



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación del diseño geométrico y congestionamiento vehicular
en la Av. Nicolas de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Acurio Flores, Grimaldo (orcid.org/0009-0001-0911-9804)

Bach. Meza Quispe, Junior Antonio (orcid.org/0009-0001-3013-3782)

ASESOR:

Dr. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestra familia y en especial a nuestras madres, que con su apoyo nos impulsaron a continuar nuestras metas.

AGRADECIMIENTO

Para nuestra familia, a la
Universidad César Vallejo y
nuestro asesor que con sus
consejos y guía nos encamino a
realizar la presente investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolás de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023", cuyos autores son ACURIO FLORES GRIMALDO, MEZA QUISPE JUNIOR ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 11 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 25-12- 2023 14:11:07

Código documento Trilce: TRI - 0692666



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ACURIO FLORES GRIMALDO, MEZA QUISPE JUNIOR ANTONIO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolás de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ACURIO FLORES GRIMALDO DNI: 46659429 ORCID: 0009-0001-0911-9804	Firmado electrónicamente por: GACURIOF el 13-02-2024 01:10:58
MEZA QUISPE JUNIOR ANTONIO DNI: 75803235 ORCID: 0009-0001-3013-3782	Firmado electrónicamente por: JMEZAO el 14-02-2024 00:34:24

Código documento Trilce: INV - 1481306



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	18
III. METODOLOGÍA	33
3.1. Tipo y diseño de investigación	33
3.2. Variable y operacionalización.....	35
3.3. Población, muestra y muestreo	37
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5. Procedimientos.....	41
3.6. Método de análisis de datos.....	44
3.7. Aspectos éticos	44
IV. RESULTADOS.....	47
V. DISCUSIÓN.....	99
VI. CONCLUSIONES	101
VII. RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Conclusiones principales de los antecedentes</i>	25
Tabla 2. <i>Resumen de Operacionalización de variables</i>	37
Tabla 3. <i>Empresas de transporte publico</i>	49
Tabla 4. <i>Características geométricas existentes / intersecciones</i>	53
Tabla 5. <i>Radios de giro existentes / intersecciones</i>	54
Tabla 6. <i>Fases y ciclos semafóricos</i>	64
Tabla 7. <i>Número mínimo de iteraciones necesarias</i>	66
Tabla 8. <i>Volumen vehicular Av. Piérola/Av. Alfonso Ugarte</i>	71
Tabla 9. <i>Volumen vehicular Av. Piérola/Av. Mariátegui</i>	71
Tabla 10. <i>Volumen vehicular Av. Piérola/Av. A. Ugarte</i>	72
Tabla 11. <i>Rangos de Indicador estadístico GEH</i>	74
Tabla 12. <i>Indicador estadístico GEH para el modelo construido</i>	74
Tabla 13. <i>Niveles de servicio en función de la demora</i>	75
Tabla 14. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin</i>	76
Tabla 15. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui</i>	76
Tabla 16. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte</i> . 77	
Tabla 17. <i>Radios de giro propuestos / intersecciones</i>	77
Tabla 18. <i>Ciclos semafóricos propuestos</i>	78
Tabla 19. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin</i>	78
Tabla 20. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui</i>	79
Tabla 21. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte</i> . 79	
Tabla 22. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin</i>	80
Tabla 23. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui</i>	80

Tabla 24. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte.</i>	81
Tabla 25. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martín.....</i>	81
Tabla 26. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui.....</i>	82
Tabla 27. <i>Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte.</i>	82
Tabla 28. <i>Resumen radios de giro existente-propuesto</i>	83
Tabla 29. <i>Comparativo Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martín.....</i>	83
Tabla 30. <i>Comparativo Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui</i>	84
Tabla 31. <i>Comparativo Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte</i>	84
Tabla 32. <i>tabla de frecuencia para congestión vehicular - nivel de servicio</i>	85
Tabla 33. <i>tabla cruzada tiempo de semaforización-nivel de servicio.....</i>	85
Tabla 34. <i>tabla cruzada radio de giro-nivel de servicio.....</i>	86
Tabla 35. <i>Prueba de normalidad</i>	87
Tabla 36. <i>Correlaciones tiempo de semaforización-nivel de servicio</i>	89
Tabla 37. <i>Correlaciones tiempo de semaforización-demora</i>	90
Tabla 38. <i>Correlaciones tiempo de semaforización-longitud de cola</i>	91
Tabla 39. <i>Correlaciones tiempo de semaforización-volumen vehicular.....</i>	92
Tabla 40. <i>Correlaciones radio de giro-nivel de servicio.....</i>	93
Tabla 41. <i>Correlaciones radio de giro-demora</i>	94
Tabla 42. <i>Correlaciones radio de giro-longitud de cola</i>	94
Tabla 43. <i>Correlaciones radio de giro-volumen vehicular.....</i>	95
Tabla 44. <i>Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis –tiempo de semaforización en función del nivel de servicio.....</i>	96
Tabla 45. <i>Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis – radio de giro en función del nivel de servicio</i>	97
Tabla 46. <i>Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis – volumen vehicular, longitud de cola y demora en función del nivel de servicio</i>	98

Tabla 47. Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis – tiempo de semaforización y radio de giro en función del nivel de servicio.....	99
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Delimitación espacial del distrito de Ate	17
Figura 2. Ubicación de área de estudio.....	47
Figura 3. Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin.....	48
Figura 4. Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui.....	48
Figura 5. Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte	49
Figura 6. Zonificación del área de estudio Av. Nicolas de Piérola.....	50
Figura 7. Establecimiento de puntos de control.....	51
Figura 8. Configuración de DRON.....	51
Figura 9. Procesamiento de data topográfica.....	52
Figura 10. Radios de giro Av. Piérola/ Av. San Martin	53
Figura 11. Radios de giro Av. Piérola/ Av. Mariátegui	53
Figura 12. Radios de giro Av. Piérola/ Av. Ugarte.....	54
Figura 13. Interferencias en Av. Nicolas de Piérola.....	55
Figura 14. Interferencia de poste eléctrico e Invasión de veredas por parte de vehiculos.	55
Figura 15. Cuadrilla de conteo vehicular	56
Figura 16. Av. Piérola/Av. San Martin-Conteo- vehicular	56
Figura 17. Av. Piérola/Av. Mariátegui-Conteo vehicular	57
Figura 18. Av. Piérola/Av. A. Ugarte-Conteo vehicular.....	57
Figura 19. Flujograma hora pico Av. Piérola/Av. San Martin.....	58
Figura 20. Composición vehicular hora pico - Av. Piérola/Av. San Martin.....	59
Figura 21. Flujograma hora pico Av. Piérola/Av. José C. Mariátegui	60
Figura 22. Composición vehicular hora pico - Av. Piérola/Av. J. C. Mariátegui....	61
Figura 23. Flujograma hora pico Av. Piérola/Av. Alfonso Ugarte.....	62
Figura 24. Composición vehicular hora pico - Av. Piérola/Av. A. Ugarte.....	63
Figura 25. Intersección semaforizada Av. Piérola/Av. Alfonso Ugarte.....	63
Figura 26. Multirun (múltiples corridas)	66
Figura 27. Parámetros de Conducción (Wiedemann 74) & Distancia Visual.....	67

Figura 28. Parámetros de Conducción (cambios de carril y lateral)	68
Figura 29. Parámetros de Conducción por tipo de vehiculo	68
Figura 30. Importación de ortofoto en Vissim	69
Figura 31. Construcción de red vial en vissim	70
Figura 32. Creación de conectores y áreas de conflictos en cada uno de las intersecciones	70
Figura 33. Ingreso del tipo, clase vehicular en vissim	72
Figura 34. Ingreso de ciclos semafóricos existentes en vissim	73
Figura 35. Comparación niveles de servicio para ciclo semafórico de 90 segundos	85
Figura 36. Comparación niveles de servicio para ciclo semafórico de 120 segundos	86
Figura 37. Comparación niveles de servicio para ciclo semafórico de 150 segundos	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistência

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 3: Formatos de campo

Anexo 4: Panel fotográfico

Anexo 5. Características de equipos usados.

Anexo 6: Resumen de conteo vehicular

Anexo 7: Calculo IMDA

Anexo 8: Planos

Anexo 9: Licencia software vissim

RESUMEN

El presente proyecto de investigación denominado Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola – Ate usando el software VISSIM, 2023 tuvo como objetivo evaluar y determinar las características de la infraestructura vial en el tramo mencionado, con la finalidad de identificar los puntos críticos (trazo de la vía, diseño geométrico, señalización, ciclos semafóricos, etc.) que influyen en el congestiónamiento vehicular, haciendo uso del software VISSIM, se realizó micro simulaciones del tramo en estudio que permiten poder una vez identificado los puntos más críticos del tramo realizar propuestas de mitigación del congestiónamiento vehicular. La presente investigación es de tipo aplicada, de diseño no experimental de nivel correlacional, la población estuvo comprendido por los vehículos que transitaron en la Av. Nicolas de Piérola de ATE, como técnicas se empleó la observación y la simulación para lo cual se emplearon como de herramientas de fichas de conteo vehicular, mediciones de la geometría de la vía, ciclos semafóricos y el software PTV-VISSIM, se presentaron propuestas de mejora mediante la ampliación de radios de giro e implementación de semáforos con 3 tipos de ciclos semafóricos de 90 segundos, 120 segundos y 150 segundos siendo el de 90 segundos la propuesta más eficiente en la reducción del congestiónamiento vehicular.

Palabras clave: Evaluación del diseño geométrico, congestiónamiento vehicular.

ABSTRACT

The present research project called Evaluation of the geometric design and vehicular congestion on Av. Nicolas de Piérola – Ate using the VISSIM software, 2023 aimed to evaluate and determine the characteristics of the road infrastructure in the aforementioned section, with the purpose To identify the critical points (road layout, geometric design, signage, traffic light cycles, etc.) that influence traffic congestion, using the PTV-VISSIM software, micro simulations of the section under study were carried out that allow once identified the most critical points of the section, make proposals to mitigate traffic congestion. The present research is of an applied type, of non-experimental design of correlational level, the population was comprised of the vehicles that traveled on the Av. Nicolas de Piérola of ATE, as techniques were used observation and simulation for which tools of vehicle count sheets, measurements of the geometry of the road were used, Proposals for improvement were presented through the expansion of turning radii and the implementation of traffic lights with 3 types of traffic light cycles of 90 seconds, 120 seconds and 150 seconds, with the 90-second being the most efficient proposal in the reduction of traffic congestion.

Keywords: Evaluation of geometric design, traffic congestion.

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito del urbanismo y la planificación de infraestructuras de transporte, la evaluación del diseño geométrico se ha convertido en un elemento de vital relevancia en el abordaje del persistente desafío del congestionamiento vehicular en las metrópolis modernas. La configuración de nuestras arterias viales y carreteras impacta de manera directa en la fluidez del tráfico, la seguridad tanto de los conductores como de los peatones, y en la eficiencia de los sistemas de transporte en funcionamiento.

En un **contorno internacional**, en la actualidad, la problemática de la congestión vehicular según Huang y Xu (2023) en China constituye un desafío de magnitud considerable en numerosas urbes a nivel mundial, esta problemática se agravó de manera particular en las metrópolis más prominentes de naciones en desarrollo, donde la causa del problema central fue el crecimiento demográfico en áreas urbanas y la proliferación de vehículos de uso particular porque tienen un vínculo directo, puesto que iban de igual manera en aumento, pero de forma acelerada. Por otra parte, Bao et al. (2023) mencionó que la necesidad de las personas de trasladarse hacia las zonas urbanas de China en busca de una mayor accesibilidad a oportunidades educativas, vivienda y opciones laborales ha generado ineludiblemente la congestión vehicular, un problema se fue agravando con el pasar de los años, puesto que la tasa de natalidad iba en aumento y a día de hoy, para evitar dicha situación, implementaron la costumbre de usar medios de transporte de menor tamaño (p. 4).

Así mismo, Fattah, Morshed y Kafy (2022) resaltaron en Chittagong, Bangladés la congestión vehicular planteó serias amenazas tanto desde una perspectiva socioeconómica como ambiental, puesto que conllevó un incremento en los costos de transporte, una extensión de los tiempos de desplazamiento, un aumento en el consumo de energía, un incremento en los incidentes de colisión y una mayor emisión de contaminantes, sobre todo la congestión vehicular de la zona, especialmente durante las horas puntuales de la mañana y la tarde, una situación que requirió de que las autoridades identifiquen las áreas críticas y proporcionen

información valiosa a los conductores con el fin de evitar rutas congestionadas, lo que a su vez redujo los tiempos de viaje y mejoró la eficiencia del tráfico (p. 1).

Este problema afectó a nivel global, de los cuales, Wang y Debbage resaltaron que incluso en las naciones más avanzadas como en los Estados Unidos, el costo relacionado con la congestión, especialmente en el ámbito del transporte de mercancías, se elevó a la cifra de 74.500 millones de dólares en el año 2018, una situación que no solo afectó directamente a la vía, sino también económicamente. Mientras tanto, en el contexto europeo, Fulponi (2023) estimó que el impacto económico derivado del tiempo perdido en el tráfico en 2016 alcanzó aproximadamente los 200.000 millones de euros, equivalente al 1,4% del PIB de la Unión Europea, debido a que, por la congestión vehicular, se tuvo que invertir en nuevas vías y alternativas de desvío para acceder a otras zonas (p. 21).

Por otro lado, en América Latina y el Caribe tenemos a Bedoya, Calatayud y Mejía (2022) que comentaron que estaban enfrentando al desafío de contar con ciudades altamente centralizadas, puesto que aproximadamente el 80% de su población residen en áreas urbanas, y dos tercios de esta población habitan en ciudades con una población que superó los 20,000 habitantes, además, es decir, a mayor población centralizada, mayor congestión vehicular, y como resultado mayor impacto en distintos ámbitos como social, económico, ambiental, etc., es por ello que se proyectó para el 2025, que alrededor de 100 millones de personas se deberán establecer en entornos urbanos de megaciudades como Ciudad de México, Sao Paulo, Buenos Aires, Río de Janeiro, Bogotá o Lima, puesto que a mejor distribución, la congestión vehicular podría ir aminorando (p. 2).

Desde otra perspectiva tenemos a Chellapilla et al. (2023) que mencionaron que para mitigar la congestión vehicular, se han desarrollado diversos mecanismos que incluyen la optimización de la gestión de semáforos, la implementación de estrategias de fijación de precios, la mejora de los servicios de transporte público, la implementación de sistemas de navegación de rutas, entre otros (p. 87). Asimismo, tenemos a Wang, Atkinson y Park (2022) quienes resaltaron que la efectiva administración de la congestión vehicular no solo optimizó el flujo de tráfico, sino que también conllevó una serie de beneficios adicionales, que abarcan la reducción de fatiga en viajes largos, la elección estratégica de horarios y rutas

eficientes, y la disminución de los costos económicos, el consumo de combustible y las emisiones contaminantes (p. 1). Mientras, Wei et al. (2022) hace mención de que resulta esencial garantizar que el incremento en la cantidad de vehículos cuente con una infraestructura de tráfico adecuada para respaldarlo, lo que asegura la eficiencia de las actividades socioeconómicas en las áreas urbanas (p. 1).

En un **contorno nacional**, tenemos a Vargas y Serna (2020) quienes resaltaron que en Cusco, del cual intentaron relacionar la congestión vehicular por la falta de vías y estacionamientos, puesto que el deterioro de las vías que se dirigen al centro histórico de Cusco durante más de quince años se debe principalmente al incremento del parque automotor y la constante concentración de lugares de interés en la zona, lo que ha generado graves consecuencias, esta situación ha provocado una congestión vehicular crónica y ha dificultado la descentralización de actividades del casco monumental de la ciudad (p. 4). Asimismo, en base a lo mencionado por los autores, sería pertinente en planificar para la realización de otra vía y de esa manera reducir la congestión vehicular

Por otra parte, Solís et al. (2023) en su investigación realizada en Lima, hicieron mención que en Lima, es considerado como una de las zonas urbanas a nivel nacional con más congestión vehicular, de los cuales detectaron que en los puntos de saturación donde se encuentra la mayor congestión vehicular es por el hecho de contar con una sola vía para dirigirse a diferentes puntos, un problema que no solo contribuye al tráfico de las diferentes zonas, sino un escenario muy molesto para los limeños y personas que vienen de otros lugares, lo que generó el aumento de vehículos en la vía, un problema causado por el crecimiento demográfico en las áreas urbanas, mayor posesión de automóviles particulares y sobre todo la falta de inversión en infraestructura vial adecuada, lo que provoca retrasos en los desplazamientos o traslados para las personas, productos, etc., afectando la situación económica, ambiental y social, puesto que dificulta la accesibilidad a lugares de trabajo y servicios esenciales (p. 4).

Asimismo, Palacios y Vásquez (2021) resaltaron que la ingeniería civil se apoya en diversos mecanismos para optimizar las condiciones de las rutas de transporte, y uno de los pilares fundamentales es la planificación del diseño geométrico y la operación de tráfico de vías, esta afirmación se fundamentó en la necesidad

apremiante de abordar los problemas de congestión vehicular en ciudades como Lima, donde la población y la movilidad urbana están en constante crecimiento, por otra parte, la aplicación de herramientas especializadas en diseño geométrico y operación de tráfico no solo garantizará una mayor eficiencia en la circulación vehicular, sino que también mejorará la seguridad vial contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la ciudad, lo que subraya su importancia crítica en la gestión y planificación urbana de Lima y otras áreas urbanas (p. 19).

Ante la información presentada, surge la siguiente interrogante: ¿Cómo se relaciona el diseño geométrico con los niveles de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el software PTV-VISSIM, 2023?; y, de manera específica: ¿Cuáles son las características del diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el software PTV-VISSIM, 2023?; ¿Cuáles son los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE?; y, ¿Qué intervenciones o cambios se deben realizar en la av. Nicolas de Piérola ATE para reducir la congestión vehicular?

Posteriormente, como justificación del estudio, tuvimos la **justificación teórica**, la cual se basó en la necesidad de utilizar investigaciones previas de autores tanto nacionales como internacionales como respaldo en el desarrollo del estudio, además, esta investigación buscó contribuir al campo del conocimiento al explorar el uso del software Vissim para la evaluación del diseño geométrico de la vía de la Av. Nicolás de Piérola con el objetivo de aminorar el congestionamiento vehicular; consecuentemente, la **justificación práctica** propuso reducir el congestionamiento vehicular de la Av. Nicolás de Piérola a través de la evaluación del diseño geométrico y determinar qué factor aumentó el congestionamiento vehicular y cómo solucionarlo, también se contó con una **justificación metodológica** que se basó en el empleo de conocimiento y estudios realizados por otros autores, tanto nacionales como internacionales, en este contexto, el uso del software Vissim proporcionó un nuevo método para evaluar el diseño y el congestionamiento vehicular de la Av. Nicolás de Piérola en Ate; y finalmente, la investigación presentó una **justificación social**, puesto que al utilizar el software Vissim, se permitió evaluar el diseño geométrico y el congestionamiento vehicular con el propósito de reducir la congestión vehicular mediante el uso de este programa computacional y

mejorar la transitabilidad de la población de Ate, y servirá como solución para otras zonas urbanas.

Asimismo se definió la **delimitación temporal**, para poder realizar la investigación demandó un estudio de tipo transversal que abarcó a corto periodo comprendiendo desde el mes de abril y finalizó a fines del año 2023, etapas en las que se realizaron la adquisición de los resultados que se aplicaron en la ejecución de la investigación, también se presentó una **delimitación espacial**, de acuerdo a que la zona donde se ejecutó el desarrollo de la investigación fue Ate, Lima, Perú, como se evidencia en la figura 1.

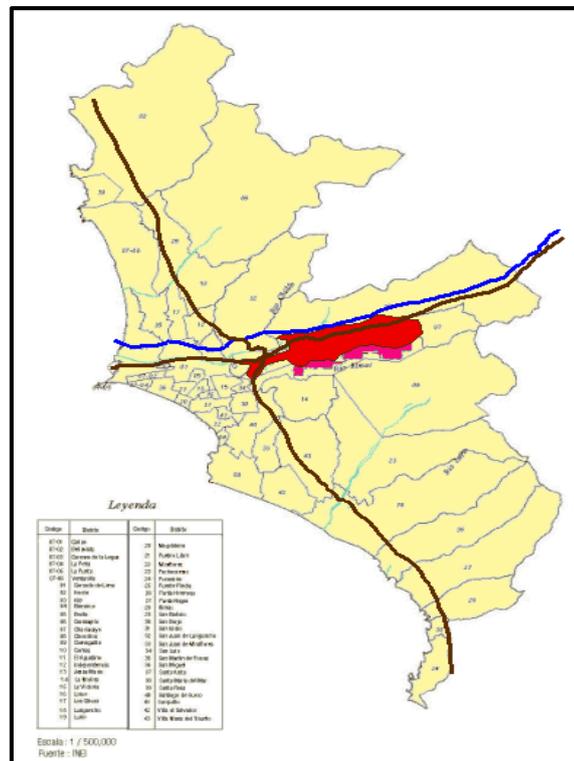


Figura 1. Delimitación espacial del distrito de Ate
Fuente: <https://bitly.ws/TfoB>

II. MARCO TEÓRICO

Se tiene como **autores internacionales**, Aarón et al. (2019) en su investigación titulada como: “Análisis de la Movilidad Vehicular en el Departamento de La Guajira usando Simulación. El Caso de Riohacha y Maicao” del cual plantearon examinar la circulación de vehículos en tres ubicaciones específicas dentro de los municipios de Riohacha y Maicao, situados en el departamento de La Guajira, Colombia, del cual la investigación comprendió un estudio descriptivo, en donde se estudiaron las variables de flujo que influyeron en los puntos seleccionados como causas y consecuencias a través de diagramas de influencia evaluando la calle 16 y la carrera 10, asimismo el instrumento de investigación se volvió una matriz de observación de resultados que fue mejorando la estructura y visualización durante el desarrollo, del cual se obtuvo como resultado lo siguiente: Los tipos de vehículos que permanecían en la congestión en la calle 16, los vehículos livianos – motos 1448, vehículos livianos moto – car 967, carros pequeños 1333, carros grandes 276 con un tiempo promedio de demora en el sistema 7 m., mientras que en la carrera 10, los vehículos livianos – motos 816, vehículos livianos moto – car 554, carros pequeños 609, carros grandes 27 con un tiempo promedio de demora en el sistema 1.5 m. Del cual pudieron concluir que la intensa circulación de vehículos en los puntos problemáticos de Riohacha y Maicao conduce a la aparición de atascos y dificultades en el tráfico, lo que requirió de una acción inmediata por parte de las autoridades municipales para mitigar sus efectos, en ambas localidades, la falta de cumplimiento de las normativas de tránsito por parte de la población contribuye significativamente al caos en la movilidad vehicular, lo que a su vez resulta en la congestión de las vías.

Por otro lado, tenemos a Kučera y Chocholáč (2021) en su artículo denominado como: “Design of the City Logistics Simulation Model Using PTV VISSIM Software” quienes se enfocaron en diseñar un modelo de simulación utilizando el software PTV VISSIM en el contexto de la planificación de infraestructuras de tráfico en una zona específica de una intersección significativa en la ciudad de Pardubice, en la República Checa, del cual, se discutirán los posibles impactos de la reconstrucción de la intersección y el efecto de estas medidas en el flujo de tráfico en la logística urbana en la zona circundante, asimismo la investigación comprendió un estudio

transversal, del cual se evaluó las calles de Pardubice, por otro lado se aplicó como instrumento de investigación una ficha con una matriz en donde se va indicando la cantidad y el tipo de vehículos que pasa por las calle de la zona, del cual se obtuvo el resultado a partir de lo evaluado y se determinó que la nueva solución para la situación de tráfico en la intersección seleccionada en Pardubice implica la creación de un posible desvío, que se puede implementar para agilizar el tránsito de vehículos que giran desde la dirección del centro con la primera salida hacia la gran ciudad vecina de la región, que es Hradec Králové, esto podría liberar la rotonda que ya está ocupada y facilitar el tránsito a través de esta rotonda, del cual, se concluyó en que la modelización del tráfico ha desempeñado un papel importante en todas las áreas de la infraestructura de transporte en las últimas décadas y tiene un impacto en todos los interesado, puesto que el crecimiento del tráfico en las ciudades ofrece cada vez más oportunidades para aplicar soluciones de software a situaciones de tráfico específicas en la logística urbana y con la ayuda del diseño de modelos de simulación de logística urbana, resultó más económico contextualizar una posible nueva solución de transporte para una intersección específica en comparación con los métodos tradicionales de acceso.

Por otra parte, se tienen a Ziemska y Osuch (2022) en su investigación titulada como: "Modeling the Assessment of Intersections with Traffic Lights and the Significance Level of the Number of Pedestrians in Microsimulation Models Based on the PTV Vissim Tool", del cual se enfocaron en realizar un análisis de microsimulación del impacto del número de peatones en los cruces de peatones controlados por semáforos, estudiando el nivel de libertad de movimiento utilizando el método HCM 2010 basado en el nivel de servicio (LOS) implementado en la herramienta PTV VISSIM, en donde se realiza una simulación de dos intersecciones interconectadas, del cual emplearon un estudio transversal, asimismo, la investigación evaluó las calles Morska, Kwiatkowskiego y Hutnicza, del cual se obtuvo como resultado lo siguiente: En el caso de la intersección N° 1 en la entrada N, solo en la variante 9, donde se asignó un número de 400 peatones por hora, se superó la cantidad de vehículos que deseaban girar a la derecha; esto provocó una reducción en el número de vehículos en el intervalo de medición y un aumento en el tiempo de viaje, mientras que en la entrada E, variante 5, donde se tenía un número de 200 peatones por hora, el tiempo de maniobra hacia la derecha

comenzó a aumentar, en la variante 6, el número de vehículos en el intervalo de medición comenzó a disminuir, y en la entrada Oeste, los primeros cambios ya se pudieron observar en la variante 3; por lo tanto, con un número de 100 peatones por hora, tanto el tiempo de viaje aumentó como el número de vehículos en el período de medición disminuyó y finalmente en la entrada Sur, el número de vehículos no cambió en ninguna de las variantes analizadas, y el tiempo de giro a la derecha aumentó ligeramente a partir de la variante 1, donde el número de peatones era de solo 50 peatones por hora, concluyendo en que de las once variantes de simulación realizadas a escala micro, se desprende que a mayor número de vehículos en una ruta dada, mayor es el impacto de los peatones y cuanto más larga sea la duración de la señal verde para los vehículos, mayores serán las posibilidades de lograr mejores condiciones de tráfico.

Asimismo, Cárdenas, Cely y Acevedo (2022) en su investigación titulada como: "Intersection Traffic Analysis Using The Ptv Vissim Tool" que se enfocaron en análisis de tráfico de la intersección considerada, se realiza una micro simulación con la herramienta PTV Vissim bajo diversos escenarios para dar solución a los problemas identificados a través de la herramienta antes mencionada, asimismo, plantearon como investigación transversal, del cual evaluaron las calles de Cúcuta Colombia, del cual obtuvieron como resultado lo siguiente: Se anotaron la cantidad y el tipo de autos que pasaban entre 11:30 am. a 1:30 pm., del cual, en la primera entrada se denotó 1692 carros, 930 motocicletas, 296 buses, 61 C2P, 91 C2G y 6 \geq C3, del cual al modelar en VISSIM se observa que el análisis se realiza a lo largo de 1 hora, por lo que se decidió dividir la capacidad promedio en cada hora, obteniendo lo siguiente: 846 carros, 465 motocicletas, 148 buses, 31 C2P, 46 C2G y 3 \geq C3. Del cual se pudo concluir en que después del análisis de tráfico en la intersección considerada, utilizando la herramienta PTV Vissim, en tres escenarios de revisión diferentes, se obtuvieron los siguientes resultados, el análisis de tráfico determinó las zonas de conflicto después de la microsimulación, detectándolas en los cruces vehiculares en la entrada y salida de la rotonda, de acuerdo con el modelo determinado después de la alimentación a través de la información recopilada en el trabajo de campo y es posible realizar modelos de simulación que permiten observar el impacto que tendría en la práctica una propuesta vial en una arteria vial importante.

Finalmente, Castellanos, Rodríguez y Baez (2018) en su artículo nombrado como: “Modelación y calibración de la intersección ubicada entre las carreras 23 y 21 con las calles 45 y 48 en la ciudad de Bucaramanga” quienes se enfocaron presentar la intersección en la ciudad de Bucaramanga, donde las carreras 23 y 21 se cruzan con las calles 45 y 48, creando un modelo de micro simulación ajustado para reflejar la situación actual en ese cruce, asimismo planteó un diseño no experimental, del cual se evaluaron las carreras 23 y 21 de la ciudad de Bucaramanga, los datos obtenidos se fueron colocando en una matriz diseñada para colocación de resultados, asimismo, los resultados fueron los siguientes: Los resultados de la simulación de tráfico reflejan la situación actual en la intersección, durante la hora pico, cuando el flujo de vehículos supera la capacidad del sistema vial, se observan velocidades promedio de 2.38 millas por hora, lo que indica una congestión significativa en la intersección, sin embargo, existe una excepción en la ruta que conecta la Carrera 21 con la Avenida González Valencia, donde se mantiene un nivel de servicio E y la velocidad promedio de los vehículos es de 20.34 millas por hora. Por consiguiente, se concluyó en que, a partir de este estudio, se abre la posibilidad de considerar una revisión futura en el diseño de la intersección. Esto implica investigar cuál sería la mejor opción de diseño para optimizar la operación de la intersección, teniendo en cuenta el número de vías que se cruzan. Esto podría involucrar la realización de estudios de viabilidad para evaluar la construcción de una rotonda que reduzca los tiempos de espera de los vehículos, o la implementación de un intercambio vial con pasos elevados y subterráneos, lo que permitiría eliminar la necesidad de semáforos.

Se tiene como **autores nacionales**, Hernández et al. (2022) en su artículo nombrado: “Microsimulación de tráfico y congestionamiento vehicular del óvalo de intercambio vial” quienes se enfocaron en examinar la microsimulación del tráfico y la congestión vehicular en la zona, asimismo se implementó un diseño descriptivo no experimental, utilizando la observación directa como técnica de recopilación de datos, mediante fichas de registro y cámaras de video, por otra parte el análisis de datos se llevó a cabo mediante la creación de un modelo de microsimulación utilizando el software Vissim, lo que permitió la evaluación de indicadores de rendimiento de la intersección. El proceso de microsimulación generó datos relacionados con los tiempos de viaje, que, a través de la calibración, se

consideraron una representación precisa de la situación actual según el modelo, de los cuales fueron los siguientes: Por metodología HCM en longitud de cola por el norte, sur, este y oeste obtuvo 251.11, 287,14, 281.13 y 194.99 m., y el tiempo de demora fue 571.51, 618.96, 833.02 y 360.86 s. y el nivel de servicio fue F, F, F y F; mientras que por el Vissim se obtuvo una longitud de cola de 74.57, 115.45, 160.31 y 120.05 m., el tiempo de demora fue 83.02, 40.76, 160.31 y 120.05 s. y el nivel de servicio fue F, E, F, F. En conclusión, se identificó una congestión vehicular significativa mediante la metodología HCM 2010 y la microsimulación vehicular, lo que resultó en un nivel de servicio F que evidenció la disparidad entre la capacidad de la infraestructura y la demanda, que en respuesta, se propuso el diseño de una rotonda de tráfico de tipo turbo, que, tras un proceso de evaluación similar, logró mitigar de manera importante la congestión, mejorando el nivel de servicio hasta alcanzar un nivel D.

Por otra parte, Paucara, Avilés y Huasquito en su artículo denominado: "Utilización de la microsimulación para el estudio de tráfico vehicular en vías urbanas" el presente estudio consistió en evaluar el Nivel de Servicio en los flujos de tráfico de las intersecciones urbanas en la carretera PE-1S utilizando la microsimulación a través del software Synchro Trafficware, para llevar a cabo este estudio, se realizaron conteos de vehículos en la zona durante tres días, con una duración continua de 12 horas cada día, asimismo, aplicó un estudio descriptivo, por otra parte, se procesaron los datos y se ejecutó la microsimulación en dos escenarios: uno que reflejaba la situación actual y otro que representaba una situación futura de las intersecciones, motivada por los altos niveles de congestión vehicular que se observaban, los resultados obtenidos fueron los siguientes: El día martes se observó un mayor volumen de tráfico, con un registro de 30,011 vehículos en un día y un Índice Medio Diario (IMD) de 29,386 vehículos por día, de igual manera se muestra categorizado por tipo de vehículo, a lo largo de un período continuo de 12 horas, del cual el día más congestionado resultó ser el martes, con un pico de tráfico entre las 7:00 y las 8:00 horas, cuando se contabilizaron 3,399 vehículos y las horas de mayor flujo después de esto fueron entre las 12:00 y las 13:00, con 2,887 vehículos, y entre las 19:00 y las 20:00, con 2,969 vehículos, en contraste, la hora de menor flujo se produjo entre las 14:00 y las 15:00 horas, con 1,277 vehículos. Concluyendo en que en la intersección de la Av. G. Albarracán Nudo N° 3 se

pretendió con la propuesta de mejora llegar a un NDS C y en el Nodo N° 6 se obtuvo un NDS D.

Por otro lado, Merino (2021) en su tesis de grado de maestría titulada: "Planeamiento y desarrollo vial entre las avenidas Metropolitana I y II de la ciudad de Trujillo en el año 2019" del cual se enfocó en analizar y examinar la continuidad de las vías que se deslizan por el distrito de La Esperanza para llegar al Mall de Mansiche y Huanchaco (aeropuerto) asimismo, empleó una investigación aplicada descriptiva, del cual la población de la investigación fueron los vehículos y peatones que transitan en la ciudad de Trujillo, del cual se observó que los días sábados obtuvieron mayor demanda, del cual, denotaron los siguientes datos: desde las 8 am. hasta las 5 pm., de 7 a 8 am se presentaron 221 vehículos, de 8 a 9 am transitaron 235, de 9 a 10 am. transitaron 245, de 10 a 11 am transitaron 210, de 11 am a 12 pm transitaron 222, de 12 a 1 pm transitaron 218, de 1 a 2 pm transitaron 235, de 2 a 3 pm transitaron 207, de 3 a 4 pm transitaron 198, de 4 a 5 pm transitaron 197, del cual hora punta fue 1 a 2 pm. Del cual aplicaron la fórmula de $235/4(68)$ obteniendo como 0.68, se concluyó en que la falta de continuidad se debe principalmente al deficiente estado del pavimento en las avenidas Metropolitana I y II.

