativas de la investigación

La presente investigación se sustenta en un conjunto de normativas técnicas, legales y metodológicas que permiten asegurar la validez, confiabilidad y pertinencia del estudio en el contexto urbano del distrito de Ate, Lima. Estas normas orientan tanto el análisis del tránsito vehicular como la formulación de propuestas para mejorar la accesibilidad y seguridad vial. A continuación, se detallan las normativas empleadas:

**2.1.3.1. Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) – D.S. N.º 016-2009-MTC.** Norma legal que regula el comportamiento de los conductores, peatones y demás usuarios de la vía pública. Establece las reglas de circulación y las señales de tránsito aplicables en todo el país, fundamentales para el análisis del comportamiento vial en la intersección evaluada.

**2.1.3.2. Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE (Norma Técnica A.011 “Criterios y Condiciones para la Evaluación del Impacto Vial en Edificaciones”).** Establece los criterios técnicos para la evaluación del impacto vial generado por edificaciones y su entorno, incluyendo la metodología para la evaluación del nivel de servicio, flujo vehicular, capacidad de vías y análisis de accesibilidad.

**2.1.3.3. Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC).** Proporciona las especificaciones para el diseño, ubicación e implementación de señales verticales, horizontales, semáforos y demás dispositivos de control de tránsito, esenciales para el análisis de la semaforización y la propuesta de mejora en la intersección.

**2.1.3.4. Guía para la Evaluación del Nivel de Servicio (Highway Capacity Manual – HCM, versión 2010 y 6ta Ed.)** Norma técnica internacional que establece los procedimientos para analizar el nivel de servicio (LOS), capacidad y funcionamiento de intersecciones, usada como referencia metodológica para el modelamiento de tráfico vehicular.

**2.1.3.5. Ley N° 27181 – Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre.** Marco normativo que regula el transporte y tránsito terrestre en el Perú. Proporciona disposiciones para la planificación, regulación, operación e infraestructura del transporte urbano, y respalda las acciones de evaluación y propuesta en el presente estudio.

**2.1.3.6. Plan de Desarrollo Urbano del Distrito de Ate (vigente).** Documento de planificación territorial que define la zonificación y usos del suelo, así como la estructura vial y jerarquización de vías, lo que permite contextualizar el área de estudio dentro del desarrollo urbano y su proyección futura.

**2.1.3.7. Normas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).** Aplicadas en la recolección, análisis e interpretación de datos estadísticos que permiten realizar encuestas, conteos vehiculares y análisis demográficos con rigor técnico y metodológico.

**2.1.3.8. Manual de Seguridad Vial (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial – D.S. N° 034-2008-MTC).** El manual está orientado a dictar disposiciones que tienen por finalidad contribuir a la mejora de las características de la infraestructura vial y su entorno, con el propósito de incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes de carreteras en beneficio de todos los usuarios de las vías.

#### **2.1.4. Evaluación de intersecciones semaforizadas**

Las intersecciones semaforizadas constituyen elementos fundamentales de la red vial urbana, ya que canalizan múltiples flujos vehiculares y peatonales provenientes de diferentes direcciones. Su correcta operación es clave para asegurar una circulación eficiente y segura, minimizando demoras, conflictos y siniestros.

La evaluación de estas intersecciones requiere un análisis detallado de variables como la configuración geométrica, los patrones de circulación, el volumen de tránsito por aproximación, y los ciclos y fases del sistema semafórico. En este marco, el Highway Capacity Manual (HCM) constituye la principal referencia técnica para estimar el Nivel de Servicio (LOS) en este tipo de intersecciones, ya que establece procedimientos específicos basados en la demora promedio por vehículo como indicador fundamental para determinar la calidad del servicio ofrecido al usuario (Transportation Research Board [TRB], 2010).

Por otra parte, herramientas como PTV VISSIM permiten modelar estas intersecciones a través de simulación microscópica, lo que ofrece una representación realista del comportamiento de los vehículos ante distintas configuraciones de semáforo, fases de giro y saturación de carriles. Este tipo de simulación permite probar diferentes escenarios de mejora (como ampliación de carriles, redistribución de fases o implementación de semáforos inteligentes) antes de aplicar cambios en la infraestructura real.

Según estudios recientes, la simulación con VISSIM ha demostrado ser efectiva para optimizar los tiempos semafóricos y reducir la congestión en intersecciones urbanas críticas, especialmente en zonas de alta densidad vehicular y peatonal (Wang et al., 2020).

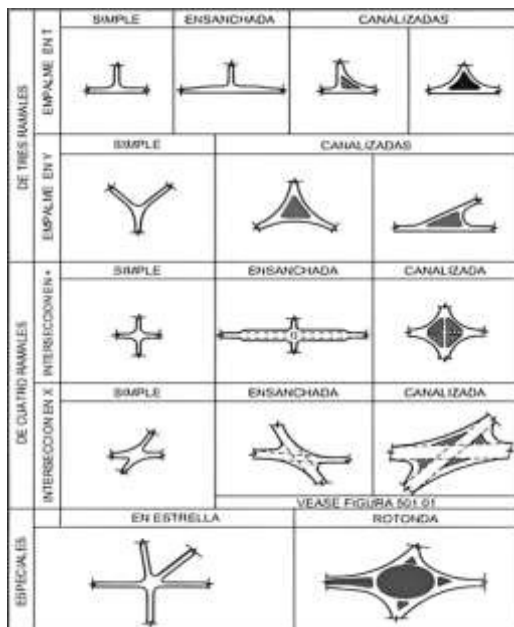
#### **2.1.5. Aspectos clave en el diseño de intersecciones viales**

El diseño de intersecciones implica la configuración física de elementos como carriles, señales, pasos peatonales y demás componentes necesarios para asegurar un tránsito seguro y

eficiente (Sánchez et al., 2014). De acuerdo con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), este diseño debe considerar factores fundamentales como la topografía del terreno, las características geométricas incluyendo ancho de carriles, radios de giro y las pendientes, así como la capacidad vial y el volumen de tránsito. Todos estos aspectos influyen directamente en la funcionalidad de la intersección, afectando tanto el flujo vehicular como la seguridad de los usuarios.

**Figura 2**

*Diversidad de tipos de intersecciones a nivel*



*Nota.* Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018).

### 2.1.6. Señalización

La señalización vial es un elemento clave para garantizar la seguridad y el orden en las intersecciones, facilitando la correcta interpretación de las normas por parte de todos los usuarios. Según el *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras* (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), la señalización debe contemplar tanto aspectos verticales como horizontales para optimizar la circulación y minimizar accidentes.

**Señalización vertical:**

Señal de Pare: Obliga a los conductores a detener su vehículo para ceder el paso a otros usuarios, principalmente peatones.

Triángulo de visibilidad: Se emplea para advertir a los conductores la proximidad de una intersección y la necesidad de reducir la velocidad.

Semáforos: Utilizados para regular el flujo vehicular y peatonal en intersecciones con alto tránsito, mejorando la seguridad y la fluidez en zonas urbanas.

**Señalización horizontal:**

Líneas de detención: Indican el lugar exacto donde los vehículos deben parar frente a una señal o semáforo.

Pasos peatonales: Delimitan áreas seguras para que los peatones crucen la vía.

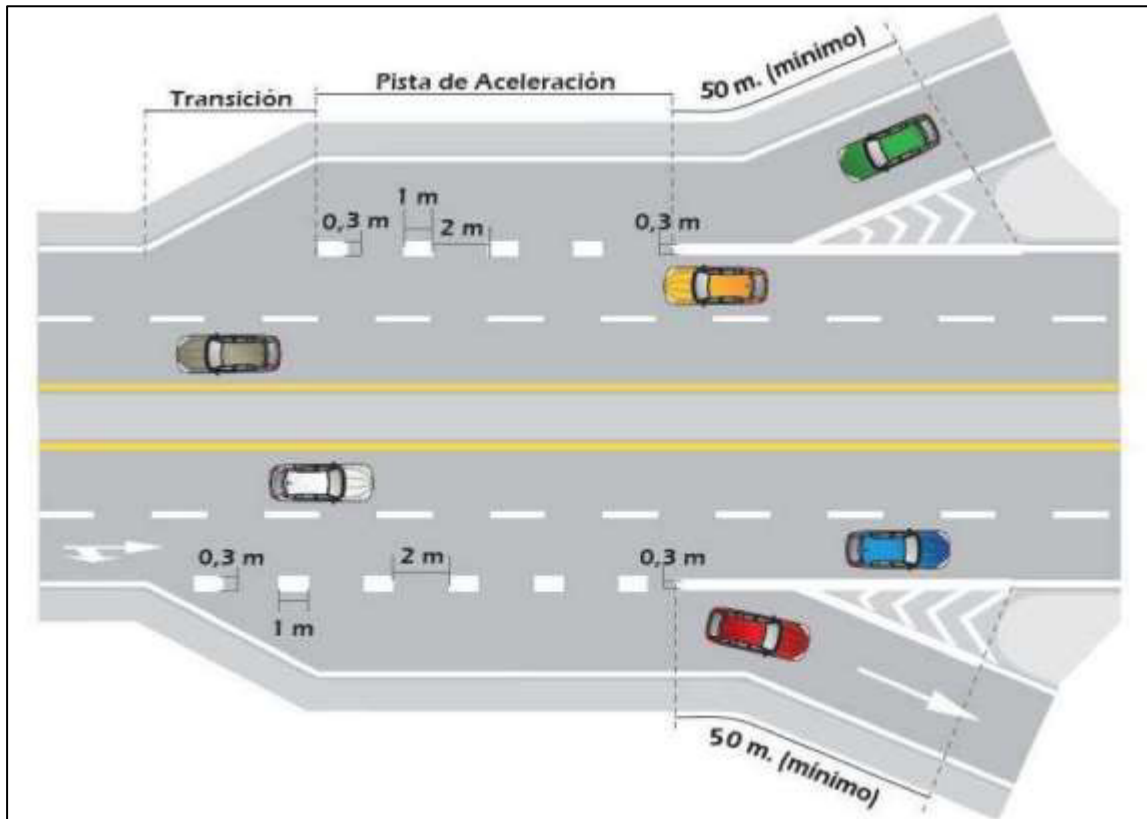
Delimitación de carriles y flechas direccionales: Organizan y guían el flujo vehicular dentro de la intersección para prevenir conflictos y optimizar la circulación.

La correcta aplicación y mantenimiento de estas señales, conforme a las directrices del manual, contribuye significativamente a la reducción de accidentes y a la mejora de la transitabilidad en la intersección.

Tienen por función guiar al conductor para facilitar su incorporación al tránsito de una vía principal e ingresar con comodidad, y a la salida reducir la posibilidad de accidentes, y se complementará con demarcadores elevados o postes delineadores y la señalización vertical correspondiente; de ser necesario se instalarán dispositivos de seguridad para amortiguamiento.

### Figura 3

*Ejemplos de líneas demarcadoras de entradas y salidas*



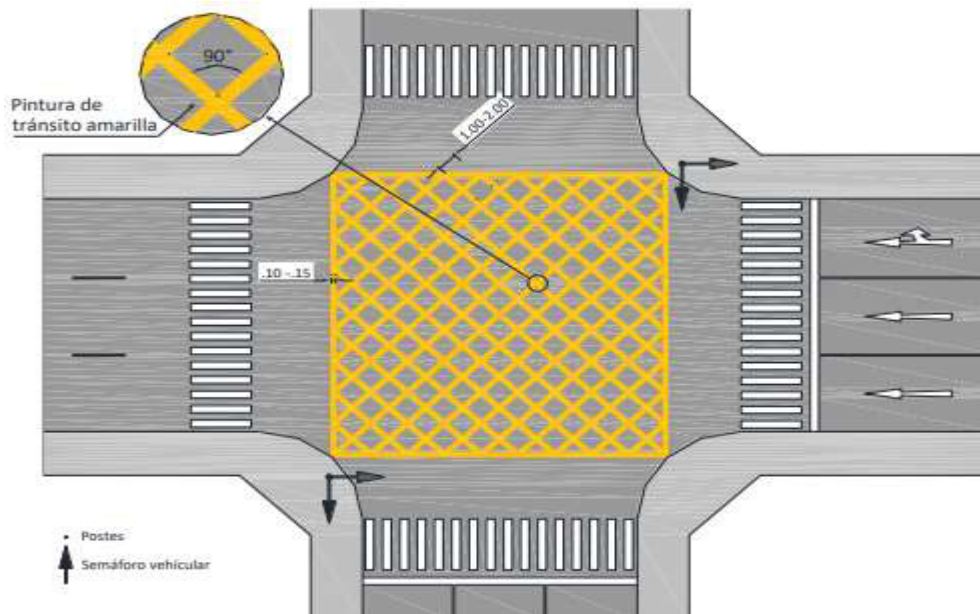
*Nota.* Adaptado del Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (2024).

Tienen por función guiar al conductor para facilitar su incorporación al tránsito de una vía principal e ingresar con comodidad, y a la salida reducir la posibilidad de accidentes, y se complementará con demarcadores elevados o postes delineadores y la señalización vertical correspondiente; de ser necesario se instalarán dispositivos de seguridad para amortiguamiento.



## Figura 5

*Ejemplo de demarcación de no bloquear intersecciones, con dimensiones en metros (m)*



*Nota.* Adaptado del Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (2024).

La demarcación de no bloquear intersección consiste en un conjunto de líneas paralelas amarillas que forman una malla ortogonal dentro del área donde se cruzan dos vías. Su propósito es prohibir que los conductores detengan sus vehículos dentro de esta zona, evitando así obstruir el paso.

Esta señalización horizontal debe complementarse con la señal vertical R-53 para reforzar la restricción. En intersecciones sin separador central y con uno o dos carriles por sentido, las líneas de la malla tienen un ancho de 0.10 metros y están separadas por 1.00 metro. En cambio, en intersecciones con separador central o con más de dos carriles por sentido, las líneas tienen un ancho de 0.15 metros y se espacian a 1.50 metros. Aunque este tipo de demarcación se muestra comúnmente en intersecciones de dos vías perpendiculares, también puede aplicarse en cruces con más de dos vías o con ángulos no perpendiculares, siempre que se mantenga el patrón ortogonal de la malla.

### ***2.1.7. Seguridad vial en intersecciones urbanas***

La seguridad vial en las intersecciones urbanas es un componente esencial en la planificación del transporte, ya que estas áreas concentran un elevado número de conflictos entre vehículos, peatones y ciclistas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), las intersecciones son puntos críticos donde se registran muchos de los siniestros urbanos con consecuencias graves o fatales, especialmente en entornos con deficiencias en el diseño o señalización.

Una intersección segura debe garantizar condiciones adecuadas de visibilidad, incorporar señalización clara y operativa, y asegurar la separación de los flujos conflictivos entre vehículos, peatones y ciclistas. Asimismo, es necesario implementar infraestructura accesible para los peatones, como rampas, pasos peatonales debidamente demarcados y fases semafóricas exclusivas que permitan su desplazamiento seguro. Según EIT Urban Mobility (2022), estrategias como la reducción de velocidades, el diseño geométrico compacto y el uso de dispositivos de control inteligente contribuyen significativamente a disminuir la probabilidad y severidad de los siniestros viales en zonas urbanas.

La simulación mediante software especializado como VISSIM permite modelar de manera precisa la interacción entre los distintos usuarios viales, incorporando variables de seguridad tales como los tiempos de cruce peatonal, las distancias de frenado y la visibilidad de los semáforos. Este tipo de modelación posibilita la generación de escenarios de riesgo que permiten identificar anticipadamente los puntos de conflicto, incluso antes de la implementación de medidas en el entorno real (Bamzai et al., 2021).

En el caso de entornos escolares o residenciales, estos análisis son aún más importantes, ya que la presencia de usuarios vulnerables requiere un enfoque que priorice la seguridad sobre la fluidez vehicular.

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación, alineada con el enfoque mixto descrito por Hernández et al. (2014), combina técnicas cuantitativas para diagnosticar y proponer soluciones al tránsito vehicular en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella. Se trata de un estudio aplicado, orientado a resolver un problema específico de accesibilidad y seguridad vial, con un diseño no experimental que observa y analiza el fenómeno en su contexto natural sin manipular variables.

De acuerdo con Samaniego (2022), el método de investigación incorpora técnicas lógicas y empíricas, utilizando métodos analíticos, sintéticos, inductivos y deductivos para comprender la situación actual y plantear mejoras. La investigación es descriptiva, enfocándose en caracterizar el flujo vehicular y los niveles de servicio, y correlacional al explorar relaciones entre variables de tráfico. Además, tiene un alcance transversal, ya que evalúa la situación en un momento específico para identificar fallas y formular propuestas de mejora.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

El ámbito temporal de la investigación comprende un periodo de cinco meses, distribuidos en tres meses para la recolección de datos de tráfico en distintas franjas horarias y días, y dos meses adicionales para el análisis y simulación de propuestas de mejora. Esta planificación asegura una muestra representativa y permite entregar resultados precisos y fundamentados.

El ámbito espacial se concentra en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, un punto crítico de congestión vehicular. El estudio abarca una la intersección, incluyendo accesos y salidas vehiculares, para evaluar tanto el conflicto puntual como su influencia en el flujo vehicular de la zona.

### 3.3. Variables

#### 3.3.1. *Variable independiente*

Evaluación del tránsito vehicular

- **Definición Conceptual:**

La evaluación del tránsito vehicular se refiere al análisis sistemático del comportamiento y características del flujo vehicular en una vía o intersección, incluyendo el volumen de vehículos, velocidades, tipos de vehículos, patrones de congestión y comportamiento de los usuarios viales (Ortúzar y Willumsen, 2011).

- **Definición Operacional:**

Se medirá a través de indicadores cuantitativos como el volumen vehicular diario promedio, velocidad promedio, tipo de vehículos que transitan, tiempos de espera y frecuencia de congestión en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, utilizando métodos de conteo manual o automatizado y software de simulación vial.

#### 3.3.2. *Variable dependiente*

Mejoras en la accesibilidad y seguridad vial en la intersección

- **Definición Conceptual:**

La accesibilidad vial se entiende como la facilidad con la que los usuarios pueden desplazarse por una vía o intersección sin obstáculos ni demoras excesivas, mientras que la seguridad vial implica la reducción de riesgos y siniestros en el tránsito vehicular y peatonal (Litman, 2017).

- **Definición Operacional:**

Se evaluará mediante indicadores como la reducción en el tiempo de desplazamiento, disminución de la congestión, número de incidentes o siniestros

reportados en la intersección, y el cumplimiento de normas de tránsito, antes y después de la implementación de propuestas de mejora, obtenidos a través de encuestas, datos de autoridades viales y registros oficiales.

### 3.4. Población y muestra

La población estará conformada por los usuarios de la vía en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

La muestra estará conformada por los vehículos y peatones que transitan durante la hora punta en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella.

### 3.5. Instrumentos

Para la recopilación, análisis y procesamiento de datos en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, se emplearán los siguientes instrumentos y herramientas:

**Cámaras de video de alta resolución:** Instaladas en puntos estratégicos para registrar el flujo vehicular y peatonal durante distintos horarios y días de la semana. Estas grabaciones permiten observar patrones de congestión, comportamientos de los usuarios y detectar posibles conflictos viales.

**Contadores automáticos de vehículos:** Dispositivos electrónicos ubicados en lugares clave para medir el volumen vehicular, clasificando los vehículos por tipo y horario. Ofrecen datos cuantitativos precisos para el análisis del flujo vehicular.

**Cuestionarios y encuestas estructuradas:** Aplicados a conductores y peatones para obtener información cualitativa sobre la percepción de accesibilidad y seguridad vial, así como la identificación de problemas y posibles soluciones desde la perspectiva de los usuarios.

Complementario a ello, se utilizó como herramientas:

**Software PTV VISSIM:** Programa especializado en la micro simulación del tráfico, que permite modelar y analizar el comportamiento del flujo vehicular en la intersección bajo

condiciones actuales y escenarios propuestos. Facilita la evaluación de niveles de servicio y la identificación de mejoras viables en la gestión del tránsito.

**AutoCAD:** Software utilizado para el diseño y elaboración de planos detallados de la intersección, señalización vial y modificaciones propuestas. Su precisión es fundamental para representar correctamente la infraestructura vial y apoyar la implementación de soluciones.

**Microsoft Excel:** Herramienta utilizada para la organización, análisis y visualización de datos cuantitativos recolectados durante el estudio. Permite realizar cálculos estadísticos, gráficos y tablas que facilitan la interpretación de los resultados y la elaboración de informes.

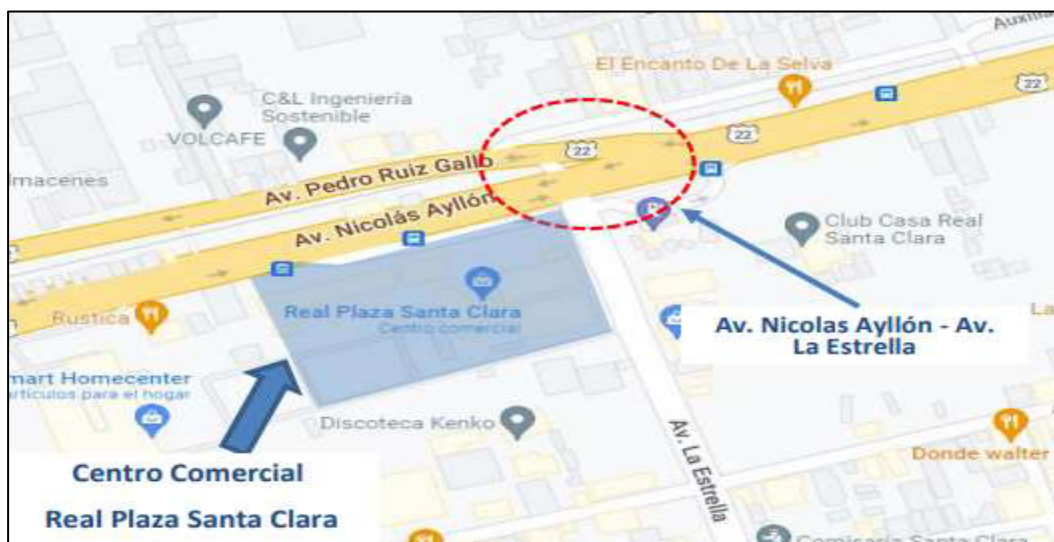
### 3.6. Procedimientos

#### Ubicación y área de estudio

El área de estudio comprende la intersección de la Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella, así como los accesos al estacionamiento del CC, ubicado en la Av. Nicolas Ayllón y Av. La Estrella.

#### Figura 6

*Ubicación y área de estudio*





## **Cronograma de censos peatonales y vehiculares**

Considerando el área de estudio, los censos vehiculares y peatonales se realizaron el martes 04, jueves 06 y sábado 08 de marzo del 2025.

