



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA GARANTIZAR EL CORRECTO
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO EN LA PANAMERICANA
NORTE KM 148, HUACHO

Línea de investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Transportes

Autora

Yovera Castro, Karen Verónica

Asesor

Paredes Paredes, Pervis

ORCID: 0000-0002-2651-7310

Jurado

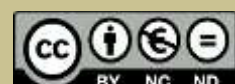
Flores Vidal, Higinio Exequiel

Carlos Reyes, Gabriel Jorge

Rivadeneira Rivas, César Augusto

Lima - Perú

2025



ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA GARANTIZAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO EN LA PANAMERICANA NORTE KM 148, HUACHO

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	vsip.info Fuente de Internet	2%
3	transparencia.mtc.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	www.sedapal.com.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
10	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%
11	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

ESTUDIO DE TRÁNSITO PARA GARANTIZAR EL CORRECTO
FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE SERVICIO EN LA
PANAMERICANA NORTE KM 148, HUACHO

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

Autora
Yovera Castro, Karen Verónica

Asesor
Paredes Paredes, Pervis
ORCID: 0000-0002-2651-7310

Jurado
Flores Vidal, Higinio Exequiel
Carlos Reyes, Gabriel Jorge
Rivadeneira Rivas, César Augusto

Lima – Perú
2025

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo y ejemplo constante, que han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida. A mi familia, por su comprensión y apoyo durante todo el proceso académico. Y a mis docentes, quienes con su guía y conocimiento me motivaron a culminar esta meta profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres por su amor, apoyo incondicional y ejemplo constante, a mis docentes y asesores por su orientación y compromiso académico, y a todas las personas e instituciones que contribuyeron de alguna manera a la culminación de este trabajo de investigación

INDICE

Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Trayectoria del autor	11
1.2. Descripción de la empresa.....	16
1.3. Organigrama de la empresa.....	17
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	18
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	20
2.1. Planteamiento del problema	20
2.1.1. <i>Determinación del problema principal</i>	20
2.1.2. <i>Problemas específicos</i>	21
2.1.3. <i>Objetivo general</i>	21
2.1.4. <i>Objetivos específicos</i>	21
2.1.5. <i>Justificación</i>	22
2.1.6. <i>Alcance y limitaciones</i>	22
2.2. Marco teórico	23
2.2.1 <i>Antecedentes bibliográficos</i>	23
2.2.2 <i>Bases teóricas</i>	24
2.3. Propuesta de solución.....	33
2.3.1 <i>Situación actual</i>	33
2.3.2 <i>Metodología de solución</i>	40
2.3.3 <i>Análisis de la información</i>	42
2.4. Estudio de tránsito.....	43
2.4.1. <i>Sentidos de circulación</i>	43

2.4.2. Cronograma de conteos.....	44
2.4.3. Identificación de puntos de aforo.....	44
2.4.4. Formatos de aforos	45
2.4.5. Determinación del flujo	46
2.4.6. Transporte público de pasajeros	49
2.4.7. Evaluación del tránsito vehicular	49
2.4.8. Evaluación del tránsito peatonal	52
2.4.9. Análisis de la capacidad vial	52
2.4.10. Estudio de trazo y diseño geométrico	61
2.4.11. Propuesta a nivel de diseño y señalización	71
2.5. Análisis de resultados.....	73
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	75
IV. CONCLUSIONES	76
V. RECOMENDACIONES.....	77
VI. REFERENCIAS.....	78
VII. ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de servicio (LOS) de intersecciones semaforizadas	29
Tabla 2 Niveles de servicio (LOS) de intersecciones no semaforizadas	29
Tabla 3 Radios de giros mínimos y trayectorias	32
Tabla 4 Horas puntas para el día viernes 19.11.2021	48
Tabla 5 Horas puntas para el día martes 23.11.2021	48
Tabla 6 Horas puntas para el día martes 24.11.2021	48
Tabla 7 Resumen conteos de los giros permitidos frontis del proyecto	50
Tabla 8 Resumen conteos de los giros permitidos intercambio vial.....	51
Tabla 9 Niveles de servicio en el área de estudio	60
Tabla 10 Vehículo de diseño.....	63
Tabla 11 Semirremolque Simple (T3S3) Radios máximos/mínimos y ángulos.....	64
Tabla 12 Elementos del Eje de ingreso	65
Tabla 13 Elementos del Eje de salida	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ingeniería Especializada en Gestión y Consultoría	17
Figura 2 Organigrama de IE Trans E.I.R.L.	17
Figura 3 Organigrama de la Gerencia de proyectos.....	18
Figura 4 Dimensiones de una persona con sillas de ruedas	26
Figura 5 Software de micro simulación Synchro 11.0.....	27
Figura 6 Ubicación del área de estudio.....	34
Figura 7 Mapa Vial de la provincia de Huaura.....	35
Figura 8 Sección Carretera Panamericana Norte Altura Km. 148.....	36
Figura 9 Situación actual del área de estudio.....	36
Figura 10 Sección Vial existente de la Carretera Panamericana Norte altura del proyecto	37
Figura 11 Rutas de Movilidad Urbana.....	37
Figura 12 Áreas de Influencia.....	38
Figura 13 Área de Influencia Primaria.....	39
Figura 14 Área de Influencia Secundaria.....	39
Figura 15 Estaciones de conteos	42
Figura 16 Sentidos de circulación.....	43
Figura 17 Puntos de aforo	44
Figura 18 Clasificación vehicular	45
Figura 19 Tipología Vehicular y Factores de Equivalencia.....	46
Figura 20 Formato de flujos peatonales.....	46
Figura 21 Giros permitidos frontis del proyecto.....	49
Figura 22 Giros permitidos en el intercambio vial.	51
Figura 23 Flujograma vehicular H.P.M	53
Figura 24 Flujograma vehicular H.P.T	54

Figura 25 Flujograma vehicular H.P.N.....	55
Figura 26 Flujograma vehicular H.P.M – Intercambio vial.....	56
Figura 27 Flujograma vehicular H.P.T – Intercambio vial.....	57
Figura 28 Flujograma vehicular H.P.N – Intercambio vial	58
Figura 29 Red vial para la simulación	59
Figura 30 Simulación de la red vial	60
Figura 31 Giro mínimo para semirremolques simples (T3S3)	64
Figura 32 Valores del bombeo de la calzada	67
Figura 33 Algunos carriles de cambio de velocidad.....	68
Figura 34 Longitudes totales de carriles de aceleración (LT).....	69
Figura 35 Carril de deceleración	70
Figura 36 Longitudes de carriles de deceleración (LD=f(i))	70
Figura 37 Diseño propuesto	72
Figura 38 Detalle del acceso propuesto al proyecto	72
Figura 39 Detalle de las intervenciones a realizar	73

Resumen

Esta investigación se enfoca en el estudio de tránsito para el proyecto "Construcción de la Estación de Servicio en la Panamericana Norte Km 148, Huacho". El problema central radica en las deficiencias en la infraestructura vial de la zona, que afectan la fluidez del tráfico y la seguridad, especialmente en los accesos a la estación de servicio. Esto podría poner en riesgo tanto la eficiencia operativa como la seguridad vial. Los objetivos de este estudio incluyen la implementación de mejoras en el diseño vial, optimizando los accesos vehiculares, la señalización y la integración de infraestructura para transporte público, con el fin de mejorar la circulación y minimizar los riesgos. A través de un análisis de la situación actual, se ha identificado que la reestructuración vial y la planificación estratégica son fundamentales para resolver los problemas de congestión y garantizar una mayor seguridad en la zona. Se han diseñado procedimientos específicos que incluyen la ampliación de carriles y la mejora de los accesos, involucrando a un equipo multidisciplinario para asegurar la correcta implementación de las soluciones. La planificación y ejecución del proyecto se han llevado a cabo utilizando herramientas de diseño y software de simulación, lo que ha permitido realizar el correcto desarrollo del estudio. Los resultados indican una mejora en la fluidez del tránsito y una reducción de los tiempos de desplazamiento en la zona, contribuyendo a un entorno más seguro y accesible. En resumen, la implementación de estas mejoras ha optimizado significativamente el tránsito en la zona de influencia del proyecto, fortaleciendo la seguridad vial y la eficiencia del acceso a la estación de servicio.

Palabras clave: Tránsito, flujo vehicular, accesibilidad, niveles de servicio, simulación

Abstract

This research focuses on the traffic study for the project "Construction of the Service Station on the Panamericana Norte Km 148, Huacho". The central problem lies in the deficiencies in the road infrastructure in the area, which affect the flow of traffic and safety, especially in the accesses to the service station. This could put both operational efficiency and road safety at risk. The objectives of this study include the implementation of improvements in road design, optimizing vehicular access, signaling and the integration of infrastructure for public transportation, in order to improve circulation and minimize risks. Through an analysis of the current situation, it has been identified that road restructuring and strategic planning are essential to resolve congestion problems and guarantee greater safety in the area. Specific procedures have been designed that include widening lanes and improving access, involving a multidisciplinary team to ensure the correct implementation of the solutions. The planning and execution of the project have been carried out using design tools and simulation software, which has allowed the correct development of the study. The results indicate an improvement in traffic flow and a reduction in travel times in the area, contributing to a safer and more accessible environment. In summary, the implementation of these improvements has significantly optimized traffic in the area of influence of the project, strengthening road safety and the efficiency of access to the service station.

Keywords: Transit, vehicular flow, accessibility, service levels, simulation

I. INTRODUCCIÓN

Karen Verónica Yovera Castro, bachiller de la carrera de Ingeniería de Transportes en el año 2013, a lo largo de mi trayectoria profesional, he laborado en diversas empresas privadas y entidades del estado en el rubro del tránsito y transporte. Mi experiencia se extiende por varios roles en áreas clave como tránsito, operaciones, juegos panamericanos, administración del transporte y planificación, permitiéndome desarrollar una base sólida de habilidades y conocimientos en cada sector laborado.

Desde la planificación y coordinación de los proyectos desarrollados hasta la supervisión de equipos de trabajo, he desempeñado un papel fundamental para lograr los objetivos trazados en mi centro laboral. A través de los años, he contribuido al correcto desarrollo de los proyectos de la empresa a través de la aplicación de mis conocimientos acumulados y el liderazgo de los trabajos en equipo. Mi entusiasmo por la carrera y mi compromiso con la excelencia me han permitido superar desafíos, alcanzar resultados sobresalientes y destacar en cada posición que he ocupado, mientras continúo impulsando mi desarrollo profesional y aportando valor a las organizaciones donde tengo el privilegio de colaborar.

1.1. Trayectoria del autor

A continuación, se detalla la experiencia profesional, destacando los roles desempeñados, las funciones realizadas y los aportes en cada institución vinculada al sector transporte y tránsito urbano.

Empresa y/o entidad: Subgerencia de Ingeniería de Tránsito de la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima

Periodo: 2013

Cargo: Técnico en Tránsito

Durante el año 2013, trabajé como Técnico en Tránsito en la Subgerencia de Ingeniería de Tránsito de la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima. Mis funciones principales consistieron en la evaluación de expedientes relacionados con interferencias de vías, buscando soluciones técnicas para minimizar los impactos en la circulación vial. También me encargué de la atención al público en mesa de partes, asesorando a los administrados en sus trámites y consultas. Además, tuve la responsabilidad de ingresar información al sistema GESDOC y a la base de datos, asegurando un registro eficiente y organizado de la documentación.

Empresa y/o entidad: Subgerencia de Tránsito, Transporte y Vialidad de la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Ate

Periodo: 2013 -2014

Cargo: Asistente Técnico

En el período 2013-2014, desempeñé el cargo de Asistente Técnico en la Subgerencia de Tránsito, Transporte y Vialidad, perteneciente a la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Ate. Mis responsabilidades principales se centraron en la evaluación de expedientes de tránsito, abarcando aspectos como interferencias en vías públicas y la implementación de señalización adecuada. Esto implicaba analizar cada caso con un enfoque técnico para garantizar la fluidez vehicular y la seguridad de los peatones.

Adicionalmente, me encargaba de la atención directa a los administrados, asegurando un trato cordial y profesional para resolver sus consultas y necesidades relacionadas con el tránsito en el distrito. Mi rol requería habilidades de análisis, organización y comunicación efectiva para coordinar con las distintas áreas involucradas y cumplir con los estándares municipales. Este puesto me permitió contribuir al ordenamiento del transporte local y adquirir una valiosa experiencia en la gestión pública.

Empresa y/o entidad: INVERSIONES ARICOTA S.A.C

Periodo: 2014 -2015

Cargo: Asistente de Administración y logística

Entre los años 2014 y 2015, trabajé en Inversiones Aricota S.A.C. como Asistente de Administración y Logística. Mis principales funciones incluyeron la atención a trabajadores, gestión de asistencia y control de planillas, además de coordinar con proveedores, contratistas y almacén para la organización de los documentos (dossier) y el manejo de cuentas por pagar.

También fui responsable de realizar coordinaciones con las municipalidades para obtener autorizaciones necesarias para la ejecución de obras, como permisos relacionados con la interferencia de vías. Esta experiencia me permitió desarrollar habilidades en gestión administrativa, logística y comunicación efectiva con diferentes áreas y autoridades.

Empresa y/o entidad: División de Servicios de Transporte Terrestre (DSTT) de la Dirección General de Transporte Terrestre del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Periodo: 2015 – junio 2018

Cargo: Técnico administrativo

Entre los años 2015 y 2018, trabajé en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en la División de Servicios de Transporte Terrestre (DSTT), como Técnico administrativo. Durante este tiempo, me encargué de revisar y evaluar expedientes de solicitudes de autorización para el transporte de personas, asegurándome de cumplir con los requisitos establecidos. También preparé informes relacionados con las autorizaciones y documentos evaluados.

Adicionalmente, brindé atención en la mesa de partes, orientando a los usuarios sobre los procedimientos internos de la DSTT y atendiendo consultas. Otra de mis responsabilidades fue revisar y evaluar solicitudes de incremento de autorizaciones, siempre buscando garantizar la calidad y cumplimiento de las normativas en el transporte terrestre. Esta experiencia fortaleció mis habilidades en gestión documental, atención al público y análisis administrativo.

Empresa y/o entidad: INGEROP PERU S.A.C.

Periodo: Marzo – abril 2019

Cargo: Cadista

En 2019 (marzo-abril), trabajé como Cadista especializado en el diseño operacional de Transporte y Tráfico, así como en la supervisión de trabajos de campo para INGEROP PERÚ S.A.C. Mi principal contribución fue la elaboración del diseño operacional de transporte y tráfico para los Juegos Panamericanos (sedes de Lima 2019).

Mis responsabilidades incluyeron la realización de trabajos de campo esenciales, como conteos vehiculares y peatonales, lo que permitió obtener datos clave para la planificación y operación del evento. Esto implicó una alta precisión en la recolección de información y su posterior procesamiento para el diseño técnico.

Además, colaboré en la supervisión de las actividades de campo, asegurando el cumplimiento de los estándares y tiempos establecidos. Mi participación fue fundamental para garantizar un diseño eficiente que facilitara la movilidad y la seguridad durante el evento deportivo de gran envergadura.

Empresa y/o entidad: Subgerencia de Transporte y Seguridad de la Gerencia de Operaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Periodo: Junio – Setiembre 2019

Cargo: Especialista

En 2019 (junio-setiembre), desempeñé el cargo de Especialista I en la Subgerencia de Transporte y Seguridad de la Gerencia de Operaciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Durante este periodo, fui Coordinador de Transporte en las sedes de los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos, Lima 2019, específicamente en Lunahuaná y Villa Satélite 2 para los Panamericanos, y Lawn Tennis para los Parapanamericanos.

Mi labor incluyó la gestión integral de las operaciones de transporte en cada sede, supervisando procesos como el embarque y desembarque de personas, así como el control de estacionamientos. Además, me encargué de coordinar y supervisar al personal operativo y a los voluntarios bajo mi cargo, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y puntualidad en las operaciones.

Este rol exigió una alta capacidad de organización, resolución de problemas y liderazgo, contribuyendo al éxito logístico de un evento deportivo internacional de gran envergadura. Mi aporte permitió que los servicios de transporte funcionaran de manera eficiente y segura en cada sede.

Empresa y/o entidad: IE TRANS E.I.R.L

Periodo: Noviembre 2019 – Mayo 2023

Cargo: Especialista en Ingeniería de Transportes

En el período 2019-2023, desempeñé el cargo de Especialista en Ingeniería de Transportes en IE TRANS E.I.R.L., donde desarrollé diversas funciones técnicas y de supervisión. Entre mis principales responsabilidades, supervisé trabajos de campo y realicé levantamientos de información en proyectos relacionados con infraestructura vial y planificación urbana.

Mi experiencia incluyó la elaboración de planos en software CAD, junto con la preparación de informes técnicos que facilitaron la toma de decisiones en proyectos de transporte. Participé en el diseño y desarrollo de planes de desarrollo urbano (PDU) y planes de acondicionamiento territorial (PAT) para localidades como Santiago de Chuco y Túcume, contribuyendo a la mejora de la movilidad urbana y la planificación territorial.

Estos proyectos exigieron un alto grado de análisis técnico y coordinación interdisciplinaria, garantizando que las soluciones propuestas fueran funcionales y sostenibles.

Mi trabajo fue clave para lograr intervenciones urbanas que promovieran un desarrollo ordenado y eficiente en dichas áreas.

1.2. Descripción de la empresa

IE TRANS - Ingeniería Especializada en Gestión y Consultoría es una empresa peruana, fundada en 2015, dedicada a brindar servicios especializados en las áreas de arquitectura e ingeniería, con un enfoque principal en el transporte, tránsito y movilidad urbana. Su experiencia combina conocimientos técnicos y metodologías innovadoras para desarrollar proyectos que optimicen la infraestructura vial y promuevan sistemas de transporte eficientes y sostenibles.

La empresa ofrece una amplia gama de servicios que incluyen el diseño arquitectónico de espacios e infraestructuras vinculadas al transporte, estudios de tráfico, planificación de rutas, diseño y señalización vial, evaluación de impacto vial, y estrategias de seguridad vial. Su trabajo está respaldado por un equipo multidisciplinario de profesionales especializados en ingeniería civil, transporte, y arquitectura, lo que permite ofrecer soluciones integrales adaptadas a las necesidades de sus clientes.

Desde sus inicios, IE TRANS ha trabajado tanto con entidades públicas como privadas, posicionándose como un aliado clave en el desarrollo de proyectos que buscan mejorar la movilidad urbana y regional. Con un enfoque basado en la calidad, sostenibilidad y cumplimiento normativo, la empresa ha logrado consolidarse como un referente en el sector de la arquitectura e ingeniería aplicada al transporte y la infraestructura.