Asimismo, Córdova et al. (2020) en su artículo: "Modelamiento y Simulación de Redes de Transporte Urbano: Seis Casos en Lima" de los cuales se enfocaron en modelar simulaciones de seis casos frecuentes de redes de transporte urbano en Lima: Intersección, Ovalo, Unión, By-Pass, Trébol y T, del cual correspondió un estudio transversal, asimismo, la investigación tomó como población a los vehículos y peatones de Lima, de los cuales se obtuvo como resultado de estudio lo siguiente: En el proceso de modelaje, se notó que para definir la estructura geométrica de las redes de transporte es necesario realizar una inspección en el lugar, con el fin de obtener información sobre aspectos como el ancho de las calles, los movimientos posibles, las regulaciones de tráfico y la ubicación de semáforos, entre otros detalles relevantes, además, es importante destacar que las variables que influyen en cada modelo de red de transporte tienden a ser similares y varían en función del propósito específico del estudio y se concluyó que entre las investigaciones futuras que pueden surgir a partir de este estudio se incluyen: la realización de

simulaciones de los casos de estudio utilizando modelos tridimensionales, la creación de un sistema para la recopilación de datos en tiempo real sobre el flujo de transporte, y la incorporación de nuevas variables como la presencia de peatones y ubicaciones de paradas.

Finalmente se tiene a Pari, Malpartida y Arrieta (2019) en su investigación titulada como: “Nivel de congestiónamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019” de los cuales, se focalizaron en determinar el nivel de congestiónamiento de las vías relacionadas con dicha zona comercial, en total se estudiaron 11 puntos en los turnos de mañana, tarde y noche, durante las denominadas “horas punta”, y determinar una solución viable para la mitigación del congestiónamiento vehicular, la investigación comprendió un estudio descriptivo, del cual, la investigación tomó a los vehículos como población de estudio, asimismo emplearon encuestas para los peatones y matrices para los vehículos que transitan, del cual obtuvieron como resultado lo siguiente: En turno mañana, de los 11 puntos analizados, el último resultó un índice de congestiónamiento de 0.737, es decir, bajo, mientras los demás puntos fueron medio y alto, para el turno tarde obtuvo un IC mínimo medio de 0.108 y un IC máximo alto de 0.044, y en turno noche obtuvo un IC mínimo medio de 0.132 y un IC máximo alto de 0.036, del cual se pudo concluir en que se evaluó el impacto de la congestión vehicular a través de encuestas realizadas a peatones y conductores. Las acciones de control implementadas por la Municipalidad de Tacna, que incluyen la división de la vía de subida en dos carriles y la creación de una demarcación peatonal de 15 metros, no han resultado ser adecuadas para abordar de manera efectiva los problemas de congestión vehicular y en consecuencia, la comunidad está demandando la implementación de medidas más rigurosas o una vía auxiliar que permita la mitigación del congestiónamiento vehicular.

Así mismo, se denota de forma resumida la información y datos relevantes de los autores citados en la sección de antecedentes en la tabla 1.

Tabla 1. Conclusiones principales de los antecedentes

Autor	Objetivo	Muestra de evaluación	Costo	Conclusión de estudio	Origen
Aarón et al. (2019)	La circulación de vehículos en tres ubicaciones específicas dentro de los municipios de Riohacha y Maicao, situados en el departamento de La Guajira, Colombia	Se evaluaron como muestra a la calle 16 donde tiene una distancia de 860 m.	-----	Los vehículos livianos – motos 1448, livianos moto – car 967, carros pequeños 1333, grandes 276 con un tiempo promedio de demora en el sistema 7 m., mientras que en la carretera 10, los vehículos livianos – motos 816, vehículos livianos moto – car 554, carros pequeños 609, grandes 27 con un tiempo promedio de demora 1.5 m.	Internacionales
Kučera y Chocholáč (2021)	Simulación utilizando el software PTV VISSIM en el contexto de la planificación de infraestructuras de una intersección significativa en la ciudad de Pardubice	Se evaluó las calles de Pardubice de la cuales se tomó 520 m	-----	El resultado más económico es contextualizar una posible nueva solución de transporte para una intersección específica en comparación con los métodos tradicionales de acceso.	
Ziemska y Osuch (2022)	Realizar un análisis de micro simulación del impacto del número de peatones en los cruces de peatones controlados por semáforos	Se evaluaron las calles Morska, Kwiatkowskiego y Hutnicza, de las cuales se tuvo en el primero 500 m, segundo 200 m y tercero 300 m	-----	Se desprende que, a mayor número de vehículos en una ruta dada, mayor es el impacto de los peatones y cuanto más larga sea la duración de la señal verde para los vehículos, mayores serán las posibilidades de lograr mejores condiciones de tráfico.	
Cárdenas, Cely y Acevedo (2022)	Se enfocaron en análisis de tráfico de la intersección considerada, se realiza una micro simulación con la herramienta PTV Vissim bajo diversos escenarios	Se evaluaron las calles de Cúcuta Colombia donde se tuvo como muestra de 1.5 km	-----	El análisis de tráfico determinó las zonas de conflicto después de la microsimulación, detectándolas en los cruces vehiculares en la entrada y salida de la rotonda, de acuerdo con el modelo determinado después de la alimentación a través de la información recopilada	
Castellanos, Rodríguez y Baez (2018)	Presentar la intersección en la ciudad de Bucaramanga, donde las carreras 23 y 21 se cruzan con las calles 45 y 48, creando un modelo de micro simulación ajustado para reflejar la situación actual en ese cruce	Las calles 45 y 48 en la ciudad de Bucaramanga donde se evaluaron 2 tramos de las cuales el primero estuvo constituida de 960m y el segundo de 630m	-----	Se recomienda la construcción de una rotonda que reduzca los tiempos de espera de los vehículos, o la implementación de un intercambio vial con pasos elevados y subterráneos, lo que permitiría eliminar la necesidad de semáforos.	
Hernández et al. (2022)	"Microsimulación de tráfico y congestión vehicular del óvalo de intercambio vial" quienes se enfocaron en examinar la	El Óvalo Larco en el distrito de Trujillo con una evaluación de 950 m.	-----	Se identificó una congestión vehicular significativa mediante la metodología HCM 2010 y la microsimulación vehicular, lo que resultó en un nivel de servicio F que evidenció la disparidad	Nacionales

	microsimulación del tráfico y la congestión vehicular en la zona			entre la capacidad de la infraestructura y la demanda, así mismo un proceso de evaluación, se logró mitigar de manera importante la congestión, mejorando el nivel de servicio hasta alcanzar un nivel D.	
Paucara, Avilés y Huasquito	Evaluar el Nivel de Servicio en los flujos de tráfico de las intersecciones urbanas en la carretera PE-1S utilizando la microsimulación a través del software Synchro Trafficware	Las intersecciones urbanas en la carretera PE-1S	-----	En contraste, la hora de menor flujo se produjo entre las 14:00 y las 15:00 horas, con 1,277 vehículos. Concluyendo en que en la intersección de la Av. G. Albarracán Nodo N° 3 se pretenderá con la propuesta de mejora llegar a un NDS C y en el Nodo N° 6 se obtendrá un NDS D.	
Merino (2021)	Analizar la continuidad de las vías que se deslizan por el distrito de La Esperanza para llegar al Mall de Mansiche y Huanchaco	La Esperanza para llegar al Mall de Mansiche y Huanchaco (aeropuerto) con una longitud de 2.5 km	-----	Se concluyó en que la falta de continuidad se debe principalmente al deficiente estado del pavimento en las avenidas Metropolitana I y II.	
Córdova et al. (2020)	Modelar simulaciones de seis casos frecuentes de redes de transporte urbano en Lima: Intersección, Ovalo, Unión, By-Pass, Trébol y T	Intersección, Ovalo, Unión, By-Pass, Trébol y T con una longitud de 3.5 km.	-----	La creación de un sistema para la recopilación de datos en tiempo real sobre el flujo de transporte, y la incorporación de nuevas variables como la presencia de peatones y ubicaciones de paradas.	
Pari, Malpartida y Arrieta (2019)	Determinar el nivel de congestionamiento de las vías relacionadas con dicha zona comercial, en total se estudiaron 11 puntos en los turnos de mañana, tarde y noche, durante las denominadas "horas puntas".	La avenida Bolognesi con un tramo de 760 m.	-----	La división de la vía de subida en dos carriles y la creación de una demarcación peatonal de 15 metros, no han resultado ser adecuadas para abordar de manera efectiva los problemas de congestión vehicular y en consecuencia, la comunidad está demandando la implementación de medidas más rigurosas o una vía auxiliar	

Fuente: Propia

Así mismo, se presentan las **teorías** abordadas para el sustento de la investigación, comenzando con la **teoría de la congestión vehicular**, la cual se enfoca en el estudio y análisis de los factores que provocan la acumulación de vehículos en una vía o red de carreteras, resultando en la reducción de la velocidad y el aumento de los tiempos de viaje, este fenómeno ocurre cuando la demanda de tráfico supera la capacidad de la infraestructura disponible; los elementos clave que contribuyen a

la congestión incluyen el aumento del volumen de vehículos, la capacidad insuficiente de la carretera y eventos imprevistos como accidentes. De este modo, se utilizan modelos basados en el flujo de tráfico para comprender la formación y disipación de los atascos, considerando variables como la tasa de llegada de vehículos, la capacidad de la carretera y la velocidad media del tráfico, estos modelos también exploran estrategias para mitigar la congestión, como mejoras en la infraestructura vial y la implementación de sistemas de gestión del tráfico, así como la promoción de alternativas de transporte público. Como conclusión se tiene que la teoría de la congestión vehicular busca proporcionar herramientas y conocimientos para comprender, predecir y abordar eficazmente los desafíos del tráfico en entornos urbanos y suburbanos (Bhardwaj et al., 2022).

Por otro lado, **Vissim** es un software de simulación de tráfico desarrollado por la empresa alemana PTV Group, reconocida por ofrecer soluciones innovadoras en el ámbito de la planificación y gestión del transporte, el programa lanzado por primera vez en la década de 1990, se ha convertido en una herramienta líder en simulación de tráfico y modelado de transporte, en donde, la motivación detrás del desarrollo de Vissim fue abordar las complejidades del diseño de infraestructuras viales y la gestión del tráfico. El software permite a los ingenieros de tráfico y planificadores simular y analizar el comportamiento de vehículos, peatones y otros elementos de tráfico en un entorno virtual, esto proporciona información valiosa para diseñar carreteras eficientes, optimizar la gestión del tráfico y evaluar el impacto de nuevos proyectos de infraestructura; por lo que, este software se ha vuelto fundamental para la toma de decisiones en el diseño y la planificación del transporte, ya que permite realizar simulaciones realistas y evaluar escenarios complejos, a lo largo de los años, ha evolucionado y se ha actualizado para adaptarse a los cambios en las necesidades de la industria del transporte y la movilidad (Beza et al., 2022).

El modelado 3D de carreteras, surgido como resultado de la evolución de las tecnologías de diseño asistido por computadora (CAD), tiene sus raíces en la creciente necesidad de representaciones más precisas y detalladas de las infraestructuras viales, a medida que la capacidad de procesamiento de las computadoras aumentó, especialmente en las últimas décadas del siglo XX, se hizo

posible aplicar técnicas tridimensionales al diseño de carreteras; este cambio de representaciones bidimensionales a modelos 3D permitió una visualización más realista y evaluaciones más precisas de carreteras y su entorno, de esta forma facilitando una comprensión completa de la interacción de las carreteras con el paisaje, el modelado 3D se ha convertido en una herramienta estándar en el diseño de infraestructuras viales, proporcionando beneficios significativos para la toma de decisiones y la comunicación efectiva entre profesionales y partes interesadas. Su continua evolución sigue siendo impulsada por avances tecnológicos y la demanda de representaciones visualmente ricas y precisas (Zhu, Pang y Chen, 2020).

La teoría del diseño geométrico vehicular es una disciplina fundamental en la ingeniería de transporte que se centra en la configuración y distribución de elementos geométricos de carreteras y calles para garantizar un flujo seguro y eficiente del tráfico vehicular. Este campo aborda aspectos cruciales como el trazado de curvas, la pendiente de las carreteras, la visibilidad en intersecciones y otros factores que influyen en la seguridad y la fluidez del tráfico; el diseño geométrico vehicular busca crear condiciones que permitan a los conductores maniobrar de manera segura y eficiente, considerando las características de los vehículos y las velocidades de diseño. Además, se enfoca en proporcionar un entorno vial cómodo y funcional para los usuarios, ello implica en la aplicación de estándares y normativas específicas para garantizar la coherencia y seguridad en el diseño de carreteras y calles, adaptándose a las necesidades del tráfico y las comunidades circundantes (Elfandari y Siregar, 2021).

Por otra parte, se consideraron los siguientes **enfoques conceptuales** para manejar de una forma efectiva la información utilizada en el estudio:

La congestión vehicular se refiere a la acumulación excesiva y la lentitud del tráfico en las carreteras, calles u otras vías de circulación debido al elevado número de vehículos que comparten el mismo espacio, este fenómeno ocurre cuando la demanda de transporte supera la capacidad de la infraestructura vial disponible. Las causas comunes de la congestión vehicular incluyen un alto volumen de vehículos en horas pico, la falta de planificación urbana eficiente, la ausencia de sistemas de transporte público efectivos y la dependencia excesiva del transporte privado, además, la congestión vehicular puede tener consecuencias negativas,

como retrasos en los desplazamientos, aumento de la contaminación del aire, mayor consumo de combustible y frustración para los conductores. Para abordar este problema, se suelen implementar medidas como la mejora de la infraestructura vial, la promoción del transporte público y la implementación de estrategias de gestión del tráfico (Wang, Atkison y Park, 2023).

El Programa PTV Vissim se destaca como una herramienta esencial en la ingeniería de transporte y la planificación urbana, siendo este programa de simulación de tráfico ofrece una plataforma integral para modelar y analizar el flujo vehicular en redes viales. Con capacidades de simulación avanzadas, el software PTV Vissim permite a los ingenieros y planificadores comprender el comportamiento del tráfico, diseñar intersecciones eficientes, evaluar proyectos de infraestructura y optimizar la sincronización de semáforos, esto sumado a su enfoque multimodal posibilita la simulación de diversos modos de transporte, desde vehículos hasta peatones y ciclistas; la capacidad de integración con otras herramientas de planificación y diseño contribuye a un enfoque integral en la evaluación de proyectos de transporte (Utomo, Ramadhan y Imran, 2020).

Para ejecutar una simulación efectiva en PTV VISSIM, se requiere una serie de datos:

- Geometría de la red vial: Planos o mapas de las carreteras, calles, intersecciones, carriles y cualquier otra infraestructura relevante.
- Datos de tráfico: Volúmenes vehiculares, patrones de movimiento, tipos de vehículos, etc.
- Parámetros de comportamiento: Estos pueden incluir velocidades promedio, comportamientos de cambio de carril, tasa de aceptación de brechas en intersecciones, entre otros.
- Señalización y control: Información sobre semáforos, señales de tráfico y cualquier otro tipo de control vial.
- Datos de peatones: En caso de querer simular movimientos peatonales, se necesitarán datos sobre volúmenes, puntos de cruce, velocidades, etc.

Una vez ingresada esta información, PTV VISSIM podrá llevar a cabo una simulación detallada y precisa del escenario de tráfico deseado, proporcionando

valiosos insights para la toma de decisiones en proyectos de movilidad y planificación urbana (Utomo, Ramadhan y Imran, 2020).

El diseño geométrico vehicular es una rama crucial de la ingeniería de transporte que se dedica a la configuración y disposición eficiente de vías y carreteras para facilitar el tránsito seguro y fluido de vehículos, lo que implica planificar detalladamente elementos como el trazado horizontal y vertical de la carretera, intersecciones, carriles, curvas y pendientes, buscando optimizar la seguridad vial y mejorar la eficiencia del flujo de tráfico. Los ingenieros encargados de este diseño deben tener en cuenta normativas, estándares, factores geográficos y topográficos, así como las necesidades específicas de distintos tipos de vehículos para la utilización de herramientas tecnológicas, como el software de diseño asistido por computadora y simulaciones, facilita la evaluación de diferentes escenarios y contribuye a la creación de infraestructuras viales funcionales, seguras y sostenibles (Afolayan et al., 2021). El diseño geométrico de carreteras tiene diversos propósitos esenciales, entre ellos:

- Garantizar un movimiento vehicular que sea seguro, ágil y continuo.
- Reducir las consecuencias ambientales y sociales vinculadas a la infraestructura vial.
- Lograr una armonía visual y práctica con el ambiente aledaño.
- Racionalizar los gastos relacionados con la edificación, cuidado y gestión de la carretera.
- Ajustar la carretera a las características territoriales y meteorológicas del lugar.

Así mismo en el planteamiento geométrico de una vía, hay aspectos clave que se deben considerar:

- **Alineamiento Horizontal:** Corresponde a la visualización de la carretera en un enfoque horizontal, delineando su recorrido y conformado por segmentos rectos y curvas.
- **Alineamiento Vertical:** Ilustra la carretera desde una perspectiva vertical, compuesta principalmente por gradientes y ondulaciones.
- **Sección Transversal:** Detalla un corte transversal a la carretera, revelando componentes como los carriles, bordillos, zanjas y separadores, entre otros.

- **Intersecciones:** Lugares en los que diferentes carreteras se entrelazan, conectan o se separan.
- **Superficies de Restricción:** Espacios despejados de obstrucciones que aseguran una correcta visión y protección para quienes conducen.
- **Drenaje:** Diseñados para redirigir el agua de lluvia y subterránea fuera del camino.

La modelación 3D de carretera es un proceso esencial en ingeniería civil que emplea software especializado para crear representaciones tridimensionales detalladas de carreteras y calles, estos modelos virtuales ofrecen una visualización realista y precisa de la topografía, geometría y otros elementos relacionados con la infraestructura vial, permitiendo a los ingenieros simular y evaluar diferentes diseños antes de su construcción física, resultando crucial en la planificación y diseño de carreteras, ya que facilita la consideración de factores como curvas, pendientes e intersecciones, optimizando la eficiencia y seguridad del tráfico. Además, la modelación 3D es valiosa para presentar visualmente proyectos a autoridades y comunidades, mejorando la comunicación y comprensión de las propuestas; al incorporar datos topográficos detallados, este proceso garantiza la precisión y utilidad de los modelos, consolidándose como una herramienta esencial en la ingeniería vial y la planificación urbana (Zhang et al., 2019).

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) se emplea en el ámbito del tráfico y la movilidad como una métrica fundamental para evaluar el flujo vehicular en una vía o carretera específica, indicador que representa el promedio de vehículos que transitan en una dirección determinada durante un día típico a lo largo de un año; Su cálculo implica la recopilación de datos de tráfico durante un año completo, considerando variaciones estacionales y condiciones específicas de cada día de la semana. El IMDA es el número esperado de vehículos que atraviesan un punto particular en una dirección dada en un día típico, este índice desempeña un papel crucial en el diseño y la planificación de carreteras al proporcionar información esencial sobre la carga de tráfico prevista en diferentes momentos del año, información que permite dimensionar adecuadamente las carreteras y planificar mejoras o expansiones de manera estratégica, garantizando así la eficiencia y seguridad de las infraestructuras viales (Navarro y Bustamante, 2021).

Por otro lado, **el tránsito vehicular** determina para qué propósito se debe establecer una carretera, y está directamente influenciado por aspectos del diseño, tales como su anchura, trayectoria y grados de inclinación, tanto longitudinales como laterales (Piguave, 2023, p.16). Sería inapropiado proyectar una carretera sin datos sobre el flujo vehicular, al igual que planificar una infraestructura vial sin saber las cargas y la cantidad de autos que la utilizarán.

- Las vías urbanas son espacios donde el transporte terrestre y las personas que se encuentran en ella (Zapata, 2020, p.15). Las vías urbanas se pueden clasificar como:
- Vías Expresas: Son carreteras para conexiones interurbanas de alta fluidez. Manejan grandes flujos de autos a velocidad rápida con accesos limitados. Están diseñadas sin estacionamientos, descargas ni tránsito peatonal. El transporte colectivo usa carriles especiales.
- Vías Arteriales: Conectan áreas interurbanas con fluidez moderada y acceso limitado. Se entrelazan con vías expresas y distribuyen tráfico a vías colectoras y locales. No permiten descargas y facilitan todo tráfico vehicular.
- Vías Colectoras: Canalizan tráfico desde vías locales hacia arteriales. Sirven al tránsito y propiedades cercanas. Hay interrupciones por semáforos y señalizaciones. El estacionamiento es en zonas designadas.
- Vías Locales: Proveen acceso a zonas residenciales, comerciales e industriales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La investigación aplicada se orienta hacia la resolución práctica de problemas específicos o la aplicación de conocimientos para abordar situaciones concretas enfocándose directamente en la solución de problemas del mundo real. Su principal objetivo es generar conocimiento que pueda ser utilizado para desarrollar nuevas tecnologías, mejorar procesos existentes o enfrentar desafíos prácticos en diversas áreas (Castro, Gómez y Camargo, 2023).

Por lo tanto, la investigación fue aplicada por su procedimiento práctico y su relevancia directa en la solución de problemas del mundo real, al emplear el software Vissim, el estudio se centró en analizar y abordar desafíos específicos relacionados con el diseño geométrico de una importante vía urbana y el congestionamiento vehicular en esa área, además los resultados de esta investigación tuvieron un impacto inmediato en la toma de decisiones para mejorar la movilidad y la infraestructura vial en la Av. Nicolás de Piérola.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación no experimental es un proceso sistemático y empírico en el cual las variables independientes no son objeto de manipulación, ya que han ocurrido de forma natural. Las inferencias acerca de las relaciones entre las variables se establecen sin intervención ni influencia directa, y estas relaciones se observan tal y como se han desarrollado en su contexto original (Novosel, 2023).

Es por ello que la presente investigación fue no experimental, ya que se empleó el software Vissim para simular el comportamiento del tráfico en la mencionada avenida, esto implicó la observación y evaluación de patrones de tráfico en condiciones de la vida real sin modificar activamente las variables involucradas, como el diseño geométrico de la carretera, además, se centró en la observación y análisis de la situación actual, lo que la enmarcó dentro del ámbito de las investigaciones no experimentales, donde se buscó comprender y describir fenómenos existentes en lugar de manipular o cambiar variables de manera controlada.

Se presenta el esquema que se utilizó para la realización del presente estudio basándose en lo siguiente:

M —————> O

M = Representa la muestra; Av. Nicolas de Piérola – Ate.

O = Representa la información que se recoge para el proyecto.

Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo se basa en la recopilación y el examen de información con el fin de abordar cuestiones de investigación y validar hipótesis formuladas previamente apoyándose de la cuantificación, el recuento y con frecuencia emplea técnicas estadísticas para determinar con precisión los modelos de comportamiento dentro de una población (Castañeda, 2022).

Por consiguiente, la investigación fue cuantitativa, ya que al emplear el software Vissim se realizaron simulaciones de escenarios de tráfico, lo que permitió obtener mediciones precisas sobre el flujo vehicular, los tiempos de viaje, las velocidades promedio y otros indicadores cuantitativos relacionados con el congestionamiento vial en la mencionada avenida. Además, la evaluación del diseño geométrico se basó en mediciones y cálculos cuantitativos que permitieron determinar la eficacia y seguridad de la infraestructura vial.

Nivel de investigación

La investigación a nivel descriptivo correlacional es un enfoque dentro de la metodología de investigación que tiene como objetivo principal describir y analizar las relaciones entre dos o más variables sin establecer necesariamente una relación causal entre ellas; en otras palabras, se busca determinar si existe una correlación o asociación estadística entre las variables estudiadas, pero no se intenta explicar por qué se produce esta relación (Osada y Carrillo, 2021).

Es por ello, que la investigación se determinó como descriptiva porque se refiere a la recopilación de datos detallados sobre las características del diseño geométrico de la carretera, como su longitud, número de carriles, intersecciones, señalización y otros aspectos, mientras que correlacional se aplica a la exploración de posibles relaciones entre estos elementos geométricos y el nivel de congestión vehicular en

la Av. Nicolás de Piérola en Ate.

Método de investigación

El método hipotético-deductivo en investigación se refiere al grado de asociación o relación entre dos o más variables, sin implicar una relación causal directa. En este enfoque, se busca determinar si existe una relación estadística entre las variables, pero no se establece la dirección de la causalidad, del cual, se utilizan técnicas estadísticas como el coeficiente de correlación para medir la fuerza y dirección de la asociación. Este tipo de investigación es valioso para identificar patrones, tendencias o relaciones entre variables, pero no permite hacer afirmaciones sobre la causalidad, ya que otras variables no controladas podrían influir en los resultados (Figueroa y Sangerman, 2022).

Es por ello que la investigación fue hipotético deductivo, puesto que en este estudio, se parte de una hipótesis inicial, se brindó una suposición sobre el impacto de ciertos aspectos del diseño geométrico en la congestión vehicular en una ubicación específica empleando el software Vissim para simular escenarios y recopilar datos que permitieron verificar o refutar la hipótesis, además de que el proceso implica la formulación de suposiciones, la recopilación de datos empíricos y la deducción de conclusiones a partir de la información recopilada.

3.2. Variable y operacionalización

Variables

Por lo cual, se expresó como variables presentes en la investigación las siguientes:

VI: Diseño Geométrico

VD: Congestionamiento vehicular

Operacionalización de variables

La operacionalización de variables representa un paso fundamental en la investigación científica, ya que consiste en la precisa definición de conceptos abstractos o variables de forma que puedan ser cuantificadas u observadas de manera concreta. Este enfoque posibilita la transformación de variables abstractas en datos concretos y empíricos que son susceptibles de ser reunidos, analizados y aplicados en el contexto de la investigación (Arroyo, 2021).

Variable Independiente: Diseño Geométrico

Definición conceptual: Diseño Geométrico es una rama crucial de la ingeniería de transporte que se dedica a la configuración y disposición eficiente de vías y carreteras para facilitar el tránsito seguro y fluido de vehículos, lo que implica planificar detalladamente elementos como el trazado horizontal y vertical de la carretera, intersecciones, carriles, curvas y pendientes, buscando optimizar la seguridad vial y mejorar la eficiencia del flujo de tráfico (Afoyalan et al., 2021).

Definición Operacional: La evaluación de las características geométricas fueron medidas a través de un levantamiento topográfico para conocer las medidas geométricas del tramo en estudio, seguidamente se hizo uso del software PTV VISIM especializado en simulación de tráfico vial para simular las condiciones de demanda actual de tránsito y posteriormente plantear alternativas de solución.

Variable Dependiente: Congestionamiento vehicular

Definición Conceptual: Congestionamiento vehicular se refiere a la acumulación excesiva y la lentitud del tráfico en las carreteras, calles u otras vías de circulación debido al elevado número de vehículos que comparten el mismo espacio, este fenómeno ocurre cuando la demanda de transporte supera la capacidad de la infraestructura vial disponible. Las causas comunes de la congestión vehicular incluyen un alto volumen de vehículos en horas pico, la falta de planificación urbana eficiente, la ausencia de sistemas de transporte público efectivos y la dependencia excesiva del transporte privado (Wang, Atkinson y Park, 2023).

Definición Operacional: El tráfico vial fueron evaluado mediante un aforo vehicular para determinar el volumen vehicular que circula por la vía, seguidamente con ayuda del programa PTV-VISSIM se realizaron una simulación al estado actual y al estado de propuesta de solución para la vía del tramo en estudio.

Así mismo, se presenta en la tabla 2 el resumen de la operacionalización de variables.

Tabla 2. Resumen de Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente: Diseño geométrico	Trazo horizontal	Longitud del tramo (m) Ancho de vía (m) Radio de giro (m) Semaforización (s)
	Perfil longitudinal	Pendiente (%)
	Perfil transversal	Pendiente (%)
Variable dependiente: Congestionamiento vehicular	Volumen máximo vehicular	Longitud de cola (veh/km)
		Volumen vehicular (cant)
	Patrones de congestión vehicular	Tiempo de demora (s) Nivel de servicio (ordinal)
	Aplicación de software VISSIM	Modelado y evaluación

Fuente: Propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población se define como el conjunto total de elementos, individuos o unidades que comparten características o atributos específicos en el contexto de un estudio o investigación, asimismo, esta agrupación de entidades se selecciona con el propósito de representar el grupo de interés que se pretende analizar y generalizar en el marco de una investigación, lo que implica que todos los elementos en cuestión conforman la población bajo estudio.

El aforo vehicular se realizó en tres intersecciones (1.- Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin. 2.- Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui. 3.- Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte), establecidas en las cuales estas comprenden el tramo en que se realiza el estudio de esta presente investigación.

Los **criterios de inclusión:** La investigación tomara la información de la cantidad de vehículos que pasan por la Av. Nicolás de Piérola desde las 6:00 am. hasta la 10:00 pm., para determinar qué tan concurrida es la vía, ubicados en intersecciones de zonas comerciales y residenciales.

Los **criterios de exclusión** La investigación no tomara la información de la cantidad de vehículos que no pasen por la Av. Nicolás de Piérola.

3.3.2. Muestra

La muestra se refiere a una porción o subconjunto específico del universo o población que servirá como el foco de la investigación, la obtención de la cantidad de elementos de esta muestra se rige por procedimientos, que pueden incluir fórmulas, razonamientos lógicos y otros métodos que se discutirán posteriormente, además se selecciona con la intención de ser una representación adecuada de la población en cuestión (Cash et al., 2022).

Para llevar a cabo este estudio, la muestra se establecerá mediante observaciones en días designados, en los cuales se medirán registros del flujo vehicular durante una jornada laborable, comprendida entre las 6:00 a.m. y las 10:00 p.m. El tramo en estudio que abarca desde la intersección entre la Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui hacia la intersección entre la Av. Nicolas de Piérola / la Av. Alfonso Ugarte tiene las siguientes coordenadas geográficas: latitud 12° 1'25.34"S y longitud 76°53'38.51"O; latitud 12° 1'35.67"S y longitud 76°53'36.34"O respectivamente en el orden mencionado

3.3.3. Muestreo

El muestreo es no probabilístico por conveniencia, la cual el autor recopilara selección y obtención de una parte representativa o subconjunto de elementos, individuos o unidades de una población más amplia, con el propósito de examinar y analizar características, atributos o comportamientos de interés, sin la necesidad de abordar a todos los miembros de dicha población, además, este procedimiento implica la aplicación de métodos estadísticos y técnicas específicas para garantizar que la muestra elegida sea adecuada y que los resultados obtenidos sean generalizables a la población en su totalidad (Hernández y Carpio, 2019).

Es por ello que el muestreo del presente estudio es no probabilístico por conveniencia, la cual se tomó a la Av. Nicolás de Piérola, del cual, se subdividió en segmentos estratégicos, los cuales se seleccionaron en función de

intersecciones clave, áreas comerciales, zonas residenciales y otros puntos de interés, asimismo, en cada uno de estos segmentos, se instalaran dispositivos de captación, y personas, con el fin de registrar de manera precisa el flujo vehicular, es por eso que la elección de un muestreo estratificado se empleó con la finalidad de garantizar una representación integral de todas las áreas de la avenida, a la vez que proporciona una visión pormenorizada del diseño geométrico y su influencia en el fenómeno de congestión vehicular.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis se refiere a las personas o elementos cuyas características se van a evaluar y medir en un estudio. Es un componente fundamental en cualquier proyecto de investigación, ya que constituye el enfoque principal de análisis para el investigador en su estudio (Jornet y Damsa, 2021).

Es por ello que la investigación consideró como unidad de análisis al flujo vehicular en la Avenida Nicolás de Piérola en el distrito de Ate, específicamente en el año 2023, además se examinó y evaluó con el software Vissim para comprender y analizar el diseño geométrico de la avenida y su impacto en el congestionamiento vehicular.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

La observación directa es un procedimiento de obtención de datos que implica la observación del fenómeno de interés en un contexto específico sin alterar dicho entorno, ya que cualquier interferencia podría comprometer la validez de los datos recabados (Sánchez, Fernández y Díaz, 2021). Mientras que el análisis documental es un proceso de examen y evaluación sistemática de documentos escritos, registros, fuentes de información o textos, con el fin de extraer información relevante, identificar patrones, interpretar significados y sintetizar conocimiento a partir de estos materiales (Martínez, Palacios y Oliva, 2023).

Se empleó la observación directa mediante la implementación de cámaras y

personas, las cuales aseguraron una vigilancia continua y minuciosa de las condiciones del tráfico en múltiples momentos del día y en distintas áreas de la avenida en análisis. Asimismo, la combinación de la observación directa y el registro visual permitió la captura de la dinámica y variabilidad del tráfico de manera sumamente precisa. Por otro lado, en cuanto al análisis documental, se procedió a buscar información relacionada con el tema para sustentar y respaldar la investigación, la cual se validó a través de estudios previos realizados por otros investigadores en áreas afines.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos son dispositivos, herramientas o medios específicos utilizados en el ámbito de la investigación para obtener información o evidencia empírica sobre las variables de interés, además estos instrumentos se diseñan y emplean con el propósito de recopilar datos cuantitativos o cualitativos de manera sistemática y estandarizada (Sánchez, Fernández y Díaz, 2021).

Para el caso de la presente investigación, se empleará el software VISSIM, luego de haber recopilado datos a través de la observación directa, el uso de cámaras y el aforo vehicular en campo, se procede a la inserción de estos datos en el software con el fin de simular las condiciones de la vía de manera fidedigna. VISSIM proporcionó la capacidad de examinar con precisión los patrones de flujo, detectar puntos de congestión y evaluar la efectividad del diseño geométrico de la avenida, este análisis minucioso, proporcionado por el software, se erigió como un componente esencial para la obtención de conclusiones basadas en evidencia empírica y desprovistas de sesgos.