Los horarios censados en los tres (03) días fueron:

- Turno mañana 07:00 – 10:00
- Turno Medio día 12:00 – 15:00
- Turno Tarde 17:00 – 20:00

## **Puntos de censos peatonales y vehiculares**

La intersección censada fue la siguiente:

- Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella

## **Sentidos de circulación**

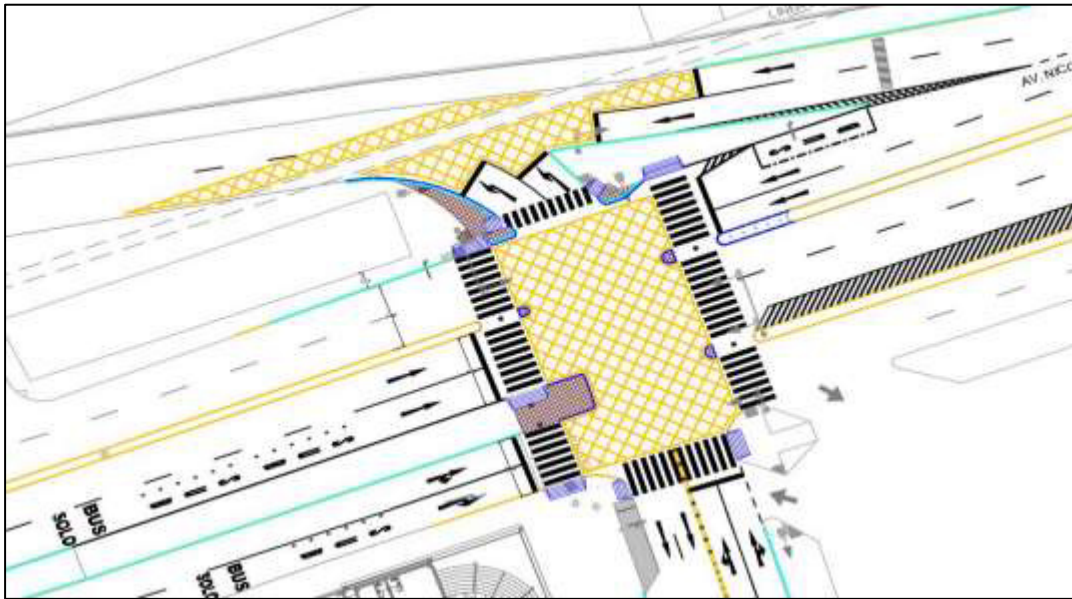
El sentido de circulación vial existentes para el punto que conforma el área de estudio, es la intersección: Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella:

- Acceso Sur: el acceso cuenta con dos (02) carriles de circulación en ambos sentidos no cuenta con separador central, solo tiene doble línea continua amarilla.
- Acceso Este: la vía principal es de 02 Carriles, pero el comportamiento vehicular de tipo liviano no respeta el ancho de la calzada, en realidad los vehículos livianos al transitar por la vía lo hacen como si fuese de tres carriles. Los vehículos de carga pesada si respetan el ancho de carril.
- Acceso Este Salida: otro acceso que presenta la intersección sigue siendo el sentido Este que es la salida de la vía principal Av. Nicolas Ayllón. Esta salida de acceso tiene el nombre de Av. Pedro Ruiz Gallo, el mencionado acceso es de 02 carriles.
- Acceso Oeste: para la vía principal la Av. Nicolas Ayllón, el acceso cuenta con

02 carriles de circulación cuyo ancho de vía es de 8.4 m aprox. En campo se pudo observar que el acceso se comporta como 03 carriles, este comportamiento lo realiza los vehículos livianos. Asimismo, cuenta con una vía auxiliar de 02 carriles de circulación.

### Figura 8

#### *Sentidos de circulación*



#### **Señalización y mobiliario urbano**

En el área de estudio, se pudo observar que la señalización horizontal y vertical se encuentran en regular estado de conservación sobre todo la Av. Nicolas Ayllón y Av. La Estrella.

Respecto a la señalización vertical, se identificó la presencia de señales reglamentarias y preventivas, aunque algunas se encuentran deterioradas, inclinadas o parcialmente cubiertas por elementos urbanos (postes, vegetación o carteles publicitarios), lo que limita su eficacia. Asimismo, se observó ausencia de señalización informativa en algunos puntos críticos, como intersecciones y accesos secundarios, donde sería necesaria para mejorar la circulación y seguridad vial.

**Figura 9**

*Mobiliario urbano y señalización*



Asimismo, se pudo notar que en la Av. Nicolas Ayllón transitan vehículos de transporte público de tipo Ómnibus, Couster y Camionera Rural, y presenta paraderos de buses en ambos sentidos de la citada vía, en el cual embarcan y desembarcan los pasajeros. Además, el acceso de la vía auxiliar sentido Oeste de la Av. Nicolas Ayllón también cuenta con un módulo de paradero de buses, tal y como se aprecia a continuación:

**Figura 10**

*Ubicación de paraderos de transporte público*



### Resultados de trabajos de campo

Los trabajos de campo, se efectuaron en dos días laborables y un día no laborable; martes 04, jueves 06 y sábado 08 de marzo del 2025, en los 3 períodos del día, Turno mañana, tarde y noche.

### Resultado de conteos vehiculares

Para los volúmenes vehiculares se ha identificado el periodo punta de la mañana, Medio día y Tarde, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 1**

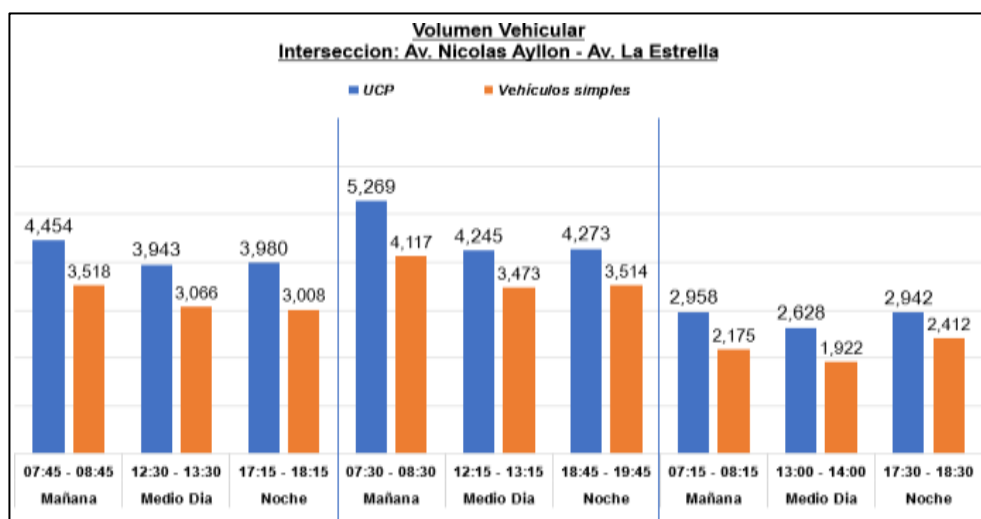
*Horas punta de los conteos vehiculares*

Intersección	Días		
		Martes 04/03/2025	Medio día
	Mañana	12:30 - 13:30 h	17:15 - 18:15 h
	7:45 - 8:45 h		
E1: Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella	Jueves 06/03/2025	Medio día	Tarde
	Mañana	12:15 - 13:15 h	18:45 - 19:45 h
	7:30 - 8:30 h		
	Sábado 08/03/2025	Medio día	Tarde
	Mañana	13:00 - 14:00 h	17:30 - 18:30 h
	7:15 - 8:15 h		

A continuación, se muestra el comportamiento del tráfico vehicular de la intersección de Av. Nicolas Ayllón con Av. Estrella, realizado durante los 3 días de conteo vehicular, para la hora pico del turno mañana (HPM), medio día (HV) y Tarde (HPT). Notándose que, el jueves 06 de marzo, en el periodo pico de la mañana, se presenta la mayor carga vehicular con 5,269 vehículos.

**Figura 11**

*Volumen Vehicular Av. Nicolas Ayllón/Av. La Estrella*



Los volúmenes vehiculares clasificados y direccionales de las intersecciones evaluadas y su esquema de movimientos, por cada día evaluado, por intervalos de 15 minutos.

### Resultado de conteos peatonales

Para los volúmenes peatonales se ha identificado el periodo punta de la mañana, Medio día y Tarde, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 2**

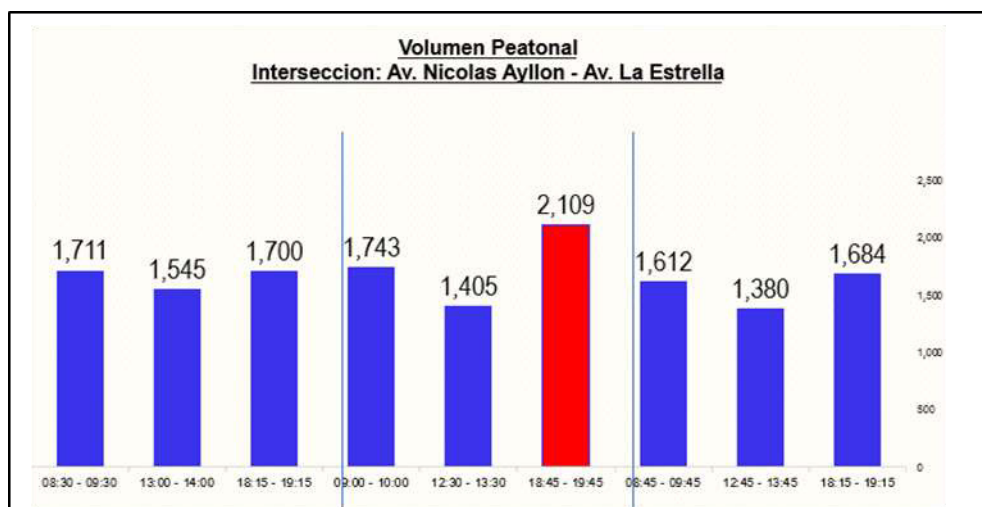
*Horas punta de los conteos peatonales*

Intersección	Días			
		Martes 04/03/2025	Medio día	Tarde
E1: Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella	Mañana	13:00 - 14:00 h	18:15 - 17:15 h	
	8:30 - 9:30 h			
		Jueves 06/03/2025	Medio día	Tarde
	Mañana	12:30 - 13:30 h	18:45 - 19:45 h	
	9:00 - 10:00 h			
		Sábado 08/03/2025	Medio día	Tarde
Mañana	12:45 - 13:45 h	18:15 - 19:15 h		
8:45 - 9:45 h				

A continuación, se muestra el comportamiento del tráfico peatonal de la intersección de Av. Nicolas Ayllón con Av. Estrella, realizado durante los 3 días de conteo vehicular, para la hora pico de la mañana (HPM), medio día (HV), y Tarde (HPT), donde se puede observar que, el jueves 06 de marzo, se presenta el mayor volumen peatonal con 2,109 peatones.

**Figura 12**

*Volumen Peatonal Av. Nicolas Ayllón/Av. La Estrella*



En el Anexo del presente estudio se adjuntan los volúmenes peatonales de las intersecciones evaluadas y su esquema de movimientos, por cada día evaluado, por intervalos de 15 minutos.

En ese sentido, y de acuerdo a los resultados del censo vehicular y peatonal, se puede indicar que, se considerará el jueves 06 de marzo del 2025, para las evaluaciones y análisis correspondientes, a través del software de microsimulación VISSIM.

### 3.7. Análisis de datos

#### Capacidad y niveles de servicio

#### Del software de microsimulación – Ptv Vissim

Para efectos del desarrollo del presente trabajo se utilizó la herramienta PTV Vissim.

Esta herramienta es un software para la simulación microscópica y multimodal del tránsito, desarrollada por la empresa PTV /Planung Transport Verkehr AG en Karlsruhe, Alemania. El acrónimo deriva del alemán “Verkehr In Städten - SIMulation” (en castellano “Simulación de tránsito en ciudades”). El fundamento teórico de VISSIM se sitúa en la universidad de Karlsruhe en los años 80.

En un modelo de “simulación microscópica” o modelo de microsimulación los individuos que componen los flujos de tránsito (vehículos, bicicletas, peatones, etc.) son el elemento mínimo. Sus características (físicas y psicológicas) y su interacción mutua y con elementos viales son modelizadas con reglas, algoritmos y modelos de comportamiento. Un modelo de microsimulación del tránsito es dinámico (que evoluciona en el tiempo), discreto (el estado de las variables cambia instantáneamente en tiempos puntuales, normalmente fijos) y estocástico (con resultados aleatorios).

A diferencia de otros programas, el Software PTV Vissim es completamente estocástico, e incluye los modelos matemáticos del “seguimiento de vehículo” (Wiedemann, 1974) y “cambio de carril lógico”.




Por las características y herramientas contenidas en el software, se puede realizar evaluaciones que se ajustan a los motivos del estudio.

### **Consideraciones en la construcción del modelo**

#### **Construcciones en 3D:**

Para los modelos de vehículos, se ha realizado la búsqueda en la página web en la galería de Ketchup vehículos que no se encuentran incluidos por defecto en el software de microsimulación. Los vehículos recreados para esta simulación fueron el Ómnibus, Microbús y Camionera rural, los cuales tienen los siguientes detalles técnicos en 3D.

**Figura 13***Vehículos recreados 3D*

Bus		Microbús		Camioneta Rural	
					
Especificaciones Técnicas					
Longitud	10.25 m	Longitud	6.80 m	Longitud	4.25 m
Ancho	2.20 m	Ancho	1.92 m	Ancho	1.48 m
Distancia del Eje Delantero	1.80 m	Distancia del Eje Delantero	1.20 m	Distancia del Eje Delantero	0.90 m
Distancia del Eje Posterior	7.52 m	Distancia del Eje Posterior	5.20 m	Distancia del Eje Posterior	3.10 m

**Construcción de la red vial:**

Como parte del trabajo de microsimulación se elaboró la red vial de los ejes. Utilizando planos de diseño geométrico de la zona y la ayuda del Google earth. En la red vial se tuvo que requerir el ancho de la vía y el número de carriles.

En lo que respecta a los peatones se agregó el módulo de las áreas peatonales en las aceras y cruces peatonales de la zona.

**Áreas de prioridad:**

Generalmente se colocaron áreas de prioridad en las intersecciones, ingreso y salida del centro comercial, en los cruces peatonales, en los giros a la izquierda y la entrada y salida en los paraderos de los vehículos menores (Mototaxis).

**Paradero de transporte público y estacionamientos:**

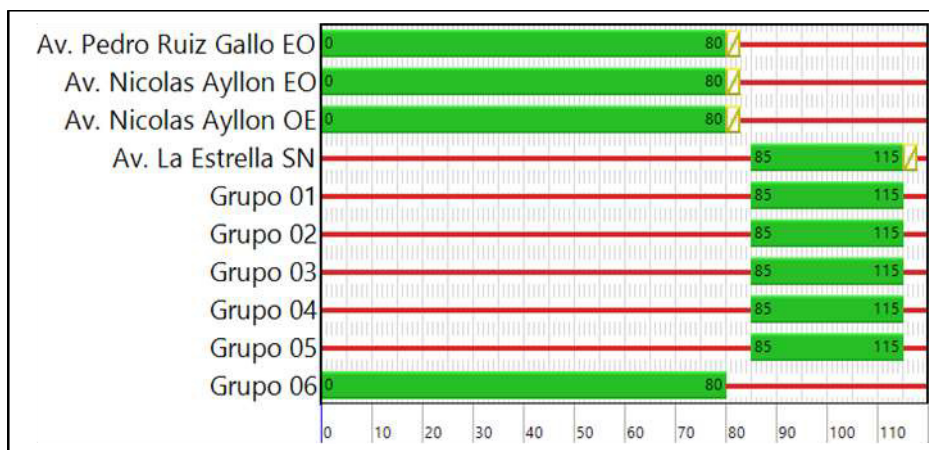
En la Av. Nicolas Ayllón se colocará el módulo de paradero de transporte público en ambos sentidos. Esto hará que los vehículos de tipo Ómnibus, Microbús y Camioneta Rural realicen el embarque y desembarque de pasajeros. Con respecto al estacionamiento también se colocaron los módulos de estacionamiento para vehículos de paso (Taxis) y los mototaxis.

### Señal de control:

Las señales de control representan los semáforos que van incluirse al programa, en la intersección de la Av. Nicolas Ayllón con Av. La Estrella. Como se había mencionado anteriormente el ciclo semafórico durante el día es de 120 Seg. Dicha intersección presenta dos fases (1ra fase para el acceso de la Av. Nicolas Ayllón y Pedro Ruiz Gallo y 2da fase para la Av. La estrella).

### Figura 14

*Tiempo de verde efectivo y ciclo semafórico ingresado al programa*

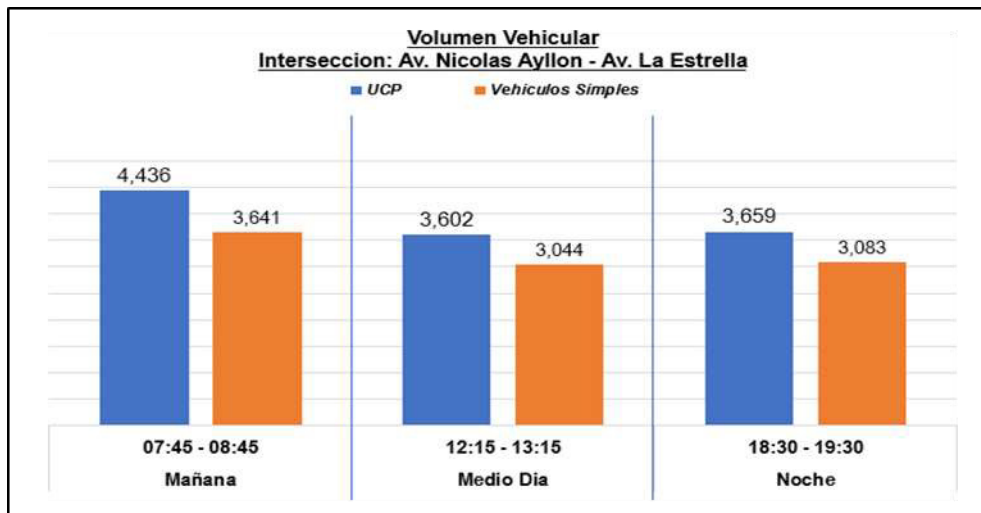


### Ingreso del volumen vehicular:

Teniendo la red vial y las áreas peatonales construidas, se procede a ingresar los datos de volumen vehicular y peatonal al programa, estos datos de campo son pertenecientes al día jueves 06 de marzo del 2025. Los tipos de vehículos ingresado a la red son: auto, Camioneta Rural, microbús, Ómnibus, Camión, Tráiler, Bus interprovincial, mototaxi y moto lineal. En la simulación se evaluará los tres turnos Mañana, medio día y Tarde. Siendo los horarios de 07:45 – 08:45, 12:15 – 13:15 y 18:30 – 19:30. Cabe mencionar que se consideró como representante de mayor volumen vehicular la intersección de la Av. Nicolas Ayllón con Av. La Estrella.

Figura 15

Máxima demanda vehicular.

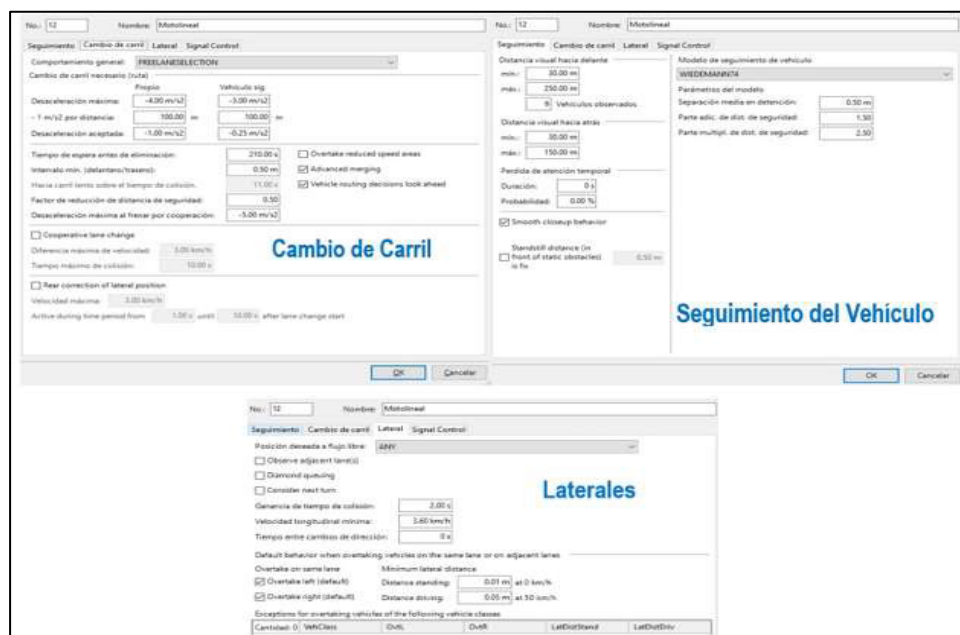


### Parámetros del comportamiento del conductor

Al respecto a los parámetros del comportamiento de conducción se realizaron tres parámetros. La primera es para los vehículos de tipo moto lineal, estos se pueden apreciar en la siguiente imagen:

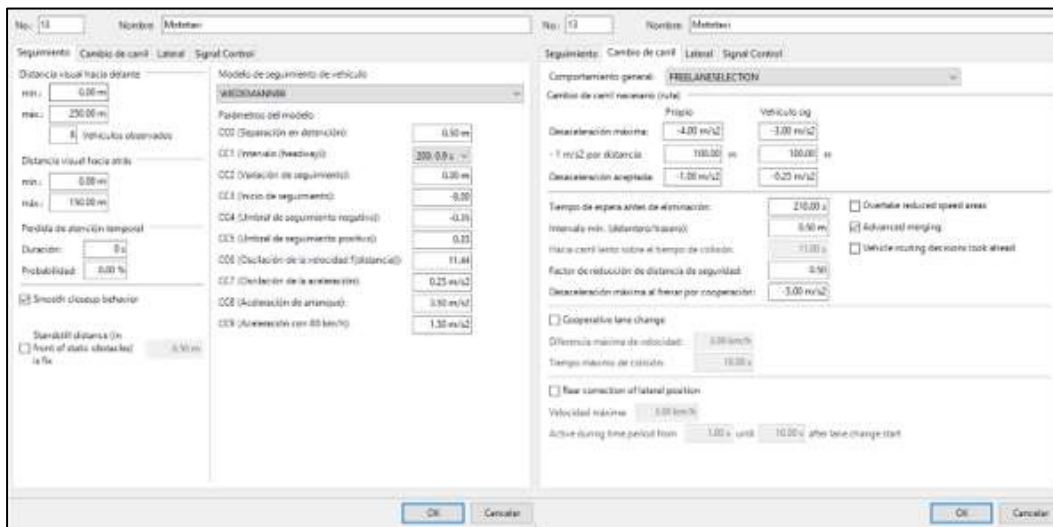
Figura 16

Parámetro del comportamiento vehicular Moto Lineal



**Figura 17**

*Parámetro del comportamiento vehicular Mototaxi*



Es preciso señalar que, de la inspección de campo se observó que la Av. Nicolas Ayllón es de 2 carriles por sentido, sin embargo, los vehículos livianos y menores, circulan y/o se estacionan como si fuese 3 carriles. Este parámetro de comportamiento vehicular también se ha incluido a la red vial.