Figura 1

Ingeniería Especializada en Gestión y Consultoría



1.3. Organigrama de la empresa

La empresa IE TRANS - Ingeniería Especializada en Gestión y Consultoría tiene el siguiente organigrama:

Figura 2

Organigrama de IE Trans E.I.R.L.

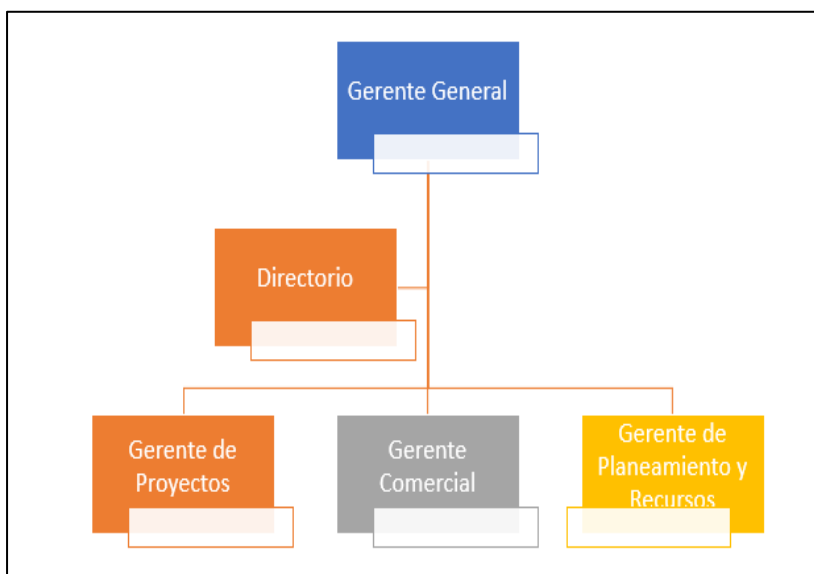
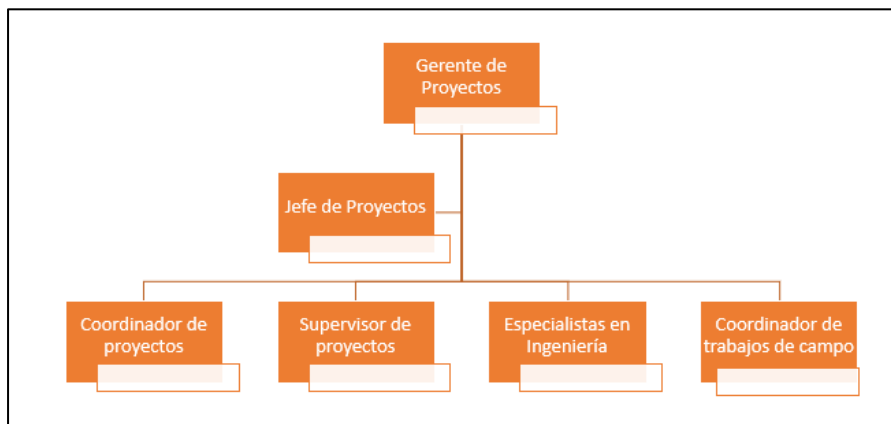


Figura 3

Organigrama de la Gerencia de proyectos



1.4. Áreas y funciones desempeñadas

En la empresa IE TRANS - Ingeniería Especializada en Gestión y Consultoría, me desempeñe como Especialista en Ingeniería de Transportes. Durante mi desempeño como especialista estuve a cargo de realizar, coordinar y supervisar los proyectos en el sector de tránsito y transportes, garantizando la correcta elaboración de los expedientes de ingeniería y el cumplimiento de los objetivos trazados para cada uno de ellos.

❖ Áreas:

• Infraestructura Vial:

- Supervisión de trabajos de campo y levantamientos de información.
- Desarrollo de proyectos relacionados con la infraestructura vial, garantizando la correcta implementación de soluciones de transporte.

• Planificación Urbana:

- Participación en la elaboración de planes de desarrollo urbano (PDU) y planes de acondicionamiento territorial (PAT).
- Colaboración en proyectos que contribuyen al ordenamiento y mejora de la movilidad en áreas urbanas y rurales.

• Diseño y Desarrollo de Proyectos:

- Creación de planos y diseños utilizando software CAD.
- Diseño de soluciones técnicas que optimicen la infraestructura urbana.
- **Análisis Técnico y Coordinación Interdisciplinaria:**
 - Análisis profundo de los datos obtenidos durante los levantamientos de información.
 - Coordinación con otros profesionales (urbanistas, ingenieros, etc.) para asegurar la viabilidad técnica y la sostenibilidad de las soluciones.
- **Preparación de Informes Técnicos:**
 - Elaboración de informes técnicos detallados que facilitaron la toma de decisiones en los proyectos de transporte y urbanismo.
 - Documentación clara y precisa de los procesos técnicos y las soluciones propuestas.
- ❖ **Funciones Desempeñadas:**
 - **Supervisión y levantamiento de información:** Realización de estudios de campo para obtener datos esenciales en proyectos de infraestructura vial.
 - **Elaboración de planos y diseños:** Uso de software CAD para crear planos detallados, asegurando la calidad técnica en la ejecución de los proyectos.
 - **Elaboración de informes técnicos:** Preparación de informes que resumían el estado de los proyectos y las propuestas de intervención, facilitando la toma de decisiones.
 - **Desarrollo de planes urbanos y territoriales:** Participación activa en la elaboración de planes que optimizan el desarrollo y acondicionamiento territorial de las localidades.
 - **Coordinación interdisciplinaria:** Trabajo conjunto con diferentes áreas técnicas para asegurar que las soluciones fueran funcionales y alineadas con los objetivos del proyecto.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

"Estudio de Tránsito para garantizar el correcto funcionamiento de la Estación de Servicio en la Panamericana Norte KM 148, Huacho"

2.1. Planteamiento del problema

La construcción de la estación de servicio GESA en la Panamericana Norte Km 148, Huacho, responde a la creciente demanda de servicios para vehículos en esta vía de alto tránsito. Sin embargo, la implementación de este proyecto podría generar problemas como congestión vehicular, aumento del riesgo de accidentes y dificultades en la accesibilidad debido a la falta de infraestructura vial adecuada, como carriles de desaceleración y señalización eficiente. Estos problemas afectarían tanto la fluidez del tráfico como la seguridad de los usuarios en este tramo clave.

Por ello, es necesario elaborar un estudio de tránsito que analice las condiciones actuales del flujo vehicular, identifique los impactos potenciales de la estación y proponga soluciones técnicas. Este estudio permitirá garantizar un funcionamiento eficiente de la nueva infraestructura, promoviendo la seguridad vial, la fluidez vehicular y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

2.1.1. *Determinación del problema principal*

El problema principal es la falta de un estudio técnico de tránsito que garantice la integración adecuada de la estación de servicio en la Panamericana Norte (Km 148) lo que podría generar congestión vehicular, inseguridad vial y dificultades de accesibilidad para los usuarios.

Este escenario se ve agravado por las altas demandas de tránsito de la zona, la interacción entre tráfico pesado y ligero, y la insuficiencia de infraestructura vial existente, lo que pone en riesgo el correcto funcionamiento del proyecto y la seguridad de los conductores y peatones.

2.1.2. Problemas específicos

- ❖ Congestión Vehicular: Incremento del tráfico en el tramo debido a la falta de infraestructura adecuada, como carriles de desaceleración y zonas de acceso controladas, lo que genera interrupciones en el flujo vehicular.
- ❖ Inseguridad Vial: Aumento del riesgo de accidentes por la interacción entre vehículos que ingresan o salen de la estación de servicio y el tráfico continuo de la Panamericana Norte, especialmente en un tramo de alto flujo vehicular.
- ❖ Falta de Accesibilidad Eficiente: Ausencia de señalización adecuada y diseño vial que facilite el ingreso y salida seguro de los usuarios hacia la estación de servicio, afectando tanto la funcionalidad de la estación como la experiencia de los conductores.

2.1.3. Objetivo general

Elaborar un estudio de tránsito que permita garantizar el correcto funcionamiento de la estación de servicio en la Panamericana Norte (Km 148), mediante la evaluación de las condiciones actuales del flujo vehicular, la identificación de impactos potenciales y el diseño de soluciones técnicas que optimicen la transitabilidad y la seguridad vial.

2.1.4. Objetivos específicos

- ❖ Analizar las condiciones actuales del flujo vehicular y peatonal en el área de estudio, identificando los factores críticos que afectan la transitabilidad.
- ❖ Determinar los impactos viales potenciales derivados de la construcción y operación de la estación de servicio, incluyendo posibles conflictos de tráfico, congestión y riesgos de accidentes.
- ❖ Diseñar propuestas técnicas de infraestructura vial, como carriles de desaceleración, señalización adecuada y accesos controlados, que garanticen la fluidez vehicular y la seguridad de los usuarios.

2.1.5. Justificación

La construcción de la estación de servicio en la Panamericana Norte Km 148, es un proyecto clave para satisfacer la creciente demanda de servicios para vehículos en una de las principales vías nacionales. Sin embargo, su implementación sin un estudio técnico de tránsito podría generar serios problemas de congestión vehicular, riesgos de accidentes y deficiencias en la accesibilidad. Estos problemas no solo afectarían el correcto funcionamiento de la estación, sino también la seguridad y la experiencia de los usuarios que transitan por este tramo.

La realización de esta investigación es fundamental para evaluar las condiciones actuales del flujo vehicular, prever los impactos del proyecto y proponer soluciones técnicas que mitiguen los riesgos. Además, este estudio contribuirá al diseño de infraestructura vial sostenible, mejorando la transitabilidad, la seguridad vial y la eficiencia en la operación de la estación. En este sentido, los resultados de la investigación beneficiarán a transportistas, conductores particulares y peatones, promoviendo un entorno vial más seguro y funcional.

2.1.6. Alcance y limitaciones

Alcance

Análisis de flujo vehicular y peatonal: La investigación evaluará las condiciones actuales del tráfico en la Panamericana Norte KM 148, considerando tanto el tránsito ligero como el pesado.

Determinación de impactos: Identificará los efectos potenciales de la construcción y operación de la estación de servicio sobre la transitabilidad y seguridad vial de la zona.

Propuesta de soluciones técnicas: Se diseñarán medidas específicas de infraestructura vial, como carriles de desaceleración, señalización y accesos controlados, para optimizar el funcionamiento de la estación y mejorar la seguridad de los usuarios.

Beneficiarios: Los resultados de este estudio se aplicarán directamente al diseño del proyecto de la estación y beneficiarán a transportistas, conductores particulares y peatones que transitan por el tramo evaluado.

Limitaciones

Restricciones de tiempo: El análisis y diseño de las propuestas deben completarse en un marco temporal ajustado, lo que podría limitar la profundidad de algunas evaluaciones.

Disponibilidad de datos: La obtención de datos precisos sobre el flujo vehicular y peatonal dependerá de la accesibilidad a registros actualizados o la capacidad de realizar mediciones in situ.

Condiciones climáticas: Las condiciones meteorológicas durante la fase de recolección de datos podrían afectar la precisión de las observaciones del tráfico y el comportamiento vial.

Recursos técnicos y económicos: La implementación de todas las soluciones propuestas dependerá de la disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos por parte de los responsables del proyecto.

2.2. Marco teórico

2.2.1 Antecedentes bibliográficos

Rodríguez y López (2015). En su estudio “*Impacto de las estaciones de servicio en la fluidez del tráfico en autopistas*”, evalúa la influencia de las estaciones de servicio en la fluidez del tráfico vehicular en autopistas, identificando problemas como la congestión en los accesos y el incremento de los tiempos de espera. Mediante la recolección de datos de campo y el uso de simulaciones de tránsito, se propusieron soluciones orientadas a la implementación de carriles exclusivos de entrada y salida, así como la mejora de la señalización vial. Se concluye que una planificación adecuada de los accesos es fundamental para integrar eficientemente las

estaciones de servicio a la infraestructura vial y evitar impactos negativos en la circulación vehicular.

Sánchez y Pérez (2020). En su estudio “*Evaluación de impacto vial de proyectos de infraestructura*”, desarrollaron un modelo orientado a evaluar los efectos viales generados por proyectos de infraestructura, como estaciones de servicio, en contextos urbanos y rurales. A través del uso de simulaciones de tránsito y la aplicación de encuestas a usuarios, identifican problemáticas relacionadas con la congestión vehicular y el incremento del riesgo de accidentes, asociadas principalmente a una deficiente planificación de accesos. El estudio concluye que la elaboración de evaluaciones de impacto vial detalladas resulta indispensable para mitigar estos efectos y optimizar la integración de nuevas infraestructuras dentro de la red vial existente.

García (2017). En su estudio “*Seguridad vial y diseño de intersecciones en carreteras*”, analiza la relación entre el diseño geométrico de intersecciones y la seguridad vial, destacando que una configuración inadecuada de accesos e intersecciones incrementa la probabilidad de ocurrencia de accidentes, especialmente en proyectos vinculados a estaciones de servicio. Mediante el análisis de estudios de caso y registros de siniestros viales, identifica que la ausencia de dispositivos de control del tránsito y un diseño geométrico deficiente constituyen factores determinantes en la siniestralidad vial. Se concluye que la optimización del diseño de intersecciones y la incorporación de tecnologías de control del tránsito contribuyen significativamente a la mejora de la seguridad vial.

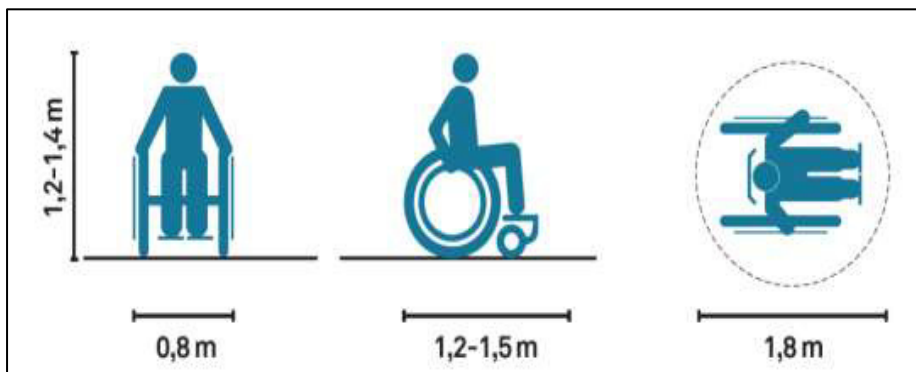
2.2.2 Bases teóricas

2.2.2.1 Dispositivos de Control del Tránsito. De acuerdo con el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2024), los dispositivos de control del tránsito comprenden elementos tales como reductores de velocidad, señales de pare portátiles,

delineadores tubulares, conos, barreras plásticas tipo maletín, cintas plásticas, linternas, dispositivos luminosos, paletas y otros elementos complementarios. Estos dispositivos deben emplearse respetando estrictamente las características de color, forma, leyenda, simbología y dimensiones establecidas en el citado manual. Asimismo, se contempla el uso de luces destellantes en los vehículos oficiales como parte de las medidas de control y seguridad vial.

2.2.2.2 Accesibilidad. La Corporación Ciudad Accesible y Boudeguer Squella Arq (2010) define la accesibilidad como el conjunto de características que debe disponer un entorno urbano, edificación, producto, servicio o medio de comunicación para ser utilizado en condiciones de comodidad, seguridad, igualdad y autonomía por todas las personas, incluso por aquellas con capacidades motrices o sensoriales diferentes.

La accesibilidad en los espacios públicos permite a todas las personas utilizar y aprovechar los servicios de la ciudad en igualdad, teniendo en especial consideración a las personas con discapacidad. Solo de esta manera se estaría asegurando el cumplimiento del derecho a la ciudad. Las aceras deberían permitir que dos personas en sillas de ruedas se adelanten entre sí, entonces se necesitan franjas de circulación mayores a 2 m, estas bandas no deben estar obstruidas y el pavimento debe ser firme. Además, se debe proporcionar pavimento táctil en las rampas de las aceras y otra transición entre área peatonal, vehicular o zonas compartidas, este pavimento debe tener una textura y color distintivo para alertar a las 10 personas que están por entrar a una zona de conflicto. También las señales que se usen en las calles deben ser legibles y fácil de entender para todas las personas.

Figura 4*Dimensiones de una persona con sillas de ruedas**Nota.* Adaptado de NACTO (2012).

2.2.2.3. Tránsito Vehicular. Según Gibson (2001), el flujo de tráfico se define como el número de vehículos que atraviesan una determinada sección de la vía durante una unidad de tiempo, constituyendo un parámetro fundamental para el análisis de la operación del tránsito.

2.2.2.4. Tránsito Vehicular Peatonal. El tránsito peatonal se refiere al movimiento de personas en una calle o avenida en una dirección determinada, el cual forma parte esencial del sistema de movilidad urbana y debe ser considerado prioritariamente en el diseño vial (Sotomayor, 2014).

2.2.2.5. Diseño vial Urbano. Montoya (2005) señala que un sistema vial completamente funcional provee para una serie de movimientos de distintas características dentro de un viaje. Hay seis etapas dentro de la mayoría de los viajes: movimiento principal, transición, distribución, colección, acceso y final. La jerarquía de movimientos en áreas urbanas se puede identificar; sin embargo, la clasificación de vialidades es un poco complicada en áreas urbanas, debido a la alta densidad y usos de suelo, los centros específicos de generación de viajes son muy difíciles de identificar; por lo tanto, se deben tomar en cuenta consideraciones adicionales, tales como continuidad de las vialidades, distancia entre intersecciones, accesibilidad, de manera de poder definir una red lógica y eficiente.

2.2.2.6. Software de modelación del Tránsito. El software Synchro 11.0 + SimTraffic 11, conocido comercialmente como Synchro, está diseñado para analizar y representar las condiciones de circulación de las vías estudiadas, permitiendo determinar parámetros de evaluación como velocidad de recorrido, demoras, longitud de colas y la relación volumen/capacidad, conforme al *Highway Capacity Manual* (HCM) y a los lineamientos del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

Figura 5

Software de micro simulación Synchro 11.0



Nota. Adaptado del Manual Synchro 11.0.

El software de micro simulación Synchro 11, el cual permitirá el cálculo y optimización de los ciclos semafóricos de intersecciones nuevas. Estos softwares nos permiten obtener resultados para cada intersección con relación a los siguientes indicadores:

Relación de volumen/capacidad (V/C) Tiempo de demoras (seg.)

Nivel de servicios por demoras (LOS) Longitud de colas

Velocidades y Tiempos de viaje.