Validez

La validez en el contexto de la investigación se refiere a la medida en que un estudio o una prueba mide efectivamente lo que se propone medir, en otras palabras, se trata de la capacidad de un instrumento, una metodología o un proceso de investigación para proporcionar mediciones o resultados precisos y confiables que sean representativos de la variable o el fenómeno que se está estudiando (Villasís et al., 2018).

Por lo tanto, la investigación se llevó a cabo y estuvo respaldada por las normativas y el Manual de MTC (DG – 2018), que proporcionó pautas sobre el diseño de carreteras, y se tomaron criterios a partir de las normas para abordar la problemática.

Confiabilidad

La confiabilidad en el contexto de la investigación se refiere a la consistencia y estabilidad de las mediciones o resultados de una prueba o método de evaluación a lo largo del tiempo y a través de diferentes aplicaciones, en otras palabras, se trata de la capacidad de un instrumento o un procedimiento para proporcionar mediciones consistentes y repetibles cuando se administra en circunstancias similares. (Villasís et al., 2018).

La confiabilidad de la investigación fue respaldada mediante formatos de levantamiento de información de conteo vehicular y fichas de observaciones que ayudaron a recopilar información clara y precisa (ver anexos: formatos de campo)

3.5. Procedimientos

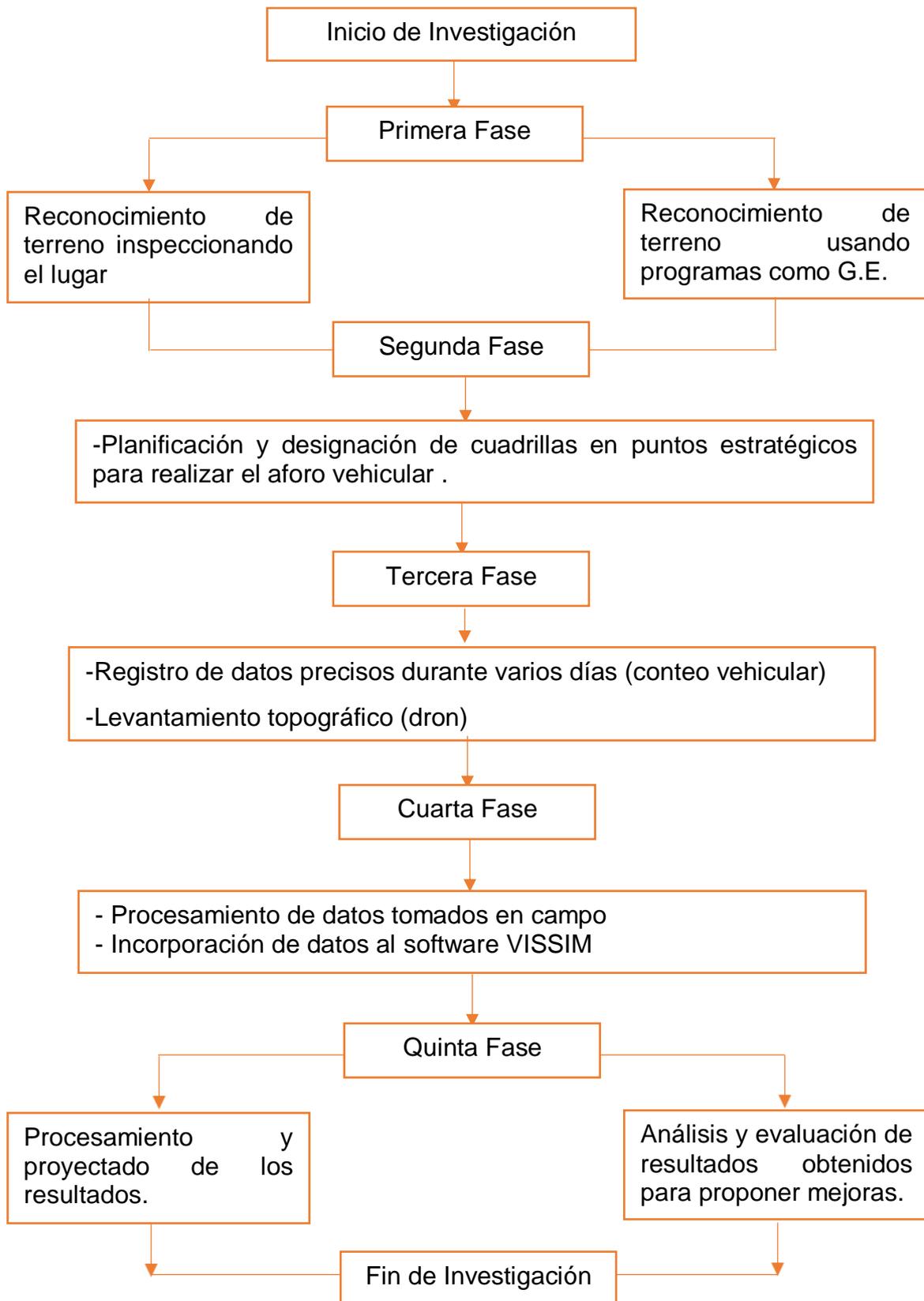
Primera Fase: Reconocimiento de Terreno: El primer paso en la investigación es realizar una inspección detallada de la Av. Nicolás de Piérola. Esta fase tiene como objetivo identificar los segmentos con mayor congestión y definir los puntos más apropiados para realizar la observación, por otro lado, el reconocimiento del terreno de estudio se realizó utilizando herramientas tecnológicas como Google Earth Pro, complementada con visitas presenciales para distinguir sus características, elementos y dinámicas.

Segunda Fase: Planificación y designación de cuadrillas en puntos estratégicos para realizar el aforo vehicular: una vez identificados los puntos de observación, se procedió a la distribución y asignación de las cuadrillas de 4 personas por cada intersección a estudiar para su posterior toma de registros vehiculares para capturar adecuadamente el flujo vehicular.

Tercera Fase: Registro de Datos: Durante los períodos previamente establecidos, se realiza la recolección de datos, asimismo, es fundamental llevar a cabo esta tarea durante diferentes días y horarios para obtener una representación precisa de las distintas dinámicas del tráfico, de igual manera se realizó el levantamiento topográfico para describir las condiciones geométricas de la vía.

Cuarta Fase: Procesamiento de datos tomados en campo para su posterior Incorporación al VISSIM: Los datos recolectados son luego ingresados al software VISSIM, esta herramienta permite simular y visualizar de manera detallada el flujo vehicular, considerando todas las variables que se deseen analizar.

Quinta Fase: Simulación y Evaluación: Luego de haber introducidos los datos al software se procesan y se proyectan las simulaciones, posteriormente, se analizaron y evaluaron los resultados obtenidos para proponer mejoras, con los datos ya incorporados, se procede a realizar simulaciones que emulan las condiciones reales del tráfico en la avenida, asimismo, estas simulaciones brindan información valiosa sobre la eficiencia del diseño geométrico y áreas de congestión. El procedimiento del presente estudio se puede representar de la siguiente manera:



Fuente: Propia

3.6. Método de análisis de datos

Un procedimiento de análisis de datos abarca un sistema organizado de tácticas, enfoques y recursos empleados en el contexto de investigaciones o en el estudio de datos con el fin de explorar, estructurar, descifrar y derivar conclusiones a partir de la información reunida, estos procedimientos resultan fundamentales para descifrar esquemas, conexiones y pautas presentes en los datos, lo cual, a su vez, facilita la obtención de datos relevantes y respalda la toma de decisiones basadas en fundamentos sólidos (Snyder, 2019). Por otro lado, la estadística descriptiva tiene como propósito resumir de manera significativa los datos observados, facilitando su análisis. Consiste en recopilar observaciones sobre individuos que poseen una característica específica y expresar esas observaciones en términos numéricos para obtener información detallada sobre dicha característica (Ochoa y Yunkor, 2019).

Es por ello que la investigación se consideró el estadístico descriptivo porque a través del software Vissim, se obtuvieron datos que permitieron una representación clara y objetiva de la situación del tráfico y el diseño de la vía, asimismo enfoque descriptivo buscó proporcionar una visión detallada de los problemas de tráfico en la Av. Nicolás de Piérola y sentar las bases para posibles soluciones futuras, basadas en una comprensión profunda de la situación actual. Por otro lado, el diseño geométrico de una vía, en este caso, la Avenida Nicolás de Piérola en Ate y el nivel de congestión vehicular son variables interdependientes, del cual, al momento de usar el software Vissim que se utiliza para simular el tráfico y evaluar cómo el diseño geométrico influye en el congestionamiento, la cual se emprendió un estudio para discernir las interacciones existentes entre la estructura geométrica de la avenida y los patrones de congestión registrados.

3.7. Aspectos éticos

La integridad y ética en la investigación adquirieron una importancia central, puesto que, a lo largo de todo el proceso investigativo, se enfatizó la primacía de la honestidad, la transparencia y el respeto hacia todas las partes implicadas, esto se traduce en la garantía de que los datos recopilados se gestionen con la debida confidencialidad y se destinen exclusivamente a los propósitos definidos en el marco de este proyecto de investigación. Por otra parte, la base de datos empleada

en este estudio se sustentó de fuentes de información rigurosas y validadas, incluyendo artículos científicos, revistas especializadas de carácter científico-disciplinario y tesis de posgrado adquiridas de reconocidas plataformas digitales como Redalyc, SCIELO, SCIENCE DIRECT, DIALNET, MDPI y entre otras. En consonancia con las buenas prácticas académicas, se aplicó la normativa ISO 690 UCV para la adecuada citación y referencia de las diversas fuentes utilizadas en la investigación. Asimismo, se enriqueció la experiencia del lector con materiales interactivos, como tablas de contenido y figuras explicativas, para respaldar la presentación de la información, asimismo, en un esfuerzo por garantizar la exactitud y credibilidad de los resultados, se aplicaron las normativas técnicas pertinentes, como la MTC para tomar criterios en el diseño geométrico de vías. Además, se empleó la herramienta Turnitin para evaluar y certificar el grado de similitud en el contenido, destacando el firme compromiso del autor por ofrecer un contenido original, respaldado por su baja similitud con investigaciones previas, y de esa manera estricta se cumplió con los preceptos éticos al realizar una correcta atribución de la información proveniente de otros autores y seleccionando cuidadosamente aquellos aspectos más relevantes para enriquecer la investigación, en total concordancia con la Resolución del Consejo Universitario N° 0262-2020/UCV.

Beneficencia: Este concepto aboga por impulsar el bienestar colectivo. En el marco de nuestro estudio en la Av. Nicolás de Piérola, se buscó no solo reconocer los retos en términos de congestión, sino también ofrecer propuestas que potencien la movilidad urbana, repercutiendo positivamente en la vida diaria de la comunidad.

No Maleficencia: Es esencial que la investigación no genere ningún tipo de perjuicio, ya sea directo o indirecto. Se implementaron protocolos para asegurar que la captura de datos no altere la dinámica vial ni perturbe a los ciudadanos en su día a día

Justicia: Se buscó que la justicia prevalezca al tratar la información y los descubrimientos con objetividad, evitando prejuicios o discriminaciones. Cada tramo de la vía y sus usuarios recibieron un análisis imparcial, para que las conclusiones y sugerencias beneficien de manera equitativa a todos

La independencia y libertad de cada individuo o grupo involucrado en la investigación se respetó en todo momento. Cualquier colaboración fueron por voluntad propia, asegurando la privacidad y la opción de desvincularse del estudio cuando lo deseen sin consecuencia.

IV. RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El área de la zona de estudio es la Av. Nicola de Piérola ubicado en el distrito de Ate Vitarte, esta es una avenida colectora hacia la Carretera Central en la cual se identificaron tres intersecciones, el tramo en que se centrara el proyecto abarca desde la intersección entre la Av. Nicolas de Piérola/Av. San Martin hacia la intersección entre la Av. Nicolas de Piérola/Av. Alfonso Ugarte. Se muestra en la **figura 2**. en la cual se aprecia ciertas zonas referenciales para mayor orientación espacial así mismo se resalta las intersecciones en las cuales se centrará la recopilación de datos de conteo vehicular, se establecerá la progresiva 0+000 desde la Carretera Central con dirección de Norte a Sur en forma ascendente.

Ubicación geográfica

El tramo en estudio abarca desde la intersección entre: 1) Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin (km 0+440 Av. Nicolas de Piérola), pasando por 2) Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui (km 0+640 Av. Nicolas de Piérola) hacia la intersección entre 3) Av. Nicolas de Piérola / la Av. Alfonso Ugarte (km 0+960 Av. Nicolas de Piérola) las cuales tienen las siguientes coordenadas geográficas: latitud $12^{\circ}1'18.86''S$ y longitud $76^{\circ}53'39.81''O$; latitud $12^{\circ}1'25.34''S$ y longitud $76^{\circ}53'38.51''O$; latitud $12^{\circ}1'35.67''S$ y longitud $76^{\circ}53'36.34''O$ respectivamente en el orden mencionado, **(Ver figura 2)**.



Figura 2. Ubicación de área de estudio
Fuente: Google Maps

En la **figura 3**, en sentido de Norte a Sur se observa que la intersección Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin cuenta con carpeta asfáltica deteriorada, la invasión de veredas por parte de los límites de propiedad de las viviendas, falta de señalización y semáforos **(a)**, se muestra que la intersección es colindante con la fábrica San Jorge, así mismo se ve que no existe una prioridad de paso al no existir semáforos ocasionando congestión **(b)**.

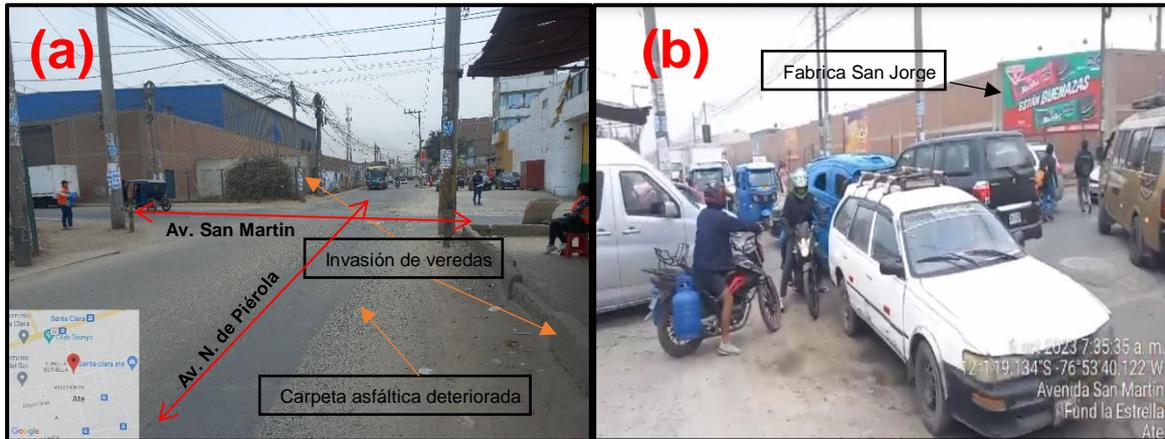


Figura 3. Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin
Fuente: Elaboración propio

En la **figura 4**, en sentido de Este a Oeste se observa que la intersección Av. Nicolas de Piérola / Av. J.C. Mariátegui se encuentra ubicada el centro de revisiones técnicas Lidercon **(a)**, también se muestra la ubicación de un grifo de abastecimiento de combustible, de igual manera se aprecia la ausencia de semáforos lo cual no permite un adecuado flujo ocasionando congestión por parte de los vehículos **(b)**.



Figura 4. Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui
Fuente: Elaboración propio

En la **figura 5**, en la intersección Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte en sentido de Oeste a Este se identifica el colegio Innova Schools el cual cuenta con niveles de educación de inicial, primaria y secundaria **(a)**, se identifica la instalación de semáforos en la intersección mencionada anteriormente **(b)**.



Figura 5. Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte
Fuente: Elaboración propia

Vías de acceso e identificación de rutas de transporte publico

Las vías de acceso hacia la Av. Nicolas de Piérola se dan a través de la Carretera central, Av. San Martín, Av. José Carlos Mariátegui y la Av. Alfonso Ugarte los cuales son de doble sentido. Se identifico 11 empresas de transporte público que circulan por la zona en estudio presentándose en una tabla el nombre de la empresa y horarios de circulación. **(Ver tabla 3).**

Tabla 3. Empresas de transporte publico

Empresa	Ruta	Horario de operación
1. Federico Villarreal S.A. autobús 9405	Bertello (Callao) - Santa Clara (Ate)	lunes a domingo de 5 a.m.-11 p.m.
2. Musa S.A. autobús 4416	Av. Huarochirí (Cieneguilla) - Santa Clara (Ate)	lunes a domingo de 5 a.m.-10 p.m.
3. Los Laureles M.S.A. autobús 8402	Manchay (Pachacamac) - Santa Clara (Ate)	lunes a domingo de 5 a.m. -10p.m.
4. El Sol de Santa Clara S.A. autobús 2407	Ate - Independencia	lunes a domingo de 5 a.m.-10 p.m.
5. Santa Rosa S.A.C. autobús CR25	Pacasmayo (Callao) - Santa Clara (Ate)	lunes a domingo de 5 a.m.-10 p.m.
6. La línea autobús CR24	Ate - Callao	lunes a domingo de 4:30 a.m.-10 p.m.
7. Unidos Vitarte S.A. autobús IM55	Ate - Lima	lunes a domingo de 5:30 a.m.-9 p.m.
8. ETUSMPSA autobús 4618	Ate - La Victoria - Ate	lunes a domingo de 5 a.m.-10 p.m.
9. Canadá S.A. autobús IM11	Santa Clara (Ate) - Minka (Callao)	lunes a domingo de 5 a.m. -10 p.m.
10. Unidos S.A. (ETUSA) Ruta 3402	Santa Clara (Ate) – San Juan de Lurigancho	lunes a domingo de 5 a.m. -9 p.m.
11. Gocarive 19 S.A. autobús 4904	Ate - Lima	lunes a domingo de 5 a.m. -10 p.m.

Fuente: Propia

Zonificación de la zona de estudio

El tramo en estudio se encuentra entre una zona industrial, comercial, residencial y de zonas de equipamiento, encontrándose como puntos más resaltantes un centro educativo, una fábrica de lácteos y sus derivados esto en la intersección entre la Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte, asimismo se identificó un centro de revisión técnica vehicular en la intersección de la Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui. Así mismo la zona en estudio es una vía de paso importante para centros recreativos, el camposanto Santa Clara y urbanizaciones aledañas. (ver figura 6).

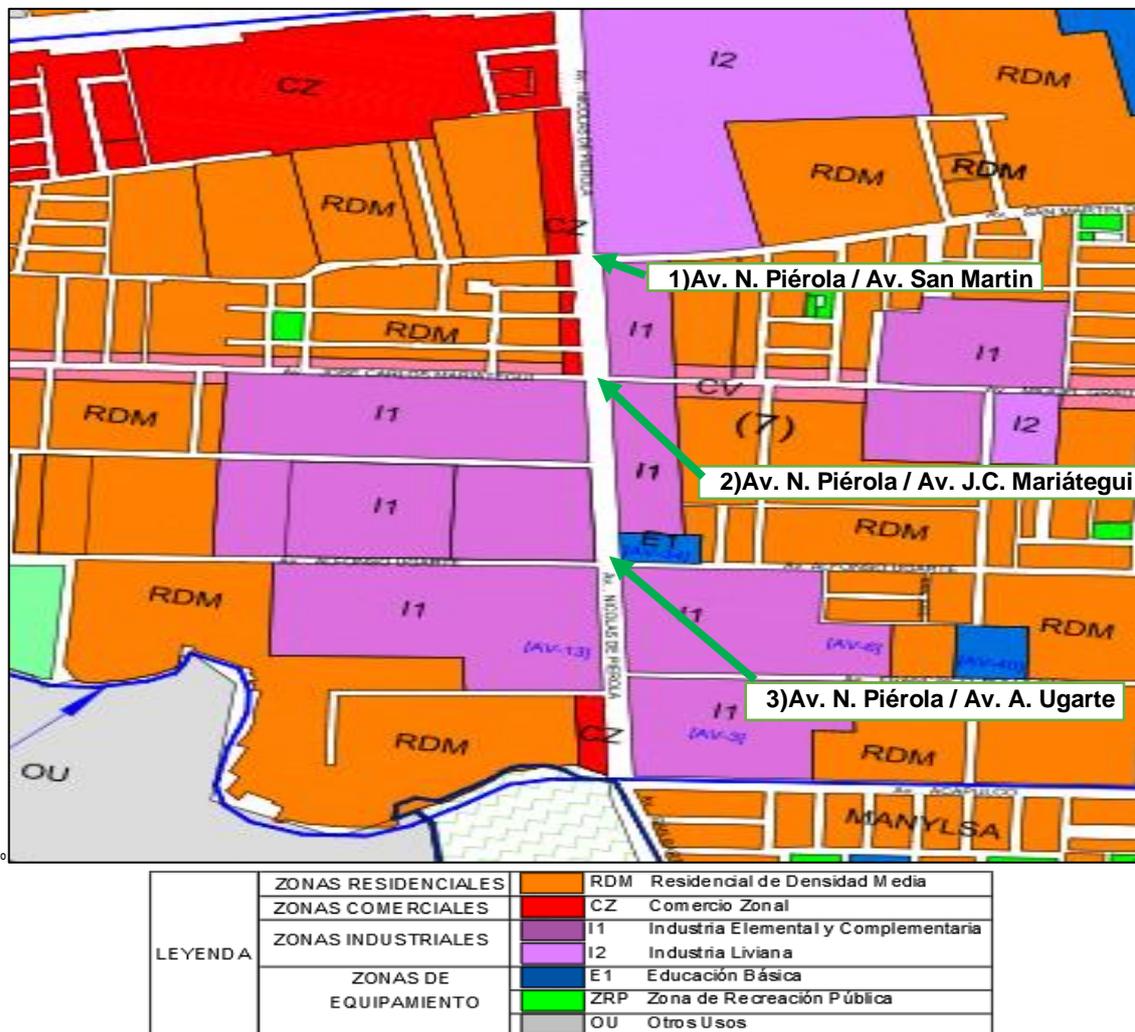


Figura 6. Zonificación del área de estudio Av. Nicolas de Piérola
Fuente: Plano de Zonificación de Ate

Topografía de la zona de estudio

El levantamiento topográfico se realizó empleando instrumentos de medición mediante el uso de estación total y de vuelos con UAV (vehículo aéreo no tripulado - dron). El primer paso fue realizado mediante la puesta de puntos de control con la estación total, estos puntos sirven como rectificadores de posicionamiento y de orientación para el postprocesamiento de la data generada por el vuelo del dron el cual sera usado en la etapa de generacion del ortomosaico y modelo digital de terreno. (ver figura 7)



Figura 7. Establecimiento de puntos de control
Fuente: Elaboración propia

La figura 8, se visualiza el ensamblaje de piezas del Dron para su posterior configuración (a), también se aprecia la pantalla del control del Dron el cual muestra las rutas de vuelo establecidas (b).



Figura 8. Configuración de DRON
Fuente: Elaboración propia

Luego de obtenida la información del levantamiento topográfico se procedió al post procesamiento mediante el software Agisoft Metashape especializado en procesamiento y restitución fotogramétrica para la obtención de modelos 3d, 2d, orto mosaicos y demás datos espaciales **(ver figura 9(a))**. después de generada la ortofoto y el modelo 3d del terreno se procedió a la elaboración de planos y generación de reportes de las características geométricas del tramo en estudio utilizando el software Civil 3d **(ver figura 9(b))**.

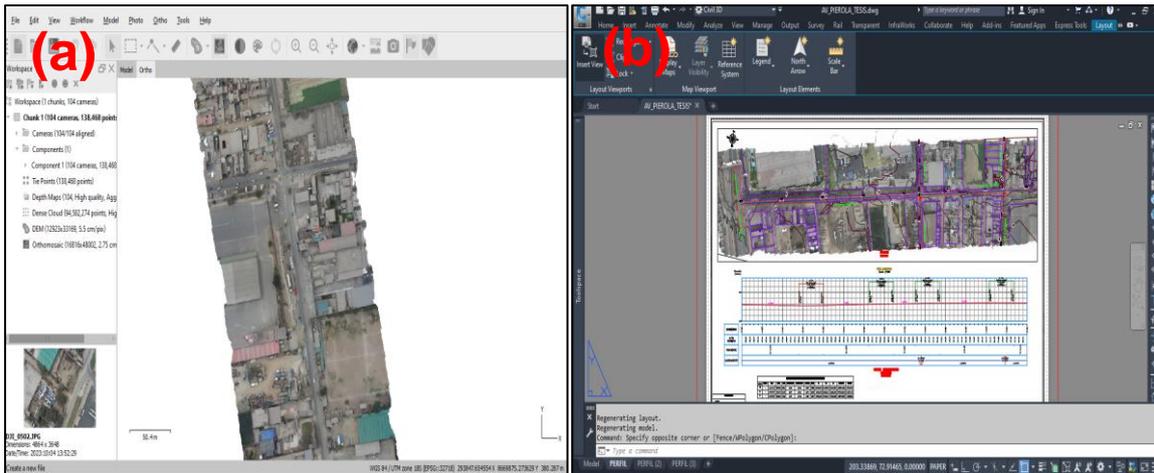


Figura 9. Procesamiento de data topográfica
Fuente: Elaboración propia

Evaluación geométrica

Para poder describir mejor el tramo en estudio se procedió asignarle progresivas a la Av. Nicolas de Piérola para poder identificar con mayor facilidad la ubicación de las características geométricas, partiendo desde el Norte en la Av. Nicolas Ayllón en dirección hacia el Sur a lo largo de la Av. Nicolas de Piérola. (ver Anexo planos)

Se obtuvo como resultados para las condiciones existentes radios de curva mayores o iguales a 200 m, pendiente promedio de 0.89 % a lo largo del tramo en estudio, además se identificaron 3 intersecciones los cuales son los puntos críticos en los que se centrara el análisis de modelación del tráfico vial, los cuales son Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martín (progresiva 0+435), Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui (progresiva 0+640) y Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte (progresiva 0+960), siendo las pendientes promedio de 2.27%, 2.85% y 3.03% respectivamente. Se identificó que los cruces mencionados existente una

deficiencia en los radios giro los cuales generan poca maniobrabilidad de los conductores generando demoras y tramos de cola e incluso se observó la invasión de vehículos sobre las veredas. **(ver tabla 4)**

Tabla 4. Características geométricas existentes / intersecciones

Descripción	Av. N. Piérola	Intersección con la Av. San Marín	Intersección con la Av. J. Mariátegui	Intersección con la Av. A. Ugarte
Radio de curvas(m)	≥200 m	Tramo recto	tramo recto	tramo recto
Pendiente promedio (%)	0.89 %	2.27 % 1.45 %	2.85%	3.03%
Carriles (und)	2 (doble sentido)	2 (doble sentido)	2 (doble sentido)	2 (doble sentido)
Ancho de vía (m)	6.30	5.80 (tramo oeste-este) 6.60 (tramo este-oeste)	6.00 (tramo oeste-este) 3.90 (tramo este-oeste)	6.40 (tramo oeste-este) 6.20(tramo este-oeste)

Fuente: Propia

La **figura 10**, se aprecia la ortofoto como base para el dibujo de la vía **(a)**, de igual formase presenta un extracto del plano elaborado el cual nos permite evaluar los radios de giro de la Av. Piérola/ Av. San Martin **(b)**.

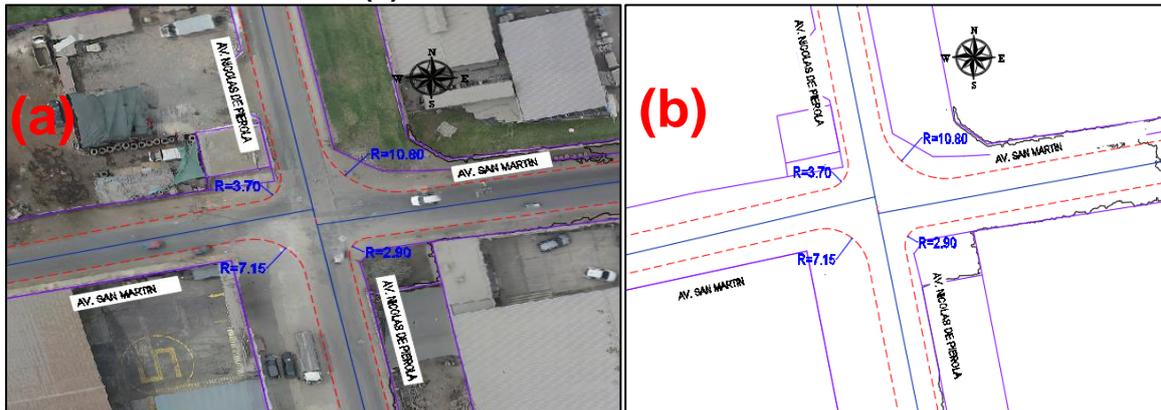


Figura 10. Radios de giro Av. Piérola/ Av. San Martin

Fuente: Elaboración propia

La **figura 11**, visualizamos la ortofoto como base para el dibujo de la vía **(a)**, de igual manera la imagen es un extracto del plano elaborado el cual nos permite evaluar los radios de giro de la Av. Piérola/ Av. Mariátegui **(b)**.

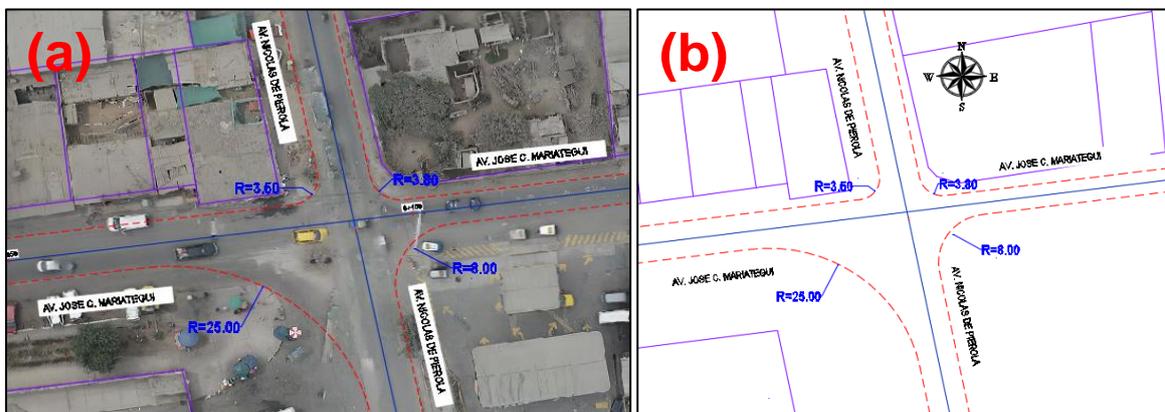


Figura 11. Radios de giro Av. Piérola/ Av. Mariátegui

Fuente: Elaboración propia

La **figura 12**, muestra la ortofoto como base para el dibujo de la vía **(a)**, también se aprecia un extracto del plano elaborado el cual nos permite evaluar los radios de giro de la Av. Piérola/ Av. A. Ugarte **(b)**.

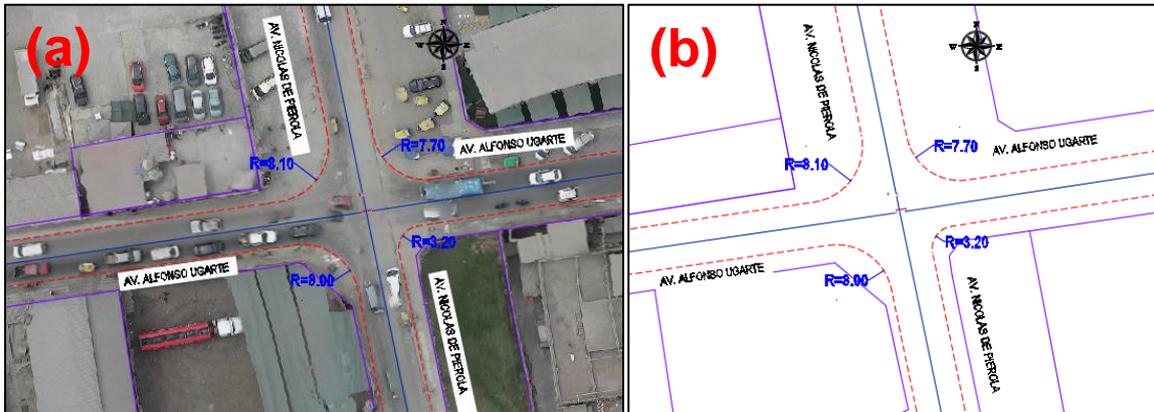


Figura 12. Radios de giro Av. Piérola/ Av. Ugarte
Fuente: Elaboración propia

La **tabla 5** muestra los radios de giro de las intersecciones los cuales han sido evaluados teniendo la geometría de la vía estudiada esto plasmado en planos generados después de haber realizado el levantamiento topográfico.

Tabla 5. Radios de giro existentes / intersecciones

Sentido de giro hacia la derecha	Av. N. Piérola/ Av. San Martín		Av. N. Piérola/ Av. Mariátegui		Av. N. Piérola / Av. Ugarte	
	R. Interior	R. Exterior	R. Interior	R. Exterior	R. Interior	R. Exterior
Norte-sur	3.70 m	6.85 m	3.50 m	6.65 m	8.10 m	11.36 m
Oeste-este	7.15 m	10.30 m	25.00 m	28.15 m	8.00 m	11.20 m
Sur-norte	2.90 m	6.05 m	8.00 m	11.30 m	3.20 m	6.60 m
Este-oeste	10.80 m	13.95 m	3.80 m	6.50 m	7.70 m	10.80 m

Fuente: Propia

Interferencias

En la Av. Nicolás de Piérola/Av. San Martín se detectaron invasión de límites de propiedad hacia la vía reduciendo el ancho de veredas y los radios de giros en dicha intersección. **(Ver figura 13)**.