**Figura 18**

*Parámetro del comportamiento para el ancho de vía Av. Nicolas Ayllón*



### Nivel de confiabilidad de la simulación (Multirun)

El objetivo de realizar las múltiples corridas es para evaluar el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos en la Microsimulación.

El número mínimo requerido de repeticiones del modelo se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$CI_{1-\alpha\%} = 2 * t_{(1-\frac{\alpha}{2}), N-1} \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde:

- $CI_{1-\alpha\%}$ : (1-alpha) % intervalo de confianza para la media real, donde alfa es igual a la probabilidad de que la media verdadera no esté dentro del intervalo de confianza.
- $t_{(1-\alpha/2), N-1}$ : estadística t de Student para la probabilidad de un error de dos lados sumando a alfa con N-1 grados de libertad, donde N es igual al número de repeticiones.
- S: desviación estándar

Se tiene en cuenta que, al resolver esta ecuación para N, será necesario iterar hasta que el número estimado de repeticiones coincida con el número de repeticiones asumidas al buscar el estadístico “t”. en la siguiente imagen se muestran las soluciones a la ecuación anterior en términos del número mínimo de repeticiones para diversos intervalos de confianza deseados y grados de confianza deseados.

**Tabla 19**

*Número mínimo de repeticiones necesarias para obtener el intervalo de confianza deseado*

<b>Rango Deseado (CI/S)</b>	<b>Confianza Deseada</b>	<b>Repeticiones Mínimas</b>
0.5	99%	130
0.5	95%	83
0.5	90%	64
1.0	99%	36
1.0	95%	23
1.0	90%	18
1.5	99%	18
1.5	95%	12
1.5	90%	9
2.0	99%	12
2.0	95%	8
2.0	90%	6

Recordar que:

Rango deseado = intervalo de confianza deseado (CI) dividido por la desviación estándar (S)

Por ejemplo, si la desviación estándar en la demora es 1.5s y el intervalo de confianza deseado es 3.0s en un nivel de confianza del 95-por ciento, entonces tomará ocho repeticiones para estimar la demora media dentro de  $\pm 1.5s$ .

Para nuestras simulaciones de escenario actual y escenario propuesto se considera las condiciones de 99% de confianza deseada y un rango deseado de 2, lo que indica que debemos realizar 20 ejecuciones de la simulación.

### **Formulación del indicador estadístico (GEH)**

Es una fórmula utilizada en ingeniería de tráfico, previsión de tráfico y modelado de

tráfico para comparar dos conjuntos de volúmenes de tráfico. La fórmula de GEH recibe su nombre de Geoffrey E. Havers, quien lo invento en la década de 1970 mientras trabajaba como un planificador de transporte en Londres, Inglaterra. Aunque su forma matemática es similar a una prueba de chi-cuadrado, no es una verdadera prueba estadística, más bien, es una fórmula empírica que ha demostrado ser útil para una variedad de propósitos de análisis de tráfico.

$$GEH = \sqrt{\frac{2(E - V)^2}{E + V}}$$

Dónde:

GEH: Indicador Estadístico

E: Volumen estimado del Modelo

V: Volumen medido de Campo

De acuerdo a los planteamientos teóricos del estadístico utilizado que sugiere lo siguiente:

### Tabla 20

*Indicador Estadístico (GEH)*

<b>GEH</b>	<b>Indicador Estadístico</b>
< 5	Variación permisible.
5.0 – 10	Se justifica la investigación.
10.0 a más	Existe una alta probabilidad de un problema con el modelo.

Construido el modelo mediante los datos obtenidos de campo, se procede a evaluar con el indicador estadístico las 20 corridas. Esto es con el fin de que el modelo de simulación deba cumplir con los estándares internacionales de calibración y validación, puesto que los resultados cuantitativos de los volúmenes del modelo, se ajustan a los datos reales

de los volúmenes obtenidos de campo. El criterio de calibración y validación de los estándares locales establece  $GEH < 10$ , en el 85% de los casos para volúmenes vehiculares individuales en el punto de enlace. Por tanto, se considera que el modelo esta calibrado y validado.

**Tabla 21**

*Indicador Estadístico (GEH) - Turno mañana*

# <i>Simulaciones</i>	<b>Intersección: Av. Nicolas Ayllón - Av. La Estrella</b>		
	<i>Modelo</i>	<i>Volumen</i>	<i>GEH</i>
	<i>Vissim</i>	<i>Campo</i>	
1	3,918	3,641	4.51
2	3,979	3,641	5.48
3	3,882	3,641	3.93
4	3,970	3,641	5.33
5	3,963	3,641	5.22
6	3,947	3,641	4.97
7	3,840	3,641	3.25
8	3,995	3,641	5.73
9	3,794	3,641	2.51
10	3,754	3,641	1.86
11	4,003	3,641	5.86
12	3,930	3,641	4.70
13	3,757	3,641	1.91
14	3,966	3,641	5.27
15	3,919	3,641	4.52
16	3,919	3,641	4.52
17	3,897	3,641	4.17
18	3,929	3,641	4.68
19	3,853	3,641	3.46
20	4,120	3,641	7.69

**Tabla 22***Indicador Estadístico (GEH) - Turno Medio día*

<b>Intersección: Av. Nicolas Ayllón - Av. La</b>			
# <i>Simulaciones</i>	<b>Estrella</b>		<b>GEH</b>
	<i>Modelo</i> <i>Vissim</i>	<i>Volumen</i> <i>Campo</i>	
1	3,034	3,044	0.18
2	3,117	3,044	1.32
3	3,069	3,044	0.45
4	3,151	3,044	1.92
5	3,100	3,044	1.01
6	3,052	3,044	0.14
7	3,013	3,044	0.56
8	3,136	3,044	1.66
9	2,944	3,044	1.83
10	2,912	3,044	2.42
11	3,096	3,044	0.94
12	2,998	3,044	0.84
13	2,922	3,044	2.23
14	3,156	3,044	2.01
15	3,065	3,044	0.38
16	3,075	3,044	0.56
17	3,066	3,044	0.40
18	3,046	3,044	0.04
19	3,009	3,044	0.64
20	3,175	3,044	2.35

**Tabla 23***Indicador Estadístico (GEH) - Turno Tarde*

# <i>Simulaciones</i>	<i>Intersección: Av. Nicolas Ayllón - Av. La Estrella</i>		
	<i>Modelo Vissim</i>	<i>Volumen Campo</i>	<i>GEH</i>
1	3,145	3,083	1.11
2	3,186	3,083	1.84
3	3,142	3,083	1.06
4	3,267	3,083	3.27
5	3,199	3,083	2.07
6	3,151	3,083	1.22
7	3,088	3,083	0.09
8	3,262	3,083	3.18
9	3,040	3,083	0.78
10	2,994	3,083	1.61
11	3,203	3,083	2.14
12	3,113	3,083	0.54
13	2,993	3,083	1.63
14	3,287	3,083	3.61
15	3,118	3,083	0.63
16	3,195	3,083	2.00
17	3,152	3,083	1.24
18	3,180	3,083	1.73
19	3,162	3,083	1.41
20	3,365	3,083	4.97

Terminado la construcción de la red vial al simulador, con los datos de campo y con la calibración del modelo, seguidamente se procede a obtener los indicadores de evaluación de los escenarios base en los turnos Mañana, Medio día y Tarde. Siendo el día evaluado el jueves 06 de marzo del 2025.

### **Diseño geométrico de la intersección en el modelo de simulación**

En relación con la observación sobre la ausencia de datos de entrada correspondientes al diseño geométrico de la intersección en el modelo desarrollado en PTV VISSIM, se precisa lo siguiente:

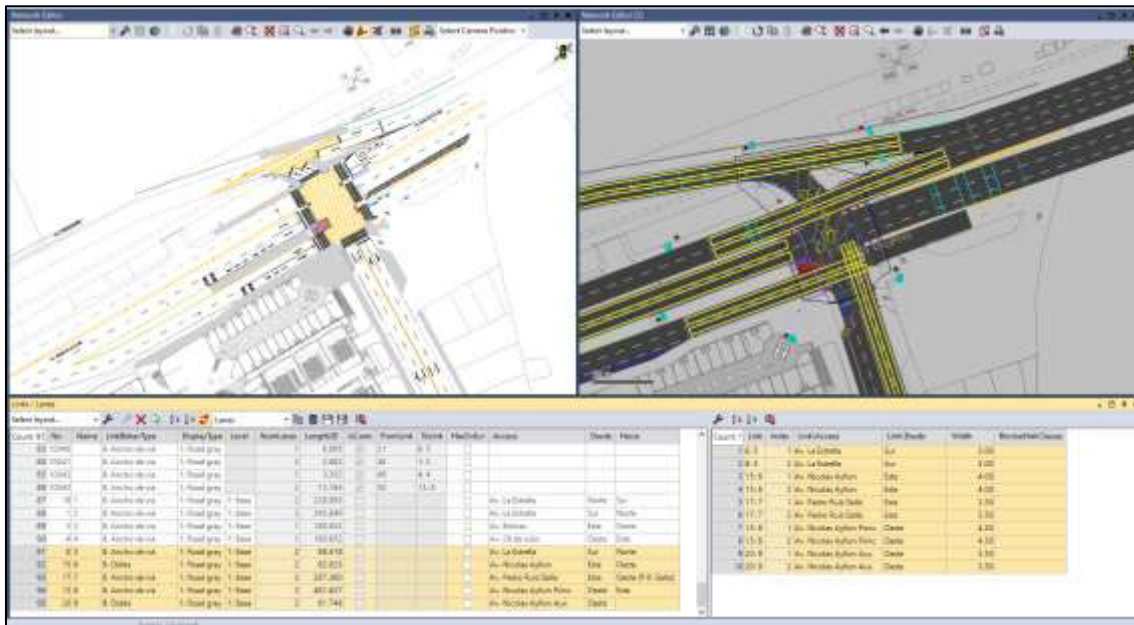
La información relativa al diseño geométrico de la intersección, como el número de carriles, el ancho de los mismos, alineamientos y características físicas de los accesos, ha sido obtenida a partir de la planimetría elaborada a escala, basada en trabajos de campo y fuentes cartográficas confiables. En dicha planimetría se detalla con precisión la configuración vial de los accesos a la intersección: Carretera Central (sentidos Este–Oeste y Oeste–Este), Avenida Pedro Ruiz Gallo (sentido Este–Oeste) y Avenida La Estrella (sentido Norte–Sur).

Esta información ha sido replicada y ajustada en el entorno de modelación de PTV VISSIM, a fin de garantizar una representación fiel de las condiciones reales de la intersección. Los parámetros geométricos incluidos en el modelo contemplan:

- Número de carriles por sentido y su configuración (carriles exclusivos de giro, centrales, etc.),
- Anchos de carril según lo observado en campo,
- Pendientes y alineamientos significativos presentes en cada uno de los accesos,
- Radios de giro y dimensiones de los elementos canalizadores,
- Presencia de bermas, veredas y separadores centrales, cuando corresponda.
- De esta manera, el modelo de simulación cuenta con una base geométrica ajustada a la infraestructura vial existente, lo cual asegura la validez de los resultados obtenidos en los análisis de tránsito, accesibilidad y seguridad vial.

**Figura 19**

*Diseño geométrico de la Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella*



En el modelo de microsimulación desarrollado con el software PTV VISSIM, se han incorporado las áreas de prioridad correspondientes a la operación de la intersección, considerando las dinámicas reales observadas en campo. Asimismo, se han representado los espacios destinados al embarque y desembarque de pasajeros utilizados por vehículos de transporte público, colectivos y mototaxis. Estas zonas, que actualmente funcionan como paraderos formales e informales en los accesos a la intersección, han sido modeladas con el fin de replicar de manera precisa el comportamiento del flujo vehicular y peatonal en dicho entorno.

**Figura 20**

*Áreas de prioridad en la Av. Nicolás Ayllón – Av. La Estrella*



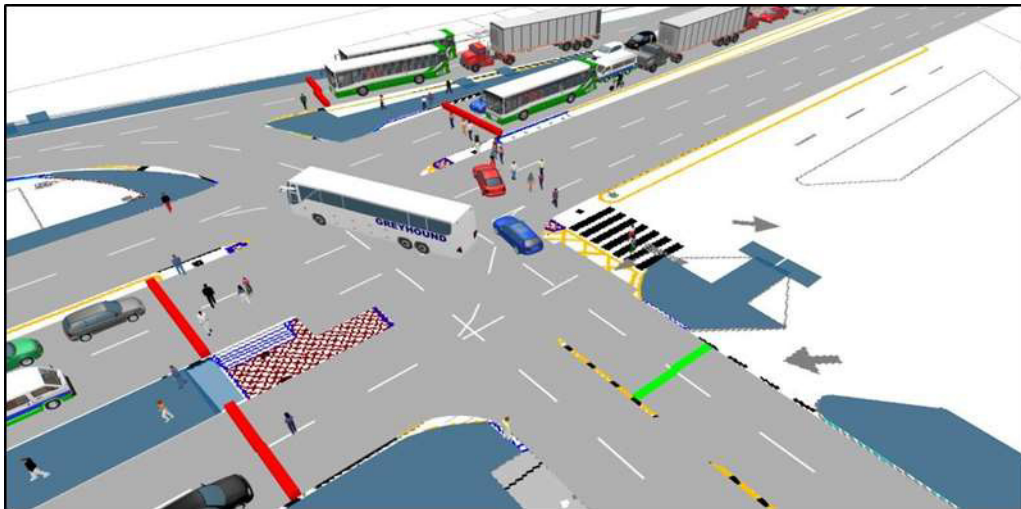
Cabe mencionar que los horarios que se evaluaron para simulación fueron siguientes:

- Turno Mañana 07:30 – 08:30
- Turno Medio día 12:15 – 13:15
- Turno Tarde 18:15 – 19:15

**Figura 21**

*Escenario base calibrado y validado*

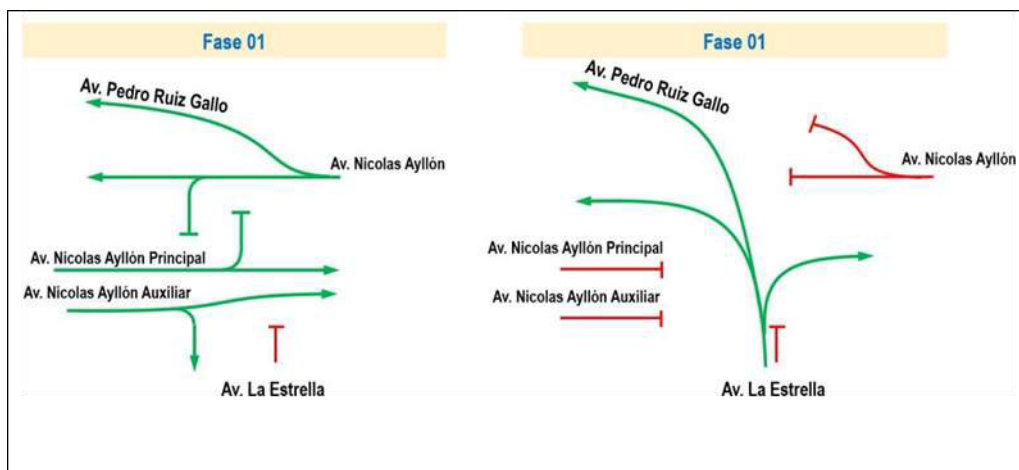


**Figura 22***Escenario base calibrado y validado***Figura 23***Escenario Base (Vehicular y peatonal) Intersección: Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella***Análisis de la situación actual (escenario base)**

En el área de evaluación está compuesta por una sola intersección regulada por semáforos, siendo esta, la intersección de la Av. Nicolas Ayllón con Av. La Estrella (solo cuenta con semáforos vehiculares), el mismo que presenta 02 fases y una programación de tipo fijo para todo el día. En campo, se registró un ciclo de 120 segundos, tal y como se muestra a continuación:

**Figura 24***Fases, reparto y ciclo semafórico*

Acceso	Sentido	T. Ciclo	Fase 01			Fase 02	
Av. Nicolas Ayllon	Este	120 Seg.	80 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	35 Seg.	
Av. Nicolas Ayllon	Oeste	120 Seg.	80 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	35 Seg.	
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	120 Seg.	80 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	35 Seg.	
Av. La Estrella	Sur	120 Seg.	85 Seg.			30 Seg.	3 Seg. 2 Seg.

**Figura 25***Esquema de las fases semafóricas*

Dicha intersección presenta dos fases semafóricas, la primera tiene un verde efectivo de 80 segundos para los accesos de la Av. Nicolas Ayllón con 3 segundos de ámbar y 2 segundos de rojo. La segunda fase es para la Av. Estrella, el cual presenta un verde efectivo es 30 segundos, 3 segundos de ámbar y 2 segundos de rojo.

Con la calibración y validación del modelo de microsimulación, se procedió a obtener los indicadores de evaluación del tránsito, los cuales son: volumen vehicular, longitud de cola, demoras y nivel de servicio.

### ❖ Nivel de servicio en la intersección Av. Nicolas Ayllón / Av. Estrella

De acuerdo a la simulación efectuada en los tres periodos del día, se puede observar lo siguiente:

En ambos turnos el nivel de servicio que presenta la intersección es de tipo “C”.

El acceso de la Av. La Estrella presenta según sus giros niveles de servicio de tipo “D, E y F”. esto se debe a que el tiempo de verde que se le da al acceso es de 30 Seg.

El acceso de la Av. Nicolas Ayllón sentido Este para el giro izquierda (Este - Sur), los indicadores de evaluación no son favorables. Esto se debe a que el eje Nicolas Ayllón en ambos sentidos es de una sola fase y los vehículos para girar a la izquierda tienen que esperar el momento para realizar su maniobra.

El acceso Av. Pedro Ruiz Gallo existe vehículos que realizan maniobras para girar a la izquierda e ingresar a la vía principal de la Av. Nicolas Ayllón o ingresar al acceso de la Av. La Estrella. Estas maniobras según la tabla anterior, muestran indicadores desfavorables, como medida de solución es restringir los giros a la izquierda de la Av. Pedro Ruiz Gallo.

**Tabla 3***Indicador de evaluación escenario actual - HPM*

Acceso	Sentido		Volumen	Mañana (Actual)			Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola		Demora	
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Este	33	10.02	46.45	76.98	LOS_E
Av. La Estrella	Sur	Oeste	200	10.02	46.45	40.79	LOS_D
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	34	10.02	46.45	88.12	LOS_F
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Este	1,436	33.44	198.49	18.44	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste	6	33.44	198.49	19.37	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste (P.R. Gallo)	4	33.44	198.49	31.63	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Sur	4	33.44	198.49	32.67	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste	1,103	66.64	218.57	33.42	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste (P.R. Gallo)	15	66.64	218.57	45.22	LOS_D
Av. Nicolas Ayllon	Este	Sur	135	66.64	218.57	78.90	LOS_E
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste	39	55.80	211.06	162.03	LOS_F
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste (P.R. Gallo)	384	55.80	211.06	18.72	LOS_B
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Sur	26	55.80	211.06	193.92	LOS_F
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Este	65	4.68	50.58	34.00	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Sur	156	4.68	50.58	20.91	LOS_C
<b>Total</b>			<b>3,640</b>	<b>34.12</b>	<b>244.52</b>	<b>31.04</b>	<b>LOS_C</b>

**Tabla 4***Indicador de evaluación escenario actual - HV*

Acceso	Sentido		Volumen	Medio Dia (Actual)			Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola		Demora	
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Este Oeste	24	13.63	62.64	90.85	LOS_F
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	217	13.63	62.64	41.90	LOS_D
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	28	13.63	62.64	97.77	LOS_F
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Este	1,200	16.36	112.51	13.98	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste	4	16.36	112.51	14.43	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste (P.R. Gallo)	5	16.36	112.51	23.36	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Sur	2	16.36	112.51	27.25	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste	890	18.26	95.69	17.52	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste (P.R. Gallo)	28	18.26	95.69	31.25	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Sur	108	18.26	95.69	36.57	LOS_D
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste	41	9.61	89.53	51.46	LOS_D
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste (P.R. Gallo)	314	9.61	89.53	10.78	LOS_B
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Sur	30	9.61	89.53	71.31	LOS_E
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Este	53	2.28	32.26	21.63	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Sur	113	2.28	32.26	16.80	LOS_B
<b>Total</b>			<b>3,057</b>	<b>12.03</b>	<b>130.61</b>	<b>20.32</b>	<b>LOS_C</b>

**Tabla 5***Indicador de evaluación escenario actual – HPT*

Acceso	Sentido		Volumen	Tarde (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Este	30	12.10	56.00	83.69	LOS_F
Av. La Estrella	Sur	Oeste	235	12.10	56.00	43.37	LOS_D
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	31	12.10	56.00	90.35	LOS_F
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Este	1,216	20.17	128.81	15.91	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste	0	20.17	128.81	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste (P.R. Gallo)	3	20.17	128.81	24.35	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Sur	2	20.17	128.81	27.52	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste	993	19.62	100.63	17.81	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste (P.R. Gallo)	17	19.62	100.63	34.23	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Sur	94	19.62	100.63	37.03	LOS_D
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste	36	12.27	97.40	74.48	LOS_E
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste (P.R. Gallo)	297	12.27	97.40	11.43	LOS_B
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Sur	29	12.27	97.40	95.72	LOS_F
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Este	98	3.05	33.05	25.18	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Sur	82	3.05	33.05	19.42	LOS_B
<b>Total</b>			<b>3,162</b>	<b>13.44</b>	<b>134.92</b>	<b>22.01</b>	<b>LOS_C</b>

**❖ Nivel de servicio en la intersección Av. La Estrella – Ingreso y salida vehicular del centro comercial**

En la tabla, se puede observar que los vehículos que ingresan y salen del centro comercial no presentan dificultad al transitar por la Av. La Estrella y además no se genera conflictos negativos. El nivel de servicio que presenta, en ambos turnos es de tipo “A”.

**Tabla 6***Indicador de evaluación escenario actual HPM*

Acceso	Sentido		Volumen	Mañana (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Oeste	0	0.00	0.00	0.00	LOS_A
Av. La Estrella	Sur	Norte	272	0.00	0.00	0.32	LOS_A
Salida	Oeste	Norte	2	0.01	4.91	3.12	LOS_A
Salida	Oeste	Sur	2	0.00	1.69	1.91	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Oeste	0	0.00	1.16	0.00	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Sur	327	0.00	1.12	7.59	LOS_A
<b>Total</b>			<b>604</b>	<b>0.00</b>	<b>5.75</b>	<b>4.29</b>	<b>LOS_A</b>

**Tabla 7***Indicador de evaluación escenario actual HV*

Acceso	Sentido		Volumen	Medio Dia (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Oeste	22	0.00	0.00	1.78	LOS_A
Av. La Estrella	Sur	Norte	243	0.00	0.00	0.41	LOS_A
Salida	Oeste	Norte	33	0.07	10.85	2.77	LOS_A
Salida	Oeste	Sur	17	0.02	7.14	1.54	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Oeste	33	0.90	5.38	1.83	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Sur	227	0.88	5.17	11.03	LOS_B
<b>Total</b>			<b>573</b>	<b>0.31</b>	<b>15.01</b>	<b>4.92</b>	<b>LOS_A</b>

**Tabla 8***Indicador de evaluación escenario actual HPT*

Acceso	Sentido		Volumen	Tarde (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Oeste	31	0.00	0.42	1.91	LOS_A
Av. La Estrella	Sur	Norte	237	0.00	0.00	0.38	LOS_A
Salida	Oeste	Norte	66	0.13	12.70	2.67	LOS_A
Salida	Oeste	Sur	32	0.05	9.16	1.58	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Oeste	34	0.00	1.38	2.59	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Sur	180	0.00	1.29	13.71	LOS_B
<b>Total</b>			<b>579</b>	<b>0.03</b>	<b>13.21</b>	<b>5.08</b>	<b>LOS_A</b>

### ❖ Nivel de servicio peatonal escenario actual

Para pasar un cruceo peatonal regulado por prioridad, es necesario que el peatón encuentre una brecha aceptable entre los vehículos para poder cruzar de forma segura, a este tiempo se le denomina, demora.