Los niveles de servicio por demoras (LOS) son medidas cuantitativas y cualitativas que describen las condiciones operativas del tránsito, generalmente se caracterizan por los factores tales como la velocidad, demoras, el tiempo de viaje, la libertad de maniobras, interrupciones a la circulación, el confort, la comodidad y seguridad clasificándose de la siguiente:

Nivel de Servicio A: Se caracteriza por las operaciones con demoras muy bajas, la circulación de los vehículos es muy fluida y la mayoría de ellos llega a la fase de verde del semáforo. Los ciclos semaforicos de corta duración también contribuyen a demoras bajas que son menores a los 10 segundos por vehículo.

Nivel de Servicio B: Se caracteriza por las demoras entre 10 a 20 segundos por vehículos. Algunos de los vehículos comienzan a detenerse.

Nivel de Servicio C: Se caracteriza por ser un nivel intermedio, con demoras entre los 20 y 35 segundos, estas demoras son más prolongadas que pueden deberse a una progresión de mediana calidad, ciclos más prolongados. Es posible que se empiece a producir una falta de capacidad en algunos ciclos. En este nivel la cantidad de los vehículos que se detienen son significativos pese a que mucho logran atravesar la intersección.

Nivel de Servicio D: En este nivel se hace más notable la influencia de la congestión. Se pueden tener demoras más prolongadas que oscilan entre 35 a 55 segundos por vehículo debido a alguna combinación de progresión desfavorable, duraciones de ciclos prolongados o altos grados de saturación de la vía.

Nivel de Servicio E: Se caracteriza por las demoras superiores a los 55 segundos y menores a 80 segundos por vehículos. Por lo general se considera como el nivel limite aceptable de las demoras. Estos elevados de demoras indican una circulación lenta, largas duraciones de ciclo y altos grados de saturación de la vía.

Nivel de Servicio F: Es el nivel más bajo, considerado por muchos usuarios de la vía como inaceptable, se produce cuando los volúmenes vehiculares de llegada superan la capacidad de la intersección. Causan una circulación deficiente y duración de ciclos prolongados. Las demoras están por encima de los 80 segundos por vehículo.

En intersecciones semaforizadas puede que existan demoras que impliquen un nivel de servicio F mientras que el grado de saturación es menor a 1.00. Esto se produce cuando el ciclo

semafórico es muy largo (mayor a los 90 segundos), el tiempo de rojo es alto o la progresión semafórica es deficiente. Caso contrario, las vías saturadas (v/c próximo o mayor a 1.00) pueden tener demoras cortas si los ciclos son cortos o la progresión semafórica es favorable.

A continuación, se presenta una tabla con los rangos de demoras según los niveles de servicio en intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.

Tabla 1

Niveles de servicio (LOS) de intersecciones semaforizadas

Nivel de Servicio (LOS)	Demora Total (seg/h)
A	≤ 10
B	10 a 20
C	20 a 35
D	35 a 55
E	55 a 80
F	> 80

Nota. Adaptado de High Capacity Manual (HCM 2010).

Tabla 2

Niveles de servicio (LOS) de intersecciones no semaforizadas

Nivel de Servicio (LOS)	% de utilización de la Capacidad de la Intersección (ICU)
A	$\leq 55\%$
B	$> 55\% - 64\%$
C	$> 64\% - 73\%$
D	$> 73\% - 82\%$
E	$> 82\% - 91\%$
F	$> 91\% - 100\%$
G	$> 100\% - 109\%$
H	$> 109\%$

Nota. Adaptado de High Capacity Manual (HCM 2010).

2.2.2.7. Clasificación de la Red Vial. De acuerdo con la Ordenanza N.º 341-MML (2001), que establece el Sistema Vial Metropolitano de Lima, la red vial del área de estudio se clasifica en vías expresas, arteriales, colectoras y locales.

Vías expresas:

El transporte público de pasajeros está restringido y no se permite la circulación de vehículos menores motorizados o no motorizados de dos o tres ruedas, sean de uso público o privado, esta medida alcanza a las vías arteriales y colectoras siempre que se encuentre técnicamente justificado. Las Vías Expresas Nacionales/Regionales integran la Red Metropolitana de Lima con el resto del país a través del transporte interprovincial de pasajeros y el de carga, simultáneamente articulan el territorio metropolitano a través del tránsito entre extensas zonas de vivienda e importantes concentraciones comerciales e industriales.

Vías Arteriales

Son aquellas que también llevan apreciables volúmenes de tránsito entre áreas principales de generación de tránsito y a velocidades medias de circulación. A grandes distancias se requiere de la construcción de pasos a desnivel y/o intercambios que garanticen una mayor velocidad de circulación. Las Vías arteriales deberán tener preferentemente vías de servicio laterales para el acceso a las propiedades. De acuerdo al D.S. N° 016-2009-MTC, se establece que el límite máximo de velocidad para una circulación segura es de 50 km/h.

Vías Colectoras

Son aquellas que también llevan apreciables volúmenes de tránsito entre áreas principales. De carácter metropolitano, son aquellas que tienen por función llevar el tránsito desde un sector urbano hacia las vías Arteriales y/o vías Expresas. Sirven por ello también a una buena proporción de tránsito de paso. Prestan además servicio a las propiedades adyacentes. De acuerdo al D.S. N° 016-2009-MTC, se establece que el límite máximo de velocidad para una circulación segura es de 45 a 50 km/h.

Vías Locales

Son aquellas cuya función es proveer acceso a los predios o lotes adyacentes. Su definición y aprobación, cuando se trate de habilitaciones urbanas con fines de vivienda, corresponderá de acuerdo a Ley, a las municipalidades distritales, y en los casos de habilitaciones industriales, comerciales y de otros usos, a la Municipalidad Metropolitana de Lima. De acuerdo al D.S. N° 016-2009-MTC, se establece que el límite máximo de velocidad para una circulación segura es de 30 a 40 km/h.

2.2.2.8. Parámetros técnicos para el diseño de geometría vial. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018) establece criterios técnicos para el diseño geométrico de carreteras mediante el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018); no obstante, dichos criterios no siempre se aplican de manera directa en vías urbanas, por lo que requieren adecuaciones específicas

Radios de Giro

Los radios de giro permiten determinar el espacio necesario para que un vehículo realice maniobras de cambio de dirección sin incurrir en maniobras riesgosas. Según el MTC (2018) y el Instituto de Vialidad y Transporte Metropolitano (INVERMET, 2018), los radios mínimos de giro varían según la tipología vehicular.

Tabla 3*Radio de giros mínimos y trayectorias*

Tipología del vehículo	Dimensiones del vehículo			Dimensiones del radio de giro mínimo		
	Longitud(m)	Ancho Máx. (m)	AltoMáx.	Re	Ri	Se
Automóviles	4.75	2.1	1.6	5.8	4.2	0.5
Camiones (12.3 y 13.2 mts. de largo)	12.3/13.2	2.6	4.1	12.8	7.4	1.3
Camiones (20 mts. de largo)	20.5	2.6	4.1	14.0	6.0	0.5
Camiones Remolques(23 mts. de largo)	23.0	2.6	4.65	15.5	6.0	0.5
Bus (B2)	13.2	2.6	4.1	12.8	7.4	1.3
Bus (B3-1 y B4-1)	14.0/15.0	2.6	4.3	13.5	6.6	0.5
Bus Articulado (BA-1)	18.3	2.6	4.3	16.0	4.3	0.5

Nota. Adaptado de IVERMET (2018).

Para reducir la amplitud de las intersecciones para que sean más seguras se necesitan diseños perpendiculares, reducir los anchos de carriles y garantizar un giro seguro a 15 km/h, los radios de giro en vías urbanas tienen que oscilar entre 4 a 6 m.

El manual de diseño inclusivo respecto a los cruces peatonales lo define como parte de la calzada destinada para el cruce de peatones, por tanto su ubicación comprende el espacio que se proyecta entre las esquinas o intersecciones de las calles, a mitad de una cuadra o en donde la carga peatonal lo requiera, que puede estar a nivel de la vereda o en la superficie de la vía vehicular y que debe ser respetado por los conductores y ciclistas para que los peatones transiten con seguridad.

Las principales características de diseño, que posibilitan que las intersecciones sean espacios seguros y cómodos para los peatones son:

- ✓ Espacios abiertos: Las esquinas deberían mantenerse libres de obstrucciones y contar con espacio suficiente para incluir rampas peatonales en donde sea necesario.
- ✓ Visibilidad: Es importante que, desde las esquinas, tanto los peatones, ciclistas y conductores de vehículos automotor (automóviles, motocicletas, buses, etc.), puedan ser

visibles entre sí. Sobre todo, para ubicar a los transeúntes que cruzan la vía.

- ✓ Legibilidad: Los símbolos y señalización que se utilizan en las esquinas deberán indicar de manera clara las acciones que los peatones, ciclistas y conductores de vehículos deben realizar.
- ✓ Accesibilidad: Las características de las esquinas tales como las rampas de acceso, el área de descarga, los pisos podotáctiles y la señalización vertical y horizontal, ubicación de dispositivos sonoros, deben cumplir con las normas de accesibilidad.
- ✓ Separación del tráfico: El diseño y la construcción de las esquinas debe ser efectivo para que los vehículos no invadan el área peatonal.
- ✓ Separación de los ciclistas: Cuando los cruces peatonales interactúen con la ciclovía, se deberá incluir señalización horizontal, así como semaforización especial para ciclistas. Esto promoverá una circulación más fluida y segura para ambos.

2.3. Propuesta de solución

2.3.1 Situación actual

La Estación de Servicio, contará con un importante flujo vehicular proveniente de la Carretera Panamericana Norte y la Antigua Panamericana Norte por medio del intercambio vial (Óvalo Laguna Encantada), por lo cual se realizará un estudio de tránsito con el fin de identificar los posibles impactos negativos que puedan ocurrir para la construcción de la señalada estación, así como también en la post-operación.

Para el presente estudio, se desarrollarán los siguientes puntos:

- Análisis de la movilidad al entorno del área de estudio.
- Evaluaciones que definan la participación diferenciada por tipo de vehículos y en horarios pico.
- Realizar análisis de los flujos vehiculares y peatonales.

- Analizar las características del entorno urbano actual y las actividades generadas por la implementación del proyecto.
- Analizar las características de Sistema de Señalización y Desvío de Tránsito, como parte del Estudio de Tránsito vehiculares generados por la implementación del proyecto.

Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la carretera Panamericana Norte, en la dirección hacia Huaura, aproximadamente en el Km 148.5, sector perteneciente a los Pinos, Provincia de Huacho, Departamento de Lima.

Figura 6

Ubicación del área de estudio



Detalle secciones

El tránsito vehicular es alto, el transporte en la Carretera Panamericana Norte comprende tránsito de transporte privado y transporte de carga, el pavimento del tipo flexible se encuentra en condiciones de conservación buena, así también la señalización horizontal y vertical se encuentra en buen estado de conservación.

Figura 7

Mapa Vial de la provincia de Huaura



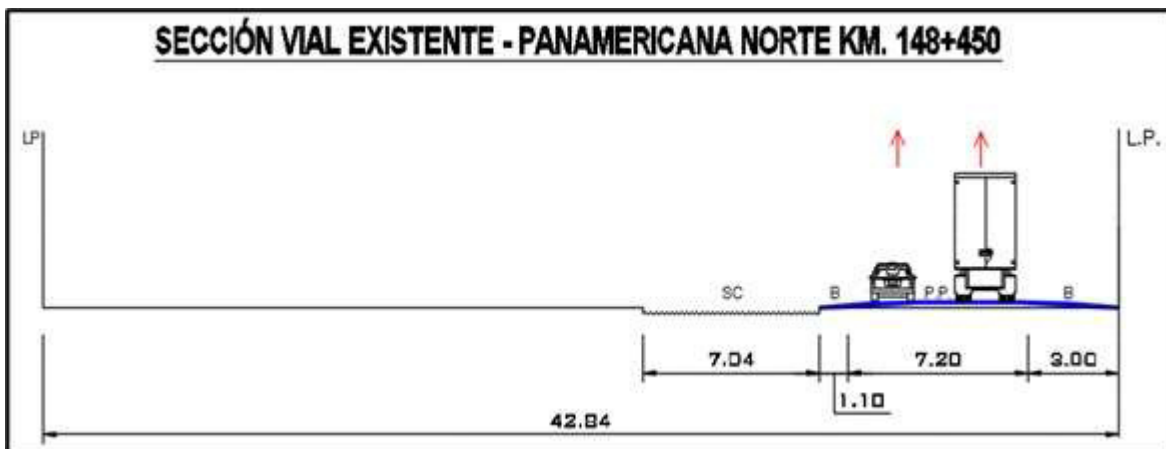
Carretera Panamericana Norte

La Carretera Panamericana Norte entre el Km. 148+400 y el Km. 148+650 presenta una sección variable, cuenta con dos (02) calzadas de 7.20m, dos (02) carriles por sentido de circulación, las mismas se encuentran aisladas por el separador central, bermas laterales asfaltadas de 3.00 m, bermas adyacentes al separador central de aprox. 1.75m.

A continuación, se presenta la fotografía del estado actual de conservación de la Carretera Panamericana Norte en el tramo de intervención del proyecto "Construcción de la Estación de Servicio en la Panamericana Norte Km 148, Huacho"

Figura 10

Sección Vial existente de la Carretera Panamericana Norte altura del proyecto



Área de estudio

Cuando nos referimos al término “área de estudio” en estudios de Transito e Impacto Vial, podemos hablar de al menos dos niveles de análisis o “impacto”; es decir podemos hablar de un área de impacto principal y secundario.

El área de influencia está conformada y enmarcada por todas las posibles rutas de ingreso y salida al proyecto desde y hacia las vías principales, para ello se elabora el siguiente plano esquemático donde se detalla el Tránsito Vehicular y Peatonal.

Figura 11

Rutas de Movilidad Urbana



Para efectos de identificar los impactos producidos, se desarrollaron evaluaciones sobre los puntos cardinales próximos de la obra. En la siguiente figura se muestra las áreas de influencia:

Figura 12

Áreas de Influencia



Área de impacto primaria o directa

El área de influencia está conformada y enmarcada por todas las posibles vías de ingreso y salida al proyecto desde y hacia las vías principales.

El área de influencia directa para el proyecto en mención es la Panamericana Norte Km 148.400 – Km 148.650, siendo este tramo entre los 200 metros de longitud, así como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 13*Área de Influencia Primaria***Área de impacto secundario o indirecta**

Para el área de Influencia secundaria se ha definido las vías que están fuera del área de impacto primario, las cuales no serán afectadas significativamente con la ejecución del proyecto.

El área de influencia indirecta del proyecto alcanza un tramo mayor de unos 560 metros de longitud en la misma Panamericana Norte, Así como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 14*Área de Influencia Secundaria*

Proyectos viales a futuros

Para el área de Influencia principal y secundario del proyecto, en un futuro inmediato no se tiene registrado ningún proyecto a nivel del estado, así como de la Municipalidad Distrital, que vaya tener un impacto significativo en la zona.

2.3.2 Metodología de solución

Para el desarrollo del Estudio de Tránsito del presente proyecto, se ha considerado una metodología integral que abarca tanto el trabajo de gabinete como el trabajo de campo. El proceso se ha estructurado de la siguiente manera:

Capacitación e inducción: Formación del equipo encargado del levantamiento de información sobre el flujo vehicular, peatonal, y los sentidos de circulación dentro del área de influencia del proyecto.

Recopilación de información de campo: Recolección de datos directos en el área de estudio.

Procesamiento de la información: Análisis y procesamiento de los datos obtenidos durante la fase de campo.

Análisis de la información: Evaluación detallada de los datos para identificar patrones de tráfico y posibles puntos críticos.

Simulación: Modelado del comportamiento del tráfico utilizando software especializado para prever posibles impactos y soluciones. El estudio se fundamenta en las pautas y criterios técnicos establecidos en la Ingeniería de Transportes, asegurando que todos los procedimientos estén alineados con las mejores prácticas y estándares del sector.

Trabajo de gabinete

El trabajo de gabinete consiste en la revisión y organización de la información necesaria para el desarrollo del estudio, estableciendo los parámetros y criterios para la recopilación de datos en el trabajo de campo. Esta fase incluye el análisis de los datos obtenidos, el

planteamiento de alternativas de rutas probables, y la identificación de esquemas de circulación adecuados para el ingreso y egreso de vehículos al proyecto desde los accesos disponibles. Además, el trabajo de gabinete abarca el diseño de planos, la elaboración de un borrador del informe técnico preliminar, así como la revisión, acabado y presentación del informe final. Este proceso garantiza que la información procesada sea precisa y adecuada para tomar decisiones sobre la infraestructura vial.

Trabajo de campo

Reconocimiento de Campo: Se realizó una inspección in situ de las condiciones operativas del área de estudio. Esta fase incluyó un recorrido por el trazo del proyecto de la "Construcción de la Estación de Servicio en la Panamericana Norte Km 148, Huacho", registrando las condiciones geométricas actuales de la vía, las secciones viales, el número de carriles y otros componentes relevantes. Además, se recolectaron datos sobre el volumen vehicular por movimiento, el comportamiento del tráfico en hora pico, el porcentaje de vehículos pesados, el flujo peatonal, el uso del transporte público y las velocidades de circulación.

Características del Lugar: En esta sección se describen los factores específicos del entorno que podrían afectar el tránsito vehicular en la zona de estudio, como la infraestructura existente, las condiciones de la vía, y las características del entorno urbano o rural.

Diagnóstico Situacional – Estudio de Tráfico: Se desarrollaron estudios de tráfico para identificar los patrones de flujo y las posibles dificultades en el área de influencia. Se realizaron aforos vehiculares en las principales vías, y los conteos de vehículos se tomaron en intervalos de 15 minutos para determinar la hora punta. La estación de control se definió con anticipación al trabajo de campo, asegurando la precisión en la recolección de datos. Estos estudios permiten identificar puntos críticos y diseñar soluciones viales adecuadas

2.3.3 *Análisis de la información*

Se realizó aforos vehiculares en los días típicos (martes 23 y miércoles 24 de noviembre del 2021), y en el día atípico (viernes 19 de noviembre del 2021) el registro se desarrolló por un periodo de 15 horas continuas, encontrando las horas punta de la siguiente manera:

- Turno mañana (07:00 – 08:00 h.)
- Turno tarde (14:45 – 15:45 h.)
- Turno noche (17:45 – 18:45 h.)

Puntos de aforo vehicular

Las intersecciones a evaluar son las siguientes:

- Punto 01: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.
- Punto 02: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).

Figura 15

Estaciones de conteos



Puntos de aforo peatonal

De las inspecciones de campo realizadas en el área de intervención directa del proyecto en evaluación, se puede determinar que no existe flujo peatonal por la zona, y que la captación de la demanda existente refiere solo a usuarios en vehículos automotores.