Figura 13. Interferencias en Av. Nicolas de Piérola
Fuente: Elaboración propia

En la **figura 14**, se identificó un poste eléctrico en medio de la vía en la intersección de la Av. Nicolas de Piérola/Av. José Carlos Mariátegui el cual obstruye y restringe la maniobrabilidad de los vehículos al girar de sentido **(a)**, consecuentemente se ve la invasión de un vehículo al girar en la intersección **(b)**.



Figura 14. Interferencia de poste eléctrico e Invasión de veredas por parte de vehículos.
Fuente: Elaboración propia

Estudio de tránsito vehicular

El estudio de tránsito vehicular es fundamental para poder identificar los tipos de vehículos, volumen vehicular, dirección y sentidos de giro de los vehículos que transitan, determinar las horas con mayor flujo vehicular (horas pico) y horas con menor flujo vehicular (horas valle).

Se procedió a un reconocimiento de campo días previos a la realización del conteo vehicular para determinar las ubicaciones de las estaciones de conteo del personal asignado para dicha labor, también poder identificar los probables rangos de tiempo en los que se genera mayor flujo vehicular.

El aforo vehicular se realizó en tres intersecciones (1.- Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin. 2.- Av. Nicolas de Piérola / Av. José Carlos Mariátegui. 3.- Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte), se contó con un grupo de 12 individuos en su totalidad distribuidos en grupos de 4 en cada intersección y en cada sentido quienes realizaron el registro de la cantidad de vehículos, tipos de vehículos, cantidad de vehículos que giran en la intersección, estos registros fueron realizados en forma simultánea en las 3 intersecciones y en intervalos de tiempo de 15 minutos.

El aforo fue realizado en 3 días de la semana (miércoles, viernes y sábado) en horarios comprendidos entre las 6:00 Am- 10:00 Pm tomando como base el Manual de Dispositivos de Control del Transito Automotor Para Calles y Carreteras-2018, el cual detalla en el capítulo 6, acápite 6.6.1.1 (a) como estudio requerido para la instalación de semáforos un conteo vehicular de 3 días representativos y de periodos de tiempo de 16 horas consecutivas, que deben tener el mayor porcentaje de transito de las 24 horas del día, esto fue tomado en cuenta para el estudio debido a que se planteara como propuesta para la reducción de congestionamiento vehicular la implementación de semáforos en el tramo en estudio.

Se aprecia al personal encargado del conteo vehicular. **(ver figura 15)**. Cuadrilla designada en la intersección Av. Piérola/Av. San Martin realizando el conteo de vehículos. **(ver figura 16)**



Figura 15. Cuadrilla de conteo vehicular
Fuente: Elaboración propia

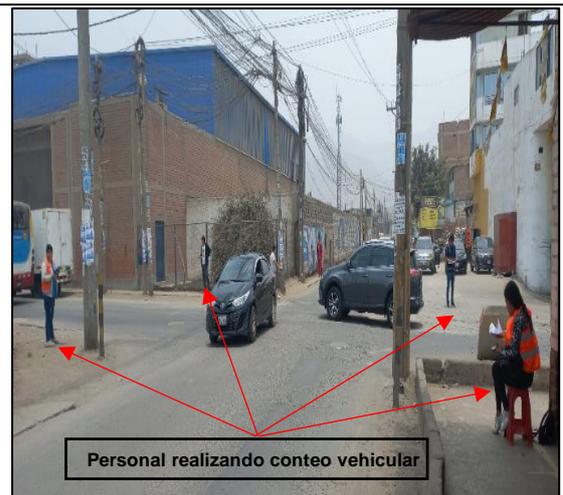


Figura 16. Av. Piérola/Av. San Martin-Conteo-vehicular
Fuente: Elaboración propia

La **figura 17**, muestra el personal realizando el conteo vehicular en la intersección Av. Piérola/Av. Mariátegui. La **figura 18**, se aprecia personal realizando el conteo vehicular en la intersección Av. Piérola/Av. Mariátegui



De los tres días de conteo se tomó como base el día viernes 06.10.2023, se evaluó las horas picos en tres fases siendo la primera el de la mañana, la segunda del mediodía y la última de la tarde; se determinó la hora pico la cual fue de 7:15 Am a 8:15 Am la cual presenta el mayor flujo vehicular y el mayor congestionamiento del día, se identificaron vehículos pesados tipo T3S2S2 que circulan por la zona de estudio los cuales generan congestionamiento en los giros de las intersecciones, se presenta a continuación el flujograma correspondiente a la hora pico, así mismo también una tabla resumen de los días de conteo vehicular (ver anexos: resumen de conteo vehicular). De igual manera se procedió teniendo los datos a realizar el cálculo del IMDA (ver anexos: IMDA)

La **figura 19**, muestra el flujograma vehicular en la hora punta de 7:15 – 8:15 de la intersección de la Av. Piérola/Av. San Martín, el cual muestra un total de 110 motos lineales, 1121 mototaxis, 517 autos, 31 camionetas, 27 camionetas rurales (combis), 52 microbuses, 4 buses interprovinciales, 68 camiones, 7 volquetes y 7 semitrailer y/o trailer, que circulan en dicha intersección durante la hora pico.

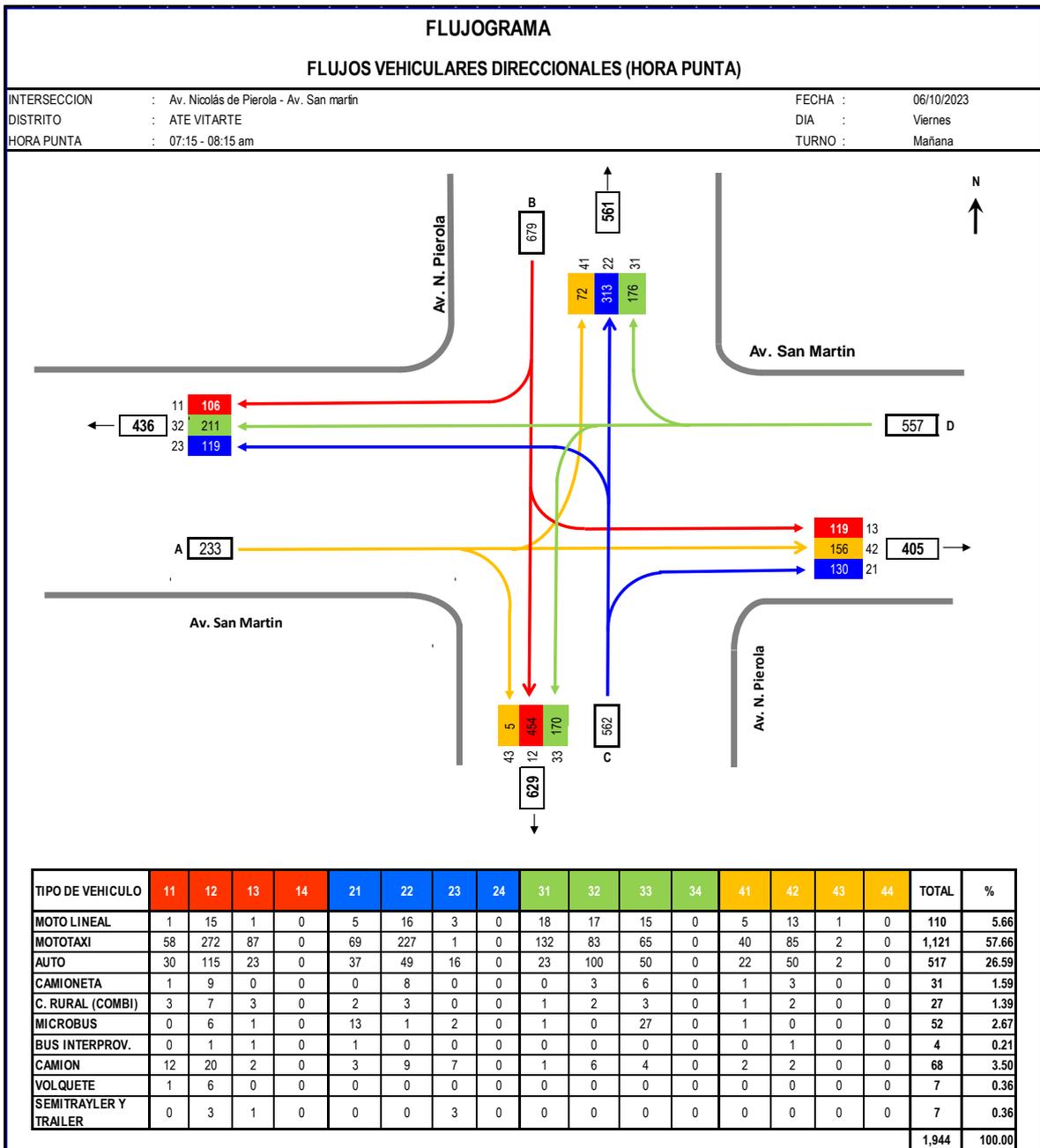


Figura 19. Flujograma hora pico Av. Piérola/Av. San Martín
 Fuente: Elaboración propia

La composición vehicular de los tipos de vehículo que transitan por la Av. Piérola/Av. San Martín en la hora pico es representado mediante un diagrama circular en la que se aprecia que los mototaxis y los autos tienen mayor porcentaje de incidencia con 58% y 27% respectivamente. **(ver figura 20)**

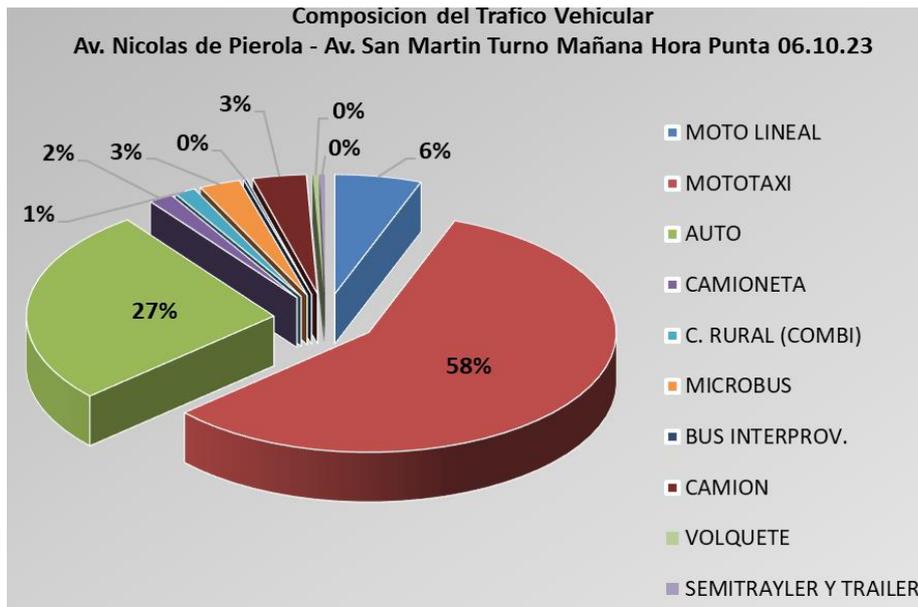


Figura 20. Composición vehicular hora pico - Av. Piérola/Av. San Martin
 Fuente: Elaboración propia

La **figura 21**, muestra el flujograma vehicular en la hora punta de 7:15 – 8:15 de la intersección de la Av. Piérola/Av. J. C. Mariátegui, el cual muestra un total de 77 motos lineales, 920 mototaxis, 499 autos, 41 camionetas, 122 camionetas rurales(combis), 61 microbuses, 7 buses interprovinciales, 80 camiones, 7 volquetes y 8 semitrayler y/o trailer, que circulan en dicha intersección durante la hora pico.

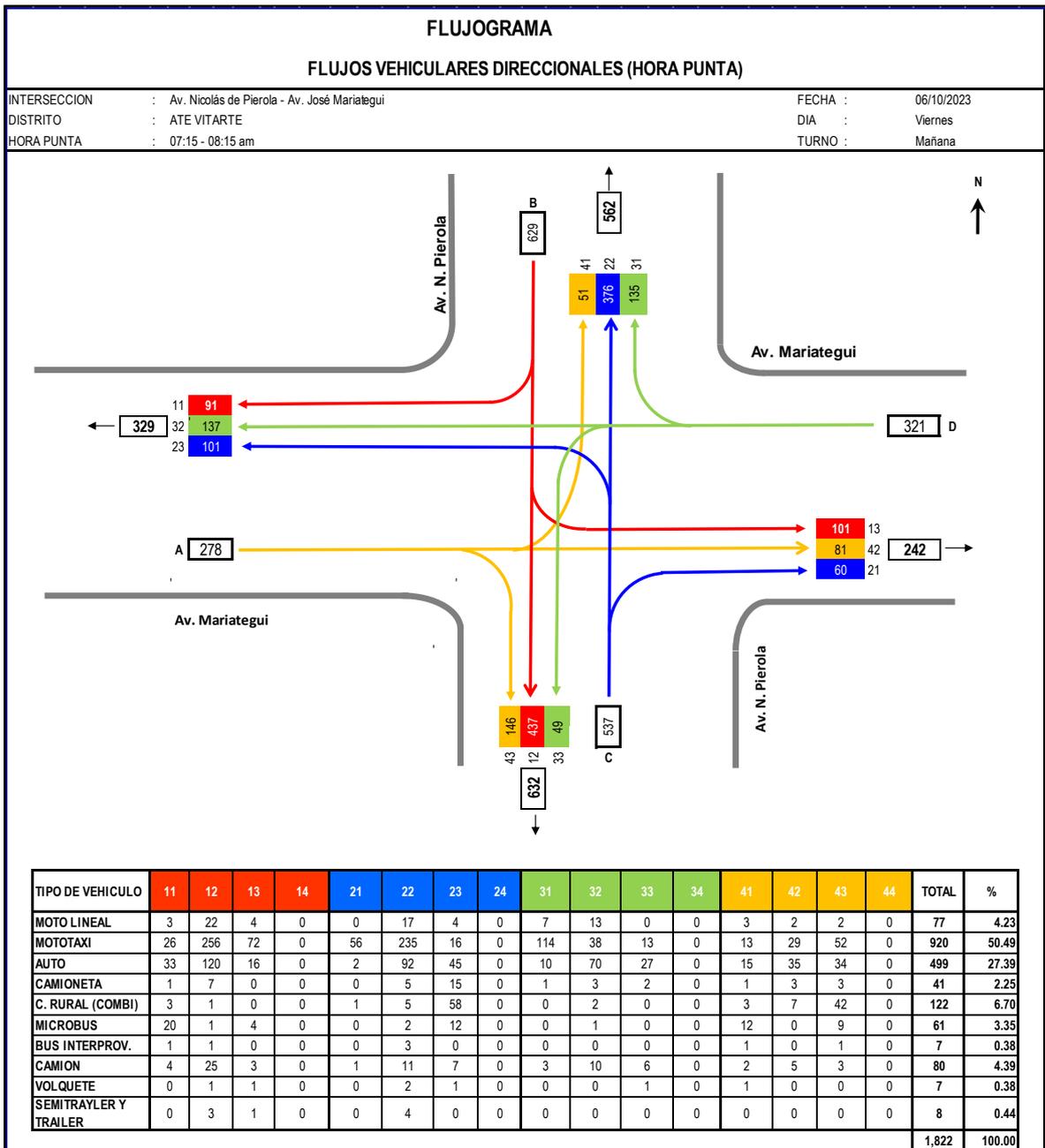


Figura 21. Flujograma hora pico Av. Piérola/Av. José C. Mariátegui
 Fuente: Elaboración propia

La composición vehicular de los tipos de vehículo que transitan por la Av. Piérola/Av. J. C. Mariátegui en la hora pico es representado mediante un diagrama circular en la que se aprecia que los mototaxis y los autos tienen mayor porcentaje de incidencia con 51% y 27% respectivamente. (ver figura 22)

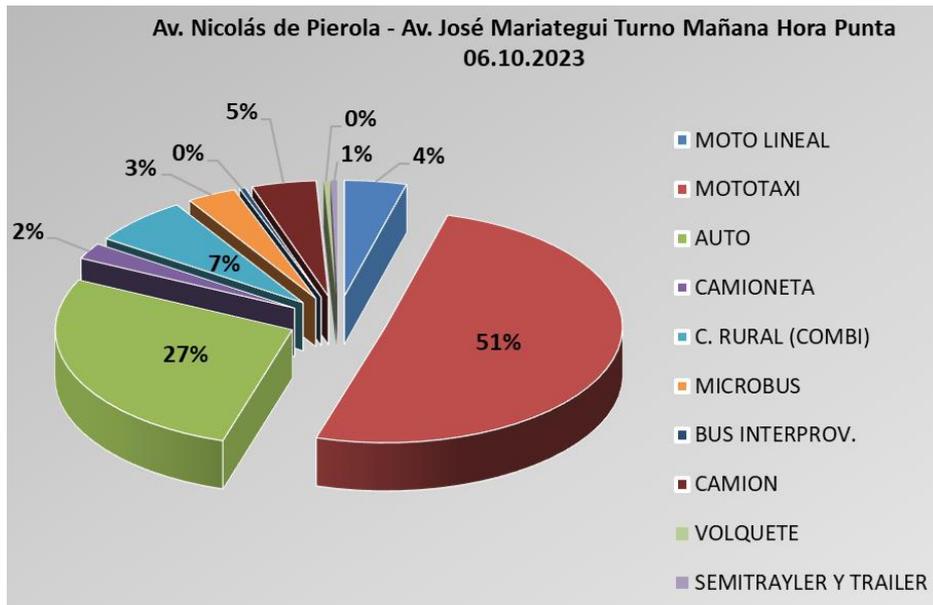


Figura 22. Composición vehicular hora pico - Av. Piérola/Av. J. C. Mariátegui
Fuente: Elaboración propia

La **figura 23**, muestra el flujograma vehicular en la hora punta de 7:15 – 8:15 de la intersección de la Av. Piérola/Av. A.Ugarte, el cual muestra un total de 116 motos lineales, 871 mototaxis, 756 autos, 55 camionetas, 129 camionetas rurales (combis), 61 microbuses, 5 buses interprovinciales, 89 camiones, 2 volquetes y 9 semitrayer y/o trailer, que circulan en dicha intersección durante la hora pico.

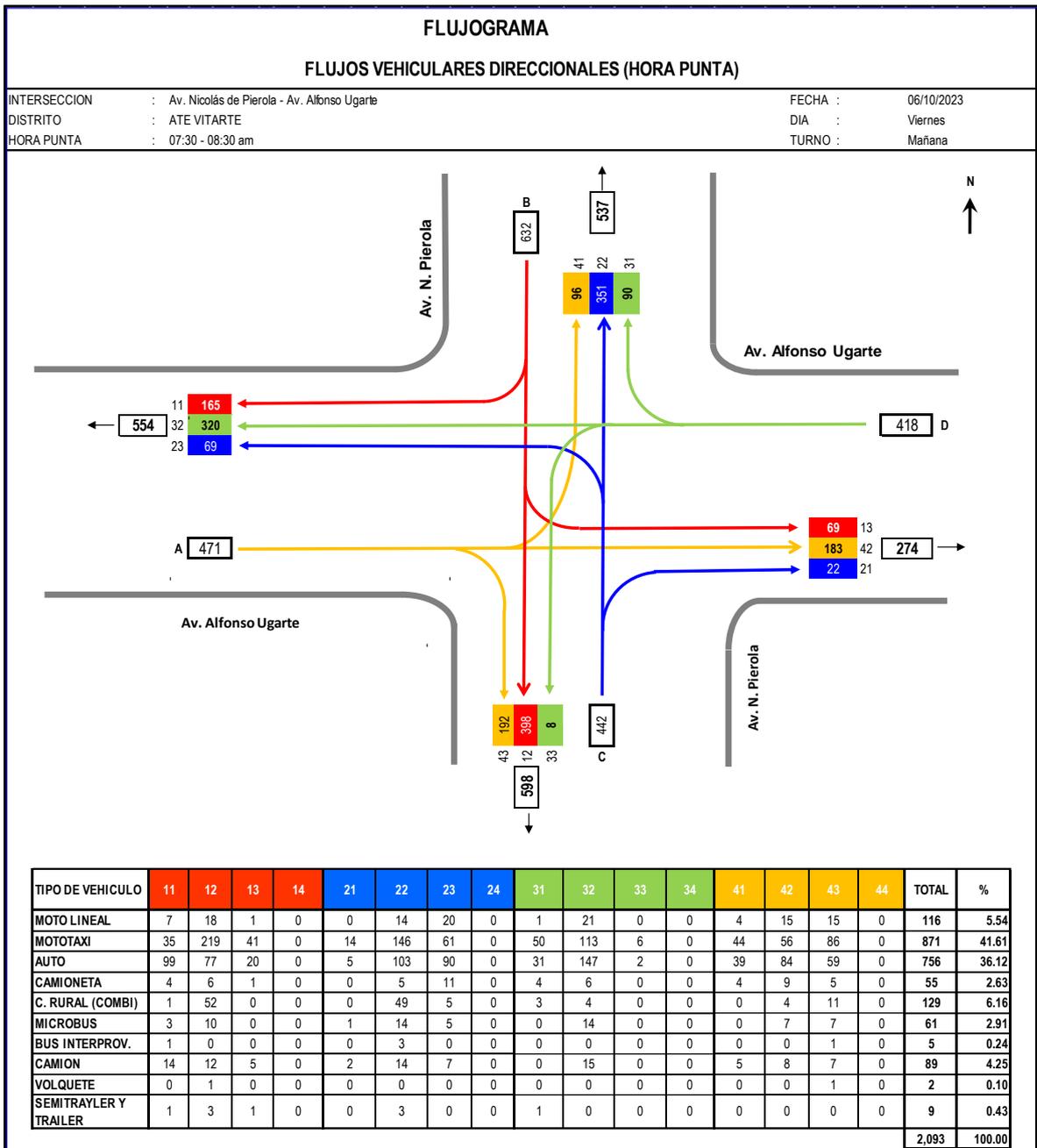


Figura 23. Flujograma hora pico Av. Piérola/Av. Alfonso Ugarte
 Fuente: Elaboración propia

La composición vehicular de los tipos de vehículo que transitan por la Av. Piérola/Av. A. Ugarte en la hora pico es representado mediante un diagrama circular en la que se aprecia que los mototaxis y los autos tienen mayor porcentaje de incidencia con 42% y 36% respectivamente. **(ver figura 24)**

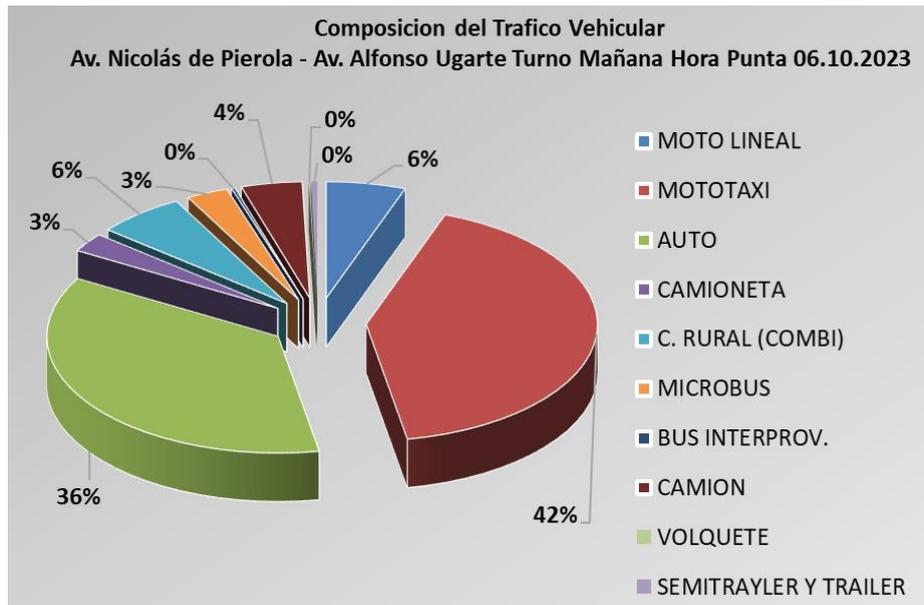


Figura 24. Composición vehicular hora pico - Av. Piérola/Av. A. Ugarte
Fuente: Elaboración propia

Señalización y Semaforización

La zona en estudio no cuenta con ningún tipo de señalización, se identificó la instalación de semáforos en la intersección de la Av. Nicolas de Piérola / Av. A. Ugarte (ver figura 25).



Figura 25. Intersección semaforizada Av. Piérola/Av. Alfonso Ugarte
Fuente: Elaboración propia

La **tabla 6**. Describe el funcionamiento de los semáforos existentes en dos fases de funcionamiento y el tiempo de ciclo semafórico en 120 segundos detallándose a

continuación el tiempo de duración de cada cambio de color (rojo para detenerse, verde avance y ámbar precaución).

Tabla 6. Fases y ciclos semafóricos

<p>FASE 01</p>		<p>FASE 02</p>	
	ROJO	60 segundos	60 segundos
	AMBAR	5 segundos	5 segundos
	VERDE	55 segundos	55 segundos
	TC	120 segundos	120 segundos

Fuente: Propia

Modelo de simulación de tránsito vehicular

El modelo de simulación de tránsito es una gran herramienta para poder planificar y desarrollar estudios que permitan evaluar, diagnosticar y mejorar redes viales tanto en ambientes urbanos y rurales.

Escenario Estado actual

Es estado de operación en la que se encuentra las vías en evaluación, a su vez ver el grado de congestión vehicular y el comportamiento del tránsito. Estos son obtenidos a través de los reportes y/o indicadores de evaluación.

Escenario Propuesto

El escenario propuesto es la evaluación de diferentes actividades que se proponen en función al escenario actual, para este proyecto se evaluará y comparará con los indicadores de evaluación del tránsito.

El escenario propuesto es la representación de modificaciones que serán modeladas y evaluadas para ver el impacto vial del tránsito que puede resultar favorable o desfavorable al congestionamiento vehicular presente.

Parámetros y Consideraciones Técnicas Vissim

Nivel de confiabilidad de la simulación (Multirun)

El propósito de generar corridas múltiples consiste en poder valorar la confiabilidad de los resultados que se obtienen en la Micro simulación.

El mínimo número necesario de repeticiones se halla mediante la fórmula siguiente:

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

Donde:

- $CI_{1-\alpha\%}$: (1-alpha) % intervalo de confianza para la media real, se configura de tal manera que alfa represente la probabilidad de que la verdadera media no se encuentre dentro del rango de confianza especificado.
- 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, el termino N es igual al número de repeticiones.
- **S**: desviación estándar

Al resolver la ecuación para N, es imprescindible repetir el proceso hasta que el número estimado de repeticiones concuerde con la cantidad de repeticiones asumidas al calcular el estadístico "t".

Se muestra las soluciones a la ecuación (1), en función del mínimo de repeticiones para diferentes intervalos y grados de confianza esperados se tendrá en consideración un mínimo de 8 repeticiones para garantizar que el modelo es confiable y esta calibrado. **(Ver tabla 7)**

Tabla 7. Número mínimo de iteraciones necesarias

Rango Deseado (C/I/S)	Confianza Deseada	Repeticiones Mínimas
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

Fuente: Federal Highway Administration

En la presente investigación para alcanzar un 95% de confianza y un rango deseado de 2, realizaremos 8 ejecuciones de simulación, realizados para el escenario actual como para el escenario de propuesta, en el software visim se configuran los parámetros antes mencionados. **(ver figura 26)**

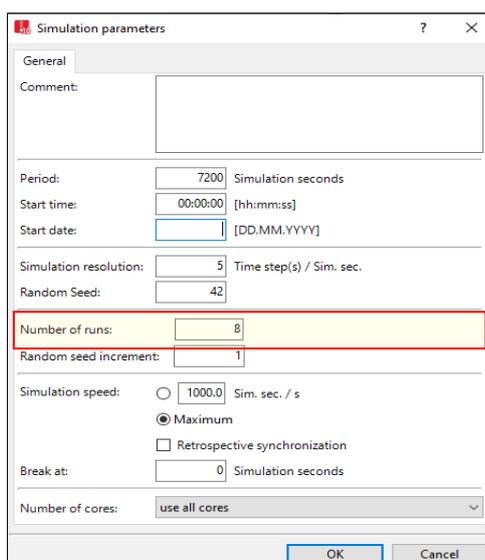


Figura 26. Multirun (múltiples corridas)

Fuente: Software VISSIM

Calibración del modelo

Para calibrar el modelo se consideran los siguientes parámetros:

Comportamiento del Conductor (Driving Behavior Parameter Sets):

Es un modelo basado en el comportamiento de un automóvil según la lógica psico-físico de Wiedemann para modelar el tránsito en calles urbanas.

Muchos aspectos pueden ser calibrados en cuanto al tránsito, como ser la composición de los distintos vehículos que intervienen, el comportamiento de los conductores, distribución y la elección por carriles, etc.

Vissim representa el comportamiento que realizan los conductores en cuatro fases:

- 1º fase. - Seguimiento vehicular.
- 2º fase. - Cambios de carril.
- 3º fase. - Desplazamiento lateral.
- 4º fase. - Regularización por medio de semafos.

Las variables ajustadas al proceso de la calibración abordaron la separación entre vehículos en colas de espera. Inicialmente está configurado por defecto la separación en 2.00 metros entre vehículos esto por nomas europeas que maneja el software, sin embargo, se han realizado configuraciones para presentar la situación real de tránsito estudiado. **(ver figura 27)**

The screenshot shows the 'Driving Behavior' configuration window. It has a title bar with a question mark and a close button. Below the title bar, there are fields for 'No.: 1' and 'Nombre: Eje vial'. The window is divided into several sections:

- Seguimiento** (selected):
 - Distancia visual hacia delante: mín.: 0.00 m, máx.: 250.00 m
 - Vehículos observados: 4
 - Distancia visual hacia atrás: mín.: 0.00 m, máx.: 150.00 m
 - Perdida de atención temporal: Duración: 0 s, Probabilidad: 0.00 %
 - Smooth closeup behavior
 - Standstill distance (in front of static obstacles) is fix: 0.50 m
- Cambio de carril**
- Lateral**
- Signal Control**
- Modelo de seguimiento de vehículo**: WIEDEMANN74
- Parámetros del modelo**:
 - Separación media en detención: 1.50 m
 - Parte adic. de dist. de seguridad: 2.00
 - Parte multipl. de dist. de seguridad: 3.00

Figura 27. Parámetros de Conducción (Wiedemann 74) & Distancia Visual
Fuente: Software VISSIM

La **figura 28** muestra lo mencionado respecto al modelo Wiedemann presente en la configuración de parámetros del software Vissim para la configuración de cambio de carril **(a)**, mientras la configuración del movimiento lateral **(b)**.

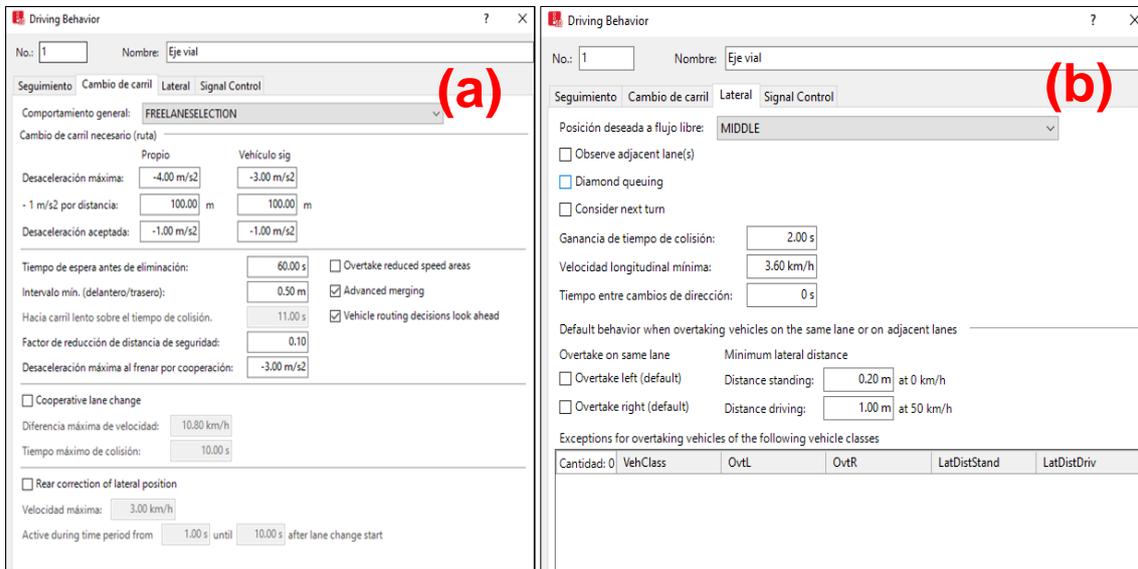


Figura 28. Parámetros de Conducción (cambios de carril y lateral)
Fuente: Software VISSIM

Para las modelaciones realizadas los parámetros de calibración usados del tipo de comportamiento del conductor se toman de la siguiente figura lo cual permite asemejarse al estado existente de tráfico. **(ver figura 29)**

Parametros de Conduccion			Vehiculos			
			Liviano	Menor (Moto)	Publico	Carga
Seguimiento Vehicular	Distancia visual Hacia delante	Minimo	0	30	0	0
		Maximo	250	250	250	250
	Distancia visual Hacia atrás	Minimo	2	6	2	2
		Maximo	0	30	0	0
	Perdida de Atencion Temporal	Duracion	150	150	150	150
		probabilidad	0	0	0	0
Modelo de Seguimiento de Vehiculo	Separacion media en detencion	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
	Parte Adictiva de distancia de Seguridad	1.20	0.20	1.20	1.20	
	Parte Multiplicativa de distancia de seguridad	1.50	1.50	1.50	1.50	
		2.50	2.50	2.50	2.50	
Cambio de Carril	Comportamiento General		Libre Selección	Libre Selección	Libre Selección	Libre Selección
	Cambio de Carril necesario (ruta)	Desaceleracion Propio	-4.00	-4.00	-4.00	-4.00
		maxima Vehiculo Sig.	-3.00	-3.00	-3.00	-3.00
		-1 m/s2 por distancia Propio	100.00	100.00	100.00	100.00
		Vehiculo Sig.	100.00	100.00	100.00	100.00
		Desaceleracion aceptada Propio	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
		Vehiculo Sig.	-0.25	-0.25	-0.25	-0.25
	Tiempo de Espera antes de eliminacion		210.00	210.00	210.00	210.00
	Intervalo min. (delantero/trasero)		0.50	0.50	0.50	0.50
	Factor de reduccion de distancia de seguridad		0.50	0.50	0.50	0.50
Desaceleracion maxima al frenar por cooperacion		-3.00	-5.00	-3.00	-3.00	
Sobrepasar areas de reduccion de velocidad		Desactivado	Desactivado	Desactivado	Desactivado	
Entrecruzamiento avanzado		Activado	Activado	Activado	Activado	
Decisiones de enrutamiento de vehiculos hacia adelante		Desactivado	Activado	Desactivado	Desactivado	
Lateral	Posicion deseada de flujo libre		Medio	Cualquier	Medio	Medio
	Observar Carriles Adyacentes		Desactivado	Desactivado	Desactivado	Desactivado
	Formacion de Cola en Diamante		Desactivado	Desactivado	Desactivado	Desactivado
	Considera el siguiente turno		Desactivado	Desactivado	Desactivado	Desactivado
	Ganancia de tiempo de colision		2.00	2.00	2.00	2.00
	Velocidad longitudinal minima		3.60	3.60	3.60	3.60
	Tiempo entre cambios de direccion		0.00	0.00	0.00	0.00
	Adelantar a la Izquierda distancia de pie 0 Km/h		Activado 0.20	Desactivado 0.02	Activado 0.20	Activado 0.20
	Adelantar a la Derecha distancia conduciendo 50 Km/h		Activado 1.00	Desactivado 0.20	Activado 1.00	Activado 1.00

Figura 29. Parámetros de Conducción por tipo de vehiculo
Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO DEL MODELO EN VISSIM

Finalizada la recolección y procesamiento de data de campo, se procede con la configuración y desarrollo del modelo para la simulación en el software VISSIM, teniendo en cuenta los parámetros de configuración antes descritos.