Para determinar el Nivel de Servicio, para cruceos peatonales se hace uso de la metodología propuesta en el Highway Capacity Manual (HCM, 2010)

El análisis del Nivel de Servicio, se relaciona con las demoras medias, percibidas por los peatones. De acuerdo a los valores de demora obtenidos, se establece un Nivel de servicio expresado por letras desde la “A” hasta la “F”. El primero, “A”, indica demoras mínimas; y conforme se avanza en letras, la calidad de la progresión disminuye y las demoras aumentan.

Para el caso de los cruceos peatonales, los intervalos de demora son diferentes en comparación con los definidos para vehículos debido a la diferente percepción que tienen los peatones frente a la espera para cruzar. En la siguiente tabla se establece la relación entre demoras y niveles.

**Tabla 9**

*Nivel de Servicio en cruceos peatonales regulados por prioridad*

<b>Nivel de servicio</b>	<b>Demoras (s)</b>
A	< 5
B	5 a 10
C	10 a 20
D	20 a 30
E	30 a 45
F	> 45

En la siguiente tabla se mostrará los indicadores de evaluación de los peatones, de las intersecciones anteriormente mencionadas.

**Tabla 10***Indicador de evaluación peatonal escenario actual*

Turno	Intersección	Lado	Volumen (Peat/h)	Densidad Peatonal	Velocidad Promedio (Km/h)	Demora Promedio (Seg.)	Nivel de Servicio
Mañana	Av. Nicolas	Lado Sur	496	0.04	2.65	6.87	LOS_B
	Ayllón - Av. La Estrella	Lado Este	393	0.06	1.50	37.54	LOS_E
		Lado Oeste	527	0.05	1.19	41.76	LOS_E
Mediodía	Av. Nicolas	Lado Sur	605	0.05	2.96	4.30	LOS_A
	Ayllón - Av. La Estrella	Lado Este	434	0.06	1.60	31.19	LOS_E
		Lado Oeste	627	0.06	1.24	38.40	LOS_E
Tarde	Av. Nicolas	Lado Sur	677	0.05	2.68	6.58	LOS_B
	Ayllón - Av. La Estrella	Lado Este	453	0.06	1.65	29.06	LOS_E
		Lado Oeste	738	0.07	1.25	38.66	LOS_E

#### ❖ **Crucero peatonal (Av. Nicolas Ayllón con Av. La Estrella)**

La avenida Nicolas Ayllón, sobre los cruces peatonales del lado Este y Oeste, presentan niveles de servicio de tipo "E", esto se debe a la demora del peatón, que, al pasar por el cruce peatonal, tiene que esperar como máximo 80 segundos, para el cambio de luz de rojo a verde. Caso contrario sucede en el lado Sur, donde al peatón no le toma mucho tiempo cruzar por dicho acceso hacia la Av. La Estrella.

#### **Análisis de la situación propuesta**

En el desarrollo del escenario propuesto se ha optado por realizar 20 ejecuciones del modelo de simulación, considerando un nivel de confianza del 99% y un rango deseado de 2, con el objetivo de garantizar una mayor robustez estadística en los resultados. Si bien el: "Número mínimo de repeticiones necesarias para obtener el intervalo de confianza deseado" señala que, para dicho nivel de confianza y rango, el número mínimo de repeticiones es 12, se decidió superar este umbral para asegurar una mayor fiabilidad del análisis. Cabe señalar que, según las Directrices para la aplicación del software de modelado de microsimulación del tráfico, para modelos que comprenden dos intersecciones se pueden realizar como mínimo 8

repeticiones con un nivel de confianza del 95%. No obstante, el presente estudio optó por realizar 20 repeticiones, priorizando así la consistencia y validez de los resultados obtenidos.

Figura 26

*Número mínimo de repeticiones necesarias*

Table 10. Minimum repetitions for distinguishing alternatives.

Minimum Difference of Means	Desired Confidence	Minimum Repetitions per Alternative
0.5	99%	65
0.5	95%	42
0.5	90%	32
1.0	99%	18
1.0	95%	12
1.0	90%	9
1.5	99%	9
1.5	95%	6
1.5	90%	5
2.0	99%	6
2.0	95%	4
2.0	90%	4

Notes:

1. The minimum difference in the means is expressed in units of the pooled standard deviation:  $\frac{\bar{F} - \bar{f}}{S_p}$ .
2. For example, if the pooled standard deviation in the delay for two alternatives is 1.5 s, and the desired minimum detectable difference in the means is a 3.0-s delay at a 95-percent confidence level, then it will take four repetitions of each alternative to reject the hypothesis that the observed differences in the simulation results for the two alternatives could be the result of random chance.



Figura 27

*Primera semilla aleatoria con su reporte de evaluación (Random Seed)*

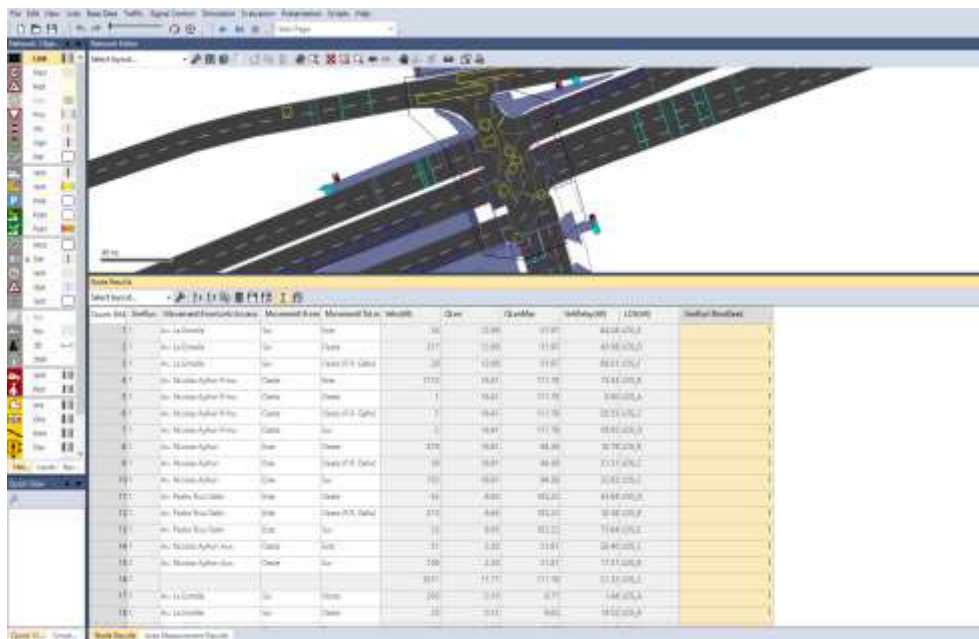
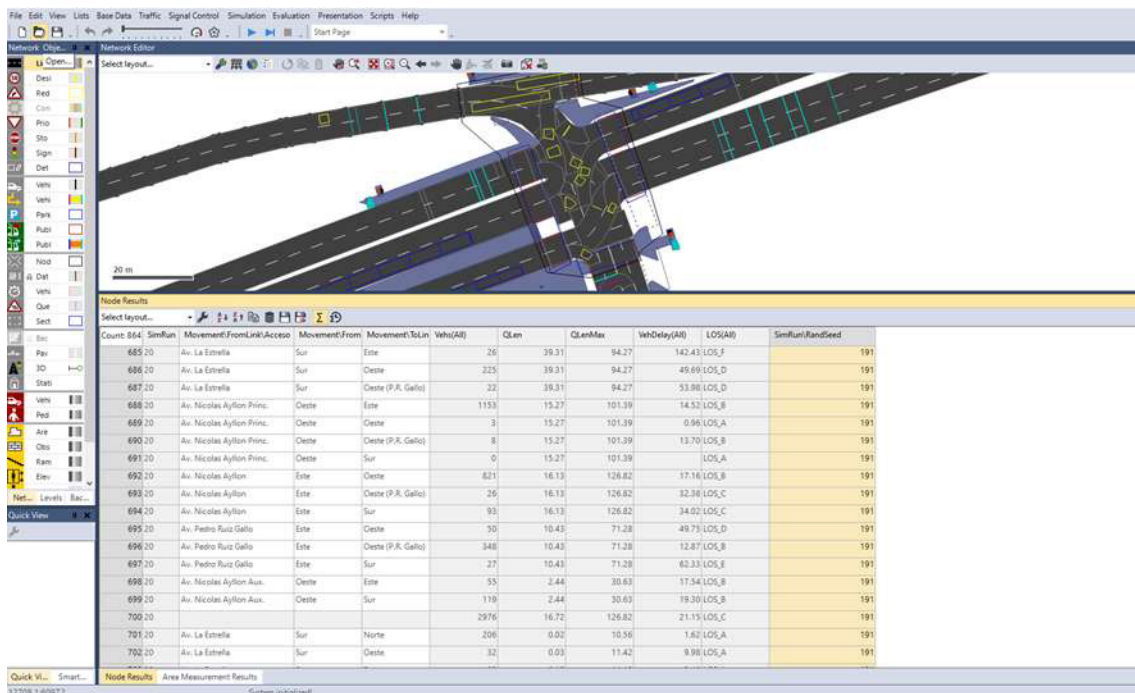


Figura 28

Última semilla aleatoria con su reporte de evaluación (Random Seed)



Teniendo en cuenta los criterios técnicos de diseño vial se plantea lo siguiente:

- Demarcación del área de intervención sardineles
- Señalización del área de intervención
- Retiro de señalización
- Construcción de vereda y sardinel
- Implementación de valla peatonal
- Implementación y rediseño de rampas peatonales
- Ampliación del sardinel del separador central y lateral de la av. Nicolas Ayllón
- Implementación de bolardos y bolardos tubulares flexibles
- Implementación de tachones
- Implementación de tachas
- Implementación de camellón

- Planteamiento de optimización de tiempos de semáforos
- Implementación de paradero en vía principal de av. Nicolas Ayllón (O-E)
- Implementación de paradero en vía auxiliar de av. Nicolas Ayllón (O-E)
- Implementación de paradero en vía auxiliar de av. Nicolas Ayllón (E-O)

Todas estas medidas de mitigación han sido diseñadas en un plano geométrico y proyectadas al software de microsimulación Vissim, donde se actualiza los parámetros de comportamiento de conducción y peatonal, tal y como se muestra a continuación:

**Figura 29**

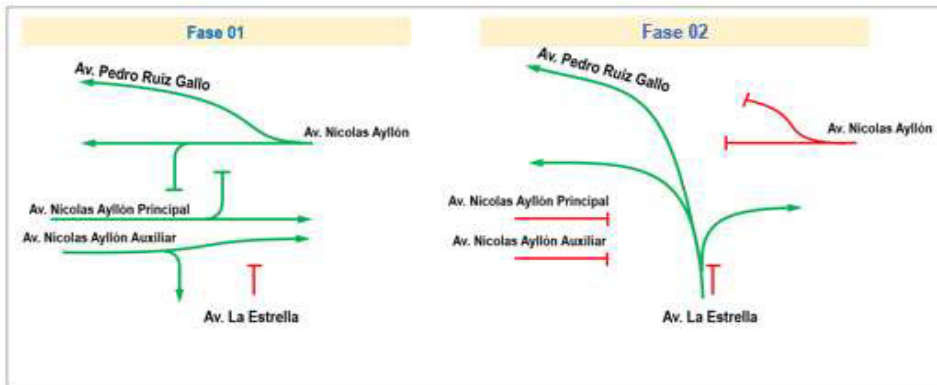
*Escenario Propuesto Intersección: Av. Nicolas Ayllón – Av. La Estrella*



Finalmente, la última acción de la propuesta de semaforización, corresponde a la optimización del ciclo semafórico, para lo cual, se ha utilizado modos de prueba de ciclos de 90 a 150 segundos, con el fin de obtener el ciclo adecuado para la intersección evaluada, siendo en este caso, un ciclo de 90 segundos. En ese sentido, se concluye que la intersección de la av. Nicolas Ayllón / Av. La Estrella, se mantendrá con las dos fases semafóricas de la situación actual, con un tiempo de ciclo de 90 segundos. Con repartos de verde efectivo para la fase 01 de 60 segundos, y para la fase 02 con 25 segundos, tal y como se puede apreciar a continuación:

**Figura 30**

*Esquema de las Fases Semafóricas*



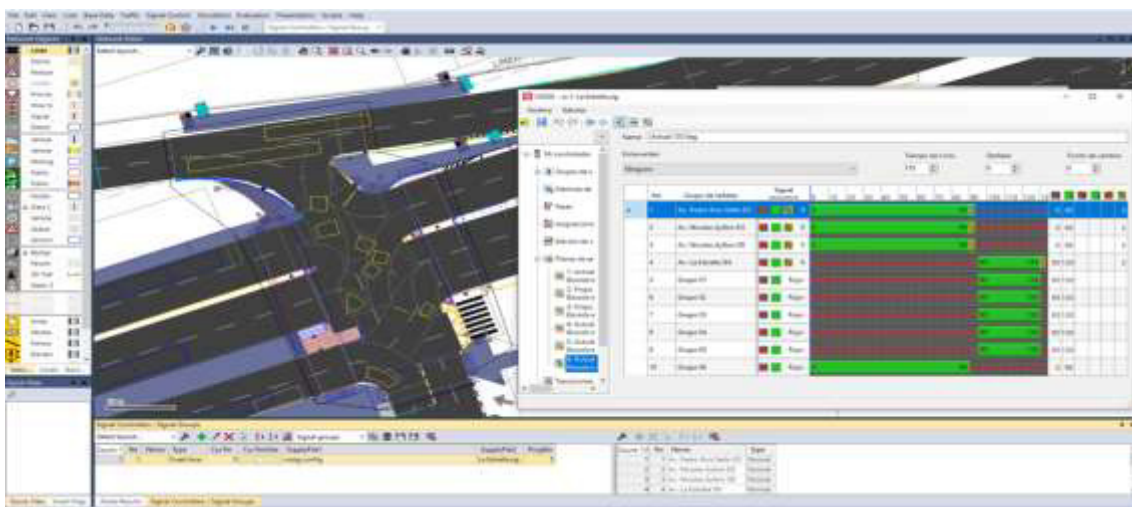
**Figura 31**

*Reparto y ciclo semafórico propuesto*

Acceso	Sentido	T. Ciclo	Fase 01			Fase 02		
			60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.	3 Seg.	2 Seg.
Av. Nicolas .Este		90 Seg.	60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. Nicolas .Oeste		90 Seg.	60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. Pedro Ri Este		90 Seg.	60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. La Estre Sur		90 Seg.	65 Seg.			20 Seg.	3 Seg.	2 Seg.

**Figura 32**

*Fases semafóricas vista intersección*



❖ **Nivel de Servicio en la intersección Av. Nicolas Ayllón / Av. Estrella**

Considerando el ciclo semafórico propuesto de 90 segundos y los repartos de verde para fase (01) 60 segundos y para fase (02) 25 segundos, y las medidas de mitigación del estudio de monitoreo del 3 mes, se tiene que, el nivel de servicio para el turno mañana se mantendrá en “C”, igual que el escenario actual, sin embargo, en los turnos medio día y tarde, el nivel de servicio cambia a un tipo “B”, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 11**

*Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPM*

Acceso	Sentido		Volumen	Mañana (Propuesta)			Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola		Demora	
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Este	33	8.28	41.35	67.43	LOS_E
Av. La Estrella	Sur	Oeste	200	8.28	41.35	33.79	LOS_C
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	34	8.28	41.35	78.23	LOS_E
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Este	1,435	36.70	190.57	20.35	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste	6	36.70	190.57	27.20	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste (P.R. Gallo)	4	36.70	190.57	32.53	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Sur	4	36.70	190.57	26.45	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste	1,140	84.50	234.90	35.52	LOS_D
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste (P.R. Gallo)	0	84.50	234.90	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon	Este	Sur	163	84.50	234.90	107.52	LOS_F
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste	0	56.65	213.96	0.00	LOS_A
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste (P.R. Gallo)	401	56.65	213.96	12.21	LOS_B
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Sur	0	56.65	213.96	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon Aux. Av.	Oeste	Este	65	3.94	41.38	33.71	LOS_C
Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Sur	156	3.94	41.38	17.87	LOS_B
<b>Total</b>			<b>3,640</b>	<b>38.01</b>	<b>275.50</b>	<b>29.95</b>	<b>LOS_C</b>

**Tabla 12***Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HV*

Acceso	Sentido		Volumen	Medio Dia (Propuesta)			Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola		Demora	
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Este	24	9.65	48.48	81.84	LOS_F
Av. La Estrella	Sur	Oeste	216	9.65	48.48	35.02	LOS_D
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	28	9.65	48.48	89.07	LOS_F
Av. Nicolas Ayllon Princ. Av.	Oeste	Este	1,200	14.59	92.62	14.03	LOS_B
Nicolas Ayllon Princ. Av.	Oeste	Oeste	4	14.59	92.62	16.51	LOS_B
Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste (P.R. Gallo)	5	14.59	92.62	28.77	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Sur	2	14.59	92.62	25.67	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste	931	13.75	83.22	12.57	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste (P.R. Gallo)	0	13.75	83.22	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon	Este	Sur	138	13.75	83.22	41.08	LOS_D
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este Este	Oeste	0	3.36	55.08	0.00	LOS_A
Av. Pedro Ruiz Gallo		Oeste (P.R. Gallo)	342	3.36	55.08	7.59	LOS_A
Av. Pedro Ruiz Gallo		Sur	0	3.36	55.08	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Este	53	1.80	29.41	19.81	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Sur	113	1.80	29.41	13.64	LOS_B
<b>Total</b>			<b>3,058</b>	<b>8.63</b>	<b>96.24</b>	<b>16.92</b>	<b>LOS_B</b>

**Tabla 13***Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPT*

Acceso	Sentido		Volumen	Tarde (Propuesta)			Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola		Demora	
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Este	30	9.77	46.43	74.33	LOS_E
Av. La Estrella	Sur	Oeste	234	9.77	46.43	36.33	LOS_D
Av. La Estrella	Sur	Oeste (P.R. Gallo)	31	9.77	46.43	79.90	LOS_E
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Este	1,219	23.09	126.62	18.97	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste	0	23.09	126.62	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Oeste (P.R. Gallo)	3	23.09	126.62	35.21	LOS_D
Av. Nicolas Ayllon Princ.	Oeste	Sur	2	23.09	126.62	26.27	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste	1,029	14.60	81.20	13.04	LOS_B
Av. Nicolas Ayllon	Este	Oeste (P.R. Gallo)	0	14.60	81.20	0.00	LOS_A
Av. Nicolas Ayllon	Este	Sur	122	14.60	81.20	44.09	LOS_D
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste	0	2.90	55.39	0.00	LOS_A
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Oeste (P.R. Gallo)	313	2.90	55.39	7.64	LOS_A
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	Sur	0	2.90	55.39	0.00	LOS_A

Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Este	99	2.67	33.72	24.66	LOS_C
Av. Nicolas Ayllon Aux.	Oeste	Sur	82	2.67	33.72	17.48	LOS_B
<b>Total</b>			<b>3,164</b>	<b>10.61</b>	<b>127.31</b>	<b>19.45</b>	<b>LOS_B</b>

❖ **Intersección: Av. La Estrella – Ingreso y Salida Vehicular del Centro Comercial**

Al igual que el escenario actual la intersección, presenta un nivel de servicio de tipo “A”, salvo en la Av. Estrella en dirección al Sur un nivel de servicio “B”.

**Tabla 14**

*Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPM*

Acceso	Sentido		Volumen	Mañana (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Oeste	0	0.00	0.00	0.00	LOS_A
Av. La Estrella	Sur	Norte	272	0.00	0.00	0.32	LOS_A
Salida	Oeste	Norte	2	0.00	3.60	2.52	LOS_A
	Oeste	Sur	2	0.00	1.49	1.64	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Oeste	0	1.68	6.01	0.00	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Sur	329	1.65	5.92	7.75	LOS_A
<b>Total</b>			<b>606</b>	<b>0.56</b>	<b>9.14</b>	<b>4.39</b>	<b>LOS_A</b>

**Tabla 15**

*Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HV*

Acceso	Sentido		Volumen	Medio Dia (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella	Sur	Oeste	22	0.00	0.00	1.95	LOS_A
Av. La Estrella	Sur	Norte	243	0.00	0.00	0.38	LOS_A
Salida	Oeste	Norte	33	0.06	11.18	2.60	LOS_A
	Oeste	Sur	17	0.02	7.59	1.44	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Oeste	33	0.00	0.29	2.09	LOS_A
Av. La Estrella	Norte	Sur	228	0.00	0.24	10.83	LOS_B
<b>Total</b>			<b>574</b>	<b>0.01</b>	<b>11.18</b>	<b>4.85</b>	<b>LOS_A</b>

**Tabla 16***Indicador de Evaluación Escenario Propuesto HPT*

Acceso	Sentido		Volumen	Tarde (Actual)		Demora	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		L. de Cola			
				Prom.	Max.		
Av. La Estrella Av.	Sur	Oeste	31	0.00	2.21	2.07	LOS_A
La Estrella	Sur	Norte	236	0.00	0.90	0.37	LOS_A
Salida	Oeste	Norte	66	0.11	12.22	2.47	LOS_A
Salida	Oeste	Sur	32	0.04	8.63	1.46	LOS_A
Av. La Estrella Av.	Norte	Oeste	34	0.00	2.74	2.45	LOS_A
La Estrella	Norte	Sur	180	0.00	2.72	13.49	LOS_B
<b>Total</b>			<b>578</b>	<b>0.03</b>	<b>13.69</b>	<b>4.98</b>	<b>LOS_A</b>

### ❖ Nivel de servicio peatonal Escenario Propuesto

#### Crucero peatonal (Av. Nicolas Ayllón con Av. La Estrella)

El crucero peatonal de la Av. Nicolas Ayllón lado Este y Oeste, en ambos turnos el nivel de servicio es de tipo “E”, el crucero peatonal del lado Sur de la Av. La Estrella su indicador de nivel de servicio es de tipo “A”, si bien los niveles de servicio no cambian, respecto a la situación actual, si presentan mejoras en los indicadores de evaluación, como es el caso de las demoras.