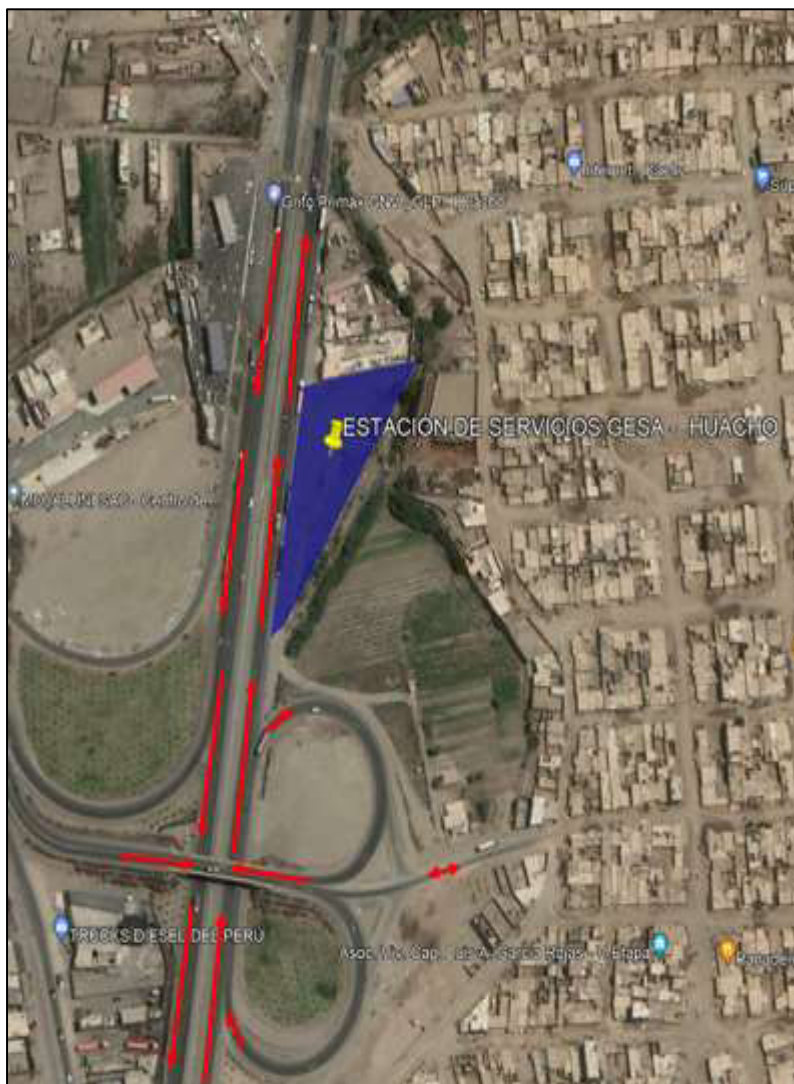
2.4. Estudio de tránsito

2.4.1. Sentidos de circulación

A continuación, se muestra en el gráfico siguiente donde puede visualizar los sentidos de circulación vehicular en el área donde se realizará el proyecto.

Figura 16

Sentidos de circulación



2.4.2. Cronograma de conteos

Para el Estudio de Tránsito, se desarrolló aforos vehiculares en los días típicos (martes 23 y miércoles 24 de noviembre del 2021), y en el día atípico (viernes 19 de noviembre del 2021) el registro se desarrolló por un periodo de 15 horas continuas, encontrando las horas punta de la siguiente manera:

- Turno mañana (07:00 – 08:00 h.)
- Turno tarde (14:45 – 15:45 h.)
- Turno noche (17:45 – 18:45 h.)

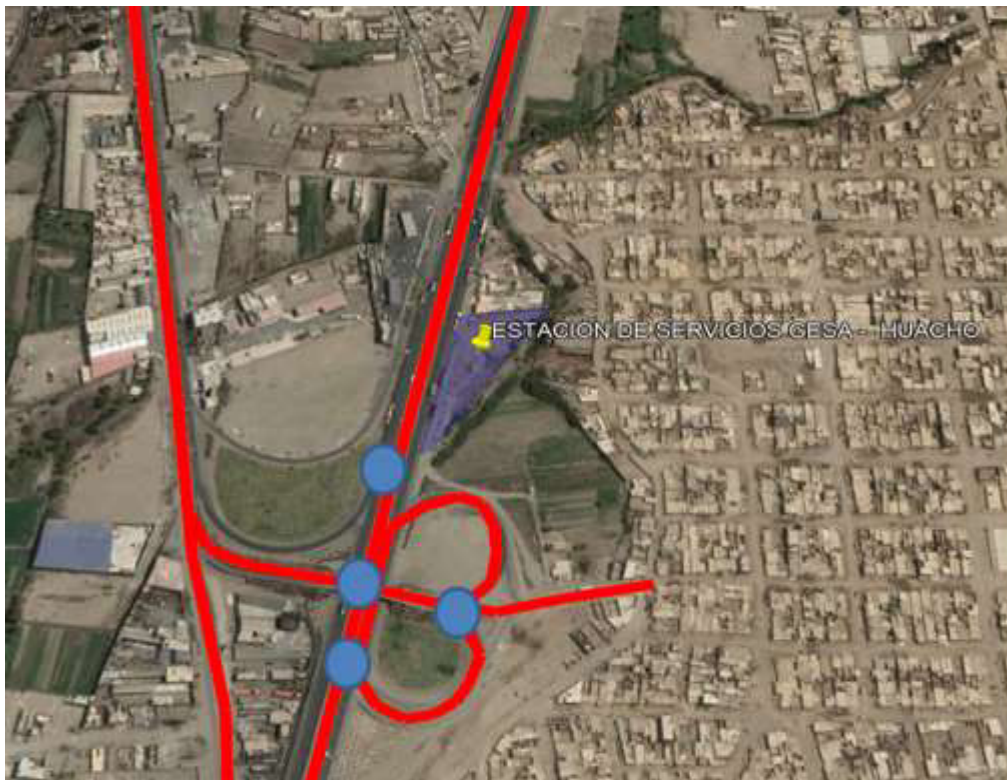
2.4.3. Identificación de puntos de aforo

Las intersecciones a evaluar son las siguientes:

- Punto 01: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.
- Punto 02: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).

Figura 17

Puntos de aforo



2.4.4. Formatos de aforos

Aforos de flujos vehiculares al entorno del área del proyecto.

Los aforos vehiculares fueron registrados en los formatos de campo, en periodos de 15 minutos, diferenciándose los distintos tipos de vehículos motorizados de la siguiente manera con el fin de identificar y cuantificar el número de vehículos que transita sobre el perímetro del proyecto, se utilizó el siguiente formato:

Figura 18

Clasificación vehicular

AUTOS 	BUS 	MICRO 
CAMIONETA RURAL 	MOTOTAXIS 	BUS INTERPROVINCIAL 
CAMIONES 	CAMIONES > A 2EJES 	MOTO LINEAL 

Por lo general el flujo vehicular está compuesto por diferentes tipos de vehículos, en el distrito de huacho se verifica que el tipo de vehículo con más transitabilidad es el auto, seguido por el camión, adoptando un comportamiento distinto en el flujo. Con la finalidad de obtener una uniformidad se utiliza la Unidad de Coche Patrón, también llamada UCP, que es la equivalencia de los modos de transporte con respecto a la unidad de medida de los automóviles o autos.

Las equivalencias son las siguientes:

La toma de datos directa de campo nos ha permitido obtener información detallada del flujo vehicular, a continuación, se describe:

- ❖ Clasificación vehicular por tipo (autos, camioneta rural, ómnibus, buses, microbús, moto lineal, tráiler).
- ❖ Movimientos direccionales en las intersecciones, para desarrollar los diagramas de flujos vehiculares.
- ❖ Los formatos de encuestas deberán de contener en su diseño espacios para la toma de los flujos vehiculares e identificar tipos de aforos vehiculares, tipo de vehículo.
- ❖ Se determinarán las horas de mayor flujo vehicular (horas pico), y las horas de menor flujo vehicular (horas valle) en el área en estudio y sobre la base del análisis de impacto en el tráfico vehicular se desarrollarán los controles y medidas para su tratamiento durante la ejecución de obras.
- ❖ En el área de influencia no se encontró tránsito de personas, por lo cual no se realizó análisis para conteos peatonales.
- ❖ Los conteos vehiculares se han tomado en los días típicos (martes 23 y miércoles 24 de noviembre del 2021), y en el día atípico (viernes 19 de noviembre del 2021) el registro se desarrolló por un periodo de 15 horas continuas, encontrando las horas punta de la siguiente manera:
 - ✓ Turno mañana (07:00 – 08:00 h.)
 - ✓ Turno tarde (14:45 – 15:45 h.)
 - ✓ Turno noche (17:45 – 18:45 h.)

En base a los conteos vehiculares y peatonales se ha identifica la hora punta mañana, tarde y noche, que es donde se produce la mayor congestión en las vías o intersecciones señalizadas.

Hora Puntas de Conteos Vehiculares

Tabla 4

Horas puntas para el día viernes 19.11.2021

Intersección	Viernes 19/11/2021		
	Mañana	Tarde	Noche
Punto 01: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.	7:00 - 8:00 h	14:45 - 15:45 h	17:45 - 18:45 h
Punto 02: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).	7:00 - 8:00 h	14:45 - 15:45 h	17:45 - 18:45 h

Tabla 5

Horas puntas para el día martes 23.11.2021

Intersección	Martes 23/11/2021		
	Mañana	Tarde	Noche
Punto 01: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.	7:15 - 8:15 h	14:30 - 15:30 h	17:30 - 18:30 h
Punto 02: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).	7:00 - 8:00 h	14:45 - 15:45 h	17:30 - 18:30 h

Tabla 6

Horas puntas para el día martes 24.11.2021

Intersección	Miércoles 24/11/2021		
	Mañana	Tarde	Noche
Punto 01: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.	7:00 - 8:00 h	14:00 - 15:00 h	17:45 - 18:45 h
Punto 02: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).	7:15 - 8:15 h	14:45 - 15:45 h	17:30 - 18:30 h

2.4.6. Transporte público de pasajeros

Se observó que, en la zona de estudio, no circula ninguna ruta de transporte público urbano.

2.4.7. Evaluación del tránsito vehicular

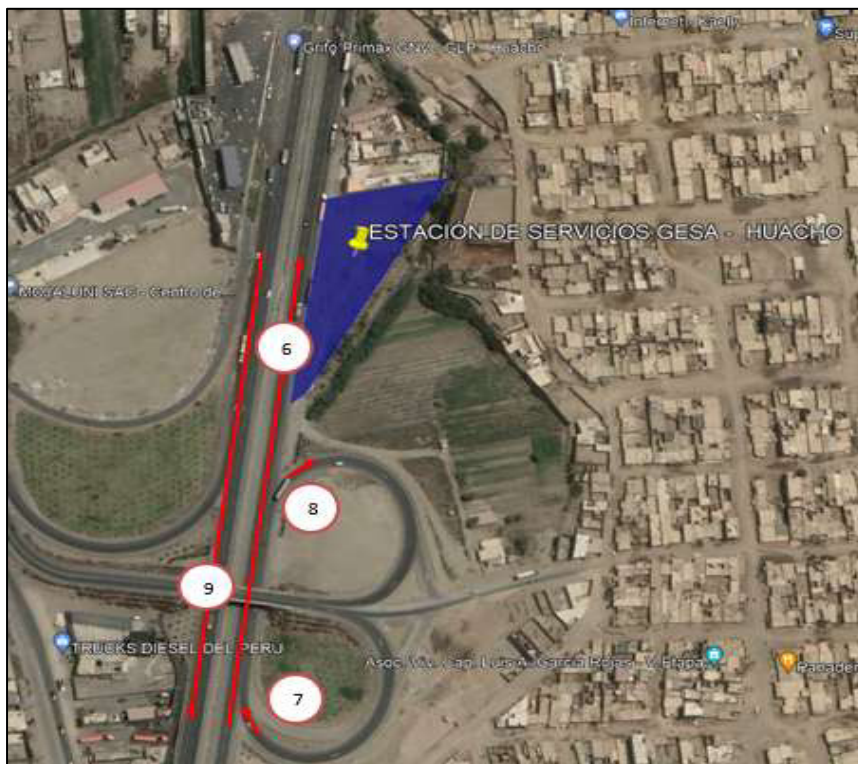
Para el análisis de tráfico se ha identificado los tipos y modos de transporte que circulan por las intersecciones evaluadas, con la finalidad de conocer el flujo vehicular presente en el área de influencia del proyecto. El flujo vehicular que mostro mayor carga de los dos días aforados es el día atípico, viernes 19 de noviembre del 2021. A continuación, se muestra los giros permitidos, de los datos procesados de los conteos vehiculares, durante el turno de las 5:00 a 22:00 h.

Intersección: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.

Giros permitidos en la Carretera Panamericana Norte altura del proyecto a implementar.

Figura 21

Giros permitidos frontis del proyecto



- Movimiento 6: Carretera Panamericana Norte S-N (De Frente) hacia Barranca.
- Movimiento 7: Acceso a Panamericana Norte S-N (Giro E-O)
- Movimiento 8: Salida de Panamericana Norte S-N (Giro O-E).
- Movimiento 9: Carretera Panamericana Norte N-S (De Frente) Hacia Lima.

La siguiente tabla de Conteo de Transito detallan los volúmenes vehiculares durante su hora punta de la mañana, tarde y noche.

Resumen de Conteos Vehiculares.

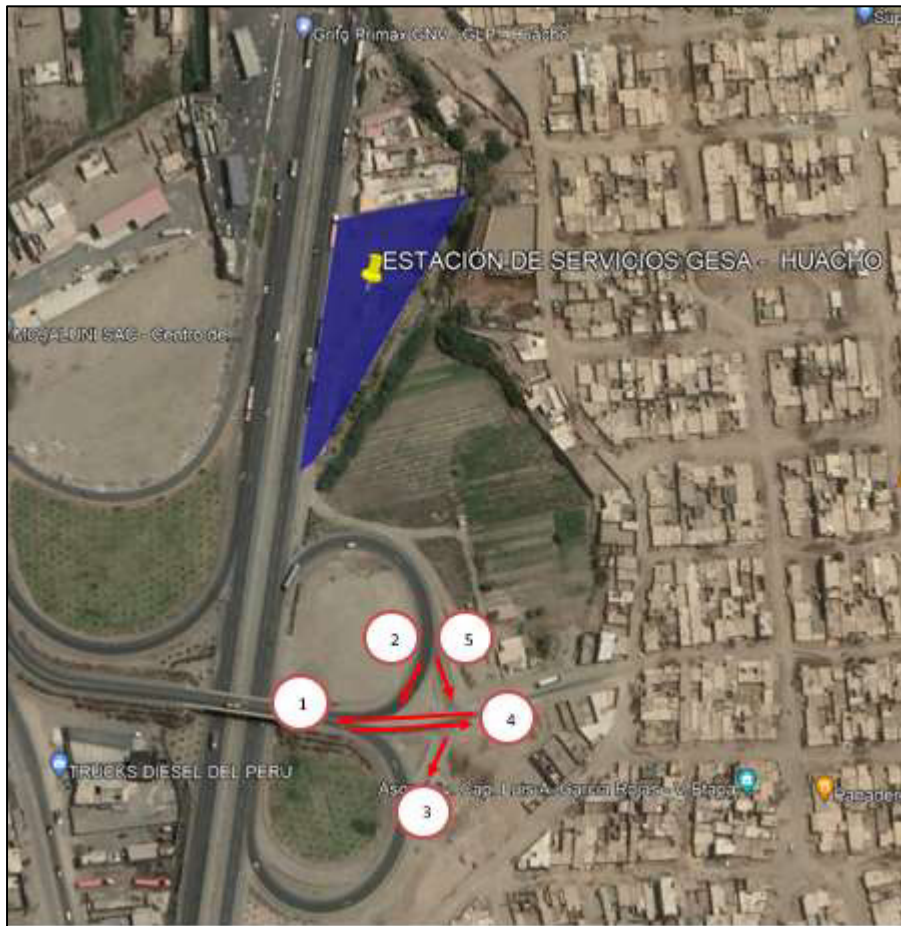
Tabla 7

Resumen conteos de los giros permitidos frontis del proyecto

DIAS	H.P.M.		H.P.T.		H.P.N.		TOTAL	
	Veh/Hr.	UCP	Veh/Hr.	UCP	Veh/Hr.	UCP	Veh/Hr.	UCP
VIERNES	747	1329	1074	1657	1046	1696	2867	4682
MARTES	659	1155	1017	1580	970	1539	2646	4274
MIERCOLES	674	1201	1008	1567	989	1592	2671	4360

Intersección: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).

- Movimiento 2: Salida de Panamericana Norte S-N (Giro O-E).
- Movimiento 3: Salida de los Pinos E-O (Giro E-O).
- Movimiento 4: Ingreso a los Pinos O-E (De frente).
- Movimiento 5: Ingreso a los Pinos O-E (Giro O-E).

Figura 22*Giros permitidos en el intercambio vial*

La siguiente tabla de Conteo de Transito detallan los volúmenes vehiculares durante su hora punta de la mañana, tarde y noche.

Resumen de Conteos Vehiculares.

Tabla 8*Resumen conteos de los giros permitidos intercambio vial*

DIAS	H.P.M.		H.P.T.		H.P.N.		TOTAL	
	Veh/Hr.	UCP	Veh/Hr.	UCP	Veh/Hr.	UCP	Veh/Hr.	UCP
VIERNES	536	610	745	815	926	1023	2207	2448
MARTES	526	602	700	764	848	933	2074	2299
MIERCOLES	484	543	719	781	246	965	1449	2289

2.4.8. Evaluación del tránsito peatonal

Para el análisis de tráfico se ha identificado los tipos y modos de transporte que circulan por las intersecciones evaluadas, con la finalidad de conocer el flujo vehicular presente en el área de influencia del proyecto.

2.4.9. Análisis de la capacidad vial

Los volúmenes vehiculares se muestran en los Flujogramas vehiculares descritos en el Anexo 1 del presente estudio, los cuales están clasificados por tipo de vehículos, por movimientos y debidamente convertidos a una unidad de conversión patrón (UCP) a fin de facilitar su respectivo análisis de tráfico.

Para el presente análisis de capacidad vial, se ha utilizado como muestra representativa, los conteos vehiculares, e indicadores recopilados durante la hora de máxima demanda (HMD) del día viernes, 19-11-2021.