La **figura 30** muestra la importación de la ortofoto al software Visim el cual será la base para poder desarrollar el modelo que será evaluado.

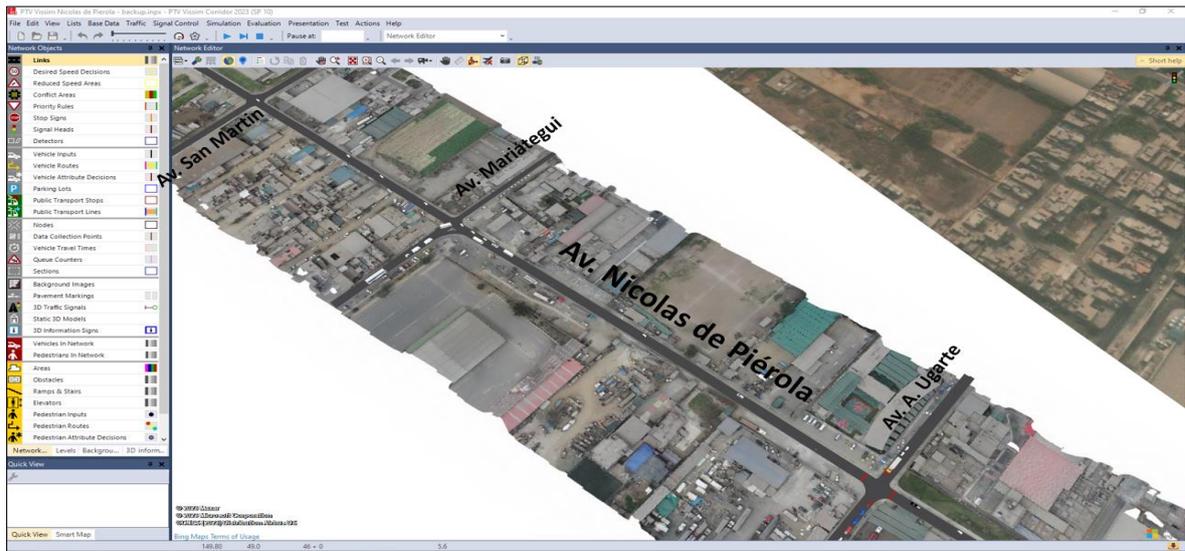


Figura 30. Importación de ortofoto en Vissim
Fuente: Elaboración propia

Construcción de la red vial del proyecto (Link y conectores)

Vissim denomina enlaces (link) y conectores a la geometría que forma la base del modelo en Vissim. Los Link se comportan como objetos independientes, mientras los conectores están conectados a links en cualquiera de sus extremos para la representación de la red. Para el trabajo realizado se crearon links en base al diseño de la geometría de la vía en estudio, se consideraron cantidad de carriles, anchos, sentido del flujo. Longitud, giros de intersecciones y otros.

La **figura 31** en **(a)** nos muestra la denominación que se asigna a los tramos a construir. En **(b)** se muestra las características que se le asignan como ancho, cantidad de carriles a representar.

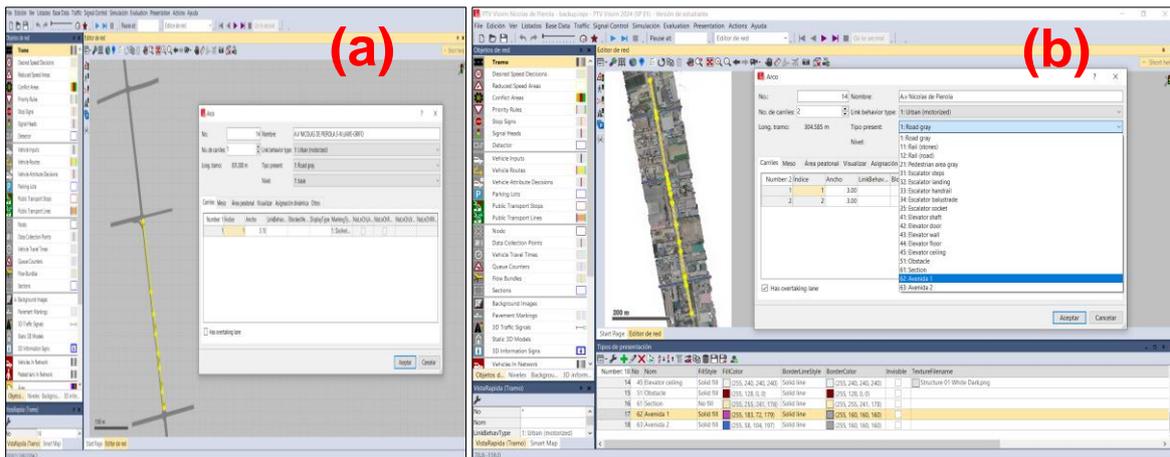


Figura 31. Construcción de red vial en vissim
Fuente: Elaboración propia

La figura 32 muestra los conectores links, las áreas de conflicto creados para modelar nuestro proyecto, esto para cada intersección.

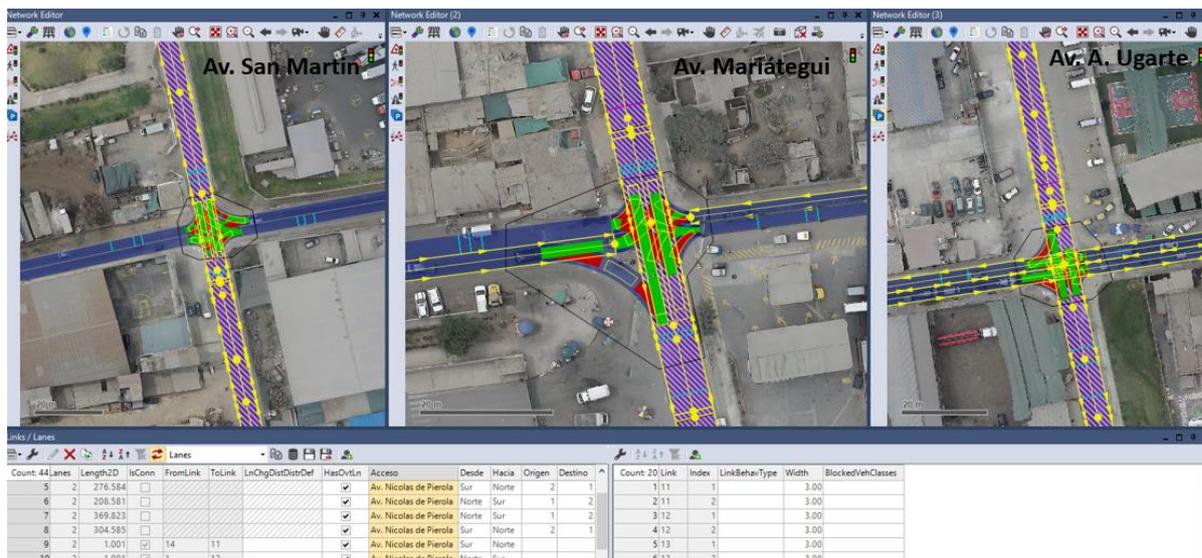


Figura 32. Creación de conectores y áreas de conflictos en cada uno de las intersecciones
Fuente: Elaboración propia

Conteos vehiculares ingresados al modelo Visim (Hora punta de evaluación)

Del conteo vehicular realizado se ordenó las cantidades del aforo realizado mediante tablas que describen la tipología de vehículo, sentidos de giro, direcciones y porcentajes. El resultado del periodo de evaluación se dio en el horario de 7:15 a 8:15 de la mañana, estos son importantes para la modelación y comportamiento

del sistema los cuales son apreciables en las siguientes tablas por cada intersección que servirán de ingreso de data al software Vissim para modelar la red en estudio. (ver tabla 8, tabla 9 y tabla 10)

Tabla 8. Volumen vehicular Av. Piérola/Av. Alfonso Ugarte

TIPO DE VEHICULO	Av Nicolas de Piérola			A.v Nicolas de Piérola			A.v San Martin			A.v San Martin			TOTAL	%
	Norte-Sur			Sur-Norte			Este-Oste			Oeste-este				
	Der.	Def.	Izq.	Der.	Def.	Izq.	Der.	Def.	Izq.	Izq.	Def.	Der.		
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43		
MOTO LINEAL	7	18	1	0	14	20	1	21	0	4	15	15	116	5.54
MOTOTAXI	35	219	41	14	146	61	50	113	6	44	56	86	871	41.61
AUTO	99	77	20	5	103	90	31	147	2	39	84	59	756	36.12
CAMIONETA	4	6	1	0	5	11	4	6	0	4	9	5	55	2.63
C. RURAL (COMBI)	1	52	0	0	49	5	3	4	0	0	4	11	129	6.16
MICROBUS	3	10	0	1	14	5	0	14	0	0	7	7	61	2.91
BUS INTERPROV.	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	5	0.24
CAMION	14	12	5	2	14	7	0	15	0	5	8	7	89	4.25
VOLQUETE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.10
SEMITRAYLER Y TRAILER	1	3	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	9	0.43
Total	165	398	69	22	351	199	90	320	8	96	183	192	2,093	100.00

Fuente: Propia

Tabla 9. Volumen vehicular Av. Piérola/Av. Mariátegui

TIPO DE VEHICULO	Av Nicolas de Piérola			Av Nicolas de Piérola			Av J. Mariátegui			Av J. Mariátegui			TOTAL	%
	Norte-Sur			Sur-Norte			Este-Oste			Oeste-este				
	Der.	Def.	Izq.	Der.	Def.	Izq.	Der.	Def.	Izq.	Izq.	Def.	Der.		
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43		
MOTO LINEAL	3	22	4	0	17	4	7	13	0	3	2	2	77	4.23
MOTOTAXI	26	256	72	56	235	16	114	38	13	13	29	52	920	50.49
AUTO	33	120	16	2	92	45	10	70	27	15	35	34	499	27.39
CAMIONETA	1	7	0	0	5	15	1	3	2	1	3	3	41	2.25
C. RURAL (COMBI)	3	1	0	1	5	58	0	2	0	3	7	42	122	6.70
MICROBUS	20	1	4	0	2	12	0	1	0	12	0	9	61	3.35
BUS INTERPROV.	1	1	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	7	0.38
CAMION	4	25	3	1	11	7	3	10	6	2	5	3	80	4.39
VOLQUETE	0	1	1	0	2	1	0	0	1	1	0	0	7	0.38
SEMITRAYLER Y TRAILER	0	3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	8	0.44
Total	91	437	101	60	376	158	135	137	49	51	81	146	1,822	100.00

Fuente: Propia

Tabla 10. Volumen vehicular Av. Piérola/Av. A. Ugarte

TIPO DE VEHICULO	Av Nicolas de Piérola			Av Nicolas de Piérola			Av A. Ugarte			Av. A. Ugarte			TOTAL	%
	Norte-Sur			Sur-Norte			Este-Oeste			Oeste-este				
	Der.	Def.	Izq.	Der.	Def.	Izq.	Der.	Def.	Izq.	Izq.	Def.	Der.		
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43		
MOTO LINEAL	7	18	1	0	14	20	1	21	0	4	15	15	116	5.54
MOTOTAXI	35	219	41	14	146	61	50	113	6	44	56	86	871	41.61
AUTO	99	77	20	5	103	90	31	147	2	39	84	59	756	36.12
CAMIONETA	4	6	1	0	5	11	4	6	0	4	9	5	55	2.63
C. RURAL (COMBI)	1	52	0	0	49	5	3	4	0	0	4	11	129	6.16
MICROBUS	3	10	0	1	14	5	0	14	0	0	7	7	61	2.91
BUS INTERPROV.	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	5	0.24
CAMION	14	12	5	2	14	7	0	15	0	5	8	7	89	4.25
VOLQUETE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0.10
SEMITRAYLER Y TRAILER	1	3	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	9	0.43
Total	165	398	69	22	351	199	90	320	8	96	183	192	2,093	100.00

Fuente: Propia

Determinación del tipo, clase vehicular e ingreso de rutas en Vissim

Mediante el registro de datos de tráfico recolectados, se identificó la tipología y categoría de los vehículos que circulaban por la zona. Esta información se introdujo en el software en función de las características operativas de estos vehículos, como longitudes, patrones de giro y otros aspectos. Esto se llevó a cabo para que el modelo generado se aproximara a la operación real del área afectada por el proyecto. (Ver figura 33).

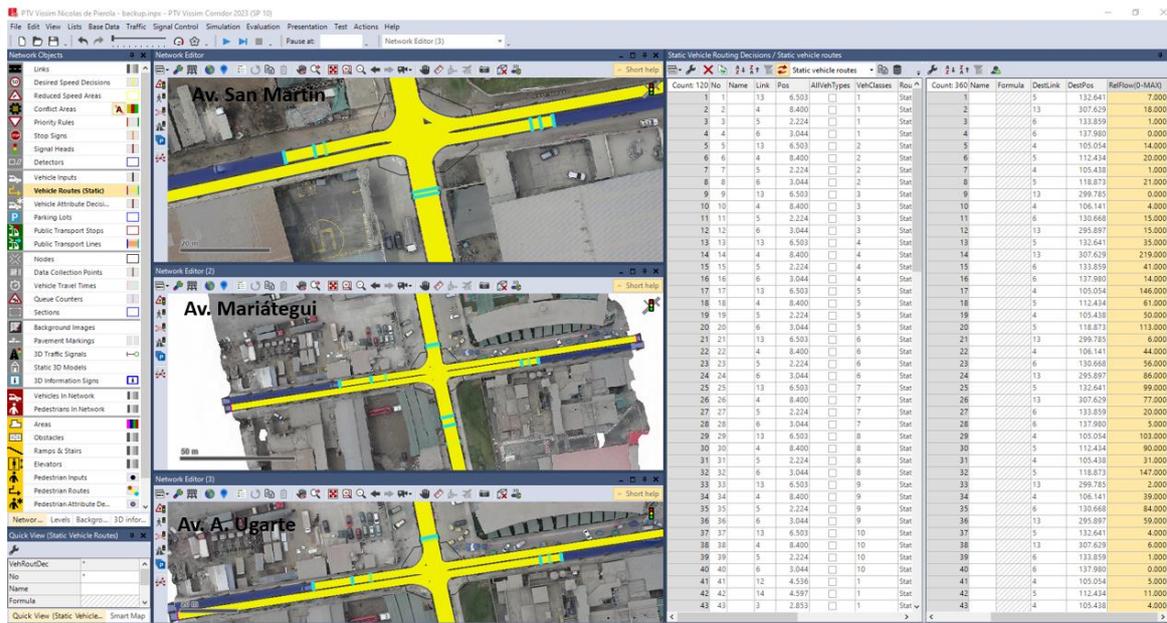


Figura 33. Ingreso del tipo, clase vehicular en vissim
Fuente: Elaboración propia

Ingreso ciclos semaforicos existentes

Del trabajo efectuado de campo de recolección de información de la intersección semaforizada en la Av. Nicolas de Piérola/Av. Alfonso Ugarte, se tiene identificado el número de fases, tiempos de fases y tiempo de ciclo, las cuales han sido ingresadas en el Software VISSIM. (ver figura 34).

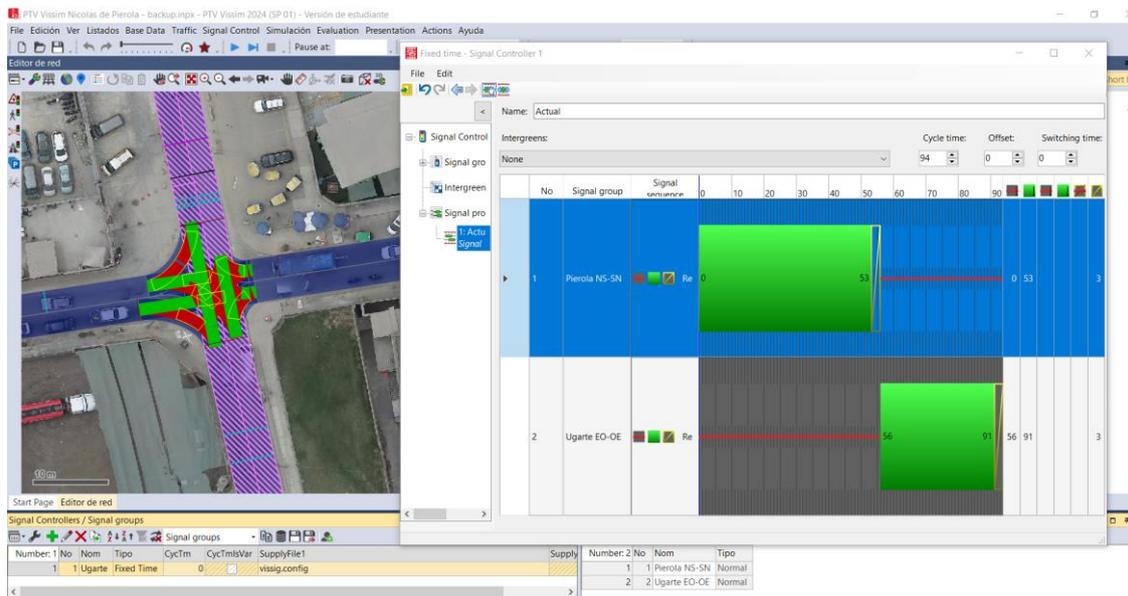


Figura 34. Ingreso de ciclos semafóricos existentes en vissim

Fuente: Elaboración propia

Validación del modelo-Formulación del indicador estadístico (GEH)

La siguiente formula representa la validación del modelo construido es decir determina que el modelo esta correctamente calibrado, esto mediante la relación de volúmenes vehiculares que fueron tomados en campo y las asignadas en cada simulación realizada.

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

Dónde: Indicador Estadístico (GEH)

- E: Volumen generado (Modelado)
- V: Volumen del aforo en campo (Estado existente)

De los planteamientos teóricos del GEH se presenta la siguiente tabla el cual da como rango aceptable a GEH menor a 10. **(Ver tabla 11)**

Tabla 11. Rangos de Indicador estadístico GEH.

GEH	Indicador Estadístico
< 5	calibrado.
5.0 – 10	Margen aceptable.
10.0 a más	Probabilidad de problema con el modelo.

Fuente: Geoffery E. Havers

En la siguiente tabla se muestra el indicador GEH de 3.596 para la intersección Av. Nicolas de Piérola/Av. Alfonso Ugarte, un indicador GEH de 8.101 para la intersección Av. Nicolas de Piérola/Av. Mariátegui, un indicador GEH de 3.052 para la intersección Av. Nicolas de Piérola/Av. San Martin, el cual según los rangos del indicador GEH <10 dando por calibrado y validado nuestro modelo. **(Ver tabla 12)**

Tabla 12. Indicador estadístico GEH para el modelo construido.

Intersección	Hora Punta del Sistema		
	Av. Nicolas de Pierola - Av. Alfonso Ugarte	Av. Nicolas de Pierola - Av. Mariategui	Av. Nicolas de Pierola - Av. San Martin
Motolineal	119	77	110
Mototaxi	869	920	1,121
Auto	751	499	517
Camioneta	48	41	31
Camioneta Rural	118	122	27
Microbús	61	61	52
Bus Interprovincial	5	7	4
Camión	88	80	68
Volquete	1	7	7
Trailer	6	8	7
Volumen Total	2,060	1,814	1,937
Volumen UCP	2,018	1,796	1,787
Volumen de Vissim promedio	1,900	1,485	1,805
GEH	3.596	8.101	3.052

Fuente: Propia

Parámetros analizados del estado existente.

Colas (m): Medidas de longitud de los vehículos que se encuentran en espera de un cruce, la unidad varía en cantidad de número de vehículos en espera o la longitud total del número de vehículos detenidos.

Tiempo de demora (seg): Es el tiempo adicional al tiempo de viaje que se da en un vehículo o persona, debido a las detenciones, reducciones de velocidad, dispositivos de control, congestión, etc.

Nivel de Servicio (NS): Calidad de operación de una intersección o vía, se describe cualitativamente el flujo vehicular y la percepción de conductores y pasajeros.

Tomar en cuenta que para la evaluación de los reportes de escenarios es importante saber que según el Manual del Software VISSIM 10, este evalúa los niveles de servicio por intersección en función a sus demoras. **(ver tabla 11).**

Tabla 13. Niveles de servicio en función de la demora

Nivel de servicio	Demora Promedio (segundos)	
	Intersecciones Semaforizadas	Intersecciones No Semaforizadas
A	< 10	< 10
B	>10 - ≤ 20	>10 - ≤ 15
C	>20 - ≤35	>15 - ≤25
D	>35 y ≤55	>25 - ≤35
E	>55 y ≤80	>35 - ≤50
F	>80	>50

Fuente: Manual Visim versión 10.0

Resultados de la evaluación escenario actual existente

Tabla 14. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	365	116.86	282.88	75.10	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	90	119.13	286.13	66.40	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	102	116.86	282.88	69.93	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	311	85.95	212.38	86.82	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	34	80.82	206.56	109.81	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	132	80.80	206.54	84.70	LOS_F
Av. San Martin	Este	Sur	174	58.43	159.61	66.76	LOS_F
Av. San Martin	Este	Norte	170	63.93	166.68	61.92	LOS_F
Av. San Martin	Este	Oeste	204	60.55	162.13	71.47	LOS_F
Av. San Martin	Oeste	Sur	6	13.85	85.29	91.41	LOS_F
Av. San Martin	Oeste	Norte	64	12.30	81.97	43.72	LOS_E
Av. San Martin	Oeste	Este	153	14.34	85.72	46.45	LOS_E
Total			1,805	64.27	286.13	70.74	LOS_F

Para esta intersección la vía con la situación actual se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 286.13 m. La demora que presenta es de 70.74 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Tabla 15. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	81	108.74	210.74	77.27	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	80	110.17	212.49	79.23	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	354	106.66	208.16	87.51	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	136	51.19	180.26	47.23	LOS_E
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	47	51.01	180.04	44.83	LOS_E
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	329	41.77	166.57	45.32	LOS_E
Av. Mariátegui	Este	Oeste	110	55.56	94.59	128.44	LOS_F
Av. Mariátegui	Este	Sur	41	52.67	91.44	135.33	LOS_F
Av. Mariátegui	Este	Norte	104	55.25	94.31	119.28	LOS_F
Av. Mariátegui	Oeste	Este	60	65.70	98.59	145.86	LOS_F
Av. Mariátegui	Oeste	Sur	107	52.84	84.37	153.94	LOS_F
Av. Mariátegui	Oeste	Norte	38	62.83	95.48	166.06	LOS_F
Total			1,485	67.87	238.05	85.90	LOS_F

Para esta intersección la vía con la situación actual se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 338.05 m. La demora que presenta es de 85.90 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Tabla 16. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	294	222.35	315.08	133.04	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	131	222.04	314.77	123.99	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	57	222.35	315.08	138.77	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	353	138.63	192.70	97.32	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	225	138.63	192.70	95.82	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	15	138.63	192.70	103.66	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Este	Sur	9	60.76	90.16	93.73	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Este	Norte	77	60.76	90.16	100.95	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Este	Oeste	286	60.76	90.16	101.04	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Sur	157	44.85	92.52	73.92	LOS_E
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Norte	79	44.85	92.52	81.45	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Este	166	44.85	92.52	75.36	LOS_E
Total			1,849	137.73	315.08	101.97	LOS_F

Para esta intersección la vía con la situación actual se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 315.08 m. La demora que presenta es de 101.97 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Propuestas de mejora

Obtenido los resultados de radios de giro existentes y de la evaluación existente se planteo la ampliación de los radios de giro los cuales se evaluó la deficiencia la cual afecta la maniobrabilidad de los conductores produciéndose tiempo de demoras y niveles de servicio F. Acontinuacion se muestra los radios de giro propuestos para las intersecciones en estudio (**ver tabla 17**). **Ver anexos: plano propuesto.**

Tabla 17. Radios de giro propuestos / intersecciones

Sentido de giro hacia la derecha	Av. N. Piérola/ Av. San Martin		Av. N. Piérola/ Av. Mariátegui		Av. N. Piérola / Av. Ugarte	
	R. Interior	R. Exterior	R. Interior	R. Exterior	R. Interior	R. Exterior
Norte-sur	10.60 m	13.75 m	8.20 m	11.35 m	13.00 m	16.15 m
Oeste-este	14.20 m	17.35 m	25.00 m	28.15 m	12.00 m	15.40 m
Sur-norte	7.20 m	10.35 m	11.00 m	14.15 m	10.00 m	13.40 m
Este-oeste	10.80 m	13.95 m	7.10 m	10.25 m	12.00 m	15.15 m

Fuente: Propia

Se plantea la implementación de semáforos en las intersecciones de la Av. Nicolas de Piérola/Av. San Martin, Av. Nicolas de Piérola/Av. Mariategui y la variación del ciclo semafórico en la Av. Nicolas de Piérola/Av. A. Ugarte. Semaforizadas las intersecciones estas estarán en 2 fases y 3 escenarios de tiempos de ciclos semafóricos de 90 segundos, 120 segundos y 150 segundos. (**ver tabla 18**).

Tabla 18. Ciclos semafóricos propuestos

Descripción	1.-Ciclo semafórico propuesto 90 segundos		2.-Ciclo semafórico propuesto 120 segundos		3.- Ciclo semafórico propuesto 150 segundos	
	N-S / S-N	O-E / E-O	N-S / S-N	O-E / E-O	N-S / S-N	O-E / E-O
Rojo	40 segundos	50 segundos	55 segundos	65 segundos	65 segundos	85 segundos
Ambar	5 segundos	5 segundos	5 segundos	5 segundos	5 segundos	5 segundos
Verde	45 segundos	35 segundos	60 segundos	50 segundos	80 segundos	60 segundos
TC	90 segundos	90 segundos	120 segundos	120 segundos	150 segundos	150 segundos

Fuente: Propia

Resultados de la evaluación escenarios propuestos

Acontinuación se muestra los resultados de las simulaciones teniendo en cuenta las mejoras de radios de giro e implementación de semáforos y los escenarios para los tiempos de ciclo semafórico propuestos.

Escenario propuesto 1: tiempo de ciclo semafórico de 90 segundos**Tabla 19. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin**

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	350	303.08	440.44	133.31	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	86	303.08	440.44	133.68	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	97	303.08	440.44	134.96	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	323	73.01	195.46	91.23	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	37	73.01	195.46	102.86	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	138	73.01	195.46	84.51	LOS_F
Av. San Martin	Este	Sur	178	25.67	113.37	37.50	LOS_D
Av. San Martin	Este	Norte	173	25.67	113.37	35.96	LOS_D
Av. San Martin	Este	Oeste	209	25.67	113.37	38.66	LOS_D
Av. San Martin	Oeste	Sur	6	6.10	45.25	28.71	LOS_C
Av. San Martin	Oeste	Norte	67	6.10	45.25	28.54	LOS_C
Av. San Martin	Oeste	Este	158	6.10	45.25	26.17	LOS_C
Total			1,823	101.96	440.44	78.60	LOS_E

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 1 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 440.44 m. La demora que presenta es de 78.60 segundos y el nivel de servicio es de tipo "E".

Tabla 20. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	81.00	114.28	215.43	113.11	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	80.00	114.28	215.43	119.76	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	358.00	114.28	215.43	114.02	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	137.00	36.51	172.45	38.11	LOS_D
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	46.00	36.51	172.45	39.29	LOS_D
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	332.00	36.51	172.45	41.28	LOS_D
Av. Mariátegui	Este	Oeste	139.00	8.73	65.99	26.35	LOS_C
Av. Mariátegui	Este	Sur	51.00	8.73	65.99	24.51	LOS_C
Av. Mariátegui	Este	Norte	129.00	8.73	65.99	25.21	LOS_C
Av. Mariátegui	Oeste	Este	82.00	22.72	78.43	56.87	LOS_E
Av. Mariátegui	Oeste	Sur	142.00	22.31	77.88	55.81	LOS_E
Av. Mariátegui	Oeste	Norte	49.00	22.72	78.43	67.13	LOS_E
Total			1626.00	40.91	231.31	64.22	LOS_E

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 1 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 231.31 m. La demora que presenta es de 64.22 segundos y el nivel de servicio es de tipo “E”.

Tabla 21. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Sur	337.00	15.09	93.90	25.24	LOS_C
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Oeste	149.00	15.09	93.90	26.69	LOS_C
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Este	63.00	15.09	93.90	31.71	LOS_C
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Norte	343.00	212.29	367.32	92.98	LOS_F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Oeste	221.00	212.29	367.32	104.38	LOS_F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Este	14.00	212.29	367.32	99.27	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Este	Sur	12.00	20.33	80.14	32.68	LOS_C
Av. Alfonso Ugarte	Este	Norte	94.00	20.33	80.14	35.18	LOS_D
Av. Alfonso Ugarte	Este	Oeste	342.00	20.33	80.14	38.71	LOS_D
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Sur	167.00	21.93	84.07	40.35	LOS_D
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Norte	84.00	21.93	84.07	40.75	LOS_D
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Este	176.00	21.93	84.07	40.30	LOS_D
Total			2002.00	67.41	367.32	52.40	LOS_D

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 1 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 367.32 m. La demora que presenta es de 52.40 segundos y el nivel de servicio es de tipo “D”.

Escenario propuesto 2: tiempo de ciclo semafórico de 120 segundos

Tabla 22. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	354	299.53	438.81	138.63	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	86	299.53	438.81	135.12	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	97	299.53	438.81	138.74	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	295	118.22	211.19	143.49	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	33	118.22	211.19	161.48	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	124	118.22	211.19	137.28	LOS_F
Av. San Martin	Este	Sur	179	31.88	138.30	45.12	LOS_D
Av. San Martin	Este	Norte	175	31.88	138.30	43.41	LOS_D
Av. San Martin	Este	Oeste	209	31.88	138.30	44.28	LOS_D
Av. San Martin	Oeste	Sur	6	7.70	47.62	37.23	LOS_D
Av. San Martin	Oeste	Norte	67	7.70	47.62	35.20	LOS_D
Av. San Martin	Oeste	Este	158	7.70	47.62	30.86	LOS_C
Total			1,782	114.33	438.81	95.27	LOS_F

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 2 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 438.81 m. La demora que presenta es de 95.27 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Tabla 23. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	83.00	101.64	214.05	108.67	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	83.00	101.64	214.05	112.72	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	359.00	101.64	214.05	104.71	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	117.00	95.98	268.94	85.69	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	42.00	95.98	268.94	97.73	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	293.00	95.98	268.94	92.79	LOS_F
Av. Mariátegui	Este	Oeste	139.00	13.21	79.15	38.81	LOS_D
Av. Mariátegui	Este	Sur	51.00	13.21	79.15	36.61	LOS_D
Av. Mariátegui	Este	Norte	129.00	13.21	79.15	41.39	LOS_D
Av. Mariátegui	Oeste	Este	81.00	28.43	77.68	71.35	LOS_E
Av. Mariátegui	Oeste	Sur	140.00	28.01	77.14	65.79	LOS_E
Av. Mariátegui	Oeste	Norte	49.00	28.43	77.68	88.14	LOS_F
Total			1564.00	53.45	277.17	80.90	LOS_F

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 2 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 277.17 m. La demora que presenta es de 80.90 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Tabla 24. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Sur	336.00	22.02	132.77	33.01	LOS C
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Oeste	147.00	22.02	132.77	34.73	LOS C
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Este	63.00	22.02	132.77	40.43	LOS D
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Norte	308.00	256.52	383.11	119.84	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Oeste	193.00	256.52	383.11	135.73	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Este	13.00	256.52	383.11	121.45	LOS F
Av. Alfonso Ugarte	Este	Sur	12.00	25.29	80.74	36.27	LOS D
Av. Alfonso Ugarte	Este	Norte	91.00	25.29	80.74	44.23	LOS D
Av. Alfonso Ugarte	Este	Oeste	334.00	25.29	80.74	46.66	LOS D
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Sur	165.00	23.85	85.57	43.51	LOS D
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Norte	83.00	23.85	85.57	45.48	LOS D
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Este	175.00	23.85	85.57	44.01	LOS D
Total			1921.00	81.92	383.11	63.11	LOS E

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 2 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 383.11 m. La demora que presenta es de 63.11 segundos y el nivel de servicio es de tipo “E”.