**Tabla 17***Indicador de Evaluación Peatonal Escenario Propuesto*

Turno	Intersección	Lado	Volumen (Peat/h)	Densidad Peatonal	Velocidad Promedio (Km/h)	Demora Promedio (Seg.)	Nivel de Servicio
Mañana	Av. Nicolas	Lado Sur	495	0.04	2.98	4.50	LOS_A
	Ayllón - Av. La Estrella	Lado Este	392	0.06	1.58	34.04	LOS_E
		Lado Oeste	527	0.05	1.24	38.92	LOS_E
Medio día	Av. Nicolas	Lado Sur	603	0.04	3.01	4.34	LOS_A
	Ayllón - Av. La Estrella	Lado Este	427	0.06	1.61	32.72	LOS_E
		Lado Oeste	594	0.06	1.24	42.03	LOS_E
Tarde	Av. Nicolas	Lado Sur	682	0.07	2.86	4.88	LOS_A
	Ayllón - Av. La Estrella	Lado Este	475	0.12	1.53	35.50	LOS_E
		Lado Oeste	739	0.09	1.17	44.80	LOS_E

### ❖ Análisis comparativo escenario actual vs propuesto

De acuerdo, a los reportes de microsimulación vehicular, la intersección de la Av. Nicolas Ayllón con Av. La estrella, presenta mejora en los niveles de servicio, pasando de un nivel de servicio “C” en la situación actual a un nivel “B” en la situación propuesta, para los turnos de medio día y tarde.

**Tabla 18**

*Comparación vehicular escenario actual vs propuesto*

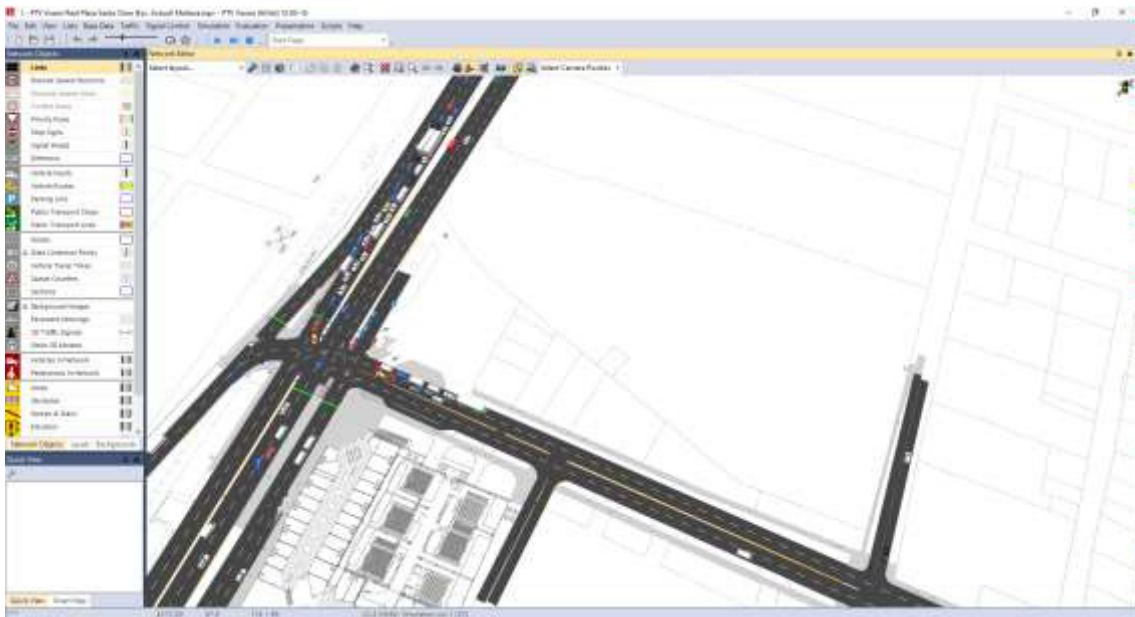
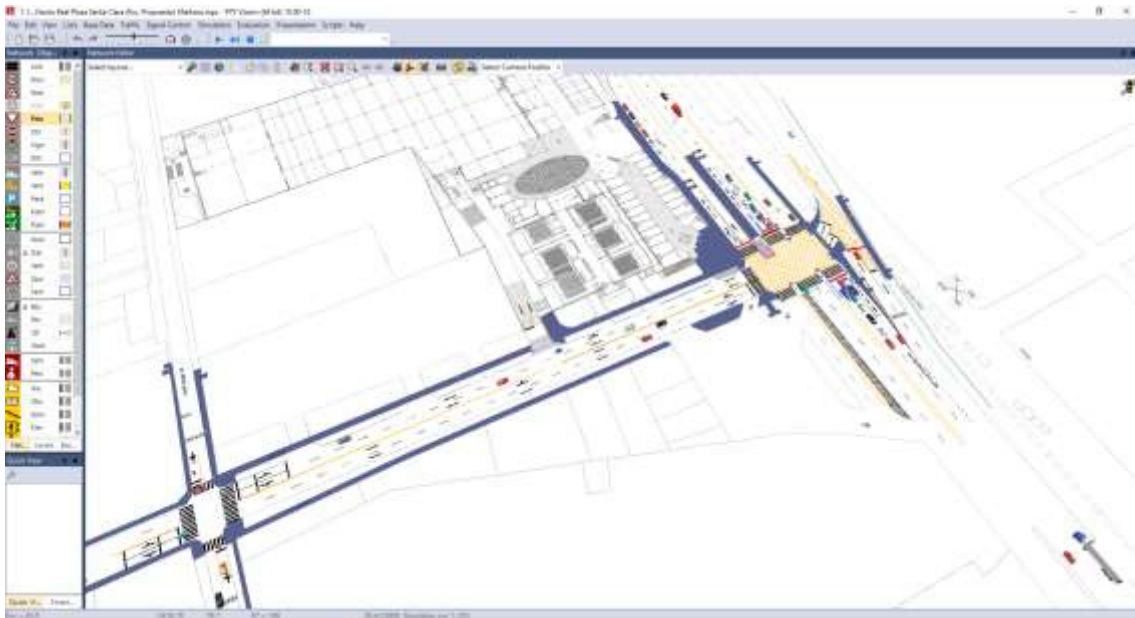
Turno	Escenario	Volumen	L. de Cola		Demora	Nivel de Servicio
			Prom.	Max.		
Mañana	Actual	3,640	34.12	244.52	31.04	LOS_C
	Propuesta	3,640	38.01	275.50	29.95	LOS_C
Medio día	Actual	3,057	12.03	130.61	20.32	LOS_C
	Propuesta	3,058	8.63	96.24	16.92	LOS_B
Tarde	Actual	3,162	13.44	134.92	22.01	LOS_C
	Propuesta	3,164	10.61	127.31	19.45	LOS_B

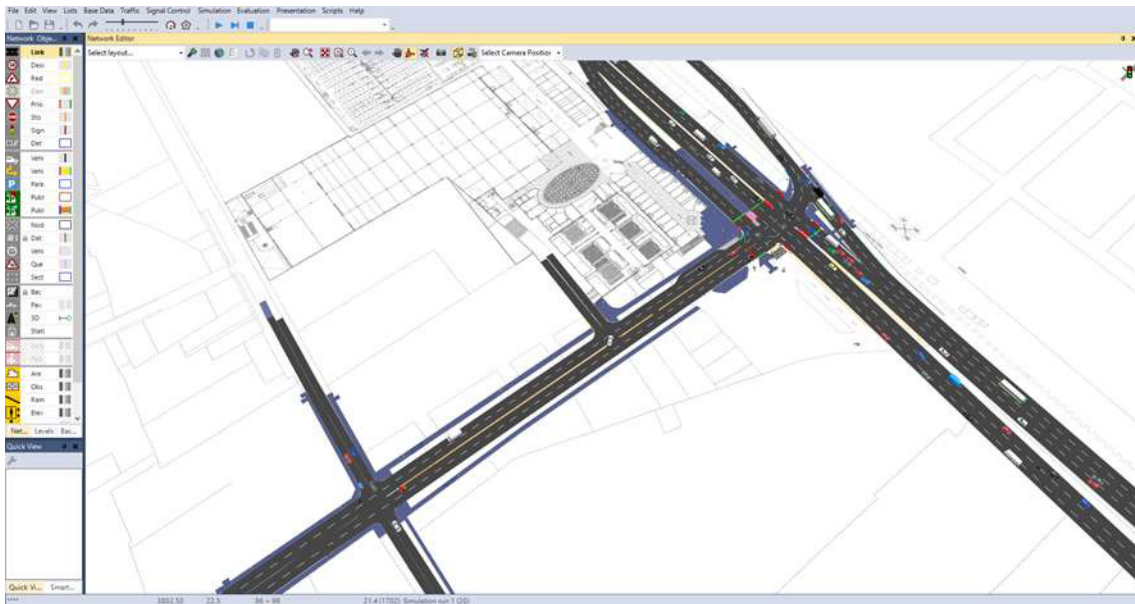
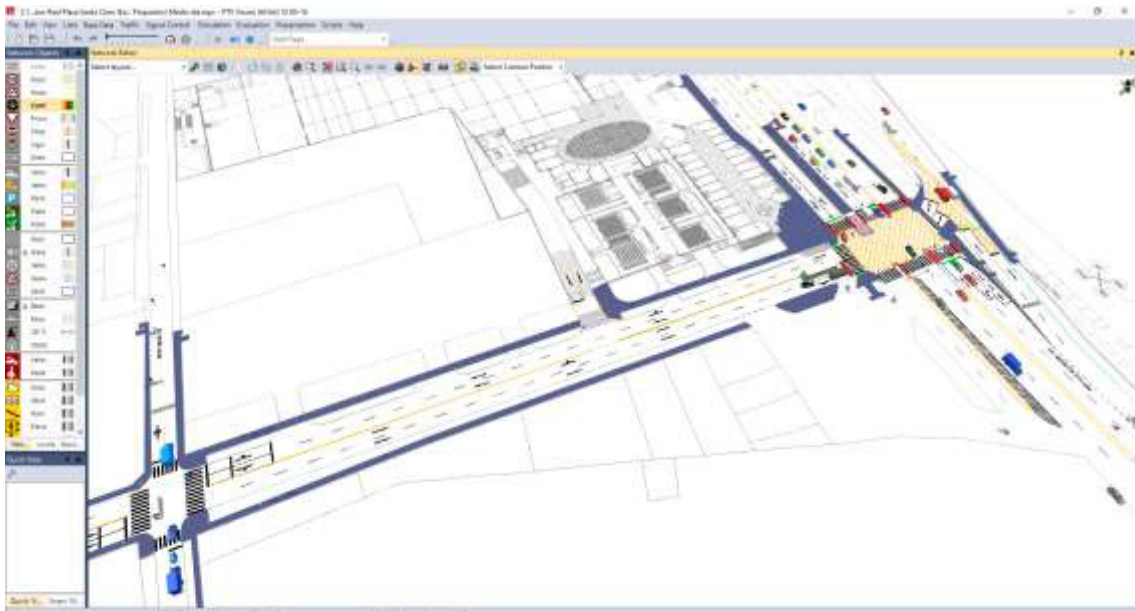
En el caso de los reportes peatonales, la intersección de la Av. Nicolas Ayllón con Av. La Estrella, los niveles de servicio se mantienen en “D”, tanto para la situación actual y propuesta, si bien, no cambia los niveles de servicio, si presenta mejoras en los indicadores de evaluación relacionado con la velocidad y demora.

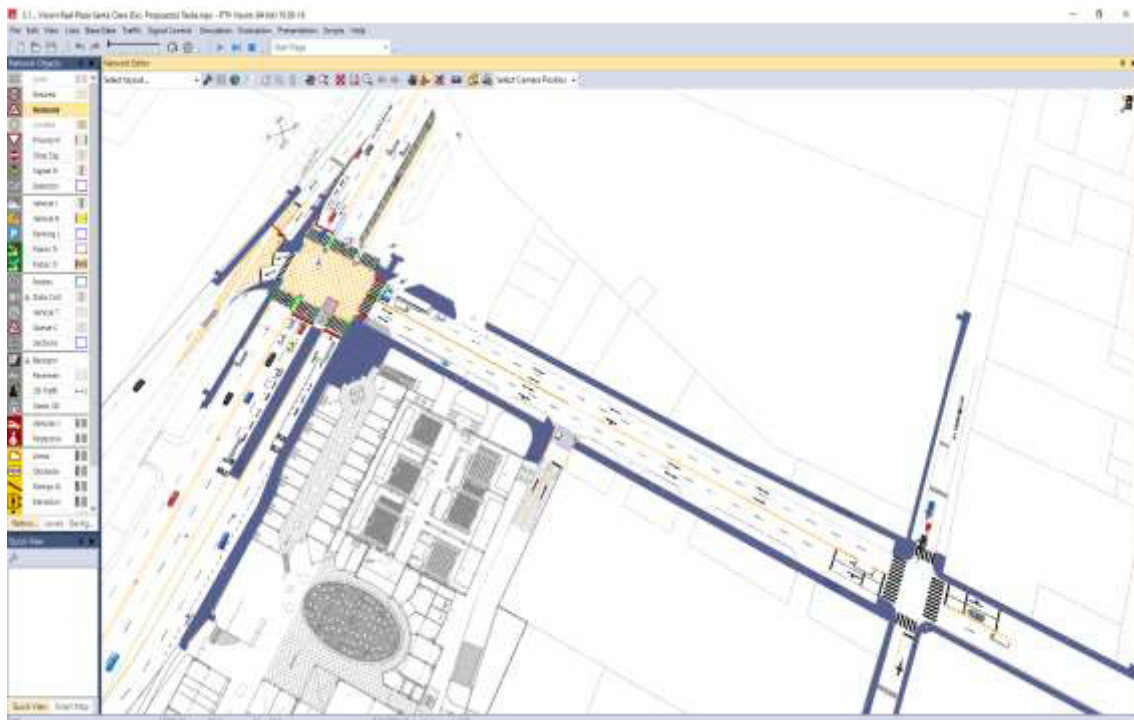
**Tabla 19**

*Comparación peatonal escenario actual vs propuesto*

Escenario	Turno	Volumen (Peat/h)	Densidad Peatonal	Velocidad Promedio (Km/h)	Demora Promedio (Seg.)	Nivel de Servicio
Actual	Mañana	1416	0.05	1.79	28.37	LOS_D
	Medio día	1666	0.05	1.96	24.14	LOS_D
	Tarde	1868	0.06	1.87	24.70	LOS_D
Propuesta	Mañana	1414	0.05	1.94	25.52	LOS_D
	Medio día	1624	0.05	1.99	25.58	LOS_D
	Tarde	1896	0.09	1.87	28.11	LOS_D

**Figura 33***Turno Mañana actual***Figura 34***Turno Mañana Propuesta*

**Figura 35***Tuno Medio día Actual***Figura 36***Tuno Medio día Propuesto*

**Figura 37***Tuno Tarde Actual***Figura 38***Tuno Tarde Propuesto*

### **3.8. Consideraciones éticas**

La presente investigación respeta los principios éticos fundamentales en el desarrollo de estudios aplicados. Se garantiza la confidencialidad y anonimato de la información recolectada mediante encuestas o entrevistas a conductores, peatones y actores locales, utilizándose únicamente con fines académicos.

Asimismo, se contó con el consentimiento informado de los participantes, quienes fueron debidamente informados sobre los objetivos y el uso de los datos. No se forzó la participación y se aseguró su derecho a retirarse en cualquier momento sin repercusiones.

El trabajo se realizó respetando la normativa legal vigente, incluyendo las disposiciones del Reglamento Nacional de Tránsito, y se evitó cualquier afectación a la integridad de los espacios públicos o a la libre circulación. La integridad, veracidad y originalidad del contenido se mantuvieron a lo largo de todo el proceso investigativo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación del tránsito vehicular en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella

El análisis del tránsito vehicular realizado a través del aforo y la simulación en PTV VISSIM permitió identificar niveles críticos de saturación en horas punta, especialmente en los movimientos de giro a la izquierda desde Av. La Estrella hacia Nicolás Ayllón. El Nivel de Servicio (NDS) observado en las condiciones actuales se clasifica como niveles de servicio “C”, lo que representa condiciones de flujo inestable, con tiempos de demora promedio superiores a 139 segundos por vehículo en los accesos más conflictivos.

Asimismo, se identificó un desequilibrio en la distribución del tiempo de ciclo semafórico, priorizando movimientos con menor demanda, lo cual incrementa la congestión. La falta de fases exclusivas para peatones y ciclos coordinados también contribuye a la baja accesibilidad peatonal y mayor exposición al riesgo.

Se realizó un levantamiento de información en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, considerando los aspectos geométricos, operacionales y de seguridad vial. Los principales hallazgos fueron:

**Demanda vehicular:** Se identificó un flujo promedio de 5,269 vehículos/hora en hora punta, distribuidos principalmente entre los movimientos norte-sur de Nicolás Ayllón y este-oeste de La Estrella.

**Nivel de Servicio (LOS):** El análisis con la metodología HCM mostró un nivel de servicio “C” en horas pico, indicando condiciones de flujo con alta congestión y demoras excesivas.

**Demoras promedio:** Las demoras por vehículo fueron en promedio de 31.04 segundos, superando los estándares aceptables.

**Longitud de colas:** Las colas llegaron hasta 244.52 metros en Nicolás Ayllón (sentido norte-sur) y 56.00 metros en Av. La Estrella.

**Condiciones peatonales:** Se evidenció la ausencia de semáforos peatonales, cruces mal señalizados, rampas en mal estado y un alto nivel de riesgo para usuarios vulnerables.

**Sistema semafórico:** Se identificó una programación inadecuada, sin sincronización eficiente ni fases de giro diferenciadas.

#### **4.2. Factores que generan congestión y su influencia en la accesibilidad y seguridad vial**

Los factores más relevantes que contribuyen a la congestión en la intersección son:

- Alta demanda vehicular proveniente de la carretera Central y la Av. Nicolás Ayllón.
- Alta tasa de vehículos de transporte público (combis y buses) con paradas informales en intersecciones.
- Falta de sincronización semafórica y diseño geométrico inadecuado (radios de giro reducidos y ausencia de carriles de espera para giros).
- Presencia de vehículos estacionados o detenidos sobre el carril derecho, reduciendo la capacidad efectiva.

Estos factores provocan bloqueos de intersección, aumento de colas y tiempos de espera, disminuyendo la accesibilidad y generando condiciones inseguras tanto para conductores como para peatones.

La intersección fue modelada en el software PTV VISSIM bajo las condiciones existentes. Los parámetros de calibración fueron validados mediante aforos en campo. Los principales indicadores obtenidos fueron:

**Tabla 20***Vehicular Escenario actual*

Turno	Escenario	Volumen	L. de Cola		Demora	Nivel de Servicio
			Prom.	Max.		
Mañana	Actual	3,640	34.12	244.52	31.04	LOS_C
Medio dia	Actual	3,057	12.03	130.61	20.32	LOS_C
Tarde	Actual	3,162	13.44	134.92	22.01	LOS_C

**Figura 39***Tiempo de ciclo semafórico y fases actual*

Acceso	Sentido	T. Ciclo	Fase 01		Fase 02	
Av. Nicolas Ayllon	Este	120 Seg.	80 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	35 Seg.
Av. Nicolas Ayllon	Oeste	120 Seg.	80 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	35 Seg.
Av. Pedro Ruiz Gallo	Este	120 Seg.	80 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	35 Seg.
Av. La Estrella	Sur	120 Seg.	85 Seg.	30 Seg.	3 Seg.	2 Seg.

La simulación confirmó los resultados del diagnóstico y permitió observar conflictos en los movimientos de giro izquierdo sin protección, así como la interacción insegura con peatones.

#### 4.3. Comportamiento de los usuarios de la vía y su impacto en la accesibilidad y seguridad

El análisis observacional identificó las siguientes conductas frecuentes:

- Cruce peatonal fuera de las zonas señalizadas debido a la falta de pasos peatonales funcionales y tiempo insuficiente de cruce.
- Invasión del cruce peatonal por vehículos motorizados.
- Realización de giros prohibidos por parte de vehículos privados y mototaxis.

- Desobediencia a las luces semafóricas, especialmente en condiciones de congestión.

Estas conductas generan situaciones de riesgo, especialmente para los usuarios vulnerables como escolares y adultos mayores, y afectan directamente la seguridad vial.

#### **4.4. Optimización del funcionamiento semafórico y su relación con la accesibilidad y seguridad**

La simulación del escenario propuesto en PTV VISSIM, con semaforización optimizada (fases exclusivas para giros, coordinación entre intersecciones cercanas y tiempos de verde adaptados a la demanda), mostró mejoras significativas:

- Reducción del tiempo promedio de demora en un 38 %.
- Disminución de la longitud de cola en los accesos más críticos.
- Mayor oportunidad de cruce seguro para peatones al incluir fases peatonales exclusivas.

La mejora en la semaforización contribuye directamente a un flujo vehicular más ordenado y seguro, mejorando la accesibilidad para todos los usuarios de la vía.

Con base en los resultados del diagnóstico, se propuso una intervención integral que incluye:

- Reprogramación semafórica con fases independientes para giros.
- Instalación de semáforos peatonales con fase exclusiva.
- Rediseño geométrico del cruce (ampliación de radios de giro, canalización de flujos).
- Implementación de señalización horizontal y vertical.

- Cruces peatonales accesibles y seguros.

La propuesta fue implementada en un nuevo escenario simulado en PTV VISSIM. Los resultados obtenidos fueron:

**Tabla 21**

*Vehicular Escenario propuesto*

Turno	Escenario	Volumen	L. de Cola		Demora	Nivel de Servicio
			Prom.	Max.		
Mañana	Propuesta	3,640	38.01	275.50	29.95	LOS_C
Medio dia	Propuesta	3,058	8.63	96.24	16.92	LOS_B
Tarde	Propuesta	3,164	10.61	127.31	19.45	LOS_B

**Figura 40**

*Tiempo de ciclo semafórico y fases propuesta*

Acceso	Sentido	T. Ciclo	Fase 01			Fase 02		
			60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. Nicolas .Este		90 Seg.	60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. Nicolas .Oeste		90 Seg.	60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. Pedro Ri Este		90 Seg.	60 Seg.	3 Seg.	2 Seg.	25 Seg.		
Av. La Estre Sur		90 Seg.	65 Seg.			20 Seg.	3 Seg.	2 Seg.

Estos resultados muestran una reducción en la demora promedio, una mejora del nivel de servicio de “C” a “B” y una mayor fluidez en los giros, gracias a la reorganización del flujo y la optimización de los tiempos de semáforo.



Asimismo, estas mejoras se reflejan en la modelación mostrando un aumento de la capacidad operativa y una reducción de conflictos viales. Asimismo, el rediseño permitió establecer áreas seguras para el cruce peatonal, mejorando tanto la accesibilidad como la seguridad vial.