Las intersecciones analizadas, fueron las siguientes:

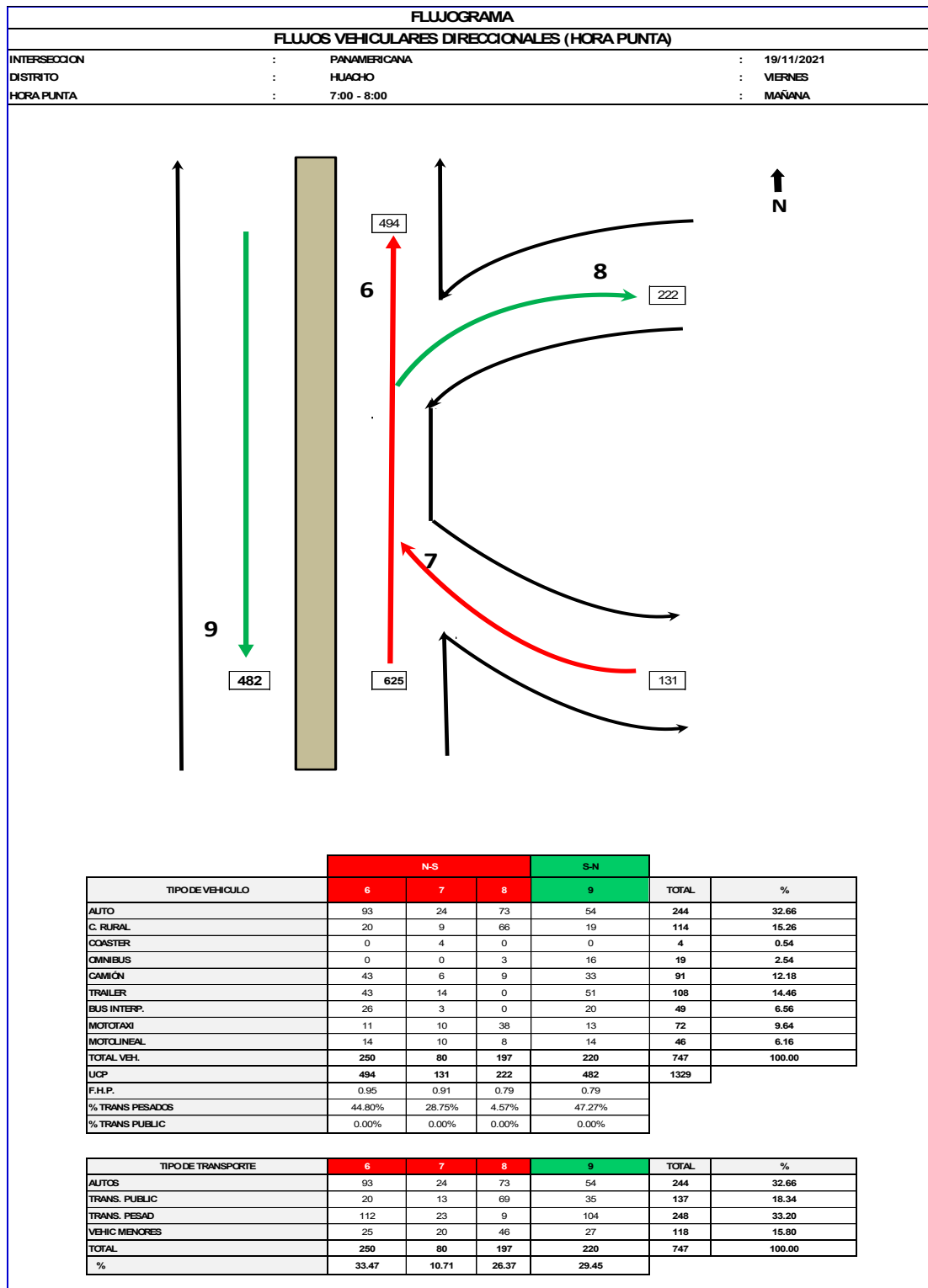
Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte.

Del estudio de tránsito realizado en la mencionada intersección, se ha podido identificar que durante sus horas de máxima demanda de un día atípico (viernes 19-11-2021), que consideramos nuestra muestra representativa, soporta el siguiente flujo vehicular:

MAÑANA (07:00 a 08:00): 1329 Veh. /h.

Figura 23

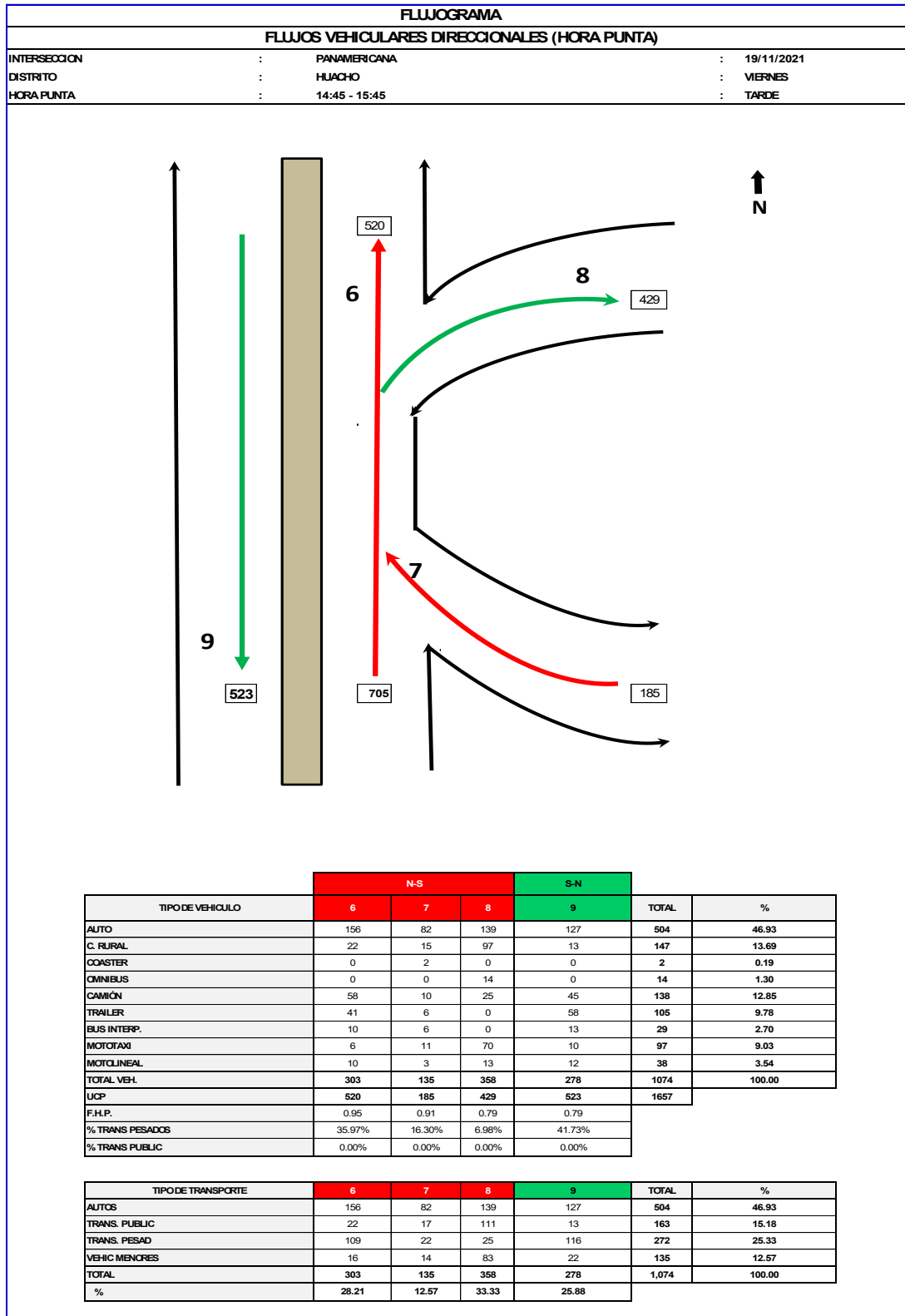
Flujograma vehicular H.P.M



TARDE (14:45 a 15:45): 1074 Veh. /h.

Figura 24

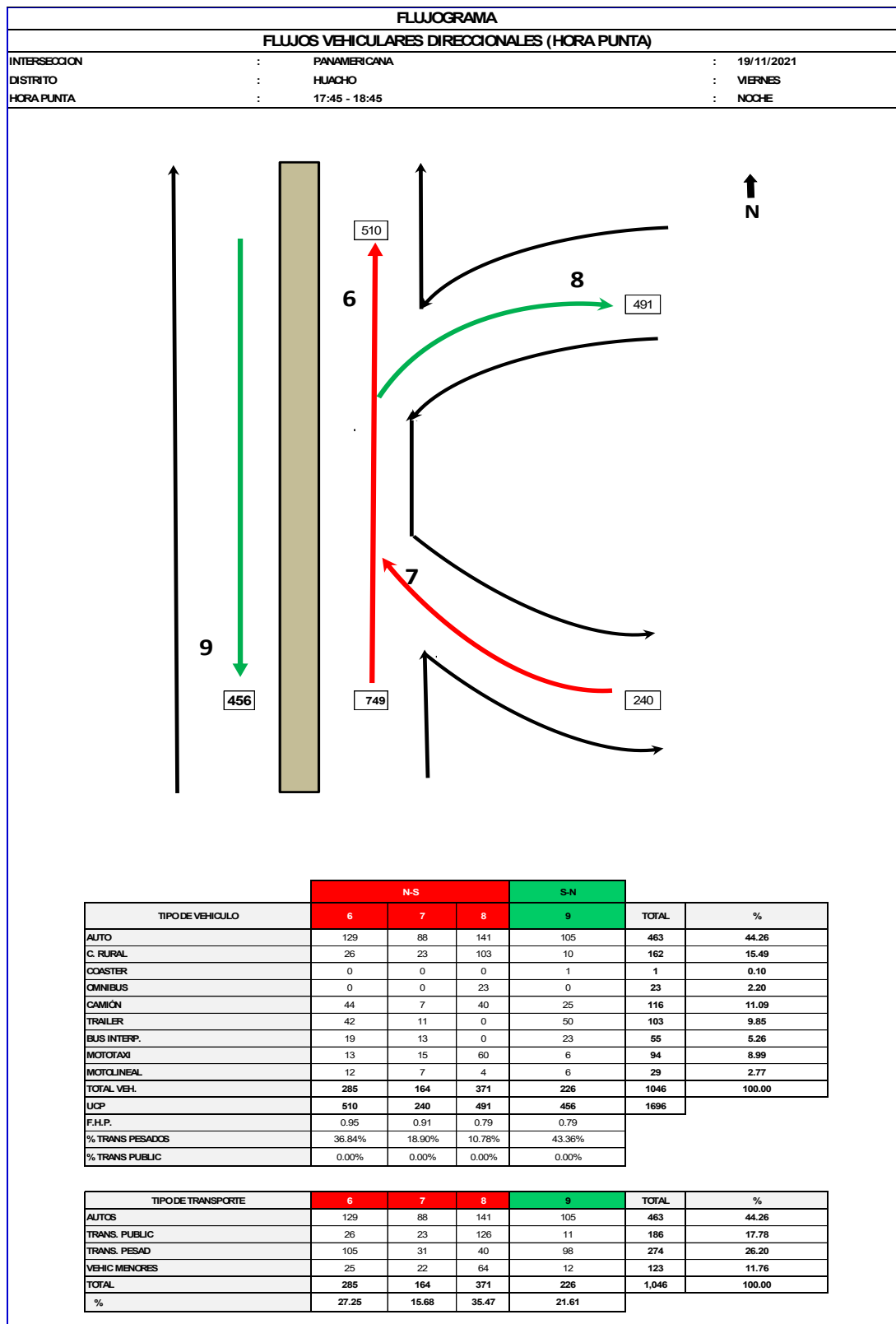
Flujograma vehicular H.P.T



NOCHE (17:45 a 18:45): 1696 Veh. /h.

Figura 25

Flujograma vehicular H.P.N



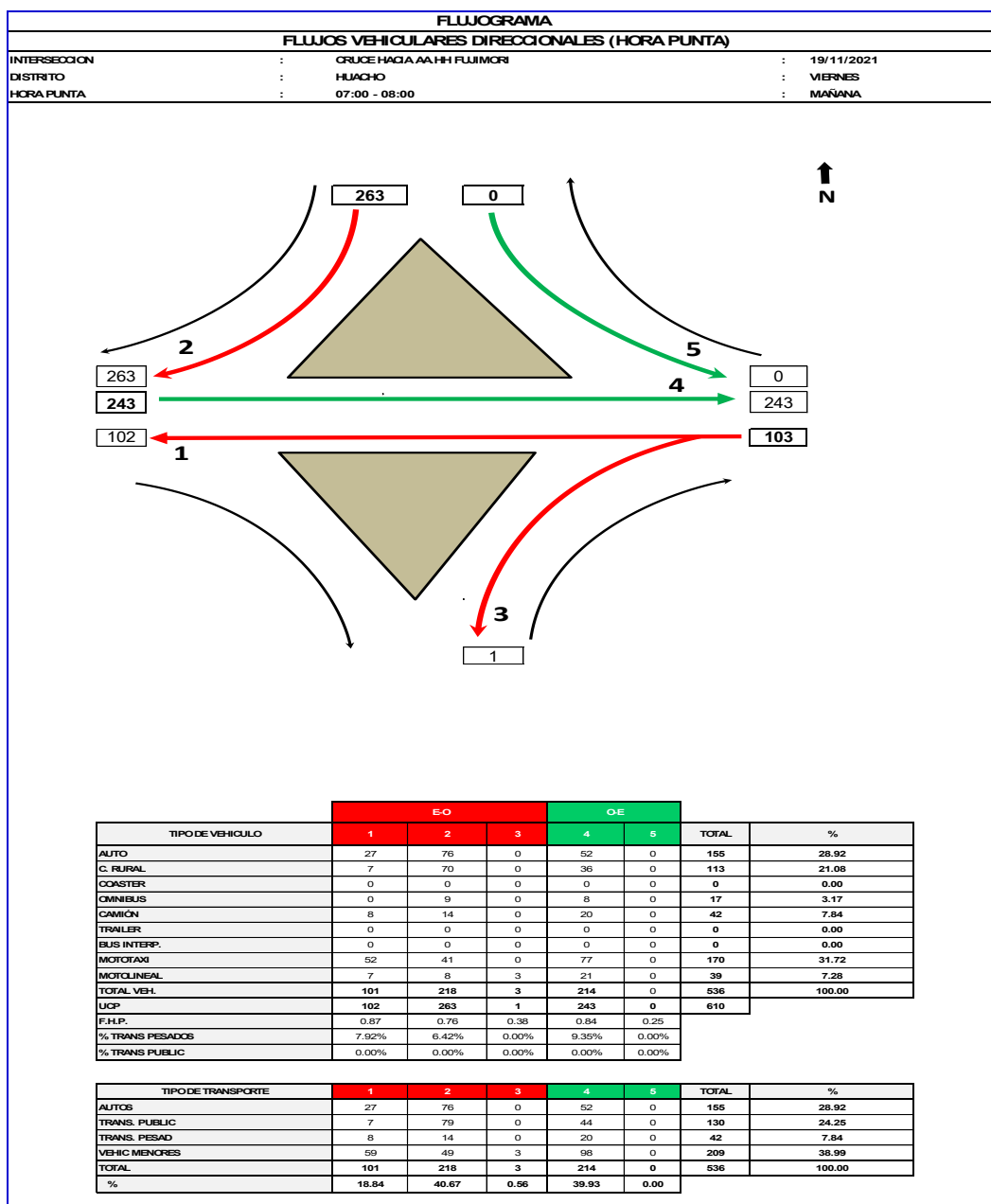
Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada).

Del estudio de tránsito realizado en la mencionada intersección, se ha podido identificar que durante sus horas de máxima demanda de un día atípico (viernes 19-11-2021), que consideramos nuestra muestra representativa, soporta el siguiente flujo vehicular:

MAÑANA (07:00 a 08:00): 536 Veh. /h.

Figura 26

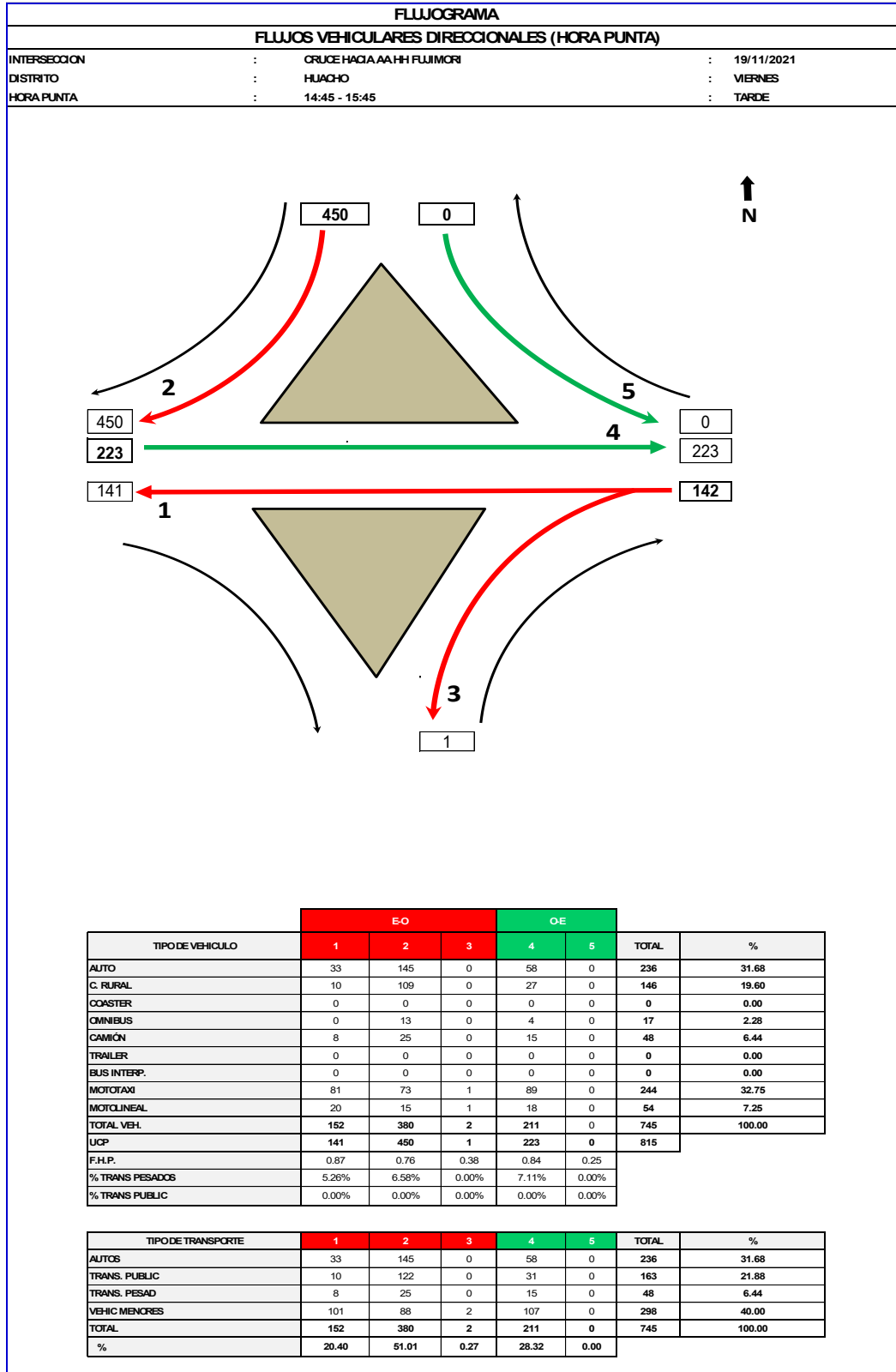
Flujograma vehicular H.P.M – Intercambio vial



TARDE (14:45 a 15:45): 745Veh. /h.