Escenario propuesto 3: tiempo de ciclo semafórico de 150 segundos

Tabla 25. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martin

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Sur	371	249.92	429.51	115.82	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Oeste	90	249.92	429.51	110.43	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Norte	Este	101	249.92	429.51	121.30	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Norte	287	121.28	208.04	148.33	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Oeste	33	121.28	208.04	167.24	LOS F
Av. Nicolas de Pierola	Sur	Este	120	121.28	208.04	145.78	LOS F
Av. San Martin	Este	Sur	180	34.09	134.21	49.67	LOS D
Av. San Martin	Este	Norte	176	34.09	134.21	47.51	LOS D
Av. San Martin	Este	Oeste	211	34.09	134.21	47.96	LOS D
Av. San Martin	Oeste	Sur	6	9.70	57.60	38.66	LOS D
Av. San Martin	Oeste	Norte	67	9.70	57.60	41.38	LOS D
Av. San Martin	Oeste	Este	158	9.70	57.60	37.97	LOS D
Total			1,798	103.74	429.51	91.01	LOS F

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 3 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 429.51 m. La demora que presenta es de 91.01 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Tabla 26. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	88.00	84.74	207.35	93.74	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	87.00	84.74	207.35	96.42	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	372.00	84.74	207.35	92.85	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	117.00	122.06	249.61	103.34	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	40.00	122.06	249.61	115.32	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	283.00	122.06	249.61	117.31	LOS_F
Av. Mariátegui	Este	Oeste	138.00	20.99	76.76	55.98	LOS_E
Av. Mariátegui	Este	Sur	51.00	20.99	76.76	59.42	LOS_E
Av. Mariátegui	Este	Norte	127.00	20.99	76.76	62.57	LOS_E
Av. Mariátegui	Oeste	Este	75.00	40.10	80.10	102.32	LOS_F
Av. Mariátegui	Oeste	Sur	129.00	39.63	79.56	99.80	LOS_F
Av. Mariátegui	Oeste	Norte	46.00	40.10	80.10	123.87	LOS_F
Total			1552.00	61.50	284.95	91.39	LOS_F

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 3 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 284.951 m. La demora que presenta es de 91.39 segundos y el nivel de servicio es de tipo “F”.

Tabla 27. Resultados Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte

Acceso	Sentido		Volumen	Longitud de Cola (mts.)		Demora (Seg.)	Nivel de Servicio
	Desde	Hacia		Prom.	Max.		
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Sur	339.00	29.83	180.91	38.27	LOS_D
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Oeste	151.00	29.83	180.91	36.52	LOS_D
Av. Nicolas de Piérola	Norte	Este	63.00	29.83	180.91	41.88	LOS_D
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Norte	299.00	235.22	376.35	120.43	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Oeste	189.00	235.22	376.35	135.63	LOS_F
Av. Nicolas de Piérola	Sur	Este	13.00	235.22	376.35	116.24	LOS_F
Av. Alfonso Ugarte	Este	Sur	11.00	38.01	82.01	55.13	LOS_E
Av. Alfonso Ugarte	Este	Norte	83.00	38.01	82.01	72.26	LOS_E
Av. Alfonso Ugarte	Este	Oeste	312.00	38.01	82.01	70.75	LOS_E
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Sur	157.00	34.69	87.67	61.20	LOS_E
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Norte	80.00	34.69	87.67	70.53	LOS_E
Av. Alfonso Ugarte	Oeste	Este	165.00	34.69	87.67	66.78	LOS_E
Total			1861.00	84.44	376.35	74.26	LOS_E

Para esta intersección la vía con la situación propuesta 3 se encuentra en conflicto su longitud de cola máxima es de 376.35 m. La demora que presenta es de 74.26 segundos y el nivel de servicio es de tipo “E”.

4.1. Resumen radios de giro existentes y propuestos.

La tabla 28, muestra el resumen de los radios de giro existentes y propuestos de cada intersección, presentándose los radios de giro internos y externos por cada acceso a las intersecciones detalladas en la tabla.

Tabla 28. Resumen radios de giro existente-propuesto

Av. N. Piérola/ Av. San Martín				
<i>Sentido de giro hacia la derecha</i>	Existente		Propuesto	
	<i>R. Interior</i>	<i>R. Exterior</i>	<i>R. Interior</i>	<i>R. Exterior</i>
<i>Norte-sur</i>	3.70 m	6.85 m	10.60 m	13.75 m
<i>Oeste-este</i>	7.15 m	10.30 m	14.20 m	17.35 m
<i>Sur-norte</i>	2.90 m	6.05 m	7.20 m	10.35 m
<i>Este-oeste</i>	10.80 m	13.95 m	10.80 m	13.95 m
Av. N. Piérola/ Av. Mariátegui				
<i>Sentido de giro hacia la derecha</i>	Existente		Propuesto	
	<i>R. Interior</i>	<i>R. Exterior</i>	<i>R. Interior</i>	<i>R. Exterior</i>
<i>Norte-sur</i>	3.50 m	6.65 m	8.20 m	11.35 m
<i>Oeste-este</i>	25.00 m	28.15 m	25.00 m	28.15 m
<i>Sur-norte</i>	8.00 m	11.30 m	11.00 m	14.15 m
<i>Este-oeste</i>	3.80 m	6.50 m	7.10 m	10.25 m
Av. N. Piérola / Av. Ugarte				
<i>Sentido de giro hacia la derecha</i>	Existente		Propuesto	
	<i>R. Interior</i>	<i>R. Exterior</i>	<i>R. Interior</i>	<i>R. Exterior</i>
<i>Norte-sur</i>	8.10 m	11.36 m	13.00 m	16.15 m
<i>Oeste-este</i>	8.00 m	11.20 m	12.00 m	15.40 m
<i>Sur-norte</i>	3.20 m	6.60 m	10.00 m	13.40 m
<i>Este-oeste</i>	7.70 m	10.80 m	12.00 m	15.15 m

4.2. Resumen comparación escenario existente y escenarios propuestos de ciclos semafóricos

Tabla 29. Comparativo Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. San Martín

Av. Nicolas de Piérola - Av. San Martín					
<i>Escenario</i>	<i>Volumen</i>	<i>Longitud de Cola (mts.)</i>		<i>Demora (Seg.)</i>	<i>Nivel de Servicio</i>
		<i>Prom.</i>	<i>Max.</i>		
Existente (no semaforizado)	1805	64.27	286.13	70.74	F
Propuesta 1 (Tc 90 segundos)	1823	101.96	440.44	78.6	E
Propuesta 2 (Tc 120 segundos)	1782	114.33	438.81	95.27	F
Propuesta 3 (Tc 150 segundos)	1798	103.74	429.51	91.01	F

De los escenarios propuestos modelados para esta intersección la propuesta 1 con el tiempo de ciclo semafórico de 90 segundos es el que ha presentado una mejora en el nivel de servicio pasando de F a E, asimismo el tiempo de demora aumento de 70.74 segundos en el estado existente a 78.6 segundos en el estado propuesto 1 en consecuencia a que el estado existente se encontraba no semaforizado.

Tabla 30. Comparativo Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Mariátegui

Av. Nicolas de Pierola - Av. Mariategui					
<i>Escenario</i>	<i>Volumen</i>	<i>Longitud de Cola (mts.)</i>		<i>Demora (Seg.)</i>	<i>Nivel de Servicio</i>
		<i>Prom.</i>	<i>Max.</i>		
Existente (no semaforizado)	1485	67.87	238.05	85.9	F
Propuesta 1 (Tc 90 segundos)	1626	40.91	231.31	64.22	E
Propuesta 2 (Tc 120 segundos)	1564	53.45	277.17	80.9	F
Propuesta 3 (Tc 150 segundos)	1552	61.5	284.95	91.39	F

De los escenarios propuestos modelados para esta intersección la propuesta 1 con el tiempo de ciclo semafórico de 90 segundos es el que ha presentado una mejora en el nivel de servicio pasando de F a E, de igual manera el tiempo de demora se redujo de 85.9 segundos a 64.22 segundos.

Tabla 31. Comparativo Intersección: Av. Nicolas de Piérola / Av. Alfonso Ugarte

Av. Nicolas de Pierola - Av. Alfonso Ugarte					
<i>Escenario</i>	<i>Volumen</i>	<i>Longitud de Cola (mts.)</i>		<i>Demora (Seg.)</i>	<i>Nivel de Servicio</i>
		<i>Prom.</i>	<i>Max.</i>		
Existente (semaforizado)	1849	137.73	315.08	101.97	F
Propuesta 1 (Tc 90 segundos)	2002	67.41	367.32	52.4	D
Propuesta 2 (Tc 120 segundos)	1921	81.92	383.11	63.11	E
Propuesta 3 (Tc 150 segundos)	1861	84.44	376.35	74.26	E

De los escenarios propuestos modelados para esta intersección la propuesta 1 con el tiempo de ciclo semafórico de 90 segundos es el que ha presentado una mejora en el nivel de servicio pasando de F a D, el tiempo de demora se redujo de 101.97 segundos a 52.4 segundos.

Tabla 32. tabla de frecuencia para congestión vehicular - nivel de servicio

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A	1.00	0.10	0.10	0.10
	B	3.00	0.30	0.30	0.50
	C	156.00	18.10	18.10	18.50
	D	260.00	30.10	30.10	48.60
	E	114.00	13.20	13.20	61.80
	F	330.00	38.20	38.20	100.00
	Total	864.00	100.00	100.00	

La tabla 32, muestra la frecuencia para la congestión vehicular teniendo como valores los niveles de servicio.

Tabla 33. tabla cruzada tiempo de semaforización-nivel de servicio

		Nivel de servicio						Total
		A	B	C	D	E	F	
Tiempo de semaforización	90	0	3	98	73	26	88	288
	120	0	0	44	100	33	111	288
	150	1	0	14	87	55	131	288
Total		1	3	156	260	114	330	864

La tabla 33, representa el cálculo de la frecuencia del nivel de servicio de cada una de las intersecciones con los distintos tiempos de semaforización.

Para la propuesta de semaforización de 90 segundos se presenta como predominantes los niveles de servicio C con un 34% y el F con un 30.6%. (ver figura 35).

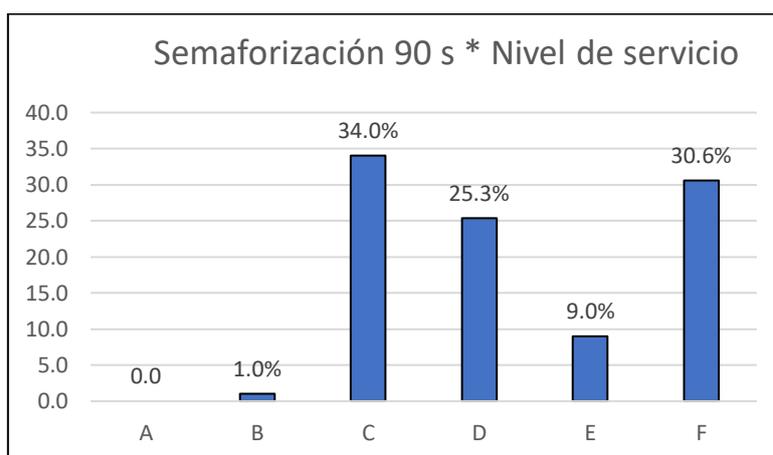


Figura 35. Comparación niveles de servicio para ciclo semafórico de 90 segundos
Fuente: Elaboración propia

Para la propuesta de semaforización de 120 segundos se presenta como predominantes los niveles de servicio F con un 38.5% y el D con un 34.7%. (ver figura 36).

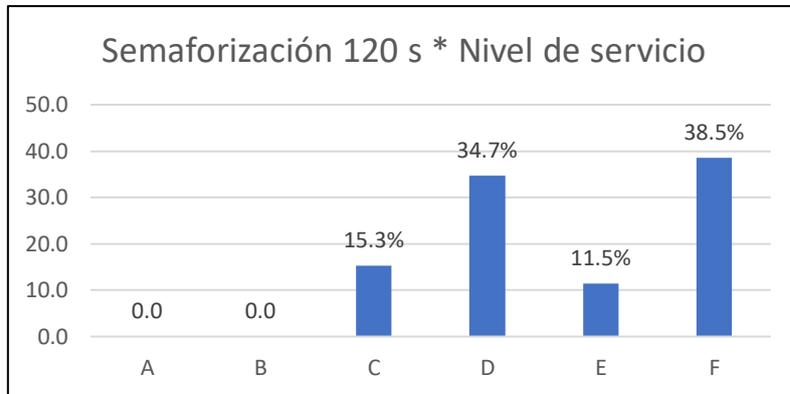


Figura 36. Comparación niveles de servicio para ciclo semafórico de 120 segundos
Fuente: Elaboración propia

Para la propuesta de semaforización de 150 segundos se presenta como predominantes los niveles de servicio F con un 45.5% y el D con un 30.2%. (ver figura 37).

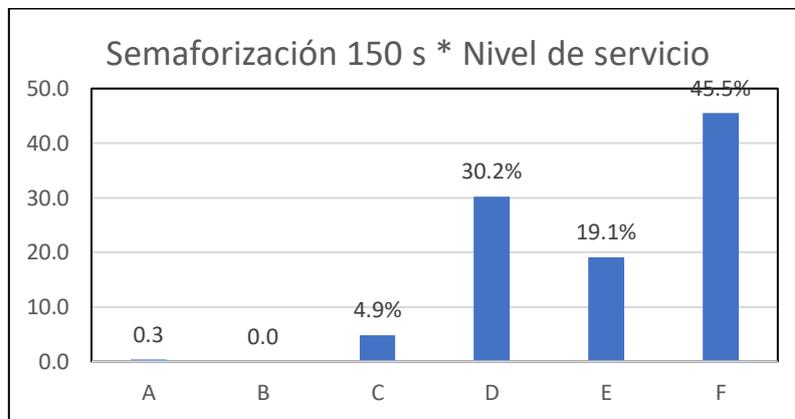


Figura 37. Comparación niveles de servicio para ciclo semafórico de 150 segundos
Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. tabla cruzada radio de giro-nivel de servicio

		Nivel de servicio						Total
		A	B	C	D	E	F	
Radio de giro	0.00	0.00	0.00	52.00	88.00	37.00	111.00	288.00
	7.10	0.00	0.00	12.00	5.00	5.00	2.00	24.00
	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	17.00	24.00
	8.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	20.00	24.00
	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	24.00
	10.25	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	19.00	24.00
	10.35	0.00	0.00	4.00	18.00	2.00	0.00	24.00
	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	23.00	24.00

	10.80	0.00	0.00	4.00	18.00	2.00	0.00	24.00
	11.00	0.00	2.00	2.00	7.00	2.00	11.00	24.00
	11.35	0.00	0.00	0.00	2.00	11.00	11.00	24.00
	12.00	0.00	0.00	6.00	31.00	6.00	5.00	48.00
	13.00	0.00	0.00	16.00	7.00	1.00	0.00	24.00
	13.40	0.00	0.00	9.00	11.00	4.00	0.00	24.00
	13.75	0.00	0.00	11.00	13.00	0.00	0.00	24.00
	13.95	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	23.00	24.00
	14.15	0.00	0.00	13.00	6.00	4.00	1.00	24.00
	14.20	1.00	1.00	12.00	8.00	2.00	0.00	24.00
	15.15	0.00	0.00	8.00	15.00	1.00	0.00	24.00
	15.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.00	24.00
	16.15	0.00	0.00	1.00	17.00	4.00	2.00	24.00
	17.35	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	20.00	24.00
	25.00	0.00	0.00	0.00	7.00	9.00	8.00	24.00
	28.15	0.00	0.00	6.00	7.00	2.00	9.00	24.00
Total		1.00	3.00	156.00	260.00	114.00	330.00	864.00

En la tabla 34 se puede observar la cantidad de casos donde se ha tomado un radio de giro propuesto y el nivel de servicio correspondiente.

4.3. Contrastación de hipótesis

Para la elección de las pruebas primero se determinó la normalidad de los datos.

Prueba de normalidad

H0: Los datos tienen distribución normal

$p > 0,05$

H1: Los datos no tienen distribución normal

$p < 0,05$

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 35. Prueba de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de semaforización	0.223	864	<.001
Radio de giro	0.218	864	<.001
Volumen vehicular	0.113	864	<.001
Longitud de cola	0.27	864	<.001
Demora	0.156	864	<.001
Nivel de servicio	0.248	864	<.001
a. Corrección de significación de Lilliefors			

La tabla 35, describe que al tener una muestra de más de 50 casos se elije Kolmogórov-Smirnov. La significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir los datos no presentan una distribución normal. Por lo tanto, se aplicaron pruebas no paramétricas.

Contrastación de hipótesis general

Hay una relación entre el diseño geométrico y los niveles de congestión vehicular para la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

V1: Diseño geométrico

D1: Tiempo de semaforización

D2: Radio de giro

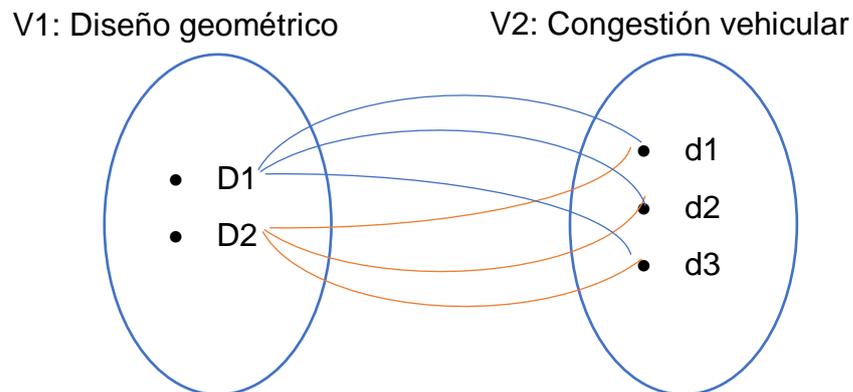
V2: Congestión vehicular

d1: Demora

d2: Longitud de Cola

d3: Volumen vehicular

Diseño de pruebas de correlación entre variable 1 y variable 2



Prueba de correlación V1-D1 con V2

Prueba de hipótesis general

Hipótesis nula. Ho: $r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el tiempo de semaforización y nivel de servicio en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. H1: $r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el tiempo de semaforización y nivel de servicio en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha =$ acepta H0 se rechaza la hipótesis alterna H1

$p < \alpha =$ rechaza H0 se acepta la hipótesis alterna H1

Tabla 36. *Correlaciones tiempo de semaforización-nivel de servicio*

			Tiempo de semaforización	Nivel de servicio
Rho de Spearman	Tiempo de semaforización	Coefficiente de correlación	1	.245**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	864	864
	Nivel de servicio	Coefficiente de correlación	.245**	1
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	864	864
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

La significancia dio un valor menor a 0.05, es decir, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación. El coeficiente de correlación es de 0.245, es decir existe una correlación positiva baja.

Prueba de correlación V1-D1 con V2-d1

Hipótesis nula. Ho: $r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el tiempo de semaforización y tiempo de demora en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. H1: $r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el tiempo de semaforización y tiempo de demora en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha =$ acepta H_0 se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha =$ rechaza H_0 se acepta la hipótesis alterna

Tabla 37. Correlaciones tiempo de semaforización-demora

			Tiempo de semaforización	Demora
Rho de Spearman	Tiempo de semaforización	Coeficiente de correlación	1	.275**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	864	864
	Demora	Coeficiente de correlación	.275**	1
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	864	864
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

La significancia dio un valor menor a 0.05, es decir, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; por lo tanto, se afirma que existe una relación. El valor coeficiente de correlación es de 0.275, es decir que existe una correlación positiva baja.

Prueba de correlación V1-D1 con V2-d2

Hipótesis nula. $H_0: r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el tiempo de semaforización y longitud de cola en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. $H_1: r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el tiempo de semaforización y longitud de cola en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha$ = acepta H_0 se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$ = rechaza H_0 se acepta la hipótesis alterna

Tabla 38. *Correlaciones tiempo de semaforización-longitud de cola*

			Tiempo de semaforización	Longitud de cola
Rho de Spearman	Tiempo de semaforización	Coeficiente de correlación	1	.193**
		Sig. (bilateral)	.	<.001
		N	864	864
	Longitud de cola	Coeficiente de correlación	.193**	1
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	864	864

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La significancia dio un valor menor a 0.05, es decir, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación. El coeficiente de correlación es de 0.193, es decir que existe una correlación positiva muy baja.

Prueba de correlación V1-D1 con V2-d3

Hipótesis nula. H_0 : $r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el tiempo de semaforización y volumen vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. H_1 : $r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el tiempo de semaforización y volumen vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha$ = acepta H_0 se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$ = rechaza H_0 se acepta la hipótesis alterna

Tabla 39. *Correlaciones tiempo de semaforización-volumen vehicular*

			Tiempo de semaforización	Volumen vehicular
Rho de Spearman	Tiempo de semaforización	Coeficiente de correlación	1	-0.022
		Sig. (bilateral)	.	0.518
		N	864	864
	Volumen vehicular	Coeficiente de correlación	-0.022	1
		Sig. (bilateral)	0.518	.
		N	864	864

La significancia dio un valor mayor a 0.05, es decir, acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que no existe una relación entre el tiempo de semaforización y el volumen vehicular

PRUEBA DE CORRELACIÓN V1-D2 con V2

Hipótesis nula. H_0 : $r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el radio de giro y el nivel de servicio en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. H_1 : $r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el radio de giro y el nivel de servicio en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha$ = acepta H_0 se rechaza la hipótesis alterna H_1

$p < \alpha$ = rechaza H_0 se acepta la hipótesis alterna H_1

Tabla 40. Correlaciones radio de giro-nivel de servicio

			Radio de giro	Nivel de servicio
Rho de Spearman	Radio de giro	Coefficiente de correlación	1	-.074*
		Sig. (bilateral)	.	0.03
		N	864	864
	Nivel de servicio	Coefficiente de correlación	-.074*	1
		Sig. (bilateral)	0.03	.
		N	864	864

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La significancia dio un valor menor a 0.05, es decir, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación. El valor del coeficiente de correlación es de -0.074, es decir que existe una correlación negativa muy baja.

Prueba de correlación V1-D2 con V2-d1

Hipótesis nula. Ho: $r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el radio de giro y la demora en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. H1: $r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el radio de giro y la demora en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha =$ acepta H0 se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha =$ rechaza H0 se acepta la hipótesis alterna

Tabla 41. Correlaciones radio de giro-demora

			Radio de giro	Demora
Rho de Spearman	Radio de giro	Coefficiente de correlación	1	-0.045
		Sig. (bilateral)	.	0.182
		N	864	864
	Demora	Coefficiente de correlación	-0.045	1
		Sig. (bilateral)	0.182	.
		N	864	864

La significancia dio un valor mayor a 0.05, es decir, acepta la hipótesis nula y se rechaza la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que no existe una relación entre el tiempo de radio de giro y la demora

Prueba de correlación V1-D2 con V2-d2

Hipótesis nula. Ho: $r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el radio de giro y la longitud de cola en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. H1: $r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el radio de giro y la longitud de cola en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha$ = acepta H0 se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$ = rechaza H0 se acepta la hipótesis alterna

Tabla 42. Correlaciones radio de giro-longitud de cola

			Radio de giro	Longitud de cola
Rho de Spearman	Radio de giro	Coefficiente de correlación	1	-.080*
		Sig. (bilateral)	.	0.019
		N	864	864
	Longitud de cola	Coefficiente de correlación	-.080*	1
		Sig. (bilateral)	0.019	.
		N	864	864

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La significancia dio un valor menor a 0.05, es decir, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación. El valor del coeficiente de correlación es de -0.080, es decir que existe una correlación negativa muy baja.

Prueba de correlación V1-D2 con V2-d3

Hipótesis nula. $H_0: r_{xy} = 0$

No existe una relación entre el radio de giro y el volumen vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Hipótesis alterna. $H_1: r_{xy} \neq 0$

Si existe una relación entre el radio de giro y el volumen vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software VISSIM

Nivel de significación:

$\alpha = 0.05$ (prueba bilateral)

Regla de decisión:

$p > \alpha$ = acepta H_0 se rechaza la hipótesis alterna H_1

$p < \alpha$ = rechaza H_0 se acepta la hipótesis alterna H_1

Tabla 43. *Correlaciones radio de giro-volumen vehicular*

		Radio de giro	Volumen vehicular	
Rho de Spearman	Radio de giro	Coeficiente de correlación	1	
		Sig. (bilateral)	.	
		N	864	
	Volumen vehicular	Coeficiente de correlación	-.589**	1
		Sig. (bilateral)	<.001	.
		N	864	864
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

La significancia dio un valor menor a 0.05, es decir, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna; por lo tanto, se puede afirmar que existe una relación. El valor del coeficiente de correlación es de -0.589, es decir que existe una correlación negativa moderada.

Contrastación de hipótesis específica 1

- Hay diferencias significativas en las características del diseño geométricos en las simulaciones con el software PTV-VISSIM

Para lo cual, se aplicó la prueba de KRUSKAL-WALLIS para determinar si existe diferencias significativas entre grupos de las variables.

Prueba de Kruskal-Wallis para el nivel de servicio en función del tiempo de semaforización

H0: No hay diferencias significativas entre las medias de las características del tiempo de semaforización en las simulaciones con el software PTV-VISSIM

$$p > 0,05$$

H1: Si hay diferencias significativas entre las medias de las características del tiempo de semaforización en las simulaciones con el software PTV-VISSIM

$$p < 0,05$$

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 44. Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis –tiempo de semaforización en función del nivel de servicio

	Nivel de servicio
H de Kruskal-Wallis	51.911
gl	2
Sig. asin.	<.001
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Tiempo de semaforización	

La significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir que si existe diferencias significativas entre las medias de las características del tiempo de semaforización en las simulaciones con el software PTV-VISSIM.

Prueba de Kruskal-Wallis para el nivel de servicio en función del radio de giro

H0: No hay diferencias significativas entre las medias de las características del radio de giro en las simulaciones con el software PTV-VISSIM

$p > 0,05$

H1: Si hay diferencias significativas entre las medias de las características del radio de giro en las simulaciones con el software PTV-VISSIM

$p < 0,05$

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 45. Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis – radio de giro en función del nivel de servicio

	Nivel de servicio
H de Kruskal-Wallis	145.572
gl	12
Sig. asin.	<.001
a. Prueba de Kruskal Wallis	
b. Variable de agrupación: Radio de giro	

La significancia es menor a 0.05, rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir que, si hay diferencias significativas entre las medias de las características del radio de giro en las simulaciones con el software PTV-VISSIM

Contrastación de hipótesis específica 2

- Hay diferencias significativas en los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE

Prueba de Kruskal-Wallis para el volumen vehicular, longitud de cola y demora en función del nivel de servicio

H0: No hay diferencias significativas en las medias de los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE

$p > 0,05$

H1: Hay diferencias significativas en las medias de los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE

$p < 0,05$

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 46. Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis – volumen vehicular, longitud de cola y demora en función del nivel de servicio

	Volumen vehicular	Longitud de cola	Demora
H de Kruskal-Wallis	14.22	670.328	784.337
gl	5	5	5
Sig. asin.	0.014	<.001	<.001
a. Prueba de Kruskal Wallis			
b. Variable de agrupación: Nivel de servicio			

Para el volumen vehicular la significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir que existe diferencias significativas en las medias de los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE

Para la longitud de cola la significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir que existe diferencias significativas en las medias de los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE

Para la demora la significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir que existe diferencias significativas en las medias de los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE.

Contrastación de hipótesis específica 3

- Hay diferencias significativas después de aplicar las recomendaciones en el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE

Prueba de Kruskal-Wallis para el tiempo de semaforización y radio de giro en función del nivel de servicio

H0: No hay diferencias significativas después de aplicar las recomendaciones en el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE

$p > 0,05$

H1: Si hay diferencias significativas después de aplicar las recomendaciones en el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE

$P < 0,05$

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 47. Estadístico de prueba H de Kruskal-Wallis – tiempo de semaforización y radio de giro en función del nivel de servicio

	Tiempo de semaforización	Radio de giro
H de Kruskal-Wallis	94.338	6.609
gl	5	5
Sig. asin.	<.001	0.251
a. Prueba de Kruskal Wallis		
b. Variable de agrupación: Nivel de servicio		

Para el tiempo de semaforización la significancia es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la alterna (H1). Es decir que, hay diferencias significativas después de aplicar el tiempo de semaforización en el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE

Para el radio de giro la significancia es mayor a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la alterna (H1). Es decir que, no hay diferencias significativas después de aplicar el tiempo de semaforización en el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE

V. DISCUSIÓN

En relación al diseño geométrico y a la congestión vehicular, la presente investigación logró la reducción de un nivel de servicio F a un nivel de servicio D implementando un tiempo de semaforización de 90 segundos y una ampliación en los radios de giro; lo cual, estos resultados difieren de los obtenidos por los Castellanos, Rodríguez y Baez (2018), quienes modificaron la semaforización eliminando la presencia de uno de ellos con la intención de que el tráfico fluya más rápido al no tener que detenerse, sin embargo su nivel de servicio se mantuvo en el nivel F en sus ambas mediciones (antes de los cambio y después del retiro del semáforo). Por otro lado, el resultado obtenido en la presente investigación si es consistente a los resultados obtenidos por Hernández y León (2021) quienes

lograron la misma reducción, es decir, de un nivel F a D. Sin embargo, los investigadores Hernandez y Leon (2022) emplearon otro tipo de cambios en su diseño geométrico, ampliaron un carril en la entrada a la rotonda, es decir, que tuvieron un total de 3 carriles, para lo cual tuvieron que reducir el ancho de las bermas centrales.

Con respecto al diseño geométrico, se propuso la instalación de semáforos con tiempos de 150, 120 y 90 segundos; entre los cuales el que determinó resultados más favorables fue el tiempo de semaforización de 90 segundo, logrando reducir el tiempo de viaje de 101.97 a 52.40 segundos; sin embargo, estos resultados son distintos a los obtenidos por Castellanos, Rodríguez y Baez (2018), quienes inicialmente tenían un tiempo de viaje promedio de 284.82 segundos y luego de aplicar sus propuestas el valor aumentó a un promedio de 310.02 segundos. Esto se debe a las diferencias de aplicar la semaforización; mientras que en la investigación actual se propuso la instalación de un semáforo por intersección con tiempo de 90 segundos, en el diseño geométrico de Castellanos, Rodríguez y Baez (2018) plantearon el retiro de un semáforo bajo el criterio que el tramo que regula es muy corto y generaba el entorpecimiento del tráfico ya que los vehículos debían detenerse.

Por otro lado, en la investigación se propuso un aumento en el radio de giro de cada intersección, sin embargo, a pesar que el nivel de servicio se vio reducido, de acuerdo a la prueba de correlación entre los indicadores radio de giro – nivel de servicio, se pudo observar que el nivel de correlación era muy bajo, es decir que la influencia del radio de giro es irrelevante para reducir el tiempo de espera y el nivel de servicio. A diferencia de los resultados obtenidos por Paucara, Avilés y Huasquito (2023), quienes se proyectaron a un futuro dentro de 20 años, en donde se estimaron que la carretera tendrá un problema grave de congestión vehicular, ofreciendo un nivel de servicio de F dos de sus intersecciones estudiadas, con una demora de 81.7 y 103.3 para cada una de las vías, sin embargo, lograron reducir la demora a 30.1 y 75.3; con un nivel de servicio de C y D respectivamente, esto lo lograron con la propuesta de aumentar un carril exclusivo para volteo a la derecha. Es decir, que los resultados de la presente investigación son coherentes al indicar que las modificaciones del diseño geométrico reducen el tiempo de demora y

mejora el nivel de servicio, exceptuando el radio de giro, por lo cual, es más favorable la creación de un nuevo carril exclusivo para girar a la derecha que la ampliación del radio de giro.

Con respecto a los indicadores de la congestión vehicular, antes y después de la aplicación de las propuestas, el volumen vehicular tuvo una ligera variación de 1849 a 2002, por otro lado, la longitud de cola se redujo de un promedio de 137.73 a 67.41; por lo que el nivel de servicio mejoró de F a D. A pesar de lograr un resultado favorable estos no logran alcanzar la eficacia de Bustamante (2022), quien mantuvo un volumen vehicular por hora de 545, sin embargo, redujo la longitud de cola de 20.97 a 11.59; logrando reducir un nivel de servicio F a un nivel C; este resultado lo obtuvieron por la diferencia de propuestas, primero, la eliminación de las existencias de giro del segundo cruce, reducción de los ciclos semafóricos (de 117 a 72; de 121 a 0; de 120 a 72 y de 129 a 72); a su vez, el investigador logró identificar otras causas que perjudican el nivel de servicio, entre las cuales se encontraron la imprudencia vehicular en el cambio de carril, paraderos prohibidos, y el desplazamiento inadecuado de los peatones.

VI. CONCLUSIONES

Se evaluó la relación entre el diseño geométrico y los niveles de congestión vehicular. La correlación entre el tiempo de semaforización y el nivel de servicio es baja con un índice de 0.245; entre el tiempo de semaforización y la demora existe una correlación positiva baja con un índice de 0.275; entre el tiempo de semaforización y longitud de cola existe una correlación positiva baja con un índice de 0.193; entre la semaforización y volumen vehicular no existe correlación; entre el radio de giro y el nivel de servicio existe una correlación negativa muy baja con un índice de -0.074; entre el radio de giro y la demora no existe correlación; entre el radio de giro y la longitud de cola existe una correlación negativa muy baja; y, entre el radio de giro y la longitud de cola existe una correlación negativa moderada con un índice de -0.589. Es decir, que diseño geométrico influye en los niveles de congestión a través de la semaforización, mientras que el radio de giro solo afecta significativamente de manera inversa al volumen vehicular.

Se analizaron las características del diseño geométrico; donde se demostró con un 95% de confianza que los 3 tiempos de semaforización (150, 120 y 90 segundos)

poseen diferencias significativas, por otro lado, el radio de giro no posee diferencia significativa para el nivel de servicio. Es decir, que la manipulación de la semaforización mostrará resultados distintos a diferencia de la manipulación del radio de giro.