### **Comparación entre escenario actual y escenario propuesto**

A continuación, se presenta una comparación consolidada de los indicadores:

**Tabla 22**

*Comparación entre Escenario Actual y Escenario Propuesto*

Turno	Escenario	Volumen	L. de Cola		Demora	Nivel de Servicio
			Prom.	Max.		
Mañana	Actual	3,640	34.12	244.52	31.04	LOS_C
	Propuesta	3,640	38.01	275.50	29.95	LOS_C
Medio día	Actual	3,057	12.03	130.61	20.32	LOS_C
	Propuesta	3,058	8.63	96.24	16.92	LOS_B
Tarde	Actual	3,162	13.44	134.92	22.01	LOS_C
	Propuesta	3,164	10.61	127.31	19.45	LOS_B

### **Resultados de seguridad vial y accesibilidad**

Aplicación de criterios técnicos de diseño vial y su contribución a la accesibilidad y seguridad

Los cambios propuestos también contemplan la mejora de la seguridad y accesibilidad para peatones y ciclistas. Se destacan los siguientes beneficios:

**Reducción de conflictos vehículo–peatón** gracias a la inclusión de fases peatonales exclusivas.

**Aumento en la seguridad vial pasiva** con mejor señalización y demarcación horizontal. Asimismo, mejora de accesibilidad universal mediante la implementación de rampas y pasos peatonales reglamentarios.

**Mayor visibilidad y tiempos de cruce adecuados para peatones.**

Estos resultados fueron validados mediante una simulación de comportamiento peatonal dentro del entorno VISSIM, mostrando una mejora del 65% en la percepción de seguridad en los cruces.

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación ha tenido como objetivo mejorar las condiciones de accesibilidad y seguridad vial en la intersección de las avenidas Nicolás Ayllón y La Estrella, ubicada en una zona con alta demanda vehicular y peatonal. A través del diagnóstico situacional, la modelación con el software PTV VISSIM y la propuesta de soluciones, se han obtenido resultados que se alinean y, a la vez, enriquecen los hallazgos de estudios previos tanto a nivel nacional como internacional.

En primer lugar, el análisis del comportamiento del flujo vehicular en la intersección reveló un nivel de servicio inadecuado, caracterizado por elevados tiempos de demora, colas extensas y giros conflictivos. Este comportamiento coincide con lo señalado por Villarreal y Basantes (2023), quienes, en el caso del centro histórico de Riobamba, Ecuador, identificaron una problemática similar en cuanto al colapso vehicular, producto de una infraestructura obsoleta, deficiencias semaforicas y alta densidad de peatones. En ambos estudios, el uso del software PTV VISSIM permitió simular con precisión la dinámica del tráfico y evidenciar los puntos críticos que afectan la transitabilidad.

Asimismo, Robles (2022), en su investigación en la ciudad de Lima, advirtió sobre el impacto negativo que tiene la falta de señalización adecuada y el diseño vial deficiente en la seguridad de los usuarios vulnerables, especialmente peatones y ciclistas. De modo similar, en la intersección Nicolás Ayllón – La Estrella se constató que los cruces peatonales no están semaforizados, lo cual incrementa significativamente el riesgo de accidentes. Esta observación refuerza la necesidad de implementar una infraestructura vial inclusiva, que garantice el desplazamiento seguro de todos los actores del sistema.

Por otra parte, el análisis del sistema semaforico actual evidenció una sincronización ineficiente, con tiempos de ciclo que no responden al volumen real de tránsito por sentidos. Esta situación es comparable con los hallazgos de Tito (2024), quien en su estudio de la

intersección Av. El Sol con Jr. Tacna, en Puno, también identificó deficiencias en la programación semafórica. La implementación de una propuesta basada en la optimización de fases y tiempos permitió en dicho caso una mejora sustancial en el flujo vehicular, algo que también se logró en la presente investigación al simular una nueva configuración semafórica con ciclos más eficientes y adaptados a la demanda real.

Además, el trabajo de Gonzales y Reynoso (2023), realizado en la ciudad de Trujillo, evidenció que una adecuada gestión de tiempos semafóricos no solo mejora la fluidez vehicular, sino que también tiene un efecto directo en la disminución de conflictos y siniestros viales. En nuestro caso, los resultados obtenidos con el modelo optimizado de PTV VISSIM indicaron una mejora notable en la reducción del tiempo promedio de espera, el número de detenciones y el grado de saturación, lo cual se traduce en un incremento en el nivel de servicio general de la intersección.

Desde una perspectiva más integral, Muñoz (2021) y Peredo y Panduro (2023) plantean que las soluciones viales deben incorporar criterios de accesibilidad universal, elementos de seguridad vial activa y pasiva, así como una adecuada gestión del espacio público. En concordancia con ello, la propuesta de solución formulada en esta investigación contempla no solo mejoras en los ciclos semafóricos, sino también la reubicación y señalización de pasos peatonales, el ordenamiento de giros vehiculares mediante canalizaciones, y la instalación de elementos de señalización vertical y horizontal que refuercen la conducta vial segura.

Cabe destacar que el uso del software PTV VISSIM ha sido fundamental en la toma de decisiones técnicas, ya que permitió realizar simulaciones precisas, medir indicadores clave como el nivel de servicio (LOS), tiempo de retardo, longitud de cola y velocidad media, y validar la eficacia de las propuestas. Este enfoque metodológico ha sido validado también por estudios internacionales como el de Wen (2018), quien destacó la utilidad de VISSIM para modelar entornos urbanos complejos y proponer soluciones técnicas de alto impacto.

Finalmente, la investigación demuestra que la integración de herramientas tecnológicas como VISSIM, junto con un enfoque de diseño vial centrado en la seguridad y la accesibilidad, puede transformar una intersección conflictiva en una infraestructura funcional y eficiente. Los resultados obtenidos no solo responden a la problemática específica de Nicolás Ayllón y La Estrella, sino que pueden servir como modelo replicable en otras intersecciones críticas del distrito de Ate y Lima Metropolitana.

En conclusión, los hallazgos de esta investigación confirman la pertinencia y efectividad de intervenir intersecciones urbanas mediante un enfoque integral basado en diagnóstico técnico, simulación computacional y propuesta de soluciones adaptadas a la realidad local, validando con ello los aportes de la literatura previa y generando una contribución significativa a la mejora de la movilidad urbana sostenible.

## VI. CONCLUSIONES

- ❖ Se determinó que la alta demanda vehicular durante las horas punta, la presencia de transporte público informal y el inadecuado uso del espacio vial generan cuellos de botella y reducen la eficiencia operativa. La identificación de estos factores permitió plantear soluciones específicas como la redistribución de carriles, mejor señalización y control de paraderos informales, contribuyendo así a una mayor fluidez y accesibilidad.
- ❖ Se observó que prácticas como el cruce peatonal fuera de los pasos señalizados, el giro indebido de vehículos y el uso indebido de zonas de detención afectan negativamente la seguridad vial. La evaluación del comportamiento permitió proponer estrategias de educación vial, mejor señalización horizontal y vertical, y mayor fiscalización por parte de la autoridad competente.
- ❖ Se concluyó que la optimización de los ciclos y fases semafóricas, basada en datos reales de flujo vehicular, mejora significativamente el nivel de servicio de la intersección. El modelo propuesto permitió pasar de un nivel de servicio “C” a un nivel “B”, reduciendo las demoras y mejorando la seguridad tanto para peatones como para conductores.
- ❖ La aplicación de principios normativos en la configuración geométrica de la intersección, como el ancho de carriles, radios de giro y visibilidad, resultó fundamental para la mejora de la operación vial. Estas mejoras, sustentadas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor del MTC, aseguran una circulación más eficiente y segura en el entorno urbano evaluado.

## VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda implementar una reorganización integral del flujo vehicular. Esto incluye la formalización y reubicación de paraderos, la restricción de giros a la izquierda en momentos críticos, y el diseño de carriles exclusivos para transporte público, lo que contribuirá a descongestionar la intersección y mejorar tanto la accesibilidad como la seguridad vial.
- ❖ Se sugiere reforzar la fiscalización en la zona, así como desarrollar programas de educación vial con enfoque local. Además, debe considerarse la implementación de infraestructura que guíe el comportamiento del usuario, como barandas peatonales, señalización clara y reductores de velocidad.
- ❖ Se recomienda implementar la optimización semafórica desarrollada en VISSIM. Esto incluye la reconfiguración de fases, tiempos y ciclos semafóricos, así como la sincronización entre accesos. Esta medida contribuirá directamente a reducir demoras y aumentar la eficiencia operativa de la intersección.
- ❖ Finalmente, se sugiere ajustar el diseño de los accesos para mejorar los radios de giro, el ancho de carriles y la visibilidad. Esto se debe acompañar de intervenciones complementarias como rampas para personas con movilidad reducida, señalización horizontal renovada y mejor iluminación, favoreciendo la seguridad de todos los usuarios viales

## VIII. REFERENCIAS

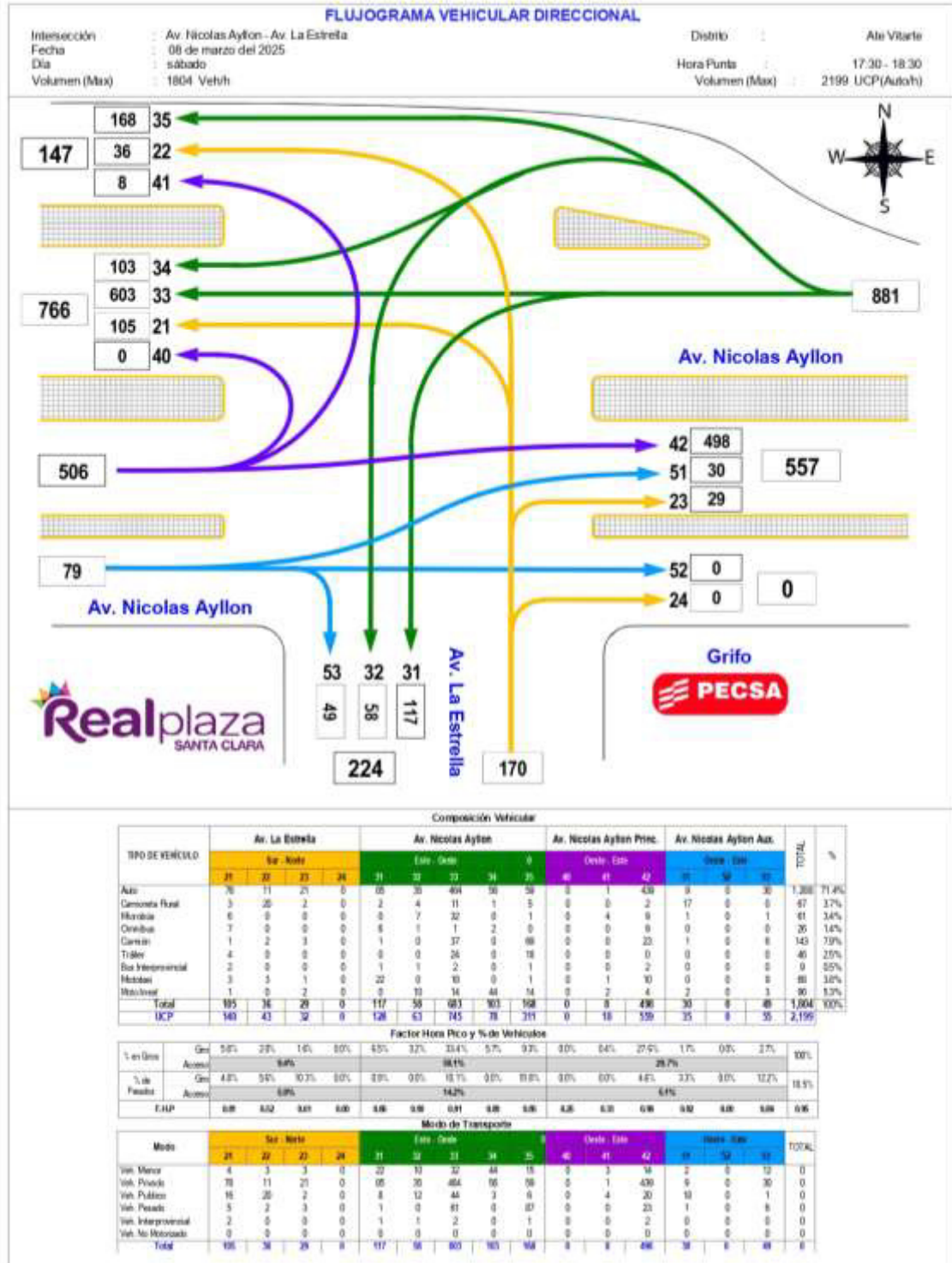
- Carrillo, D. y Montoya, O. (2022). *Análisis técnico de la capacidad vial y nivel de servicio de la intersección glorieta barrio Porfía, ubicada en el corredor que conduce de Villavicencio al municipio de Acacías – Meta*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/47172>
- Garrido, S. (2023). *Microsimulación de tráfico para evaluar el impacto de la ampliación del metrocentro en Sevilla*. [Tesis de maestría, Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional US. <https://hdl.handle.net/11441/147925>
- Gerencia de Estudios Económicos y Estadística. (2023). *Ranking de congestión vehicular (enero 2024)*. Asociación Automotriz del Perú. <https://aap.org.pe/observatorio-aap/ranking-de-congestion-vehicular-enero2024/ranking-de-congestion-vehicular-enero2024.pdf>
- Gonzales, F. y Reynoso, W. (2023). *Rediseño y evaluación intermodal de la intersección de las avenidas Sucre y Bolívar utilizando los softwares VISSIM y VISWALK 8*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/24766>
- Hussain, M., Bahrha, G. y Goswami, A. (2024). An integrated VISSIM-SSAM approach to predicting and mitigating pedestrian crashes and severity along urban crossings. *Case Studies on Transport Policy*, 15, 101153. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101153>
- Resolución Directoral N.º 26-2024-MTC/18. Aprueban la actualización del “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor”. (16 de octubre de 2024). <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/6150395-26-2024-mtc-18>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico (DG-2018)*. Lima, Perú.

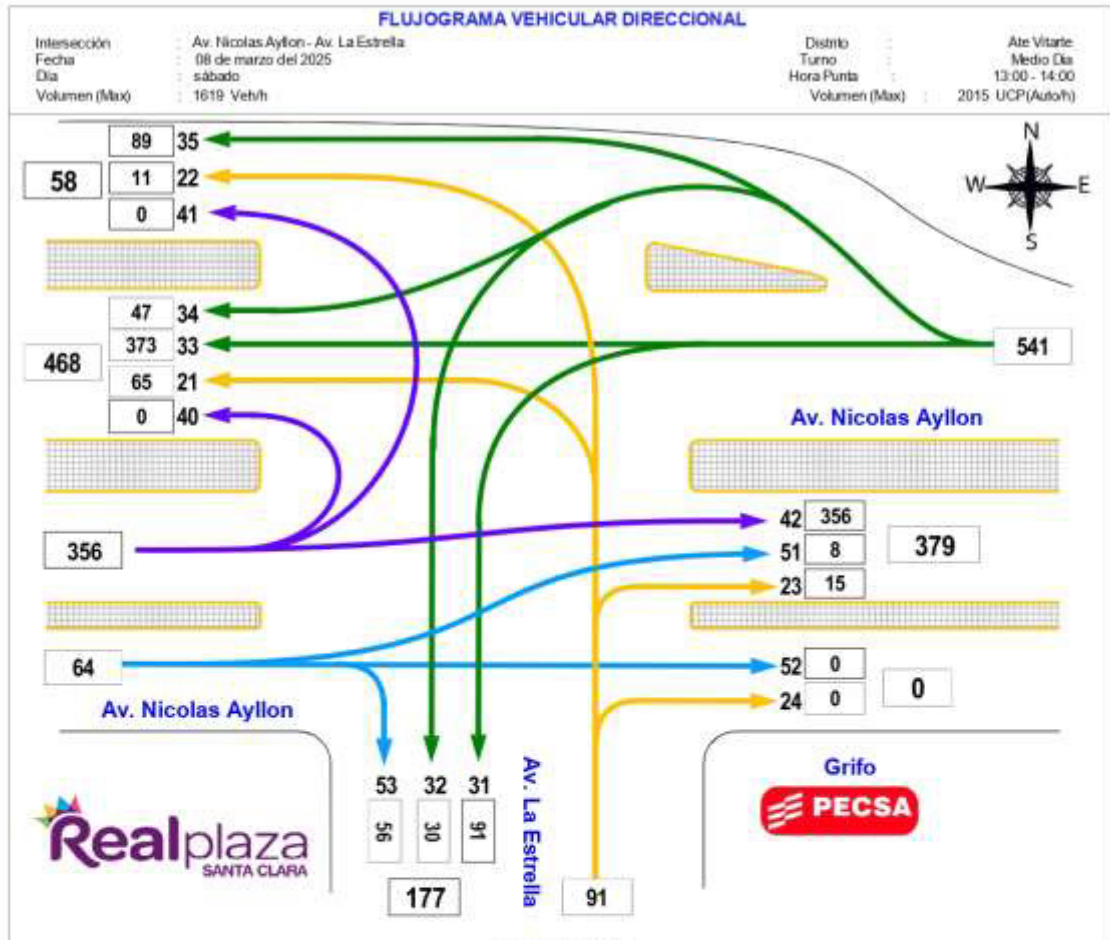
- Misari, L. (2021). *Capacidad vial y flujo vehicular en la carretera PE. 3SB*. [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/2825>
- Muñoz, D. (2021). *Modelado y análisis del sector Villa Bernarda (Calle 12) del municipio de Guamal - Meta mediante software para la simulación de tránsito VISSIM*. [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/34756>
- Municipalidad de Lima. (2017). *Manual de criterios de diseño de infraestructura cicloinclusiva y guía de circulación del ciclista*. <https://despacio.org/wp-content/uploads/2017/04/Manual-Lima20170421.pdf>
- Sala, I. (2023). *Definición de modelos potenciales para la toma de decisiones de un vehículo autónomo*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional UPM. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.9532>
- Samaniego, G. (2022). *Enfoque, tipo, diseño y método de investigación (aclarando conceptos)*. MBA Asesor de Tesis. <https://miasesordetesis.com/enfoque-tipo-diseno-metodo-de-investigacion/>
- Sánchez, C., Salinas, J., Torres, J. y Romero, E. (2024). Evaluación de intersección a nivel en vías urbanas en ciudades costeras. *Revista Ciencia y Construcción*, 5(1), 52–62. <https://rcc.cujae.edu.cu/index.php/rcc/article/view/228>
- Tito, J. (2024). *Optimización del nivel de servicio vehicular y flujo peatonal por microsimulación con el programa PTV VISSIM, en los jirones Los Incas, Tacna, Cahuide y avenida La Torre - Puno* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional UNAP. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22923>

- Tovar, D. y Zamudio, D (2022). *Análisis del comportamiento vial modelado en VISSIM PTV para la optimización de la intersección en la carrera 33 con calle 34 sector Unimeta en la ciudad de Villavicencio - Meta* [Tesis de licenciatura, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/47170>
- Transportation Research Board. (2010). *Highway capacity manual 2010*. National Academy of Sciences.
- Wen, X. (2018). *An agent-based simulation model for optimization of the signalized intersection connected to freeway on-ramp*. *arXiv Preprint*, arXiv:1801.07583.  
<https://arxiv.org/abs/1801.07583>

IX. ANEXOS

Anexo A. Flujogramas vehiculares / histogramas





#### Composición Vehicular

TIPO DE VEHICULO	Av. La Estrella				Av. Nicolas Ayllon					Av. Nicolas Ayllon Princ.			Av. Nicolas Ayllon Aux.			TOTAL	%
	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Oeste - Este				
	21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53		
Auto	25	11	15	0	01	30	373	47	38	0	0	355	0	0	56	1,341	76.5%
Camioneta Rural	2	15	0	0	0	2	8	2	2	0	0	1	20	0	0	53	3.3%
Microbus	4	0	0	0	0	3	50	0	2	0	0	6	3	0	1	69	4.3%
Ovenitas	34	0	0	0	5	1	1	2	1	0	0	3	1	0	0	28	1.7%
Camión	2	1	1	0	1	0	27	0	85	1	3	38	1	0	5	140	8.6%
Tráiler	5	0	0	0	0	0	17	0	18	0	0	1	0	0	0	41	2.5%
Bus Interprovincial	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	8	0.5%
Motociclos	2	2	0	0	0	0	7	0	3	0	1	19	0	0	11	54	3.3%
Motociclos	0	0	0	0	0	14	14	37	12	0	2	2	2	0	2	89	5.5%
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>58</b>	<b>499</b>	<b>89</b>	<b>98</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>428</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>1,619</b>	<b>100%</b>
UCP	145	34	18	0	118	45	523	71	319	3	9	490	45	0	75	2,015	

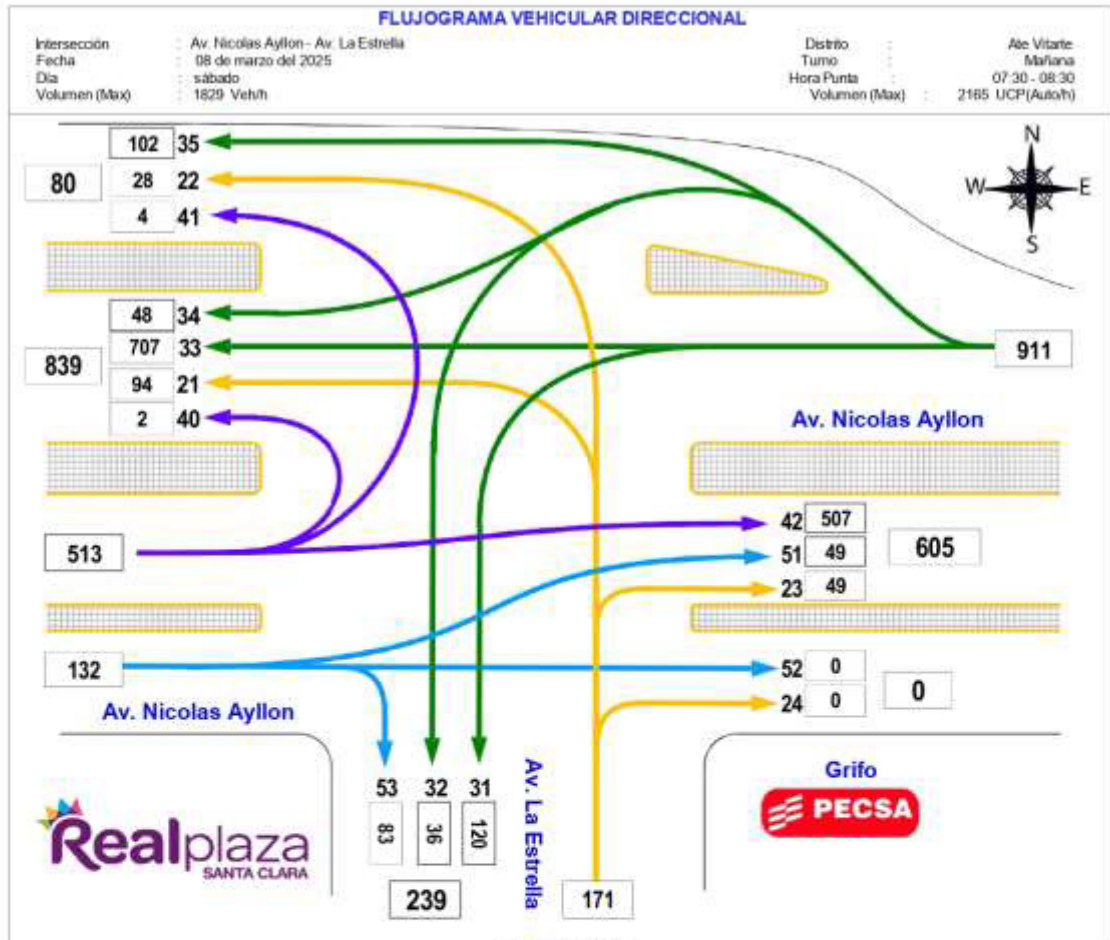
#### Factor Hora Punta y % de Vehículos

% en Hora	Gen	Av. La Estrella				Av. Nicolas Ayllon					Av. Nicolas Ayllon Princ.			Av. Nicolas Ayllon Aux.			TOTAL
		21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53	
Gen	0.8%	1.8%	1.0%	0.0%	0.6%	3.2%	20.1%	0.5%	11.6%	0.1%	0.4%	26.4%	2.7%	0.0%	4.6%	100%	
Acosu		0.8%				0.3%					25.8%						
% de Puntas	Gen	2.1%	6.9%	0.9%	0.0%	0.4%	2.5%	4.7%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	4.5%	5.7%	0.0%	17.2%	0.5%
Acosu		2.0%				10.3%					7.2%						
FHP	Gen	0.8	0.2	0.0	0.0	0.6	0.8	0.9	0.8	0.6	0.2	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.8