Figura 27

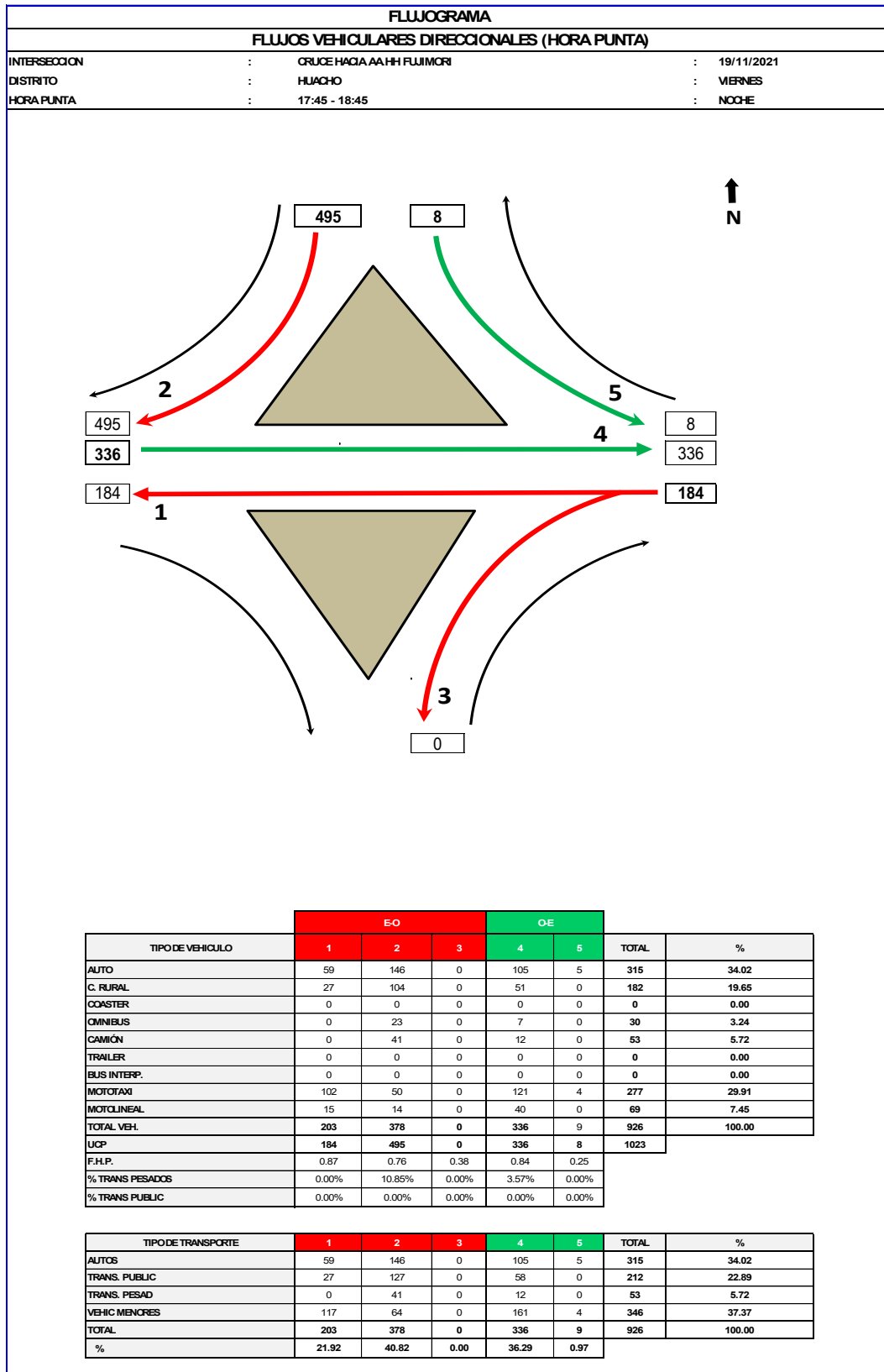
Flujograma vehicular H.P.T – Intercambio vial



NOCHE (17:45 a 18:45): 926 Veh. /h.

Figura 28

Flujograma vehicular H.P.N – Intercambio vial



Para el cálculo de la capacidad vial y la determinación de los niveles de servicio, se empleará el método establecido en el *Manual de Capacidad de Carreteras de los Estados Unidos de Norteamérica (Highway Capacity Manual [HCM], 2010)*, así como el software de simulación de tránsito Synchro 8.0 + SimTraffic, los cuales funcionan de manera integrada y son conocidos comercialmente como Synchro. Este software está diseñado para analizar y representar las condiciones de circulación de las vías en estudio, permitiendo determinar parámetros operativos tales como el grado de saturación, a partir de la relación volumen/capacidad, los niveles de servicio, los tiempos de demora, la longitud de colas y el porcentaje de utilización de la capacidad de la intersección (% ICU – *Intersection Capacity Utilization*).

Situación actual (turno noche, hora de máxima demanda):

Figura 29

Red vial para la simulación



Figura 30*Simulación de la red vial*

Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte (HORA PUNTA: 17:45 a 18:45 Hr.)

Los grados de saturación de los accesos a la intersección en la hora punta de mayor carga vehicular, indican que está trabajando en regulares condiciones de circulación vehicular, con grados de saturación menores a 1.00, tiempo de demoras mínimas, colas menores que 60 m. y nivel de servicio “A” por demoras y nivel de servicio “A” por ICU. Ver los indicadores en la siguiente tabla.

Tabla 9*Niveles de servicio en el área de estudio*

Intersección	V/C	Colas (m)	Demoras (seg.)	Nivel de Servicio	ICU (%)	Nivel de Servicio ICU
Panamericana Norte (Frontis del proyecto)	0.37	< 60	0	A	32.8	A
Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada)	0.29	< 60	0	A	27.7	A

2.4.10. Estudio de trazo y diseño geométrico

A. Normas de diseño. El diseño geométrico de los accesos destinados al tránsito automotor se fundamenta en las recomendaciones establecidas en el *Manual de Diseño Geométrico para Carreteras* (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018), el cual se complementa con la *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (7th ed., 2018), publicada por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), en aquellos aspectos técnicos que resulten pertinentes para el desarrollo del estudio.

B. Características técnicas del diseño de los accesos. A continuación, se muestra cada una de las características técnicas.

- ❖ Clasificación de la Vía sobre la cual se emplaza el acceso: Carretera de primera clase
- ❖ Velocidad en carretera panamericana: 50 Km/h (Sector zona urbana)
- ❖ Vehículo de Diseño: T3S3, Largo=20.50 m.
- ❖ Sección transversal.
- ❖ Ancho de calzada (carril de aceleración y deceleración): 3.60 m.
- ❖ Ancho de calzada (accesos de ingreso y salida): 7.20 m.
- ❖ Bombeo: 2.00%
- ❖ Alineamiento horizontal.
- ❖ Radio de curva horizontal: 25 m.
- ❖ Alineamiento vertical.
- ❖ Pendiente máxima: -3.57% (EJE-INGRESO) – 4.08% (EJE-SALIDA)

C. Descripción del proyecto. El proyecto comprende dos ejes, el eje de ingreso se inicia en el Km. 0+000.00 y termina en el Km. 0+094.207, el eje de salida inicia en el Km

0+000.00 y termina en el Km 0+093.016 comprenden longitudes de 94.207 y 93.016 metros respectivamente y siguen el trazo paralelo derecho al de la actual carretera Panamericana Norte.

D. Diseño geométrico. Se muestra a continuación cada uno de los criterios y controles básicos.

Análisis y determinación de la velocidad de diseño.

La velocidad de diseño es la máxima velocidad de circulación de los vehículos en condición teórica donde prevalecen las condiciones de diseño y seguridad.

La selección de la velocidad de diseño se ha realizado tomando en consideración criterios de seguridad y operación; a partir del REGLAMENTO NACIONAL DE TRANSITO, en su SECCION IV – VELOCIDADES, donde señala:

“Artículo 164.- Límites máximos de velocidad especiales.

Límites máximos especiales:

- ❖ En las intersecciones urbanas no semaforizadas: la velocidad precautoria, no debe superar a 30 Km/h.
- ❖ En los cruces de ferrocarril a nivel sin barrera ni semáforos: la velocidad precautoria no debe superar a 20 Km/h., y después de asegurarse el conductor que no se aproxima un tren.
- ❖ En la proximidad de establecimientos escolares, deportivos y de gran afluencia de personas, durante el ingreso, su funcionamiento y evacuación, la velocidad precautoria no debe superar a 20 Km/h.
- ❖ En vías que circunvalen zonas urbanas, 50 Km/h., salvo señalización en contrario.”
- ❖ En el capítulo 1 del presente informe, el tramo de la Carretera Panamericana Norte en estudio se encuentra en la provincia de Huacho, y de acuerdo al artículo 164 del reglamento, menciona: en vías que circunvalen zonas urbanas la velocidad será de 60 Km/h.

Vehículo de diseño.

Dado el volumen importante del tráfico actual y proyectado, el volumen de vehículos articulados de 6 ejes representa mejor la composición del tráfico, motivo por el cual se ha considerado, para efectos de los cálculos geométricos como radios de giro en curvas horizontales, un vehículo de diseño con la configuración vehicular T3S3.

Como característica general se adopta, una geometría tanto horizontal como vertical que permita la circulación del vehículo de diseño, asegurándose en consecuencia, el paso de vehículos livianos y de menor capacidad.

Tabla 10

Vehículo de diseño.

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL VEHÍCULO	LONGITUD MÁXIMA
T3S3		20.50 m

Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

E. Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal. A continuación, se define las consideraciones para el diseño geométrico.

Diseño geométrico en Planta - Alineamiento horizontal.

El alineamiento horizontal vehicular está compuesto por dos ejes, uno de ingreso y otro de salida, ambos ubicados al borde de la calzada.

Diseño geométrico en planta - Radio Mínimo.

Por tratarse de accesos de ingreso y salida, para el cálculo del radio de giro se determinó en base a las marcas de las ruedas del vehículo de diseño (T3S3).

Tabla 11

Semirremolque Simple (T3S3) Radios máximos/mínimos y ángulos

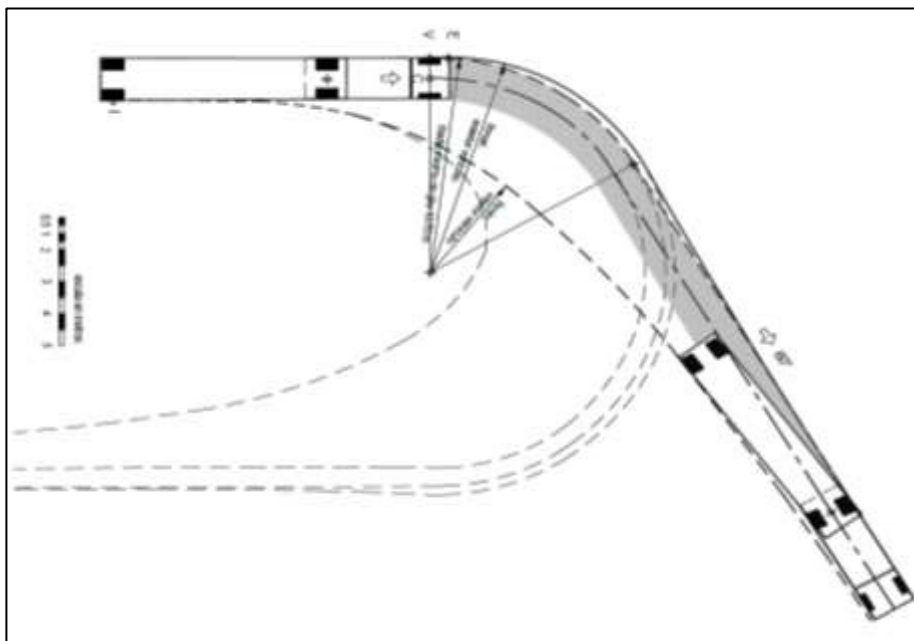
Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30°	14.06	8.89	16.7°	15.5°
60°	14.17	7.22	21.3°	29.6°
90°	14.2	5.91	22.7°	41°
120°	14.21	4.85	23.1°	49.9°
150°	14.21	3.98	23.2°	56.7°
180°	14.22	3.24	23.2°	62.1°

Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

Para las trayectorias de giro mínimo de este vehículo, pueden utilizarse las correspondientes al semirremolque simple T2S1, ya que las del T3S3 están comprendidas dentro de ellas.

Figura 31

Giro mínimo para semirremolques simples (T3S3)



Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

Para nuestros alineamientos, los ejes de ingreso y salida contienen una curva circular cuyo radio es 25.00m, mayor al radio mínimo de giro de la tabla 2.

A continuación, se muestran las características geométricas de los ejes:

Tabla 12

Elementos del Eje de ingreso

Nº PI	Sentido	Delta	Radio	Tan	L.C	L. Trans.	E xt .	TS	PC/SC	PI	PT/CS	ST	Norte PI	Este PI
INICIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0+000.000	-	87700 8.017	21674 3.601
C1	DER	45°00'00"	25	10.355	19.635	2.06	-	0+061.956	0+072.312	0+081.591	-	87700 7.150	216764.574	
FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0+094.207	-	87700 8.947	21678 4.284

Tabla 13

Elementos del Eje de salida

Nº PI	Sentido	Delta	Radio	Tan	L.C	L. Trans.	E xt .	TS	PC/SC	PI	PT/CS	ST	Norte PI	Este PI
INICIO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0+000.000	-	87705 4.587	21680 0.520
C2	IZQ	45°00'00"	25	10.355	19.635	2.06	-	+0+01 2.615	+0+02 2.971	+0+03 2.250	-	87704 1.297	216788.723	
FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0+09 3.016	-	87704 3.276	21680 6.048

Diseño geométrico en Perfil - Generalidades.

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la Topografía, Alineamiento, horizontal, Distancias de visibilidad, Velocidad de proyecto, Seguridad, Costos de Construcción, Categoría del camino, Valores Estéticos y Drenaje.

Diseño geométrico en Perfil – Pendiente.

El diseño geométrico contempló el mantener la pendiente existente en el borde de la Panamericana Norte debido a que los accesos de ingreso y salida se encuentran conectados a la carretera, dicha información proviene en este caso del levantamiento topográfico.

Para el caso de la pendiente máxima, excepcionalmente el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. La justificación obedece a no afectar una mayor cantidad de Interferencias. El Perfil longitudinal presenta una máxima pendiente de 5.00% (Ver Planos PP-01 y PP-02).

Diseño geométrico de la sección transversal - Generalidades.

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Diseño geométrico de la sección transversal - Calzada.

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Para el trazado del acceso, la calzada compuesta por un solo carril está definida en dos tramos:

Para el Acceso de ingreso presenta un carril de deceleración de 3.60m de ancho y 12.00m de ancho en la rampa de ingreso. Para el Acceso de salida presenta un ancho de 12.00m en la rampa de salida y 3.60m de ancho en el carril de aceleración, esto debido a la proximidad a la carretera Panamericana Norte. (Ver Plano STIP-01).

Diseño geométrico de la sección transversal - Bombeo.

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

Figura 32

Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

En nuestro caso y según el clima imperante en la zona, el valor adoptado es de 2.0% por el tipo de superficie y los valores de Precipitación de la Zona.

F. Diseño geométrico de intersecciones. Se describen las consideraciones para la geometría de las intersecciones.

Carriles de cambio de velocidad

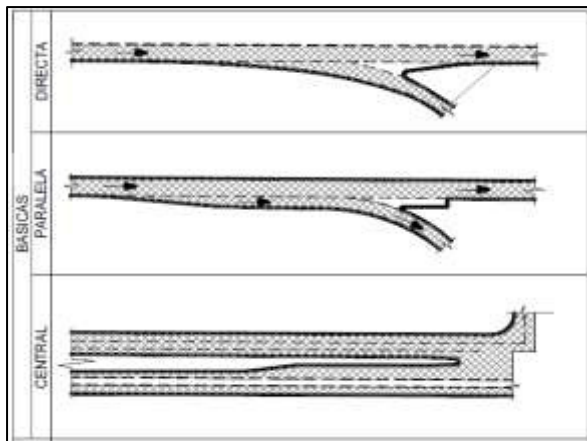
Los carriles de cambio de velocidad tienen por finalidad permitir la salida o ingreso de los vehículos de una vía a otra, con un mínimo de perturbaciones; estos carriles, también posibilitan las maniobras de giros en U en la misma vía.

Dichos carriles de cambio de velocidad son de aceleración y deceleración. El primero posibilita la maniobra de entrada a una vía principal, y siempre es paralelo al carril de destino, formando un ángulo en la parte final de la vía a la que ingresa. El segundo, permite la salida de una vía principal, y generalmente es paralelo o casi paralelo al carril de origen.

El trazo del acceso se partió considerando un carril de cambio de velocidad del tipo básico y en paralelo, como podemos apreciar en la siguiente figura:

Figura 33

Algunos carriles de cambio de velocidad



Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

Carriles de aceleración

Su longitud total (LT) es la suma de los largos de las zonas de aceleración propiamente dicha y de transición o cuña, en la que LT no superará en ningún caso los 300 metros.