Se identificaron las características de la congestión vehicular; donde se demostró con un 95% de confianza que los 3 tiempos de semaforización (150, 120 y 90 segundos) poseen diferencias significativas, por otro lado, el radio de giro no posee diferencia significativa para el nivel de servicio. Es decir, que la manipulación de la semaforización mostrará resultados distintos a diferencia de la manipulación del radio de giro.

Se identificó los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE. Entre las cuales, se encuentran principalmente, el volumen vehicular demostrando diferencias significativas entre sus grupos. La longitud de cola presentando diferencias significativas entre sus grupos. Y, la demora presentando diferencias significativas entre sus grupos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo obtener un nivel de servicio D cuando se aplicó un nivel de semaforización de 90 segundos; sin embargo, se determinó que el radio de giro no tiene gran influencia sobre el nivel de servicio.

VII. RECOMENDACIONES

1. Del levantamiento topográfico de la avenida en estudio se detectaron invasión de predios hacia la avenida el cual genera que en ciertos tramos los peatones transiten por la pista debido a que las veredas se han reducido, generando la desaceleración de los vehículos que transitan y por ende impactando en el flujo vehicular es por eso que se recomienda que la municipalidad realice la liberación de espacios públicos para la óptima circulación de peatones y vehículos.
2. Se recomienda la utilización de cámaras de video permanente que registren el flujo de vehículos en ciertos tramos para poder realizar una mejor representación de los parámetros de comportamiento vehicular para la modelación.

3. Dada la elevada presencia de vehículos más pequeños, como son los mototaxis, es imperativo idear estrategias que reduzcan la cantidad de estos vehículos que transitan por la avenida en estudio. Recomendamos la intervención de la municipalidad para el ordenamiento y fiscalización de los mototaxis las cuales no respetan las reglas de tránsito e incluso invaden veredas por tratar de llegar a su destino.
4. Se recomienda la señalización de la avenida tanto horizontal como vertical para poder tener un flujo vehicular más ordenado y canalizar a los peatones para evitar la invasión de la pista.
5. Se recomienda la implantación de bolardos en las intersecciones debido a que los vehículos menores invaden las veredas para evitar las colas generadas por la congestión de vehículos.
6. Se recomienda realizar nuevas evaluaciones de propuesta eliminando ciertos giros generándose que ciertas avenidas que interceptan a la avenida principal tengan un solo sentido.

REFERENCIAS

PALACIOS-HERNÁNDEZ, Héctor Alejandro; VÁSQUEZ-SALINAS, Álvaro Alexis. Análisis de tránsito y propuesta de diseño geométrico para intersección av. suba con calle 100 en la ciudad de Bogotá DC. 2022. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/27237>

BEDOYA-MAYA, Felipe, Agustina CALATAYUD y Vileydy GONZÁLEZ MEJÍA. Estimating the effect of road congestion on air quality in Latin America. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* [en línea]. 2022, 113, 103510 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103510>

ISSN 1361-9209.

WANG, Mingshu y Neil DEBBAGE. Urban morphology and traffic congestion: Longitudinal evidence from US cities. *Computers, Environment and Urban Systems* [en línea]. 2021, 89, 101676 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2021.101676>

ISSN 0198-9715.

CHELLAPILLA, Haritha et al. Bi-objective optimization models for mitigating traffic congestion in urban road networks. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* [en línea]. 2023 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.09.006>

ISSN 2095-7564.

WEI, Xiaoxuan et al. Exploring the spatiotemporal pattern of traffic congestion performance of large cities in China: a real-time data based investigation. *Environmental Impact Assessment Review* [en línea]. 2022, 95, 106808 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106808>

ISSN 0195-9255.

WANG, Chen, Travis ATKISON y Hana PARK. Dynamic adaptive vehicle re-routing strategy for traffic congestion mitigation of grid network. *International Journal of*

Transportation Science and Technology [en línea]. 2023 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2023.04.003>

ISSN 2046-0430.

FULPONI, Juan Ignacio. Traffic congestion in Buenos Aires: diagnosis and public policy recommendations for a more sustainable city. Transportation Research Procedia [en línea]. 2023, 69, 21–28 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2352-1465. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.140>

HUANG, Ganxiang y Di XU. The last mile matters: impact of dockless bike-sharing services on traffic congestion. Transportation Research Part D: Transport and Environment [en línea]. 2023, 121, 103836 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103836>

ISSN 1361-9209.

BAO, Zhikang et al. The effect of the built environment on spatial-temporal pattern of traffic congestion in a satellite city in emerging economies. Developments in the Built Environment [en línea]. 2023, 100173 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100173>

ISSN 2666-1659.

FATTAH, Md Abdul, Syed Riad MORSHED y Abdulla-Al KAFY. Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city, Bangladesh. Transportation Engineering [en línea]. 2022, 100122 [consultado el 9 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.treng.2022.100122>

ISSN 2666-691X.

VARGAS FEBRES, Carlos Guillermo y Marco Antonio SERNA CUBA. Relación del aparcamiento y la congestión vehicular en el Centro Histórico de Cusco. Estudios del hábitat [en línea]. 2020, 18(2), e090 [consultado el 8 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.24215/24226483e090>

ISSN 2422-6483.

SOLÍS FONSECA, Justo Pastor et al. Congestión vehicular y contaminación ambiental en lima metropolitana. Revista Lasallista de Investigación [en línea].

2022, 19(1), 152–164 [consultado el 8 de octubre de 2023]. ISSN 2256-3938.
Disponible en: <https://doi.org/10.22507/rli.v19n1a9>

AARÓN, Marlin A. et al. Análisis de la movilidad vehicular en el departamento de la guajira usando simulación. el caso de rihacha y maicao. *Información tecnológica* [en línea]. 2019, 30(1), 321–332 [consultado el 8 de octubre de 2023].
Disponible en: <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000100321>
ISSN 0718-0764.

KUČERA, Tomáš y Jan CHOCHOLÁČ. Design of the city logistics simulation model using PTV VISSIM software. *Transportation Research Procedia* [en línea]. 2021, 53, 258–265 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2352-1465.
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.033>

ZIEMSKA-OSUCH, Monika y Dawid OSUCH. Modeling the assessment of intersections with traffic lights and the significance level of the number of pedestrians in microsimulation models based on the PTV vissim tool. *Sustainability* [en línea]. 2022, 14(14), 8945 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2071-1050. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su14148945>

CÁRDENAS, Javier, CELY, Calixto y ACEVEDO, C. Intersection Traffic Analysis Using The Ptv Vissim Tool. *Journal of Language and Linguistic Studies* [en línea]. Vol. 18, n° 4:1284-1293, 2022. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023]. ISSN: 1305-578X. Disponible en: <https://cutt.ly/bwmrpHn>

MICROSIMULACIÓN de tráfico y congestionamiento vehicular del óvalo de intercambio vial por Luciana, Hernández [et al]. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*. [en línea] Vol. 2022, n° 1: 2022. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2023] ISSN: 2414-6390. Disponible en: <https://doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.378>

PAUCARA ROJAS, Martin, Sergio Eduardo AVILÉS CÓRDOVA y Samuel HUAQUISTO CÁCERES. Utilización de la microsimulación para el estudio de tráfico vehicular en vías urbanas. *INVESTIGACION & DESARROLLO* [en línea]. 2023, 23(1) [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2518-4431. Disponible en: <https://doi.org/10.23881/idupbo.023.1-5i>

CÓRDOVA SERRANO, Jesús A. et al. Modelamiento y simulación de redes de transporte urbano: seis casos en lima. *Revista peruana de computación y sistemas* [en línea]. 2020, 3(2), 29–37 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2617-2003. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rpcs.v3i2.19391>

Merino, Marcelo. Planeamiento y desarrollo vial entre las avenidas Metropolitana I y II de la ciudad de Trujillo en el año 2019. Tesis (Optar por el grado de maestro en transportes y conservación vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela de Posgrado, 2021. 139 pp.

Disponible en: <https://bitly.ws/WNwM>

PARI PINTO, Avelino Godofredo, Víctor MALPARTIDA ARRIETA y Helard OLAVE COLQUE. Nivel de congestiónamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019. *Ciencia & Desarrollo* [en línea]. 2019, (25), 32–40 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2617-6033. Disponible en: <https://doi.org/10.33326/26176033.2019.25.861>

WANG, Chen, Travis ATKISON y Hana PARK. Dynamic Adaptive Vehicle Re-routing Strategy for Traffic Congestion Mitigation of Grid Network. *International Journal of Transportation Science and Technology* [en línea]. 2023, 1(1) 1-17 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2046-0430. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2023.04.003>

BHARDWAJ, Ankit et al. Understanding Sudden Traffic Jams: From Emergence to Impact. *SSRN Electronic Journal* [en línea]. 2022, 8(1) 1-15 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 1556-5068. Disponible en: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4254964>

UTOMO, Eko, RAMADHAN, Fadillah y IMRAN, Arif. VISSIM Simulation-Based Analysis for Improving Traffic Conditions in Bandung Indonesia. *International journal of simulation: systems, science & technology* [en línea]. 2020 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 1473-804X. Disponible en: <https://doi.org/10.5013/ijssst.a.21.03.05>

BEZA, Abebe et al. How PTV Vissim Has Been Calibrated for the Simulation of Automated Vehicles in Literature? *Advances in Civil Engineering* [en línea]. 2022,

2022, 1–18 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 1687-8094. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2022/2548175>

AFOLAYAN, Abayomi et al. Reliability-based analysis of highway geometric Elements: A systematic review. *Cogent Engineering* [en línea]. 2021, 9(1) [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2331-1916. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.2004672>

ELFANDARI, Amadea y SIREGAR, Martha. The Relationship Between Frequency of Accident and Roads Geometric Design Consistency in NTB Province. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. 2021, 1858(1), 012061 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 1742-6596. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1858/1/012061>

ZHANG, Xuequan et al. Template-Based 3D Road Modeling for Generating Large-Scale Virtual Road Network Environment. *ISPRS International Journal of Geo-Information* [en línea]. 2019, 8(9), 364 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2220-9964. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijgi8090364>

ZHU, X., G. PANG y C. CHEN. RESEARCH AND APPLICATION OF HISTORICAL 3D MODELING BASED ON ARCHIVED NON-OBLIQUE AERIAL PHOTOS. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [en línea]. 2020, XLIII-B2-2020, 555–560 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2194-9034. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xliii-b2-2020-555-2020>

NAVARRO HUDIEL, Sergio Junior y Fernando José BUSTAMANTE ARTEAGA. Cálculo de tasa de crecimiento de tránsito para proyecciones de tráfico promedio diario anual en Nicaragua. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo* [en línea]. 2021, 11(1), 43–68 [consultado el 9 de octubre de 2023]. ISSN 2413-1911. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i1.11717>

CASTRO MALDONADO, John Jairo, Leidy Katherine GÓMEZ MACHO y Esperanza CAMARGO CASALLAS. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura* [en línea]. 2023, 27(75), 140–174 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2248-7638. Disponible en: [doi:10.14483/22487638.19171](https://doi.org/10.14483/22487638.19171)

OSADA, Jorge y José SALVADOR-CARRILLO. Estudios “descriptivos correlacionales”: ¿término correcto? Revista médica de Chile [en línea]. 2021, 149(9), 1383–1384 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 0034-9887. Disponible en: doi:10.4067/s0034-98872021000901383

NOVOSEL, Lorraine M. Understanding the evidence: non-experimental research designs. Urologic Nursing [en línea]. 2023, 43(2), 99 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2168-4626. Disponible en: doi:10.7257/2168-4626.2023.43.2.99

CASTAÑEDA MOTA, María Marcela. La científicidad de metodologías cuantitativa, cualitativa y emergentes. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria [en línea]. 2022, 16(1), e1555 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2223-2516. Disponible en: doi:10.19083/ridu.2022.1555

FIGUEROA-RODRÍGUEZ, Katia A. y Dora M. SANGERMAN-JARQUÍN. El método en la ciencia: origen y divergencias según Ruy Pérez Tamayo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea]. 2022, 13(8), 1469–1479 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2007-9230. Disponible en: doi:10.29312/remexca.v13i8.3353

CASH, Philip et al. Sampling in design research: eight key considerations. Design Studies [en línea]. 2022, 78, 101077 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 0142-694X. Disponible en: doi:10.1016/j.destud.2021.101077

HERNÁNDEZ, Carlos E. y Natalia CARPIO. Introducción a los tipos de muestreo. ALERTA Revista Científica del Instituto Nacional de Salud [en línea]. 2019, 2(1), 75–79 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2617-5274. Disponible en: doi:10.5377/alerta.v2i1.7535

JORNET, Alfredo y DAMSA, Crina. Unit of analysis from an ecological perspective: Beyond the individual/social dichotomy. ScienceDirect [en línea]. Vol. 31 Parte B, Diciembre 2021. [consultado el 14 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2019.100329> ISSN: 2210-6561

SÁNCHEZ BRACHO, Maream, Mariela FERNÁNDEZ y Juan DÍAZ. Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. Revista Científica UISRAEL [en línea]. 2021, 8(1), 107–

121 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2631-2786. Disponible en: doi:10.35290/rcui.v8n1.2021.400

MARTÍNEZ-CORONA, José Isaías, Gloria Edith PALACIOS-ALMÓN y Dubelza Beatriz OLIVA-GARZA. Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai* [en línea]. 2023, 67–83 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 1665-0441. Disponible en: doi:10.35197/rx.19.01.2023.03.jm

SNYDER, Hannah. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research* [en línea]. Vol. 104 n°1: 1-7, 2019 [consultado el 14 de octubre de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039> ISSN: 0148-2963.

ARIAS, José, COVINOS, Mitsuo y CÁCERES, Milagros. Formulación de los objetivos específicos desde el alcance correlacional en trabajos de investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea]. 2020, (2), 237–247 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2707-2207. Disponible en: doi:10.37811/cl_rcm.v4i2.73

VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel et al. El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alergia México* [en línea]. 2018, 65(4), 414 [consultado el 14 de octubre de 2023]. ISSN 2448-9190. Disponible en: doi:10.29262/ram.v65i4.560

Ochoa*, J., & Yunkor*, Y. El estudio descriptivo en la investigación científica. *ACTA JURÍDICA PERUANA*, Vol. 2 n°2: 2021 Recuperado a partir de <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224>

ARROYO Valenciano, Juan. Las variables como elemento sustancial en el método científico. *Revista Educación* [en línea]. Vol. 1 N°1: 1-11, 2021. [consultado el 12 de abril de 2023].

Disponible en: doi:10.15517/revedu.v46i1.45609

ISSN 2215-2644.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

"Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023"							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA	
PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo se relaciona el diseño geométrico con los niveles de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el software VISSIM, 2023?	OBJETIVO PRINCIPAL Evaluar la relación entre el diseño geométrico y los niveles de congestión vehicular a través de simulaciones y análisis de datos.	HIPOTESIS PRINCIPAL Hay una relación entre el diseño geométrico y los niveles de congestión para la av. Nicolas de Piérola ATE usando el Software PTV-VISSIM	VI: Diseño Geométrico	Trazo horizontal	Longitud del tramo Ancho de vía Radio de giro Semaforización	<ul style="list-style-type: none"> • METODO DE INVESTIGACIÓN: Científico hipotético deductivo • DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental <p>M → O</p> <p>M = Diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola – Ate.</p> <p>O = Representa la información que se recoge para el proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada • ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo • NIVEL DE INVESTIGACIÓN Descriptivo - Correlacional • POBLACIÓN Av. Nicolas de Piérola – Ate. <p>MUESTRA Un tramo del km. de la av. Nicolas de Piérola – Ate,</p> <ul style="list-style-type: none"> • MUESTREO No probabilístico por conveniencia • TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Observación directa Análisis documental <p>TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS Se realizo a través de la aplicación de la normativa</p>	
PROBLEMA SECUNDARIO N° 1 ¿Cuáles son las características del diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el software VISSIM, 2023?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 1 Analizar las características del diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE usando el software VISSIM, 2023	HIPÓTESIS SECUNDARIO N°1 Hay diferencias significativas en las características del diseño geométricos en las simulaciones con el software PTV-VISSIM		VD: Congestionamiento vehicular	Volumen máximo vehicular		Longitud de cola Volumen vehicular
PROBLEMA SECUNDARIO N° 2 ¿Cuáles son los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 2 Identificar patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE	HIPOTESIS SECUNDARIO N°2 Hay diferencias significativas en los patrones de congestión vehicular en la av. Nicolas de Piérola ATE			Patrones de congestión vehicular		Nivel de servicio Tiempo de demora
PROBLEMA SECUNDARIO N° 3 ¿Qué intervenciones o cambios se deben realizar en la av. Nicolas de Piérola ATE para reducir la congestión vehicular?	OBJETIVO SECUNDARIO N° 3 Formular recomendaciones específicas basadas en los resultados de la evaluación para mejorar el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE	HIPOTESIS SECUNDARIO N°3 Hay diferencias significativas después de aplicar las recomendaciones en el diseño geométrico en la av. Nicolas de Piérola ATE	Aplicación de software VISSIM		Modelado y evaluación		

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

“Evaluación del diseño geométrico y congestionamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023”					
Variables	Concepto de operacionalización	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente Diseño geométrico	Diseño Geométrico es una rama crucial de la ingeniería de transporte que se dedica a la configuración y disposición eficiente de vías y carreteras para facilitar el tránsito seguro y fluido de vehículos, lo que implica planificar detalladamente elementos como el trazado horizontal y vertical de la carretera, intersecciones, carriles, curvas y pendientes, buscando optimizar la seguridad vial y mejorar la eficiencia del flujo de tráfico (Afoyalan et al., 2021).	La evaluación de las características geométricas fueron medidas a través de un levantamiento topográfico para conocer las medidas geométricas del tramo en estudio, seguidamente se hizo uso del software PTV VISIM especializado en simulación de tráfico vial para simular las condiciones de demanda actual de tránsito y posteriormente plantear alternativas de solución	Trazo horizontal	Longitud del tramo (m) Ancho de vía (m) Radio de giro (m) Semaforización (s)	Razón
			Perfil longitudinal	Pendiente (%)	
			Perfil transversal	Pendiente (%)	
Variable dependiente Congestionamiento vehicular	Congestionamiento vehicular se refiere a la acumulación excesiva y la lentitud del tráfico en las carreteras, calles u otras vías de circulación debido al elevado número de vehículos que comparten el mismo espacio, este fenómeno ocurre cuando la demanda de transporte supera la capacidad de la infraestructura vial disponible. Las causas comunes de la congestión vehicular incluyen un alto volumen de vehículos en horas pico, la falta de planificación urbana eficiente, la ausencia de sistemas de transporte público efectivos y la dependencia excesiva del transporte privado (Wang, Atkinson y Park, 2023).	El tráfico vial fue evaluado mediante un aforo vehicular para determinar el volumen vehicular que circula por la vía, seguidamente con ayuda del programa PTV-VISSIM se realizaron una simulación al estado actual y al estado de propuesta de solución para la vía del tramo en estudio.	Volumen máximo vehicular Patrones de congestión vehicular Aplicación de software PTV-VISSIM	Longitud de cola (veh/km) Volumen vehicular Tiempo de demora Nivel de servicio Modelado y evaluación	Razón

Anexo 3. Formatos de campo

Anexo N° 03. Constancia de validación

Constancia de validación

Yo Rosales Soto Antony Manuel
CIP N° 252350, como profesional de la ingeniería civil, quiero aclarar que esta tesis titulada: "Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023" ha sido revisada con el objetivo de validar instrumentos y evaluar los efectos de su expansión en el equipo que está trabajando en ella. Después de hacer las observaciones y sugerencias necesarias, puedo hacer los siguientes comentarios en el recuadro:

Ítems	Criterios	valores				
		5	4	3	2	1
1	Conveniencia de indicadores	✓				
2	Aptitud de los instrumentos	✓				
3	Confianza de las herramientas	✓				
4	Este escrito en el idioma apropiado.	✓				
5	Formula el alcance del estudio	✓				
6	Ayuda en el avance de la tecnología, ciencia y desarrollo sostenible	✓				
7	El dispositivo ayuda en la verificación de la hipótesis propuesta en la investigación.	✓				

1 = deficiente, 2= Regular, 3= Aceptable, 4= Muy Aceptable 5=Excelente


ANTONY MANUEL
ROSALES SOTO
Ingeniero Civil
CIP N° 252350

Firma del validador

DNI N° 72605847

Anexo N° 04. Cuestionario de valides de instrumentos de investigación

Cuestionario de validez de instrumentos

Título de la investigación	Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola – Ate usando el software Vissim, 2023					
Apellidos y nombres de los investigadores	- Acurio Flores, Grimaldo; Meza Quispe, Junior					
Apellido y nombre del experto	Rosales Soto Antony Manuel					
Profesión - Especialidad	Ingeniero Civil					
Colegiatura	CIP N° 252350					
DNI	72605847					
Teléfono/celular	916 408 554					
Fecha	Octubre 2023					
Instrucciones:						
Califique el siguiente cuadro de indicadores y marque con una (x), según su criterio y experiencia, en una escala de 1= muy deficiente, 2= deficiente, 3= aceptable, 4= bueno y 5 = excelente						
N°	Indicadores	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que un levantamiento fotogramétrico es adecuado para determinar longitudes?					✓
2	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que las características geométricas de una vía influyen en el congestiónamiento vehicular?					✓
3	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que el perfil longitudinal de una vía tiene incidencia sobre el congestiónamiento vehicular?					✓
4	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que el uso de software de modelamiento de terrenos como el AutoCAD Civil 3d son precisos en la representación de superficies existentes?					✓
5	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que el conteo vehicular es necesario para determinar la tipología vehicular?					✓
6	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que el conteo vehicular es necesario para determinar las horas pico y horas valle de flujo vehicular?					✓
7	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que el conteo vehicular determinara el porcentaje de giros vehiculares que se presentan en la zona de estudio?					✓
8	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. que identificar los ciclos y fases semafóricas son necesarios para mejorar el flujo vehicular?					✓
9	¿En su experiencia y conocimiento adquirido cree Ud. los formatos presentados para las tomas de datos son los adecuados?					✓
Total de puntaje		45				

Promedio de valoración

Antony Manuel Rosales Soto
ANTONY MANUEL ROSALES SOTO

Firma de experto

Anexo 4. Panel fotografico



Federico Villarreal S.A. autobús 9405
(horario: lunes- domingo/ 5:00 Am-11:00 Pm)



Musa S.A. autobús 4416
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 10 p.m)



Los Laureles M.S.A. autobús 8402
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 10 p.m)



El Sol de Santa Clara S.A. autobús 2407
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 10 p.m)



Santa Rosa S.A.C. autobús CR25
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 10 p.m)



La línea autobús CR24
(Horario: lunes a domingo de 4:30 a.m - 10 p.m)



Unidos Vitarte S.A. autobús IM55
(Horario: lunes a domingo de 5:30 a.m - 8:26 p.m)



ETUSMPSA autobús 4618
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 10 p.m)



*Canadá S.A. autobús IM11
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 10 p.m)*



*Unidos S.A. (ETUSA) Ruta 3402
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m - 9 p.m)*



*Gocarive 19 S.A. autobús 4904
(Horario: lunes a domingo de 5 a.m. - 10 p.m.)*

Fuente: Propia



Toma de datos correspondiente al levantamiento topográfico en la Av. Nicolas de Piérola/ Av. San Martin (lado Este)



Toma de datos correspondiente al levantamiento topográfico en la Av. Nicolas de Piérola/ Av. Jose Carlos Mariategui (lado Norte)



Toma de datos correspondiente al levantamiento topográfico en la Av. Nicolas de Piérola/ Av. Alfonso Ugartei (lado Norte)

Fuente: Propia

Anexo 5. Características de equipos usados.

PHANTOM 4

Aeronave	
Peso al despegar	1391 g
Distancia diagonal	350 mm
Techo de servicio máximo sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Velocidad máxima de ascenso	6 m / s (vuelo automático); 5 m / s (control manual)
Velocidad máxima de descenso	3 m / s
Máxima velocidad	31 mph (50 kph) (modo P) 36 mph (58 kph) (modo A)
Max tiempo de vuelo	Aprox. 30 minutos
Rango de temperatura de funcionamiento	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 °C)
Frecuencia de operación	2.400 GHz a 2.483 GHz (Europa, Japón, Corea) 5.725 GHz a 5.850 GHz (Estados Unidos, China)
Potencia de transmisión (PIRE)	2.4 GHz CE (Europa) / MIC (Japón) / KCC (Corea) : <20 dBm
	5.8 GHz SRRC (China) / FCC (Estados Unidos) / NCC (Taiwán, China) : <26 dBm
Rango de precisión de desplazamiento	RTK habilitado y funcionando correctamente : Vertical : ± 0.1 m Horizontal : ± 0.1 m
	RTK deshabilitado Vertical : ± 0.1 m (con posicionamiento visual) ; ± 0.5 m (con posicionamiento GNSS) Horizontal : ± 0.3 m (con posicionamiento visual) ; ± 1.5 m (con posicionamiento GNSS)
Desplazamiento de posición de imagen	La posición del centro de la cámara es relativa al centro de fase de la antena D-RTK a bordo debajo del eje del cuerpo del avión: (36, 0 y 192 mm) ya aplicado a las coordenadas de la imagen en los datos Exif. Los ejes positivo x, y y z del cuerpo del avión apuntan hacia adelante, hacia la derecha y hacia abajo del avión, respectivamente.

Cámara	
Sensor	1" CMOS; píxeles efectivos: 20 M
Lente	FOV 84 ° ; 8.8 mm / 24 mm (equivalente en formato de 35 mm: 24 mm) ; f / 2.8 - f / 11, enfoque automático a 1 m - ∞
Rango ISO	Vídeo: 100-3200 (Auto) 100-6400 (Manual) ; Foto: 100-3200 (Auto) 100-12800 (Manual)
Velocidad de obturación mecánica	8 - 1/2000 s
Velocidad de obturación electrónica	8 - 1/8000 s
Tamaño máximo de imagen	4864 × 3648 (4:3) ; 5472 × 3648 (3:2)
Modos de grabación de vídeo	H.264, 4K : 3840 × 2160 30p
Formato de foto	JPEG
Formato de vídeo	MOV
Sistemas de archivos compatibles	FAT32 (≤ 32 GB) ; exFAT (> 32 GB)
Tarjetas SD compatibles	MicroSD, capacidad máxima: 128 GB. Se requiere clasificación de clase 10 o UHS-1 Velocidad de escritura ≥15 MB / s
Rango de temperatura de funcionamiento	32 ° a 104 ° F (0 ° a 40 °C)

Leica FlexLine plus

Características comprobadas, Instrumentos Fiables

	Medición Angular (Hr. V)		
	Precisión ¹⁾	3" (1 mgon) / 5" (1.5 mgon) 7" (2 mgon)	✓
	Método	Absoluto, continuo, diámetro: en todos los modelos	✓
	Resolución en pantalla	0.1" / 0.1 mgon / 0.01 mil	✓
	Compensador	Compensación en Cuatro ejes: en todos los modelos	✓
	Precisión config. del compensador	1" / 1.5" / 2"	✓
	Medición de distancias con prisma		
	Rango ⁴⁾ Prisma Circular (Leica GPR1)	3.500 m	✓
	Rango ⁴⁾ Diana reflectante (ø0 mm x ø0 mm)	250 m > 500 m ⁴⁾	✓
	Precisión ²⁾	Preciso: 1.5 mm+2.0 ppm Preciso Rápido: 3.0 mm+2.0 ppm Tracking: 3.0 mm+2.0 ppm	✓
	Tiempo típico de medición ⁴⁾	2.0 s	✓
	Medición de distancias sin prisma ³⁾		
	Rango ⁴⁾ PinPoint R500	500 m	○
	Precisión ²⁾	2 mm+2. ppm	✓
	Tamaño del puntero láser	A 30 m: aprox. 7 x 10 mm A 50 m: aprox. 8 x 20 mm	✓
	Almacenamiento de datos / Comunicaciones		
	Memoria interna	Max.: 24.000 puntos de control, Max.: 13.500 mediciones	✓
	Interfaz	Serial (Baudios hasta 115.200)	✓
	Formato de datos	Formatos GSI / DXF / LandXML / CSV / ASCII personalizado	✓
	Objetivo		
	Aumentos / Resolución	30 x / 3"	✓
	Campo de Visión	1º 30' (1.66 gpn) 2.7 m a 100 m	✓
	Rango de enfoque	1.7 m a infinito	✓
	Retículo	Iluminación, 10 niveles de brillo	✓

	Teclado y Pantalla		
	Teclado y Pantalla	Teclado Alfanumérico sencillo. Con alta resolución de pantalla Blanco & Negro, Gráficos, 160 x 288 pixels, pantalla iluminada, 5 niveles de brillo	✓
	Posiciones	CD, CI	✓/○
	Sistema Operativo		
	Windows CE	5.0 Core	✓
	Plomada Láser		
	Tipo	Puntero láser, 5 niveles de brillo	✓
	Precisión de centrado	1.5 mm a 1.5 m	✓
	Batería		
	Tipo	Ion-Li	✓
	Autonomía de trabajo ⁶⁾	aprox. 30 horas	✓
	Peso		
	TS incluyendo GER211 y base nivelante	5.1 kg	✓
	Factores Ambientales		
	Rango de Temperaturas (trabajando)	-20° C a +50° C (-4° F a +122° F)	✓
		Versión Ártico -3 5° C a 50° C (-3 1° F a +122° F)	○
	Polvo / Agua (IEC 60529) Humedad	IP55, 95%, sin condensación	✓
	Software Integrado Leica FlexField plus		
	Aplicaciones Incluidas:	Levantamiento; Replanteo; Estacionamiento; Inversa; Inversa Local; Inversa Hebert; Orientación (Ángulos & Coordenadas); Transferecia de Cota; Área (Plano & Fachada); MDT; Cálculo de Volumen; Distancia entre puntos (MUM); Altura Remota; Puntos ocultos; Comprobación de Orientación; Offset; Línea de Referencia;	✓
	Aplicaciones Extra:	Año de Referencia; Plano de Referencia; COGO; Carreteras 2D	○
	Protección Antirrobo		
	mySecurity, Código PIN/PUK		✓/✓

Las ilustraciones, descripciones y datos técnicos no son vinculantes y pueden ser modificados. Impreso en Suiza - Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2013. 806065es - 07.13 - galleda

Comparación entre Modelos: Configuraciones y Opciones de Estaciones Totales Manuales

	TS02 plus	TS05 plus	TS07 plus	Viva TS11
1" de precisión angular	-	○	○	○
Precisión en medición a prismas mejorada	1.5 mm + 2. ppm	1.5 mm + 2. ppm	1.5 mm + 2. ppm	1.0 mm + 1.5 ppm
Rango de medición sin prisma	500 m opcional	500 m incluido/1000 m opcional	500 m incluido/1000 m opcional	500 m incluido/1000 m opcional
Pantalla con gráficos e iluminación de pantalla	Alta Resolución en Blanco & Negro	Alta Resolución en Blanco & Negro	Q-VGA Color & Táctil	Full-VGA Color & Táctil
Teclado alfanumérico completo con teclas de función	-	✓	✓	✓
Segundo Teclado	○	○	○	○
Iluminación de Teclado	-	-	✓	✓
Luces Guía de Replanteo	-	○	✓	✓
USB Tipo A y mini B	-	✓	✓	✓
Bluetooth® Wire less	-	✓	✓	✓
Tarjeta SD	-	-	-	✓
Soporte de Imagen	-	-	-	○
Función Smart Station GNS	-	-	-	○
Software Onboard (contenido de la pack)	FlexField plus (estándar)	FlexField plus (avanzada)	FlexField plus (completa)	SmartWork Viva (profesional)

Legenda:

- 1) Dev. Estandar ISO-17123-3
- 2) Nublado, sin niebla, visibilidad de 40 km; sin reverberación.
- 3) Dev. Estandar ISO-17123-4
- 4) Modo rápido preciso de medición a prisma

- 5) Bajo condiciones óptimas a Tarjeta Kodak: Gris (90% reflectividad). Rango máximo variable dependiendo de condiciones atmosféricas, reflectividad y tipo de superficie.
- 6) Medición normal cada 30 segundos a 25° C.

- 7) El tiempo de medición sin prisma podrá variar dependiendo de los objetos medidos, situación y condiciones ambientales.
- 8) con opción R500 usando el modo sin-prisma

- ✓ Includo
- Opción
- No disponible



Total Quality Management - Nuestro compromiso con la satisfacción total del cliente.