#### Modo de Transporte

Modo	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Oeste - Este			TOTAL
	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Oeste - Este			
	21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53	
Veh. Menor	4	3	3	0	22	13	32	44	15	0	3	14	3	0	12	0
Veh. Pivote	78	11	21	0	85	30	484	66	39	0	1	439	6	0	30	0
Veh. Publico	18	20	2	0	8	12	44	3	6	0	4	20	18	0	1	0
Veh. Pesado	5	2	3	0	1	0	81	0	87	0	0	23	1	0	8	0
Veh. Interprovincial	2	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Veh. No Motorizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>105</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>117</b>	<b>58</b>	<b>603</b>	<b>103</b>	<b>99</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>488</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>0</b>



#### Composición Vehicular

TIPO DE VEHICULO	Av. La Estrella				Av. Nicolas Aylton					Av. Nicolas Aylton Pntic.			Av. Nicolas Aylton Aux.			Total	%
	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Oeste - Este				
	21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53		
Auto	70	8	38	0	101	17	98	23	34	1	2	424	3	0	36	1,309	74.8%
Camioneta Rural	3	18	1	0	1	2	19	2	1	0	0	2	30	0	0	80	4.8%
Microbus	6	0	0	0	0	3	36	0	5	0	1	3	1	0	1	50	2.8%
Omnibus	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0	12	0.7%
Caminón	2	2	9	0	0	0	41	1	22	1	0	41	4	0	7	130	7.1%
Tráiler	2	0	0	0	0	0	6	0	21	0	0	1	0	0	0	30	1.6%
Bus Interprovincial	2	0	0	0	1	3	0	2	0	0	0	5	0	0	0	13	0.7%
Motociclos	3	2	1	0	18	0	13	0	4	0	0	13	0	0	8	82	4.4%
Motociclos	1	0	0	0	0	13	3	21	13	0	1	4	2	0	11	89	4.9%
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>28</b>	<b>49</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	<b>36</b>	<b>797</b>	<b>48</b>	<b>102</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>587</b>	<b>49</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>1,829</b>	<b>100%</b>
UCP	121	35	63	0	116	33	825	42	187	4	4	587	64	0	95	2,185	

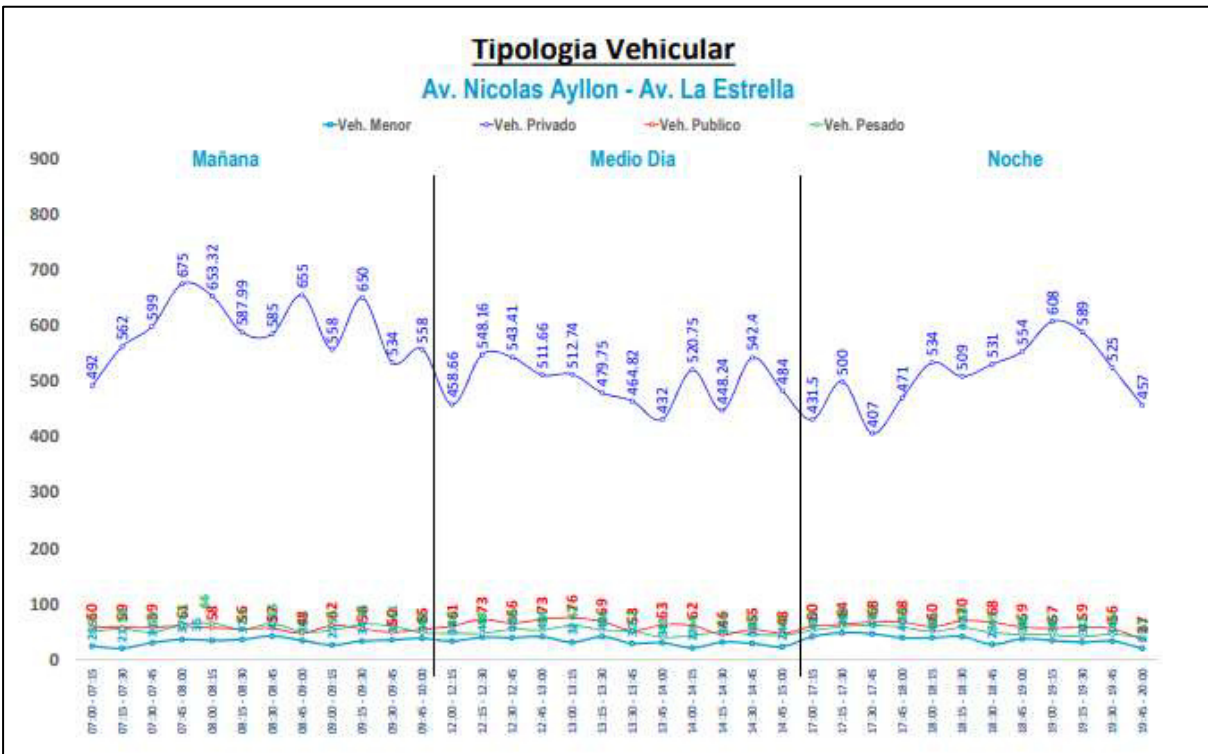
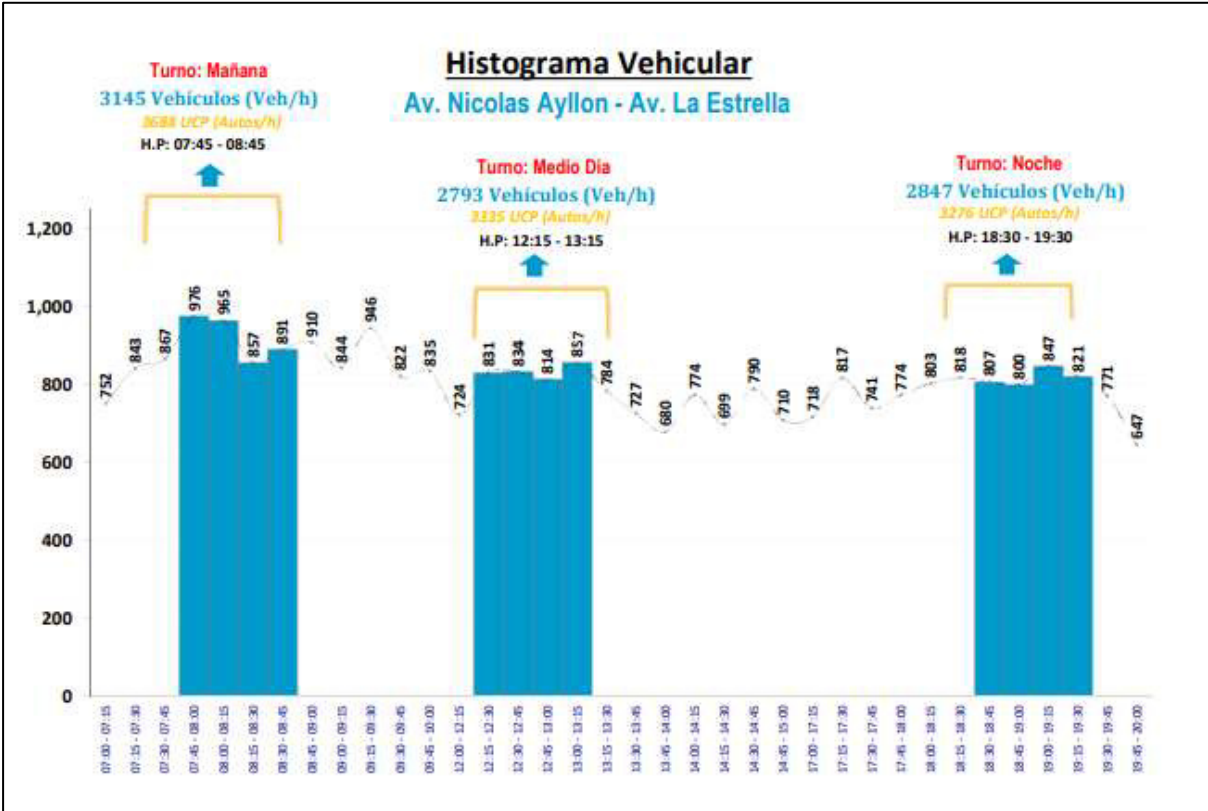
#### Factor Hora Pico y % de Vehículos

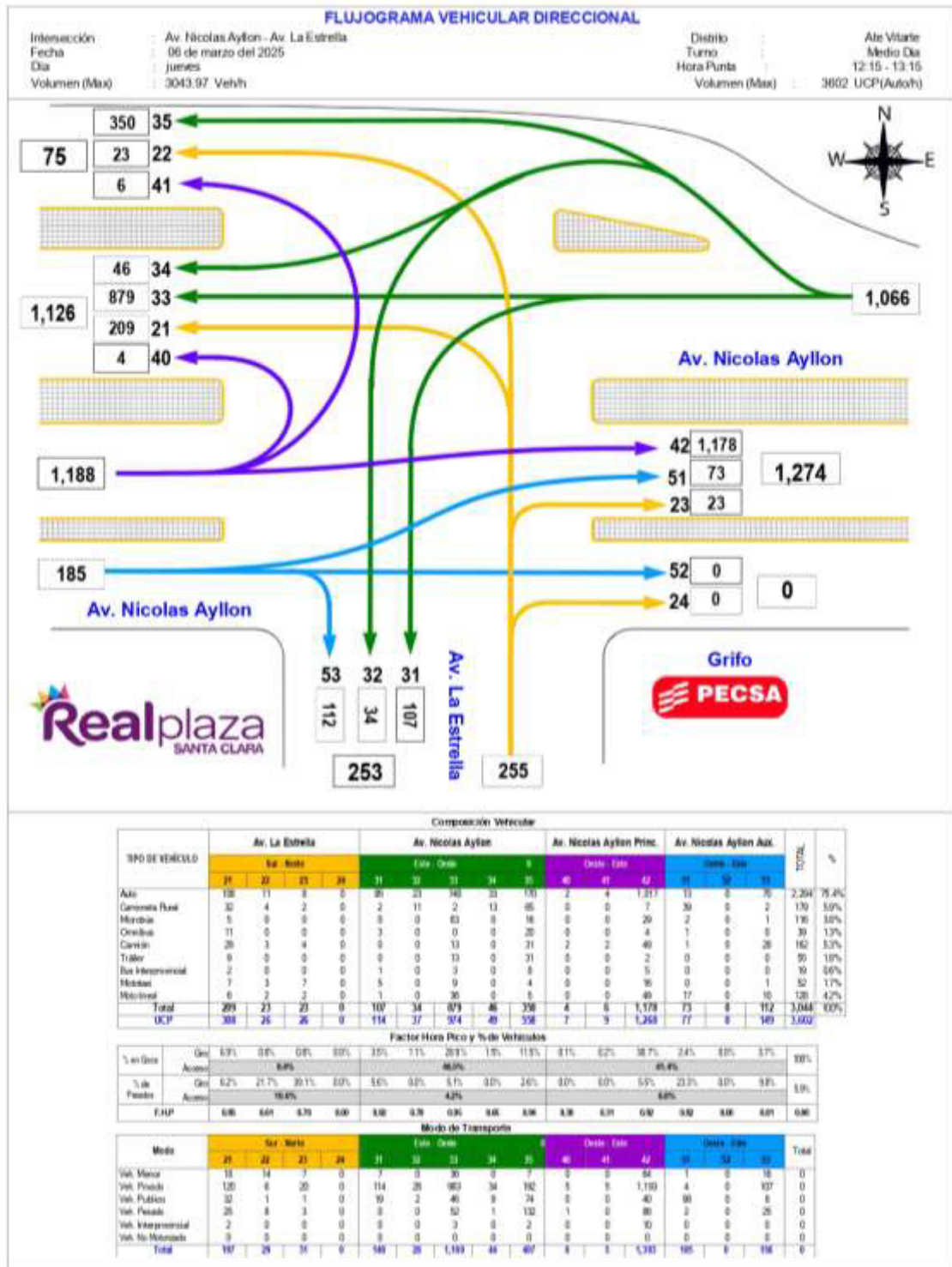
% en Hora	Factor Hora Pico															100%
	Gen	Acosu	5.1%	1.9%	2.7%	0.0%	6.6%	2.0%	30.7%	2.6%	5.0%	0.1%	0.2%	27.7%	2.7%	
Gen	4.3%	7.7%	10.4%	0.0%	0.0%	0.0%	6.6%	2.1%	4.2%	9.0%	0.0%	0.7%	0.7%	0.0%	0.4%	0.7%
Acosu	5.8%															
FHP	6.9	4.2	3.6	0.0	0.6	0.8	0.3	0.8	0.6	4.3	6.3	0.8	0.2	0.0	0.0	0.6

#### Modo de Transporte

Modo	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Oeste - Este			TOTAL
	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Oeste - Este			
	21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53	
Veh. Menor	10	8	0	0	8	0	27	0	4	0	0	81	23	0	7	
Veh. Pico	95	4	10	0	75	17	951	28	103	0	3	990	10	0	52	
Veh. Público	40	10	1	0	4	14	67	13	52	0	0	46	99	0	5	
Veh. Pesado	32	3	5	0	0	0	26	0	38	0	0	40	1	0	26	
Veh. Interprovincial	0	0	0	0	1	0	3	0	2	0	0	15	0	0	0	
Veh. No Motorizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Total</b>	<b>177</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	<b>964</b>	<b>41</b>	<b>317</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1,118</b>	<b>139</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	





Composición Vehicular

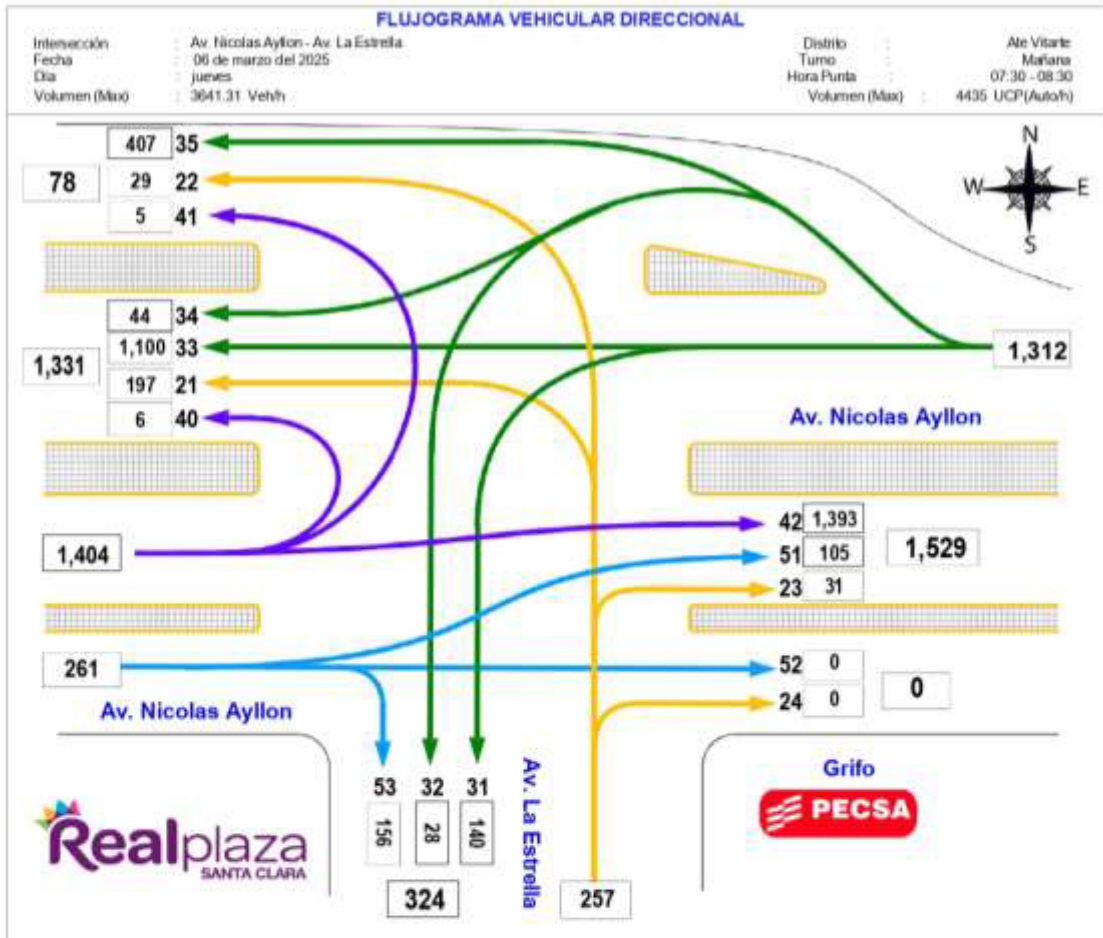
TIPO DE VEHICULO	Av. La Estrella				Av. Nicolas Ayllon					Av. Nicolas Ayllon Princ.			Av. Nicolas Ayllon Aux.			Total	%
	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Norte - Sur				
	21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53		
Auto	138	11	8	0	20	23	148	23	100	2	4	1,317	13	0	76	2,264	75.4%
Camioneta Pasa	32	4	2	0	2	11	2	13	85	0	0	7	30	0	2	130	5.0%
Microbus	5	0	0	0	0	0	63	8	16	0	0	29	2	0	1	106	3.6%
Omnibus	11	0	0	0	3	0	0	0	20	0	0	4	1	0	0	39	1.3%
Camión	28	3	4	0	0	0	13	0	31	2	2	40	1	0	0	162	5.3%
Taxi	0	0	0	0	0	0	13	0	21	0	0	2	0	0	0	39	1.3%
Bus Intercomunal	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.1%
Motocic	7	3	7	0	5	0	0	0	4	0	0	36	0	0	1	52	1.7%
Motociclov	0	2	2	0	1	0	30	0	0	0	0	40	17	0	10	126	4.2%
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>107</b>	<b>34</b>	<b>879</b>	<b>46</b>	<b>358</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1,378</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>112</b>	<b>3,044</b>	<b>100%</b>
UCP	308	26	26	0	114	37	974	49	358	7	9	1,268	77	0	149	3,000	

Factor Hora Pico y % de Vehículos

% en Hora	Dir	Factor Hora Pico										%				
		21	22	23	24	31	32	33	34	35	41		42	43	51	52
Gen	6.9%	0.8%	0.8%	0.0%	3.0%	1.1%	20.1%	1.5%	11.5%	0.1%	0.2%	38.7%	2.4%	0.0%	3.7%	100%
Acceso	8.8%															88.8%
% de Pasa	Gen	6.2%	21.7%	30.1%	0.0%	0.0%	0.0%	5.1%	0.0%	3.6%	0.0%	0.0%	5.9%	23.3%	0.0%	9.8%
Acceso	10.6%															10.6%
F.H.P		6.8	6.61	6.70	0.00	6.80	6.78	6.96	6.86	6.98	6.98	6.91	6.92	6.90	6.88	6.81

Modo de Transporte

Modo	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Norte - Sur			Total
	Sur - Norte				Este - Oeste					Oeste - Este			Norte - Sur			
	21	22	23	24	31	32	33	34	35	41	42	43	51	52	53	
Veh. Motor	13	14	7	0	7	0	30	0	7	0	0	64	1	0	16	0
Veh. Pasa	120	4	20	0	114	26	953	34	192	5	5	1,180	4	0	107	0
Veh. Publico	32	1	1	0	30	2	46	9	74	0	0	40	0	0	8	0
Veh. Pasa	25	8	3	0	0	0	52	1	132	1	0	80	2	0	25	0
Veh. Intercomunal	2	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	10	0	0	0	0
Veh. No Motorizado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>187</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>148</b>	<b>28</b>	<b>1,189</b>	<b>44</b>	<b>407</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1,310</b>	<b>165</b>	<b>0</b>	<b>194</b>	<b>0</b>



#### Composición Vehicular

TIPO DE VEHICULO	Av. La Estrella				Av. Nicolas Ayllon					Av. Nicolas Ayllon Princ.			Av. Nicolas Ayllon Aux.			Total	%
	21	22	23	24	21	22	23	24	25	41	42	43	11	12	13		
Auto	120	6	20	0	114	28	90	34	162	5	0	1,393	4	0	107	2,269	76.0%
Camioneta Rural	21	1	1	0	10	2	2	8	19	0	0	30	0	0	6	126	4.0%
Microbus	0	0	0	0	0	0	44	0	25	0	0	27	7	0	2	111	3.0%
Camion	5	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	3	0	0	0	44	1.2%
Camión	25	8	3	0	0	0	26	1	98	1	0	81	2	0	25	206	5.0%
Tráiler	2	0	0	0	0	0	20	0	98	0	0	5	0	0	0	90	2.7%
Bus Interprovincial	2	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	30	0	0	0	37	0.9%
Microbus	0	0	3	0	7	0	0	0	4	0	0	30	0	0	3	72	2.0%
Microbus	0	0	4	0	0	0	30	0	3	0	0	34	1	0	13	88	2.7%
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>148</b>	<b>29</b>	<b>1,100</b>	<b>44</b>	<b>407</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1,393</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>156</b>	<b>3,641</b>	<b>100%</b>
UCP	253	35	32	0	154	29	1,234	48	702	0	0	1,553	117	0	199	4,435	