En la tabla 6 presenta valores de LT en función a velocidades de diseño, y valores de LC fijos, en aplicación de la siguiente fórmula.

$$LT = LA + LC$$

Dónde:

LT = Largo total

LA = Largo en zona de aceleración

LC = Largo de la cuña

Figura 34*Longitudes totales de carriles de aceleración (LT)*

Vc (Km/h)	Lc (m)	Vr = 0 (Km/h)	Vr = 30 (Km/h)	Vr = 40 (Km/h)	Vr = 50 (Km/h)	Vr = 60 (Km/h)	Vr = 70 (Km/h)	Vr = 80 (Km/h)	Vr = 90 (Km/h)
60	50	100	75	50					
70	50	150	120	100					
80	50	240	200	180	140	100			
90	75	300	275	250	220	170	140		
100	75	300	300	300	275	250	225	200	
110	75	300	300	300	300	300	250	250	250
≥120	75	300	300	300	300	300	300	300	300

Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

Considerando:

Velocidad de la carretera $V_c = 60$ Km/h

Velocidad del ramal $V_r = 30$ Km/h

$LT = LA$ (Carril Aceleración) + LC (Cuña) = 75.0m

Dónde:

$LA = 25.0$ m

$LC = 50.0$ m

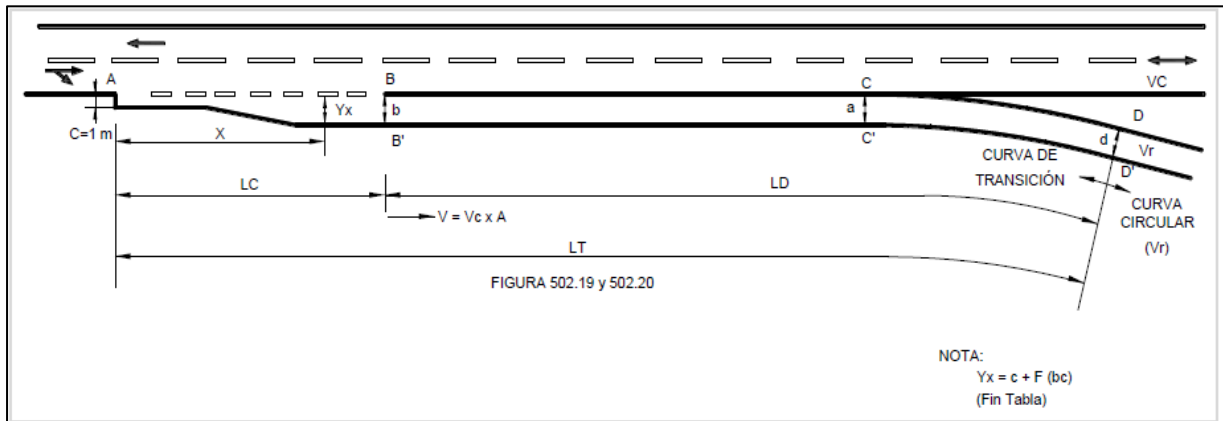
Carriles de deceleración

De acuerdo a las características geométricas del carril de deceleración, en la DG-2018 nos encontramos en el “Caso II”.

Caso II: Cuando la longitud de la curva de transición es menor que la longitud de deceleración (LD) o no existe. Para este caso, la cuña es similar que, en el Caso I, iniciándose con un ancho de 1 metro, con el fin de compensar el efecto de la maniobra de curva – contra curva, que por lo general hace desaprovechar la zona de cuña, y hace más visible dicho inicio.

Figura 35

Carril de deceleración - Caso II



Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

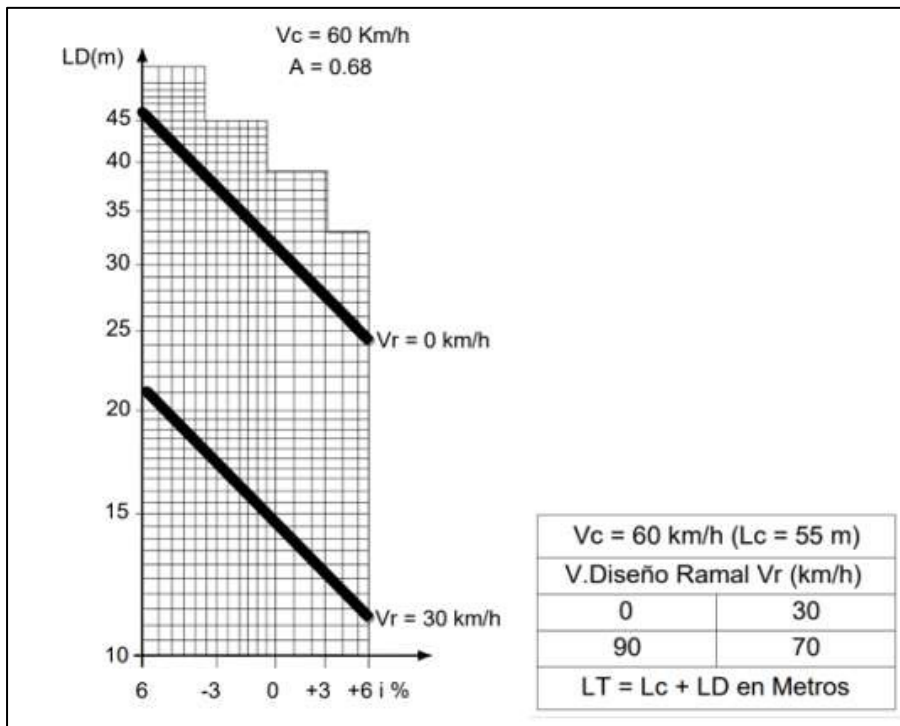
Considerando:

Velocidad de la carretera $V_c = 60 \text{ Km/h}$

Velocidad del ramal $V_r = 30 \text{ Km/h}$

Figura 36

Longitudes de carriles de deceleración ($LD=f(i)$)



Nota. Adaptado del Manual de Diseño Geométrico (2018).

2.4.11. Propuesta a nivel de diseño y señalización

En el escenario actual las vías no generan impactos al tránsito y vialidad en la zona. Sin embargo, con la implementación del proyecto ahí la necesidad de implementar senderos adecuados para el tránsito peatonal, cierre total de las vías locales a fin de evitar accidentes.

Así mismo, se ha analizado que es necesario optimizar el funcionamiento de las vías involucradas, siendo necesario efectuar campañas de comunicación de la ejecución del proyecto en un periodo determinado, a fin de que los usuarios de las vías estén informados, de modo tal que puedan prevenir y optar tomar otras vías alternas, a fin de evitar posibles sobrecargas de tráfico.

Implementación de la Señalización adecuada y seguridad vial.

Como resultado del aforo vehicular se puede considerar que las vías analizadas presentan un nivel de comportamiento “A” esto quiere decir que es un flujo sin conflicto y Estable, la libertad de movimiento está controlada por las condiciones del tránsito, existen restricciones al sobrepaso de vehículos.

La propuesta de solución para mejorar el tránsito en la zona del proyecto se basa en una reestructuración integral de la infraestructura vial. Se recomienda ampliar los carriles y rediseñar las intersecciones para mejorar la fluidez del tráfico, además de optimizar los accesos y salidas de la estación, con carriles exclusivos para vehículos pesados. También se sugiere incorporar infraestructura para el transporte público y pasos peatonales, garantizando la accesibilidad futura. Además, se debe mejorar la seguridad vial mediante señales luminosas, semáforos inteligentes y zonas de espera seguras. Finalmente, se propone implementar un sistema de monitoreo continuo del tráfico para ajustar las medidas según las necesidades de la zona. Esta solución busca mejorar la circulación, reducir la congestión y asegurar la seguridad vial en la zona de influencia del proyecto.

Figura 37

Diseño propuesto



Figura 38

Detalle del acceso propuesto al proyecto

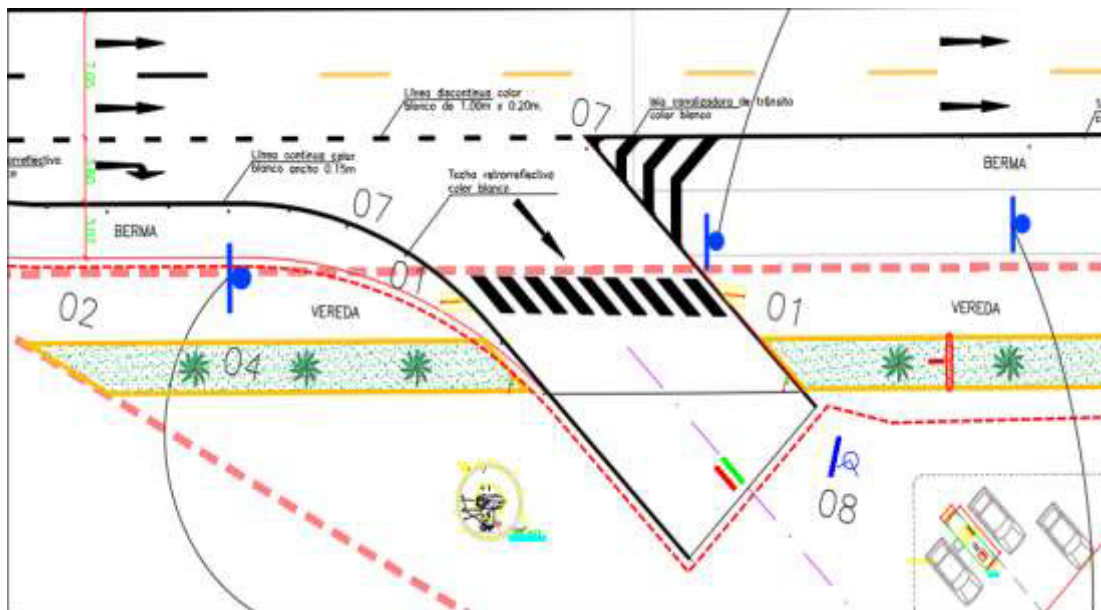
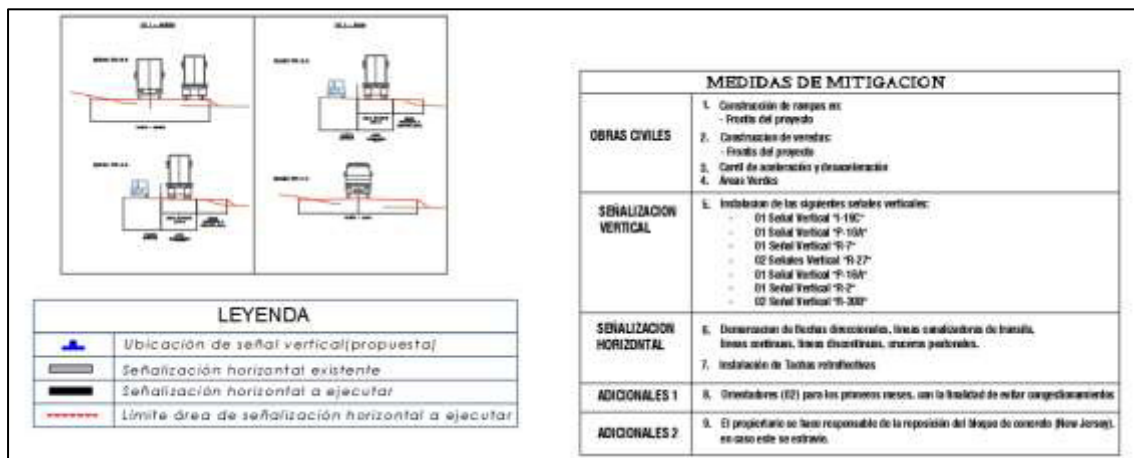


Figura 39

Detalle de las intervenciones a realizar



2.5. Análisis de resultados

De los resultados obtenidos, se puede observar que los puntos de aforos, el punto 01: Frontis del proyecto en la Carretera Panamericana Norte y el punto 02: Intercambio Vial (Ovalo Laguna Encantada), se obtiene niveles de servicio A, lo cual indica en estado bueno la capacidad vial. El análisis de los resultados obtenidos en el Estudio de Tránsito ha permitido identificar varias variables y patrones clave que influyen en el flujo vehicular y peatonal en el área de influencia del proyecto. A continuación, se presenta el análisis de los principales hallazgos:

Condiciones Geométricas de la Vía: La vía principal presenta algunas limitaciones en su diseño, como el número insuficiente de carriles en ciertos tramos y la falta de espacio adecuado para el estacionamiento de vehículos de gran tamaño. Estas deficiencias contribuyen a la congestión del tráfico en horas pico, especialmente por la intersección con las entradas y salidas hacia la estación de servicio. La presencia de curvas y la proximidad de las intersecciones también generan puntos críticos en el flujo vehicular, incrementando el riesgo de accidentes.

Flujo Vehicular: Se ha observado un flujo vehicular constante, con una marcada congestión en las horas pico, especialmente en los movimientos de ingreso y egreso hacia la

estación de servicio. El volumen vehicular por movimiento muestra un notable incremento, lo que agrava la situación, dado que estos vehículos ocupan más tiempo en maniobras y requieren mayor espacio en la vía. El análisis del comportamiento del tráfico en la hora punta revela que la capacidad de la vía es insuficiente para manejar el volumen de vehículos actuales sin afectar la fluidez y seguridad del tránsito.

Flujo Peatonal: No se identificó flujo peatonal en el área de estudio

Transporte Público: No se identificó transporte público en la zona de estudio.

Velocidades de Circulación: En general, las velocidades en la zona no cumplen con los estándares óptimos para este tipo de vía. Durante las horas pico, las velocidades caen considerablemente debido a la congestión, lo que aumenta el tiempo de desplazamiento y reduce la eficiencia del transporte. La falta de señalización adecuada y la configuración de accesos también contribuyen a la disminución de las velocidades, especialmente cerca de los puntos de ingreso y salida de la estación de servicio.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Mis aportes más destacables a la empresa y en beneficio de la misma fueron los siguientes:

- ✓ Mejora en la Planificación y Ejecución de Proyectos Urbanos: Contribuí al diseño de planes de desarrollo urbano (PDU) y planes de acondicionamiento territorial (PAT), mejorando la movilidad y el ordenamiento urbano en localidades clave.
- ✓ Optimización de la Toma de Decisiones Técnicas: Elaboré informes técnicos de ingeniería detallados que facilitaron decisiones fundamentadas sobre la ejecución de los proyectos.
- ✓ Implementación de Soluciones Técnicas Eficientes y Sostenibles: Propuse soluciones de infraestructura funcionales y sostenibles, optimizando el uso de recursos y garantizando la viabilidad a largo plazo.
- ✓ Fortalecimiento de la Coordinación Interdisciplinaria: Fomenté la colaboración entre equipos técnicos, mejorando la sinergia para resolver problemas complejos.
- ✓ Reducción de Costos y Optimización de Recursos: Realicé levantamientos de información precisos que permitieron optimizar recursos y reducir costos durante la ejecución.
- ✓ Incorporación de Enfoques Innovadores: Propuse y apliqué metodologías y tecnologías emergentes que permitieron realizar proyectos más eficientes y modernos.
- ✓ Fortalecimiento de la Capacitación Interna: Transferí mis conocimientos y habilidades técnicas a otros miembros del equipo, fortaleciendo sus capacidades en ingeniería.

IV. CONCLUSIONES

- El estudio de tránsito permitió identificar deficiencias en la infraestructura vial de la zona de influencia del proyecto, las cuales podrían afectar la fluidez del tránsito y la seguridad vial. No se detectaron conflictos en las horas punta y la circulación de vehículos pesados es mínima; sin embargo, se verificó la ausencia de señalización adecuada. Se recomienda replantear el diseño vial actual y aplicar medidas de mitigación que favorezcan un tránsito más seguro y ordenado.
- La vía presenta limitaciones operativas relacionadas con su diseño, como el número reducido de carriles, la proximidad entre intersecciones conflictivas y la ausencia de carriles de aceleración y desaceleración. Estas condiciones generan posibles conflictos y dificultan la circulación eficiente. Se recomienda ampliar la capacidad vial e implementar señalización estratégica para optimizar el flujo vehicular.
- El entorno inmediato del proyecto no presenta un alto flujo peatonal ni cuenta con un sistema formal de transporte público. Sin embargo, la futura operación de la estación de servicio podría incrementar significativamente la demanda de estos servicios. Se recomienda prever la creación de accesos seguros para peatones y considerar la integración de transporte público, con el fin de garantizar la seguridad y la eficiencia en la circulación futura.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda rediseñar integralmente la infraestructura vial en la zona de influencia del proyecto, incorporando medidas como la ampliación de carriles, la optimización de accesos y la instalación de señalización vertical y horizontal adecuada. Estas acciones permitirán mejorar la seguridad vial, reducir los niveles de congestión y atender las necesidades futuras de movilidad peatonal y transporte público.
- Se sugiere implementar carriles de aceleración y desaceleración en los tramos críticos, especialmente cercanos a la estación de servicio, con el objetivo de minimizar los conflictos entre vehículos pesados y livianos, optimizar la circulación y garantizar una mayor seguridad vial.
- Se recomienda establecer un sistema integral de señalización y control de tránsito, incluyendo medidas como semáforos, señalización clara y radios de giro adecuados según el tipo de vehículo, para reducir los conflictos operativos y mejorar la eficiencia del flujo vehicular.
- Se sugiere realizar un estudio de demanda peatonal y de transporte público futuro, que permita anticipar los impactos generados por la operación de la estación de servicio. Con base en los resultados, se deben diseñar accesos peatonales seguros y coordinar, de ser necesario, con las autoridades locales la incorporación de paraderos o rutas de transporte público en el entorno del proyecto.