Distanciómetro: (PinPoint R500); Láser de clase 3R según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

Distanciómetro: (Modo prisma) Láser de clase 1 según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

Plomada Láser: Láser de clase 2 según IEC 60825-1 resp. EN 60825-1

Imagen de Portada: Horizonte de la Ciudad de Dubai

Leica Geosystems AG
Heerbrugg, Suiza
www.leica-geosystems.com

Escanee el código para ver los vídeos



- when it has to be right



Anexo 6. Resumen conteo vehicular

HORA	ALFONSO UGARTE 04.10.2023	MARIATEGUI 04.10.2023	SAN MARTIN 04.10.2023	ALFONSO UGARTE 06.10.2023	MARIATEGUI 06.10.2023	SAN MARTIN 06.10.2023	ALFONSO UGARTE 07.10.2023	MARIATEGUI 07.10.2023	SAN MARTIN 07.10.2023	HORA PUNTA SISTEMA
06:00 - 07:00	1270	931	933	1347	1101	1179	1099	827	937	9624
06:15 - 07:15	1509	1102	1093	1612	1312	1425	1244	984	1086	11367
06:30 - 07:30	1662	1265	1231	1754	1511	1632	1320	1097	1248	12720
06:45 - 07:45	1809	1359	1394	1940	1641	1841	1435	1217	1402	14038
07:00 - 08:00	1857	1415	1444	2044	1754	1924	1559	1304	1509	14810
07:15 - 08:15	1849	1396	1454	2066	1822	1944	1606	1334	1559	15030
07:30 - 08:30	1840	1318	1452	2093	1767	1918	1656	1315	1549	14908
07:45 - 08:45	1774	1252	1400	2001	1686	1770	1621	1262	1467	14233
08:00 - 09:00	1741	1173	1381	1901	1531	1719	1538	1192	1421	13597
08:15 - 09:15	1583	1066	1357	1684	1314	1622	1414	1120	1349	12509
08:30 - 09:30	1472	1026	1292	1533	1236	1513	1279	1080	1280	11711
08:45 - 09:45	1377	997	1260	1433	1147	1502	1212	1044	1271	11243
09:00 - 10:00	1274	947	1229	1350	1103	1476	1145	1031	1231	10786
09:15 - 10:15	1231	916	1211	1293	1051	1410	1097	987	1188	10384
09:30 - 10:30	1145	847	1188	1207	917	1356	1062	919	1149	9790
09:45 - 10:45	1063	769	1124	1088	824	1221	989	866	1046	8990
10:00 - 11:00	1010	719	1071	1015	740	1128	932	788	976	8379
10:15 - 11:15	958	670	1010	974	695	1097	902	745	957	8008
10:30 - 11:30	967	661	981	963	683	1069	885	735	932	7876
10:45 - 11:45	950	661	983	943	685	1078	859	721	954	7834
11:00 - 12:00	914	652	969	904	665	1049	849	712	942	7656
11:15 - 12:15	952	713	1015	946	727	1180	880	723	993	8129
11:30 - 12:30	989	786	1073	1033	901	1315	923	734	1062	8816
11:45 - 12:45	1105	805	1085	1177	952	1365	986	755	1118	9348
12:00 - 13:00	1254	886	1175	1360	1078	1493	1071	807	1203	10327
12:15 - 13:15	1395	908	1199	1495	1134	1469	1147	840	1231	10818
12:30 - 13:30	1469	867	1182	1552	1027	1387	1196	862	1201	10743
12:45 - 13:45	1499	924	1203	1572	1126	1377	1226	911	1175	11013
13:00 - 14:00	1499	901	1141	1564	1093	1317	1224	920	1153	10812
13:15 - 14:15	1415	954	1071	1503	1104	1227	1207	942	1112	10535
13:30 - 14:30	1398	1025	1084	1495	1184	1254	1192	989	1116	10737
13:45 - 14:45	1448	1073	1089	1550	1209	1294	1212	1052	1109	11036
14:00 - 15:00	1478	1139	1122	1590	1299	1338	1232	1130	1118	11446
14:15 - 15:15	1479	1089	1151	1572	1273	1331	1194	1124	1078	11291
14:30 - 15:30	1442	1020	1113	1510	1202	1258	1187	1074	1054	10860
14:45 - 15:45	1313	942	1085	1373	1089	1197	1131	996	1030	10156
15:00 - 16:00	1205	878	1041	1238	989	1102	1069	897	981	9400
15:15 - 16:15	1154	857	998	1185	939	1057	1036	870	978	9074
15:30 - 16:30	1119	840	961	1144	903	1023	986	850	930	8756
15:45 - 16:45	1085	827	913	1108	879	972	951	826	907	8468
16:00 - 17:00	1052	794	881	1070	835	912	951	798	856	8149
16:15 - 17:15	1134	843	902	1171	934	963	987	827	853	8614
16:30 - 17:30	1206	916	963	1253	1031	1040	1056	851	886	9202
16:45 - 17:45	1328	977	1000	1388	1108	1116	1111	875	901	9804
17:00 - 18:00	1442	1035	1026	1498	1182	1211	1142	926	947	10409
17:15 - 18:15	1496	1063	1067	1547	1232	1258	1204	966	1015	10848
17:30 - 18:30	1517	1095	1108	1612	1298	1352	1233	1037	1088	11340
17:45 - 18:45	1555	1132	1192	1660	1396	1457	1295	1102	1185	11974
18:00 - 9:00	1599	1200	1267	1715	1509	1571	1339	1179	1280	12659
18:15 - 19:15	1557	1177	1276	1670	1458	1570	1303	1157	1298	12466
18:30 - 19:30	1585	1106	1262	1680	1381	1568	1324	1112	1299	12317
18:45 - 19:45	1570	1081	1276	1677	1363	1560	1287	1079	1290	12183
19:00 - 20:00	1518	1032	1257	1659	1292	1554	1266	1032	1277	11887
19:15 - 20:15	1466	1005	1254	1618	1249	1563	1246	1018	1261	11680
19:30 - 20:30	1358	969	1225	1497	1193	1499	1148	974	1223	11086
19:45 - 20:45	1232	869	1142	1342	1041	1408	1078	902	1165	10179
20:00 - 21:00	1133	780	1099	1202	927	1311	998	824	1089	9363
20:15 - 21:15	1064	722	1021	1122	862	1246	941	756	1015	8749
20:30 - 21:30	998	669	959	1062	799	1191	895	701	957	8231
20:45 - 21:45	911	611	907	973	730	1118	811	637	891	7589
21:00 - 22:00	806	537	789	875	650	980	697	538	782	6654

Fuente: Propia

Anexo 7: CALCULO IMDA

	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETA	CAMIONETA RURAL	MICROBUS	BUS INTERPROVINCIAL	CAMION	VOLQUETE	SEMITRAYER Y TRAILER	TOTAL	PORC. %	
MIERCOLES	105.00	795.00	715.00	38.00	99.00	50.00	3.00	48.00	1.00	3.00	1857.00	33.13	
VIERNES	116.00	871.00	756.00	55.00	129.00	61.00	5.00	89.00	2.00	9.00	2093.00	37.33	
SABADO	71.00	697.00	629.00	42.00	96.00	46.00	3.00	64.00	3.00	5.00	1656.00	29.54	
TOTAL	292.00	2363.00	2100.00	135.00	324.00	157.00	11.00	201.00	6.00	17.00	5606.00	100.00	
VPH (DL1)	5.00	35.00	31.00	2.00	5.00	2.00	0.00	3.00	0.00	0.00	83.00	-	
VPH (VDNL)	2.96	29.04	26.21	1.75	4.00	1.92	0.13	2.67	0.13	0.21	69.00	-	
VDL1	80.00	560.00	496.00	32.00	80.00	32.00	0.00	48.00	0.00	0.00	1328.00	-	
VDNL	47.33	464.67	419.33	28.00	64.00	30.67	2.00	42.67	2.00	3.33	1104.00	-	
												-	
IMD	71.00	533.00	474.00	31.00	75.00	32.00	1.00	46.00	1.00	1.00	1265.00	-	
%	5.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.61	-	
VEHICULO LIGERO						VEHICULO PESADO							

TRAFICO VEHICULAR IMD Sin Corrección (Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMDS	Distrib.
		%
Moto lineal	71	5.6%
Mototaxi	533	42.1%
Auto	474	37.5%
Camioneta	31	2.5%
Camioneta rural	75	5.9%
Microbus	32	2.5%
Bus interprovincial	1	0.1%
Camión	46	3.6%
Volquete	1	0.1%
Semi trayler y trailer	1	0.1%
TOTAL IMD	1265	100.0%

CALCULO DEL IMDA Resumen de Metodología

$$IMD = \frac{VS}{7}$$

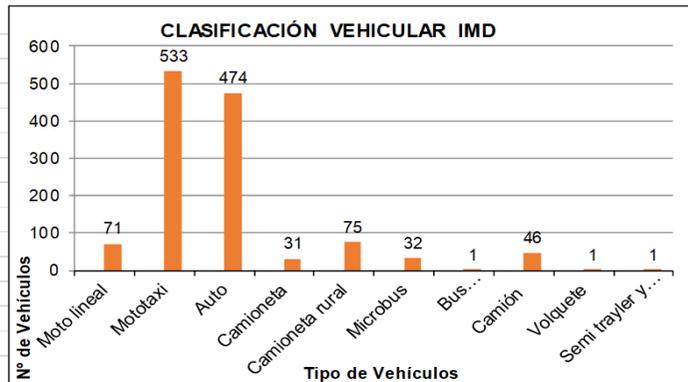
VS = Volumen Promedio Semanal

Fc Veh. Ligeros = 1.000000
Fc Veh. Pesados = 1.000000

IMDA = 1265 Vehiculos por dia
461,725 V. x año

TRAFICO VEHICULAR IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR (Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMD	Distrib.
		%
Moto lineal	71	5.6%
Mototaxi	533	42.1%
Auto	474	37.5%
Camioneta	31	2.5%
Camioneta rural	75	5.9%
Microbus	32	2.5%
Bus interprovincial	1	0.1%
Camión	46	3.6%
Volquete	1	0.1%
Semi trayler y trailer	1	0.1%
TOTAL IMD	1265	100.0%



$$IMDA = IMDS * FC$$

IMDS = Índice medio diario semanal
FCE = Factor de corrección estacional

$$I. M. D. S = (5 * VDL1 + 2 * VDNL) / 7$$

DONDE:

VDL1 = Volumen de tráfico registrado en día laborable 1

VDNL = Volumen de tráfico en día no laborable

$$I. M. D. S = (VDL + VDMa + VDMi + VDj + VDV + VDS + VDD) / 7$$

VDL = Volumen de tráfico registrado el día Lunes

VDMa = Volumen de tráfico registrado el día Martes

VDMi = Volumen de tráfico registrado el día Miércoles

VDj = Volumen de tráfico registrado el día Jueves

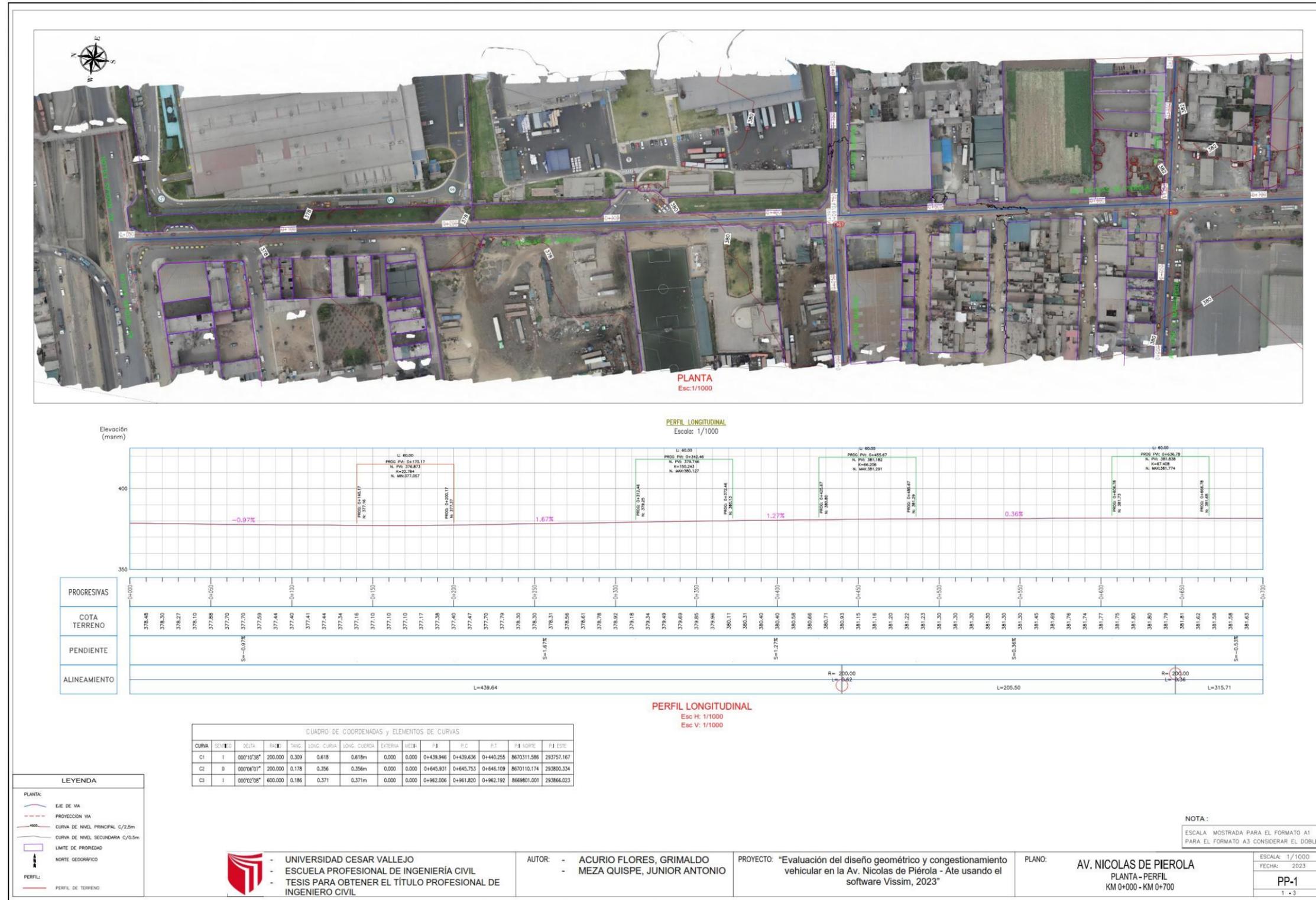
VDV = Volumen de tráfico registrado el día Viernes

VDS = Volumen de tráfico registrado el día Sábado

VDD = Volumen de tráfico registrado el día Domingo

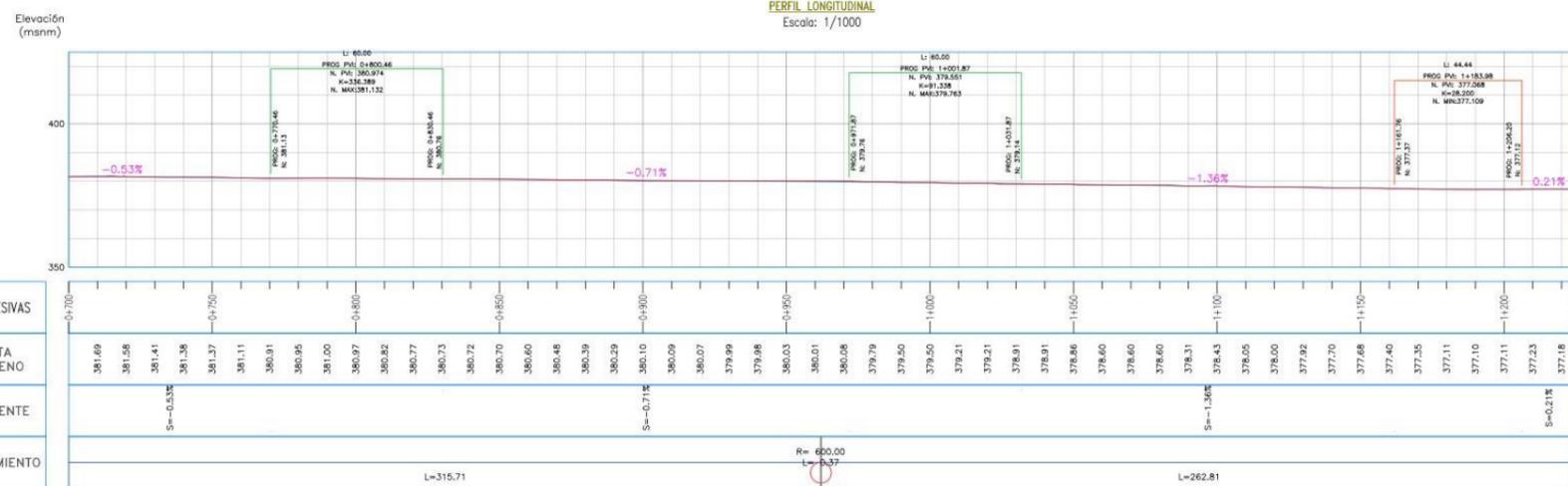
Anexo 8: planos

Planos topográficos planta perfil existentes





PLANTA
Esc: 1/1000



PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/1000

PROGRESIVAS	0+700	0+750	0+800	0+850	0+900	0+950	1+000	1+050	1+100	1+150	1+200	1+225																																																	
COTA TERRENO	381.69	381.58	381.41	381.38	381.37	381.11	380.91	380.95	381.00	380.97	380.82	380.77	380.73	380.72	380.70	380.60	380.48	380.39	380.29	380.10	380.09	380.07	379.99	379.98	379.98	380.03	380.01	380.01	380.08	379.79	379.50	379.50	379.60	379.21	379.21	379.21	379.21	378.91	378.91	378.86	378.60	378.60	378.60	378.60	378.31	378.43	378.43	378.05	378.00	377.92	377.92	377.70	377.68	377.40	377.35	377.11	377.11	377.10	377.10	377.23	377.18
PENDIENTE	S=-0.53%		S=-0.71%													S=-1.36%				S=0.21%																																									
ALINEAMIENTO	L=315.71															R=400.00 L=6.37		L=262.81																																											

PERFIL LONGITUDINAL
Esc H: 1/1000
Esc V: 1/1000

CURVA	SENIDO	DELTA	RADIO	TANG.	LONG. CURVA	LONG. CUERDA	EXTERNA	MEHA	P1	P.C	P.T	P1 NORTE	P1 ESTE
C1	I	000°10'38"	200.000	0.309	0.618	0.618m	0.000	0.000	0+439.946	0+440.255	8670311.586	293757.167	
C2	D	000°06'07"	200.000	0.178	0.356	0.356m	0.000	0.000	0+645.931	0+646.109	8670110.174	293800.334	
C3	I	000°02'08"	600.000	0.186	0.371	0.371m	0.000	0.000	0+962.006	0+961.820	8669801.001	293866.023	

	EJE DE VIA
	PROYECCION VIA
	CURVA DE NIVEL PRINCIPAL C/2.5m
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA C/0.5m
	LIMITE DE PROPIEDAD
	NORTE GEOGRAFICO
	PERFIL DE TERRENO

NOTA:
ESCALA MOSTRADA PARA EL FORMATO A1
PARA EL FORMATO A3 CONSIDERAR EL DOBLE

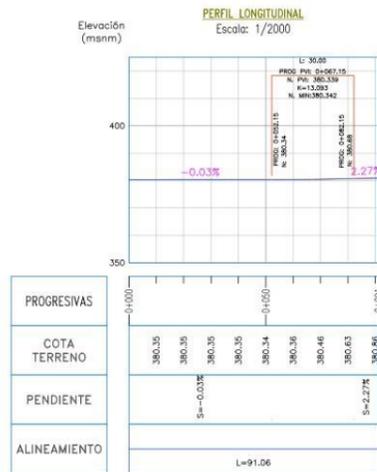
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: - ACURIO FLORES, GRIMALDO
- MEZA QUISPE, JUNIOR ANTONIO

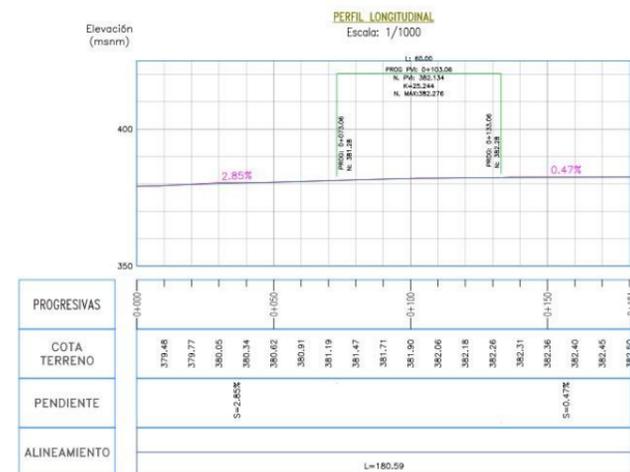
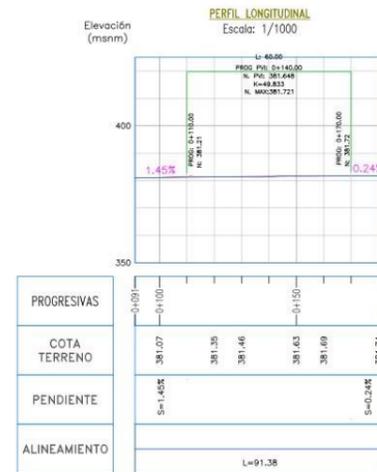
PROYECTO: "Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola - Ate usando el software Vissim, 2023"

PLANO: AV. NICOLAS DE PIÉROLA
PLANTA - PERFIL
KM 0+700 - KM 1+225

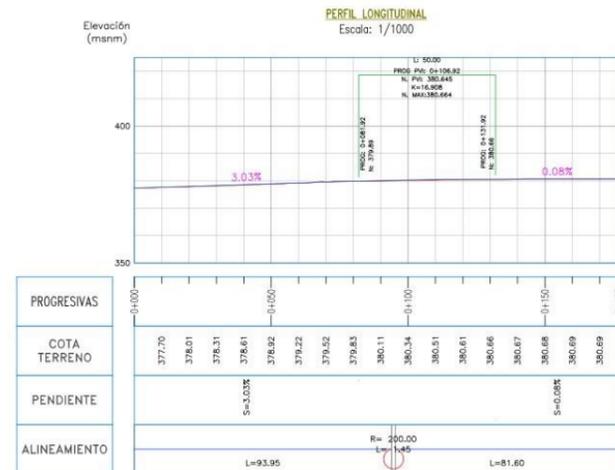
ESCALA: 1/1000
FECHA: 2023
PP-2
2 - 3



AV. SAN MARTIN / AV NICOLAS DE PIEROLA



AV. JOSE CARLOS MARIATEGUI / AV. NICOLAS DE PIEROLA



AV. ALFONSO UGARTE / AV. NICOLAS DE PIEROLA

PERFIL LONGITUDINAL
Esc H: 1/1000
Esc V: 1/1000

NOTA:
ESCALA MOSTRADA PARA EL FORMATO A1
PARA EL FORMATO A3 CONSIDERAR EL DOBLE



- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
- ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
- TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

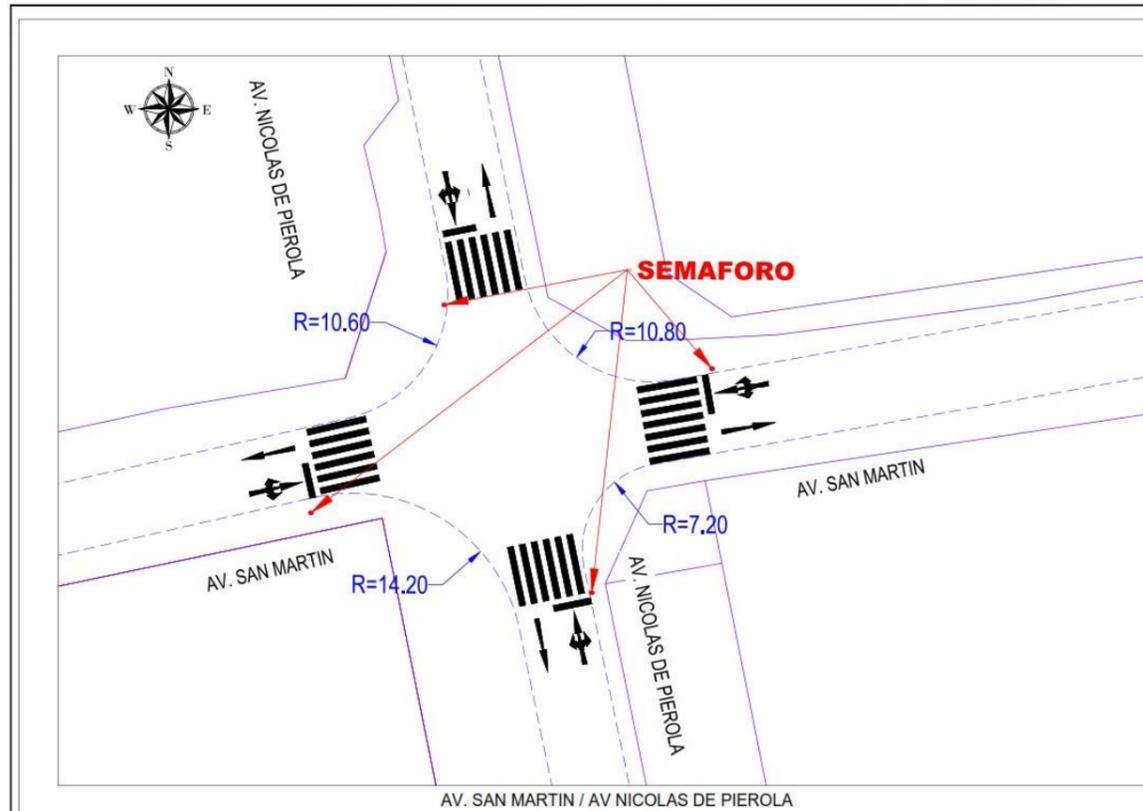
AUTOR: - ACURIO FLORES, GRIMALDO
- MEZA QUISPE, JUNIOR ANTONIO

PROYECTO: "Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolas de Piérola - Ate usando el software Vissim, 2023"

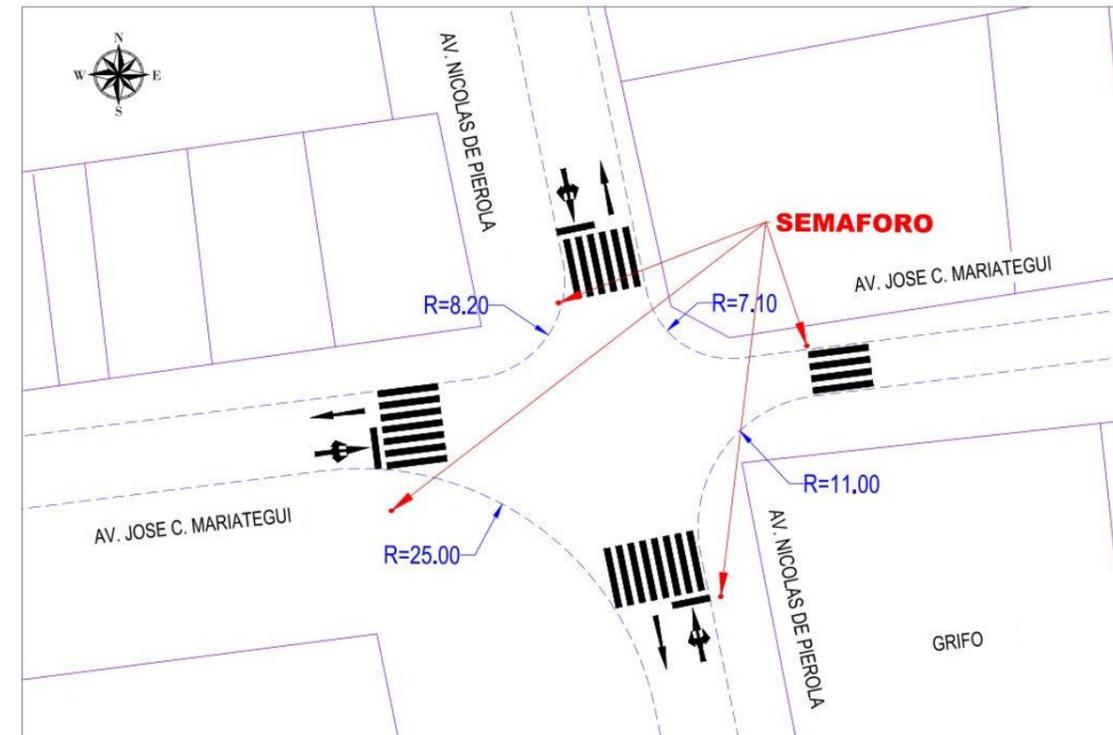
PLANO: **PERFILES**
INTERSECCIONES DE LA AV. NICOLAS DE PIEROLA

ESCALA: 1/1000
FECHA: 2023
PP-3
3 - 3

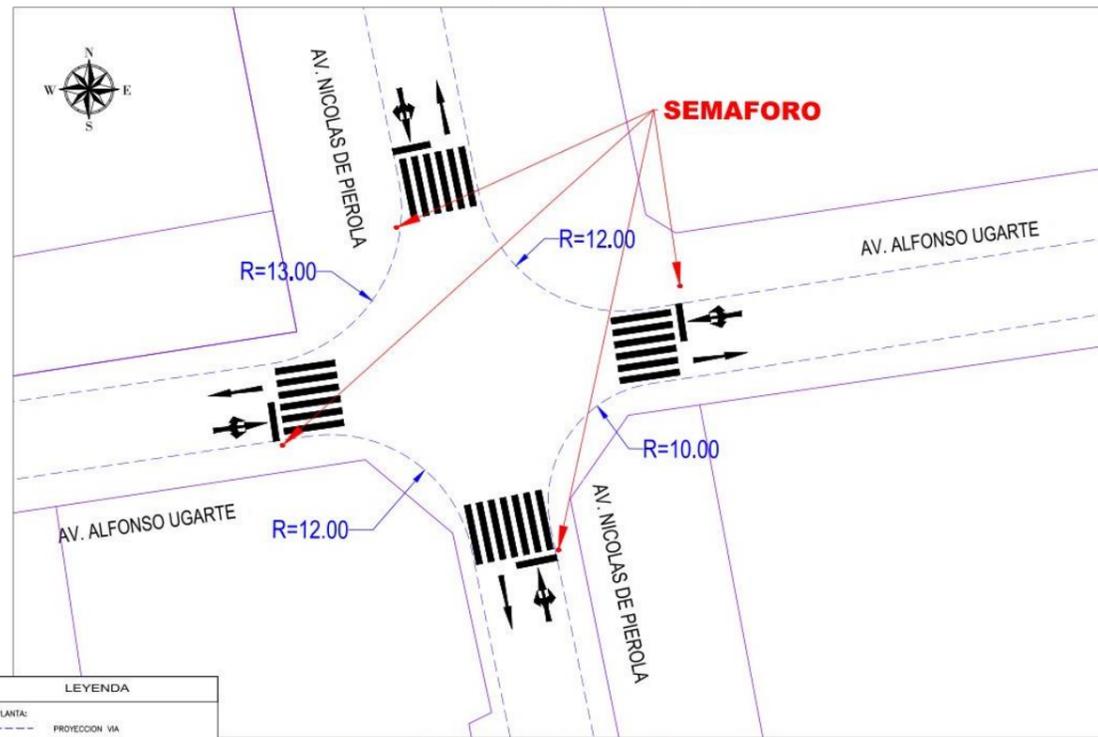
Plano propuesta



AV. SAN MARTIN / AV NICOLAS DE PIEROLA



AV. JOSE CARLOS MARIATEGUI / AV. NICOLAS DE PIEROLA



AV. ALFONSO UGARTE / AV. NICOLAS DE PIEROLA

Sentido de giro hacia la derecha	RADIOS DE GIRO PROPUESTOS					
	Av. N. Piérola/ Av. San Martín		Av. N. Piérola/ Av. Mariátegui		Av. N. Piérola / Av. Ugarte	
	R. Interior	R. Exterior	R. Interior	R. Exterior	R. Interior	R. Exterior
Norte-sur	10.60 m	13.75 m	8.20 m	11.35 m	13.00 m	16.15 m
Oeste-este	14.20 m	17.35 m	25.00 m	28.15 m	12.00 m	15.40 m
Sur-norte	7.20 m	10.35 m	11.00 m	14.15 m	10.00 m	13.40 m
Este-oeste	10.80 m	13.95 m	7.10 m	10.25 m	12.00 m	15.15 m

NOTA:

ESCALA: MOSTRADA PARA EL FORMATO A1
PARA EL FORMATO A3 CONSIDERAR EL DOBLE

LEYENDA	
PLANTA:	
	PROYECCION VIA
	CRUCE PEATONAL
	MARCAS EN EL PAVIMENTO
	LIMITE DE PROPIEDAD
	NORTE GEOGRAFICO

- UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 - TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: - ACURIO FLORES, GRIMALDO
 - MEZA QUISPE, JUNIOR ANTONIO

PROYECTO: "Evaluación del diseño geométrico y congestiónamiento vehicular en la Av. Nicolás de Piérola - Ate usando el software Vissim, 2023"

PLANO: AV. NICOLAS DE PIEROLA
 PROPUESTAS DE AMPLIACION DE RADIOS DE GIRO Y SEMAFORIZACION

ESCALA: 1/250
 FECHA: 2023

PARGS-1

PLANTA
Esc: 1/250

Anexo 9: Licencia software vissim

The image shows the PTV Vissim software interface. The main window displays a 3D aerial view of a road network with traffic signals and lane markings. On the left, there is a 'Objetos de red' (Network Objects) panel with various traffic control elements like speed limits, priority rules, and signal heads. A 'Licencia' (License) dialog box is open in the foreground, providing detailed information about the software's license and installed modules.

Licencia

Máximo		Reguladores semafóricos (RS):	20
Tamaño de la red:	42000 km x 42000 km	Link behavior types:	ilimitado
Periodo de simulación:	999999999 s	Peatones:	10000
Version		Product variant:	PTV Vissim Corridor
Academic License:	No	Usage data:	Optional
Fecha Exp:	29.11.2023	Customer number:	371076
License number:	51062	License name:	MVC Ingenieros Magdalena del Mar
Dongle number:	900107601	Part of Suite:	No
Old license:	n/a	Container:	130-2326453395
Cantidad:	0	Support Info:	140
License server:	local host	Instances:	4
Certified Time:	n/a	Version Demo:	No
Version de estudiante:	No	Ticket ID:	XRMNZ-GNK2G-DJAPZ-Q65EG-M
Tamaño de la red:	21-2		

Modules

- Gráficas 3D
- BIM Import
- Bing Maps (until 30/11/2023)
- Bosch
- COM-interface
- Emissions
- Driving simulator
- Asignación dinámica
- Modelo de conducción externo
- Gestión de carriles
- Meso Simulation
- Public Transport
- Tráfico
- Modo test (RS)
- Internal
- Publish
- Cloud Model

Reguladores semafóricos

- Balance
- Econolite ASC/3
- Epics
- Externo
- Fourth Dimension D4
- LISA+ OMTC
- McCain 2033
- RBC Level 3
- SCATS
- SCOOT
- SIEMENS VA
- TRENDS
- VAP
- VISSIG
- VS-PLUS

Program path: C:\Program Files\PTV Vision\PTV Vissim 2023\Exe\VISSIM230.exe

Buttons: Manage licenses, Cerrar