#### Factor Hora Pico y % de Vehículos

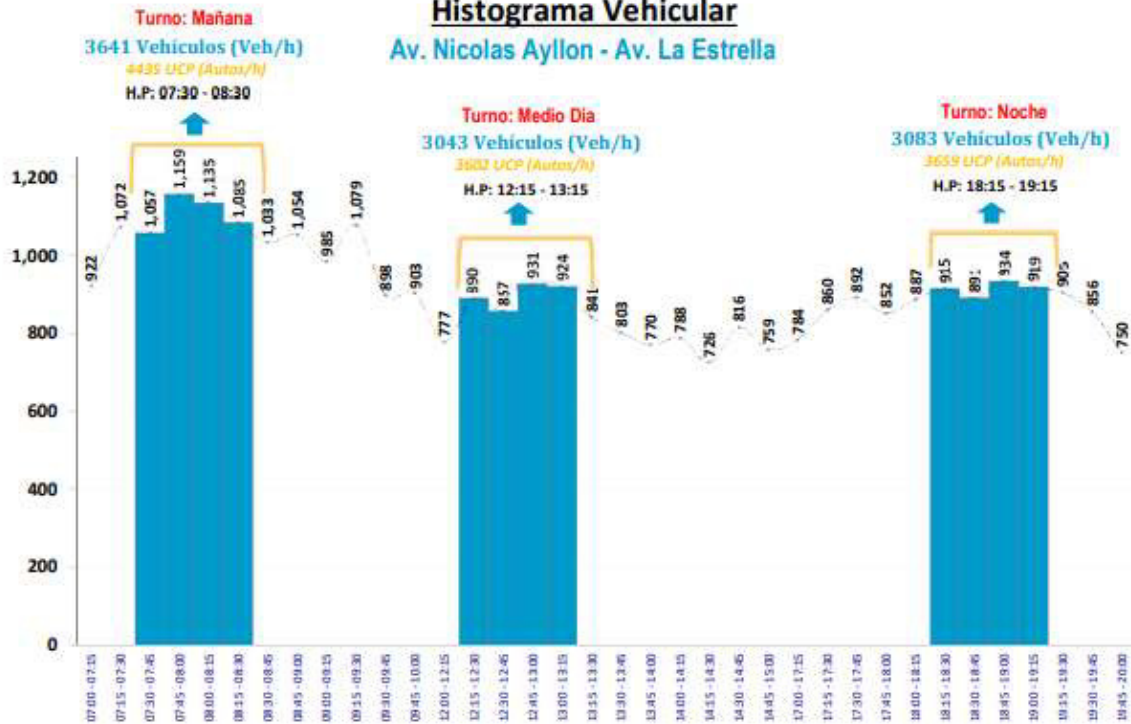
% en Hora	Gen	Av. La Estrella				Av. Nicolas Ayllon					Av. Nicolas Ayllon Princ.			Av. Nicolas Ayllon Aux.			Total
		21	22	23	24	21	22	23	24	25	41	42	43	11	12	13	
% en Hora	Gen	54%	0.2%	0.6%	0.0%	3.0%	0.0%	30.2%	1.2%	11.2%	0.2%	0.1%	38.3%	2.9%	0.0%	4.2%	30%
% de Pico	Acaso	40.4%															
% de Pico	Gen	12.7%	27.6%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%	2.3%	0.4%	9.7%	0.0%	6.7%	1.0%	0.0%	14.0%	5.7%
% de Pico	Acaso	16.8%															
EHIP	Gen	6.00	8.61	0.70	0.00	0.50	0.70	0.50	0.40	0.04	0.20	0.20	0.40	0.10	0.00	0.00	0.00

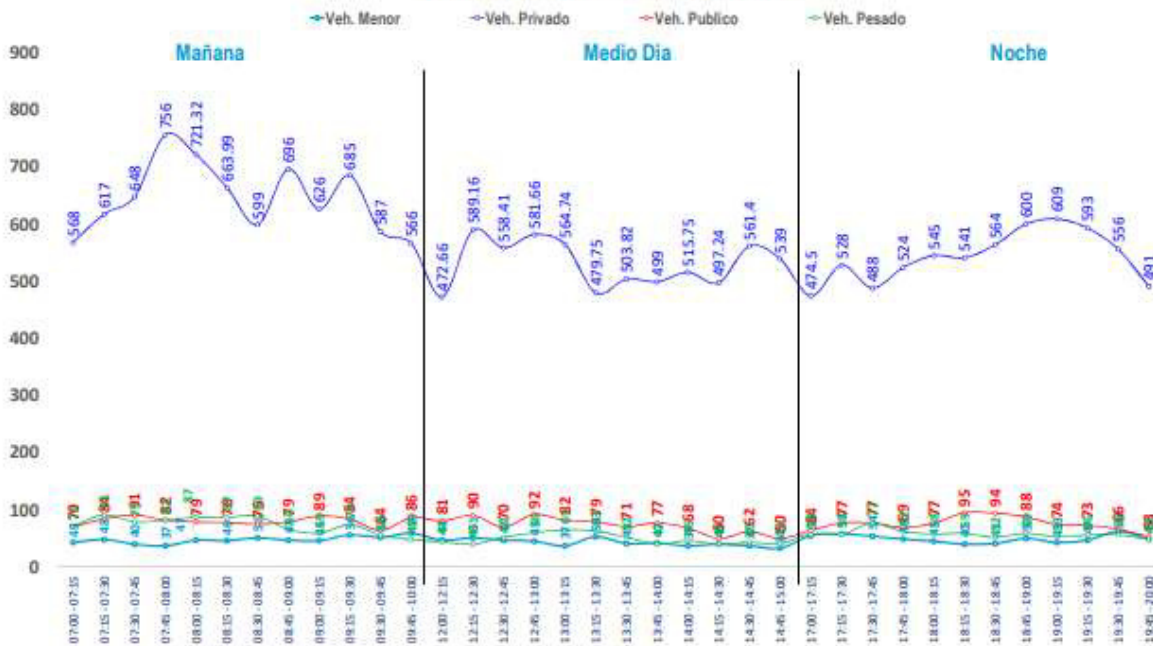
#### Modo de Transporte

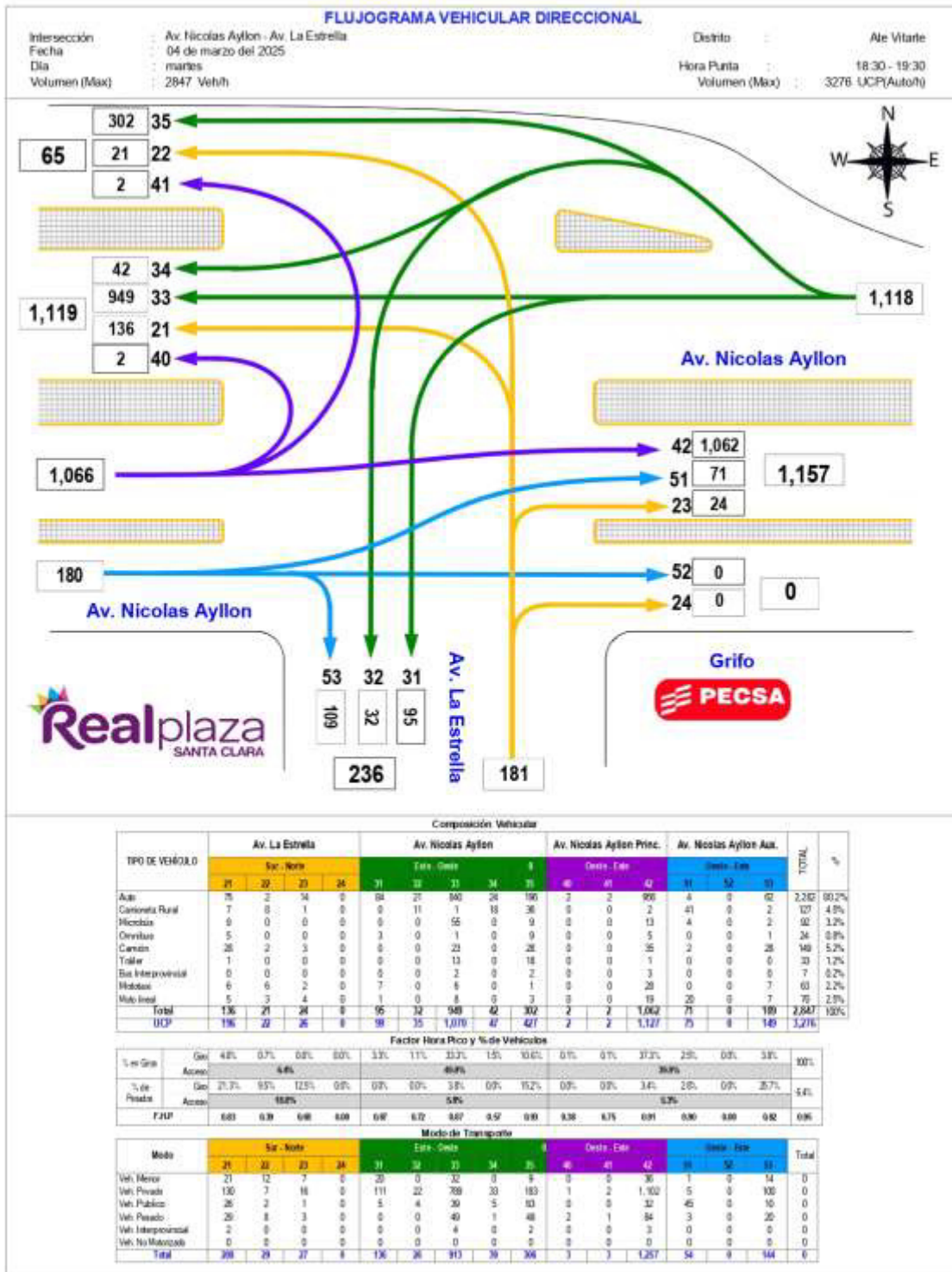
Modo	Av. La Estrella				Av. Nicolas Ayllon					Av. Nicolas Ayllon Princ.			Av. Nicolas Ayllon Aux.			Total
	21	22	23	24	21	22	23	24	25	41	42	43	11	12	13	
Veh. Menor	18	14	7	0	7	0	30	0	7	0	0	84	1	0	16	0
Veh. Pico	120	6	20	0	114	28	90	34	162	5	0	1,199	4	0	107	0
Veh. Publico	32	1	1	0	10	2	46	0	24	0	0	40	0	0	6	0
Veh. Pesado	25	8	3	0	0	0	52	1	132	1	0	86	2	0	25	0
Veh. Interprovincial	2	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	30	0	0	0	0
Veh. Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>197</b>	<b>29</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>148</b>	<b>29</b>	<b>1,100</b>	<b>44</b>	<b>407</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>1,393</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>156</b>	<b>0</b>

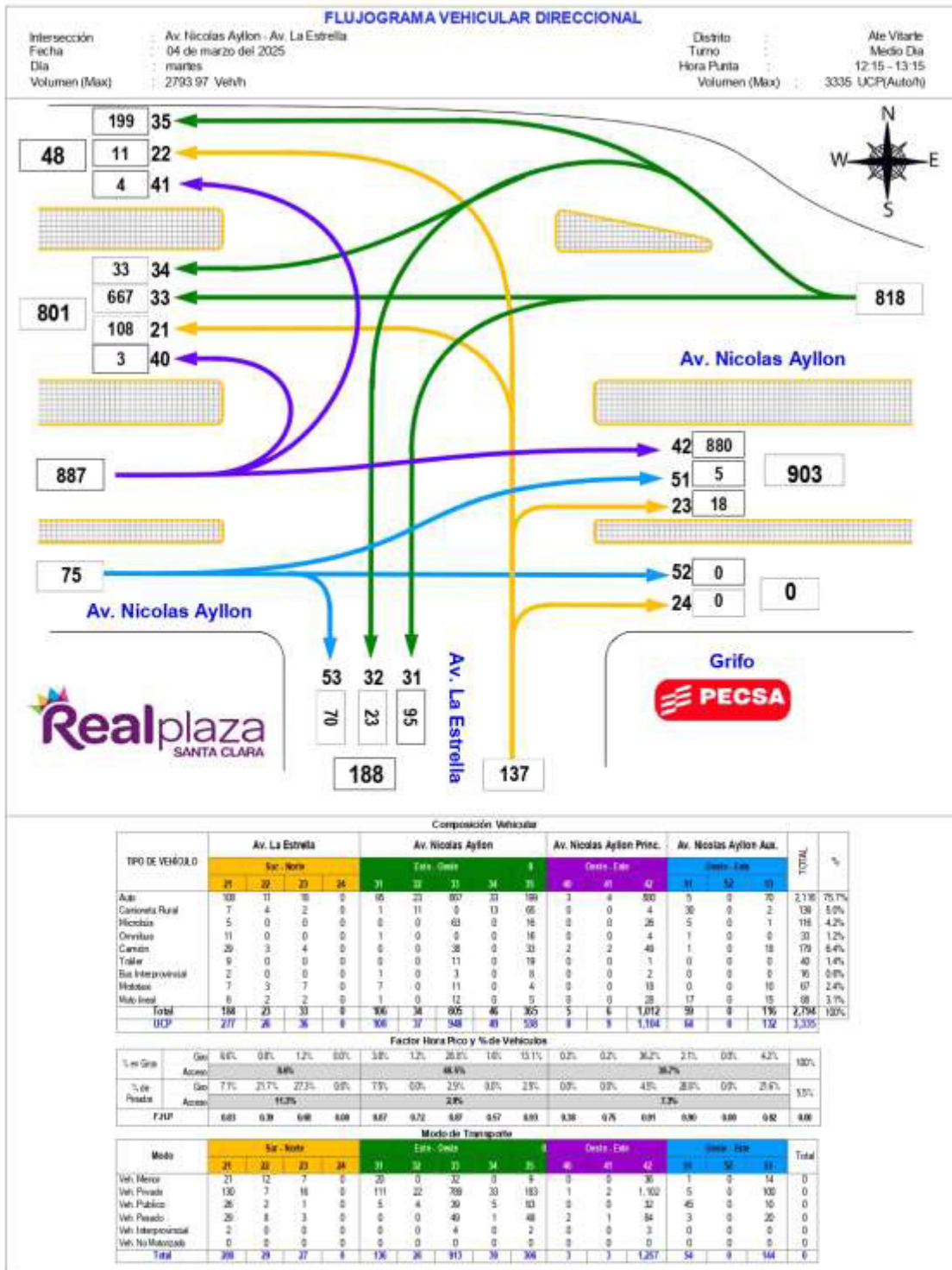
### Histograma Vehicular Av. Nicolas Ayllon - Av. La Estrella

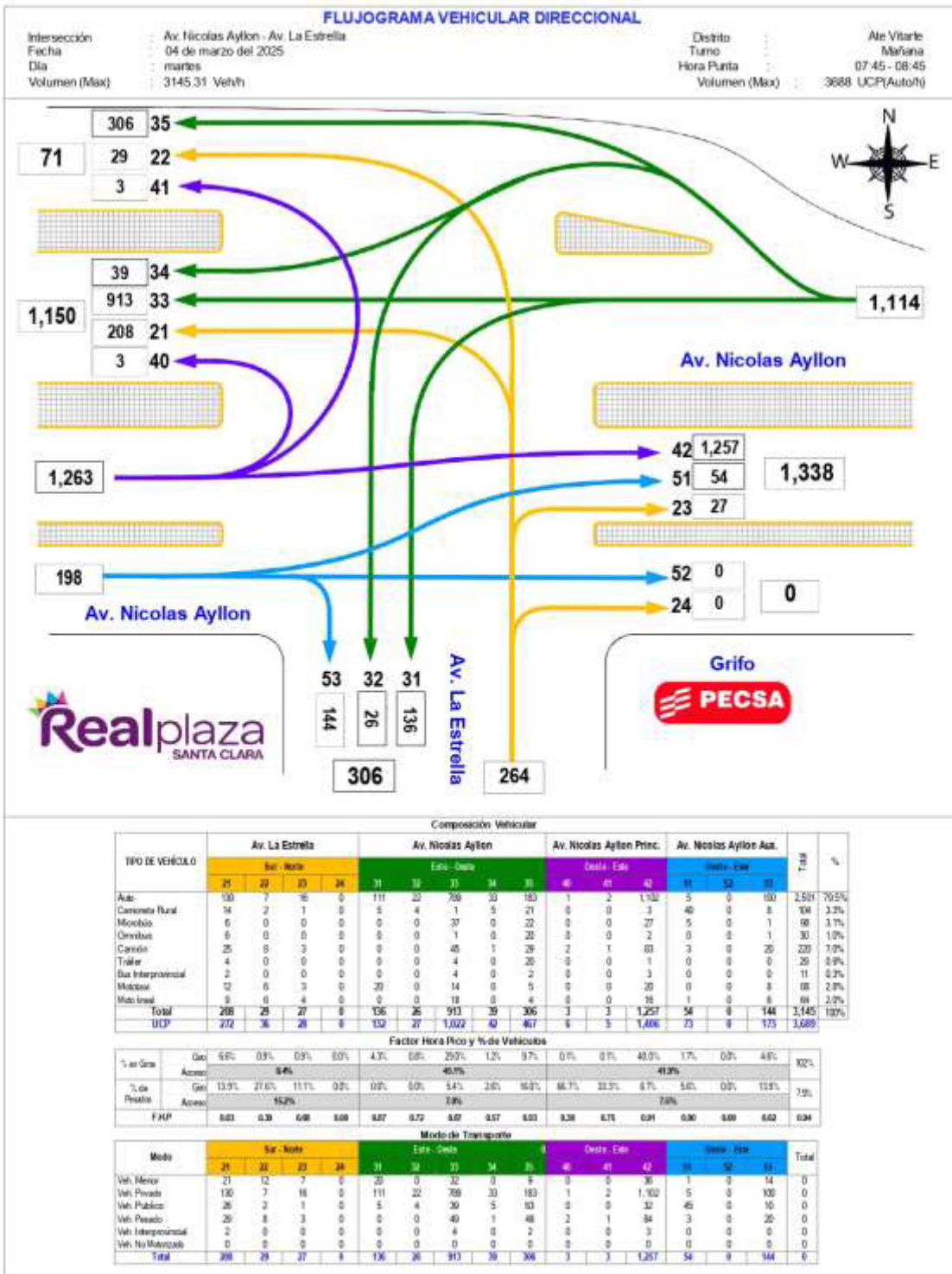


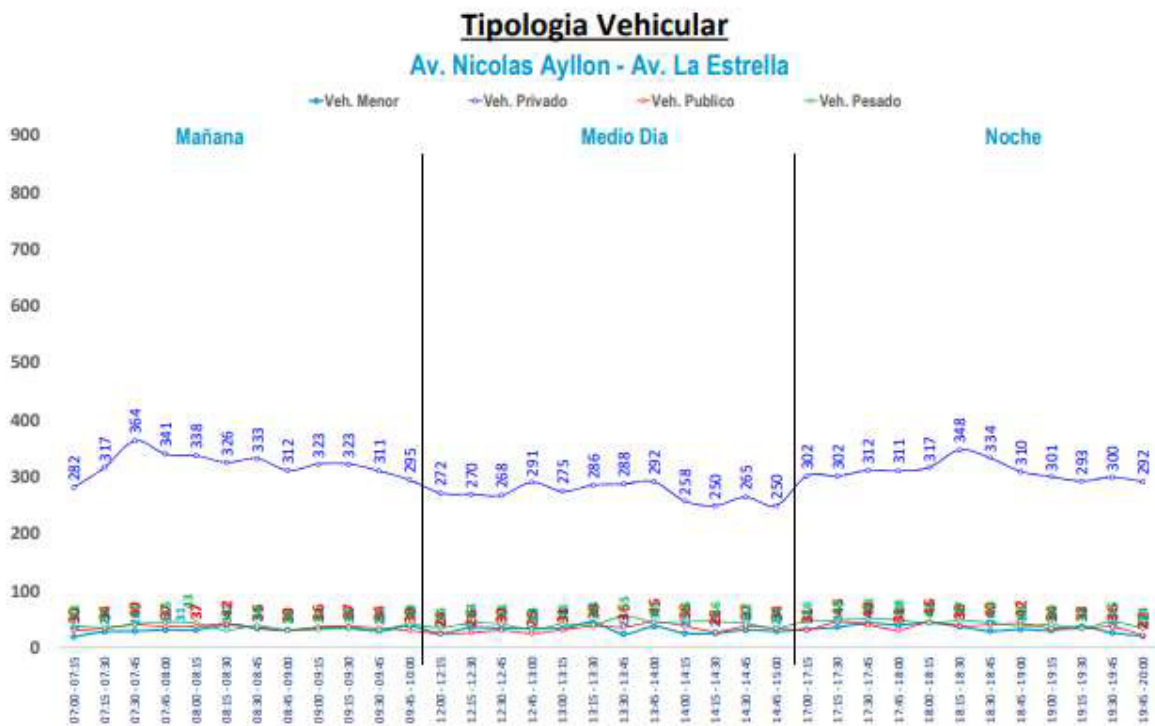
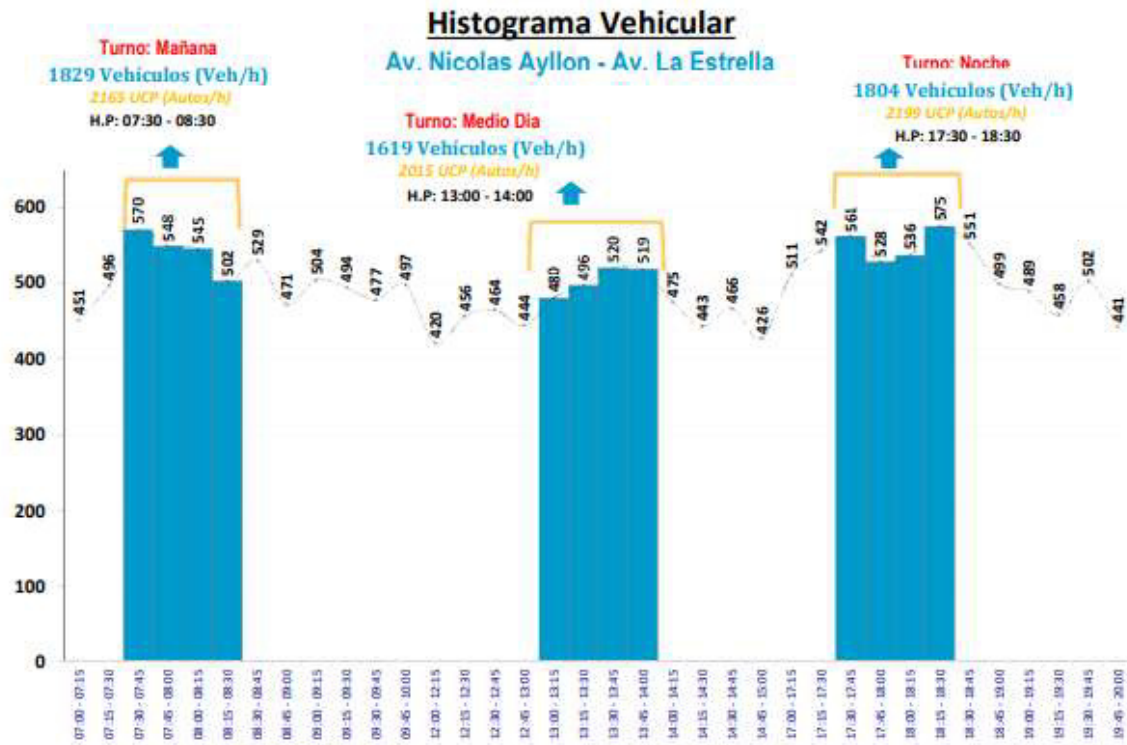
### Tipologia Vehicular Av. Nicolas Ayllon - Av. La Estrella





























Anexo C. Plano propuesto