VI. REFERENCIAS

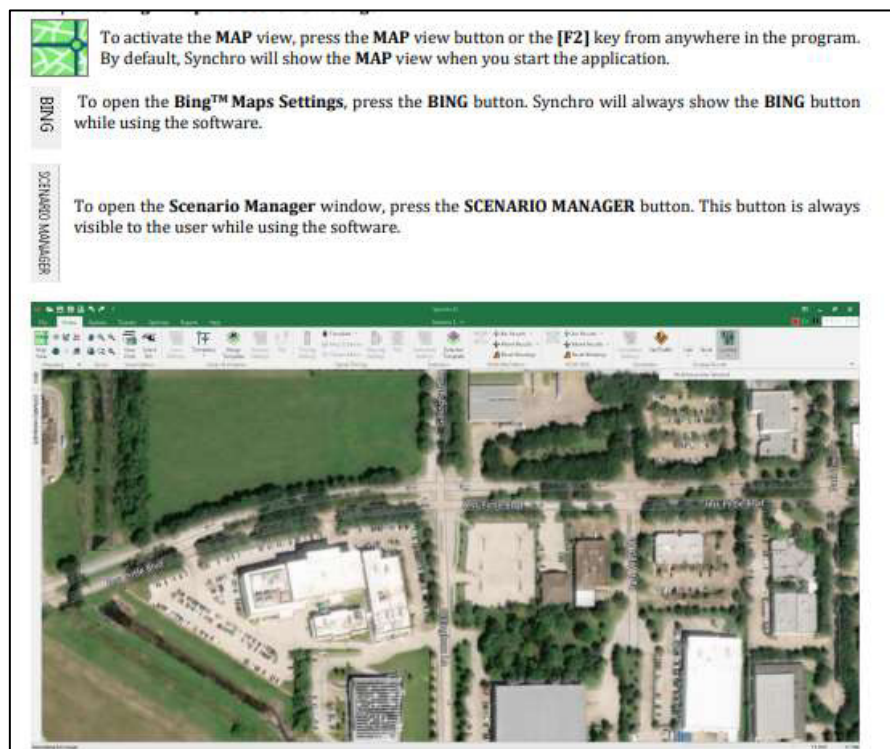
- American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO]. (2011). *A policy on geometric design of highways and streets* (6th ed.).
- Boudeguer Squella, A. y Corporación Ciudad Accesible. (2010). *Manual de accesibilidad universal al espacio público*.
- García, L. (2017). *Seguridad vial y diseño de intersecciones en carreteras*. Editorial Universitaria.
- Gibson, J. (2001). *Principios de ingeniería de tránsito*. McGraw-Hill.
- Highway Capacity Manual. (2010). *Highway capacity manual* (HCM 2010). Transportation Research Board, National Research Council.
- Instituto Metropolitano de Planificación [INVERMET]. (2018). *Manual de diseño geométrico urbano*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2018). *Manual de carreteras: diseño geométrico DG-2018*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2024). *Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras*.
- Montoya, R. (2005). *Diseño vial urbano: fundamentos y aplicación en áreas metropolitanas*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- National Association of City Transportation Officials [NACTO]. (2012). *Urban street design guide*.
- Ordenanza N.º 341-MML. (6 de diciembre de 2001). *Sistema vial metropolitano de Lima*. Municipalidad Metropolitana de Lima.

- Rodríguez, P. y López, J. (2015). Impacto de las estaciones de servicio en la fluidez del tráfico en autopistas. *Revista de Ingeniería y Transporte*, 12(3), 45–57.
- Sánchez, M. y Pérez, D. (2020). Evaluación de impacto vial de proyectos de infraestructura. *Revista Latinoamericana de Transporte*, 8(2), 25–39.
- Sotomayor, J. (2014). *Movilidad peatonal y seguridad vial en entornos urbanos*. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

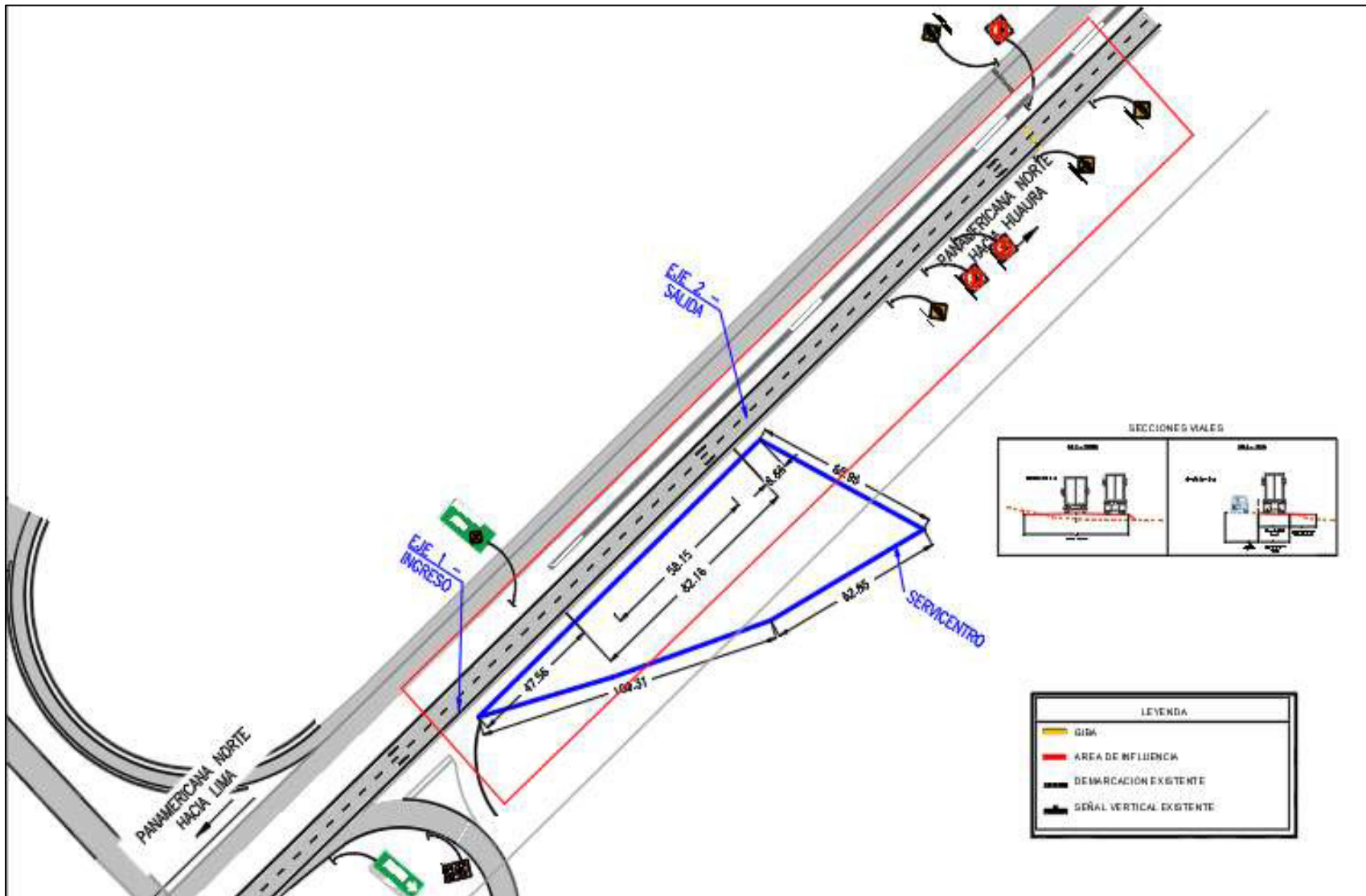
VII. ANEXOS

Anexo A. Instrumento (Software de modelación)

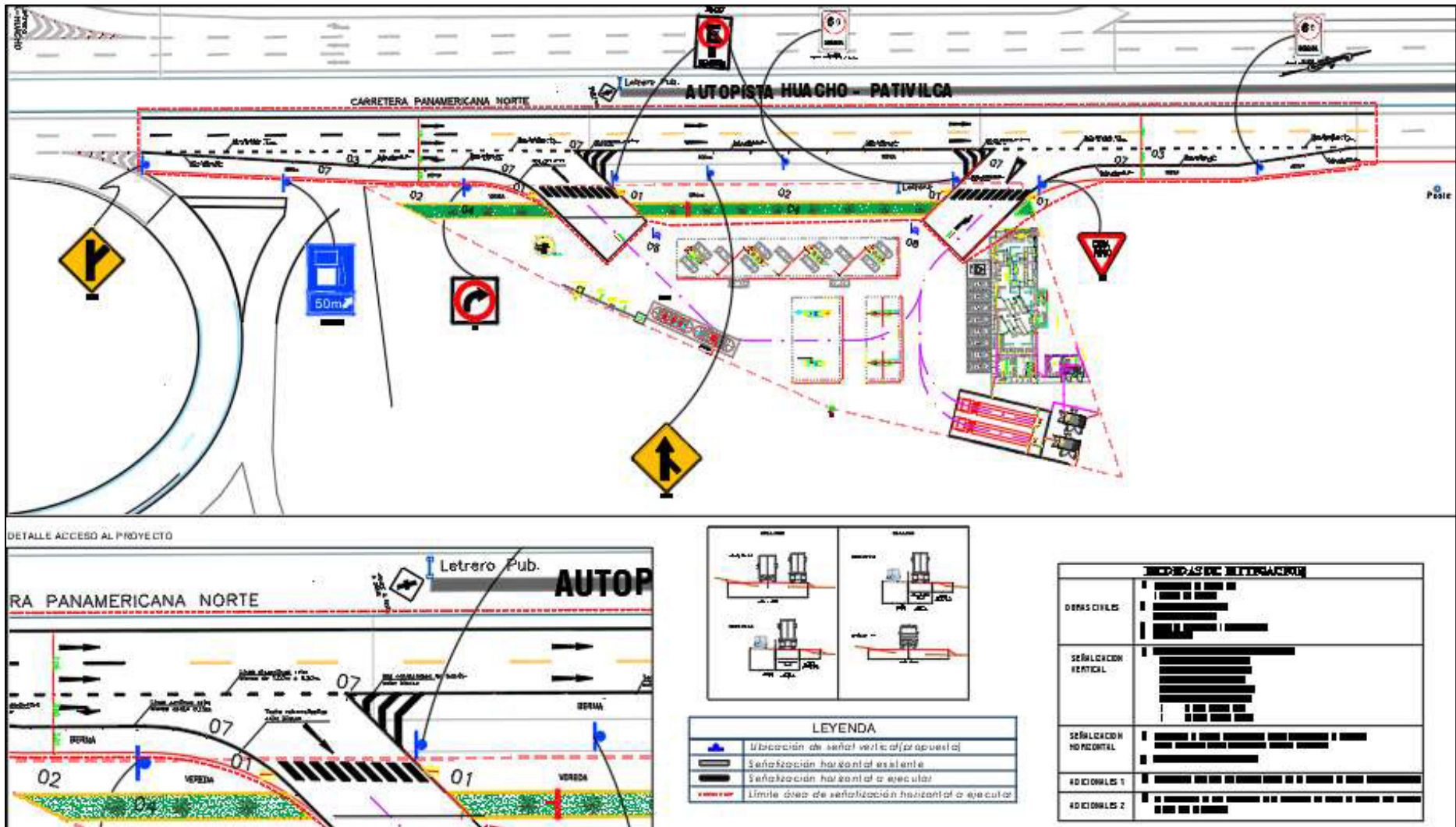
El software denominado Synchro 11.0 + Sim Traffic 11, son dos softwares en uno, conocidos en el mercado simplemente como Synchro, está diseñado para analizar y representar las condiciones de circulación de las vías estudiadas, y determinar los parámetros de evaluación recomendados por el Ministerio de Economía y Finanzas – MEF, de velocidad de recorrido de recorrido, demoras, colas y ratio de volumen/capacidad utilizando el Método del Highway Capacity Manual – HCM.



Anexo B. Plano situación actual



Anexo C. Plano situación propuesta



Anexo C. Reportes de la simulación

Intersection Capacity Utilization

5: OVALO

12/12/2021



Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations		↑	↑		↑	
Volume (vph)	0	336	184	0	8	0
Pedestrians						
Ped Button						
Pedestrian Timing (s)						
Free Right				No		No
Ideal Flow	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Green (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ref Cycle Length (s)	120	120	120	120	120	120
Volume Combined (vph)	0	336	184	0	8	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Factor (vph)	0.95	1.00	1.00	0.85	0.95	0.85
Saturated Flow (vph)	0	1900	1900	0	1805	0
Ped Int'l Time (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pedestrian Frequency (%)		0.00	0.00		0.00	
Protected Option Allowed		Yes	Yes		No	
Reference Time (s)	0.0	21.2	11.6	0.0		0.0
Adj Reference Time (s)	0.0	25.2	15.6	0.0		0.0
Permitted Option						
Adj Saturation A (vph)	0	1900	1900		120	
Reference Time A (s)	0.0	21.2	11.6		8.0	
Adj Saturation B (vph)	NA	NA	NA		NA	
Reference Time B (s)	NA	NA	NA		NA	
Reference Time (s)		21.2	11.6			
Adj Reference Time (s)		25.2	15.6			
Split Option						
Ref Time Combined (s)	0.0	21.2	11.6		0.5	
Ref Time Separate (s)	0.0	21.2	11.6		0.5	
Reference Time (s)	21.2	21.2	11.6		0.5	
Adj Reference Time (s)	25.2	25.2	15.6		8.0	
Summary	EB	WB	SB	Combined		
Protected Option (s)		25.2	NA			
Permitted Option (s)		25.2	Err			
Split Option (s)		40.8	8.0			
Minimum (s)		25.2	8.0		33.2	
Right Turns						
Adj Reference Time (s)						
Cross Thru Ref Time (s)						
Oncoming Left Ref Time (s)						
Combined (s)						
Intersection Summary						
Intersection Capacity Utilization			27.7%		ICU Level of Service	A
Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.						

Intersection Capacity Utilization

8: PANAMERICANA NORTE

12/12/2021

	↑	↗	↘	↓	↙	↖
Movement	NBT	NBR	SBL	SBT	SWL	SWR
Lane Configurations	↑↓					
Volume (vph)	510	479	0	0	0	0
Pedestrians						
Ped Button						
Pedestrian Timing (s)						
Free Right		No			No	
Ideal Flow	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Green (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Refr Cycle Length (s)	120	120	120	120	120	120
Volume Combined (vph)	989	0	0	0	0	0
Lane Utilization Factor	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Factor (vph)	0.93	0.85	0.95	1.00	0.95	0.85
Saturated Flow (vph)	3395	0	0	0	0	0
Ped Intf Time (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pedestrian Frequency (%)	0.00			0.00	0.00	
Protected Option Allowed	Yes			Yes	No	
Reference Time (s)	35.4	0.0	0.0	0.0		0.0
Adj Reference Time (s)	35.4	0.0	0.0	0.0		0.0
Permitted Option						
Adj Saturation A (vph)	1677		0	0	0	
Reference Time A (s)	35.4		0.0	0.0	0.0	
Adj Saturation B (vph)			NA	NA	NA	
Reference Time B (s)			NA	NA	NA	
Reference Time (s)	35.4			0.0		
Adj Reference Time (s)	35.4			8.0		
Split Option						
Ref Time Combined (s)	35.4		0.0	0.0	0.0	
Ref Time Separate (s)	18.2		0.0	0.0	0.0	
Reference Time (s)	35.4		0.0	0.0	0.0	
Adj Reference Time (s)	39.4		0.0	0.0	0.0	
Summary	NB SB	SW	Combined			
Protected Option (s)	35.4		NA			
Permitted Option (s)	35.4		8.0			
Split Option (s)	35.4		0.0			
Minimum (s)	35.4		0.0		39.4	
Right Turns						
Adj Reference Time (s)						
Cross Thru Ref Time (s)						
Oncoming Left Ref Time (s)						
Combined (s)						
Intersection Summary						
Intersection Capacity Utilization		32.8%		ICU Level of Service		A
Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.						

Intersection Capacity Utilization

10:

12/12/2021

Movement	NBT	NBR	SBL	SBT	NNL	NWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	0	0	0	479	0	0
Pedestrians						
Ped Button						
Pedestrian Timing (s)						
Free Right	No			No		
Ideal Flow	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Green (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ref Cycle Length (s)	120	120	120	120	120	120
Volume Combined (vph)	0	0	0	479	0	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Factor (vph)	1.00	0.85	0.95	1.00	0.95	0.85
Saturated Flow (vph)	0	0	0	1900	0	0
Ped Int Time (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pedestrian Frequency (%)	0.00		0.00		0.00	
Protected Option Allowed	Yes		Yes		No	
Reference Time (s)	0.0		0.0		30.3	
Adj Reference Time (s)	0.0		0.0		34.3	
Permitted Option						
Adj Saturation A (vph)	0		0		1900	
Reference Time A (s)	0.0		0.0		30.3	
Adj Saturation B (vph)	NA		0		1900	
Reference Time B (s)	NA		0.0		30.3	
Reference Time (s)	0.0		0.0		30.3	
Adj Reference Time (s)	0.0		34.3		34.3	
Split Option						
Ref Time Combined (s)	0.0		0.0		30.3	
Ref Time Separate (s)	0.0		0.0		30.3	
Reference Time (s)	0.0		30.3		30.3	
Adj Reference Time (s)	0.0		34.3		34.3	
Summary						
	NB SB		NW		Combined	
Protected Option (s)	34.3		NA			
Permitted Option (s)	34.3		Err			
Split Option (s)	34.3		0.0			
Minimum (s)	34.3		0.0		34.3	
Right Turns						
Adj Reference Time (s)						
Cross Thru Ref Time (s)						
Oncoming Left Ref Time (s)						
Combined (s)						
Intersection Summary						
Intersection Capacity Utilization	28.5%		ICU Level of Service		A	
Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.						

Intersection Capacity Utilization

5:

12/12/2021



Movement	EBL	EBT	WBT	WBR	SBL	SBR
Lane Configurations		↑	↑		↓	
Volume (vph)	0	335	184	0	8	0
Pedestrians						
Ped Button						
Pedestrian Timing (s)						
Free Right				No		No
Ideal Flow	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Green (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Ref Cycle Length (s)	120	120	120	120	120	120
Volume Combined (vph)	0	335	184	0	8	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Factor (vph)	0.95	1.00	1.00	0.85	0.95	0.85
Saturated Flow (vph)	0	1900	1900	0	1806	0
Ped Intf Time (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pedestrian Frequency (%)		0.00	0.00		0.00	
Protected Option Allowed		Yes	Yes		No	
Reference Time (s)	0.0	21.2	11.6	0.0		0.0
Adj Reference Time (s)	0.0	25.2	15.6	0.0		0.0
Permitted Option						
Adj Saturation A (vph)	0	1900	1900		120	
Reference Time A (s)	0.0	21.2	11.6		8.0	
Adj Saturation B (vph)	NA	NA	NA		NA	
Reference Time B (s)	NA	NA	NA		NA	
Reference Time (s)		21.2	11.6			
Adj Reference Time (s)		25.2	15.6			
Split Option						
Ref Time Combined (s)	0.0	21.2	11.6		0.5	
Ref Time Separate (s)	0.0	21.2	11.6		0.5	
Reference Time (s)	21.2	21.2	11.6		0.5	
Adj Reference Time (s)	25.2	25.2	15.6		8.0	
Summary	EB WB		EB		Combined	
Protected Option (s)	25.2		NA			
Permitted Option (s)	25.2		8.0			
Split Option (s)	40.8		8.0			
Minimum (s)	25.2		8.0		33.2	
Right Turns						
Adj Reference Time (s)						
Cross Thru Ref Time (s)						
Oncoming Left Ref Time (s)						
Combined (s)						
Intersection Summary						
Intersection Capacity Utilization		27.7%		ICU Level of Service		A
Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.						

Intersection Capacity Utilization
8: PANAMERICANA NORTE

12/12/2021



Movement	NBT	NBR	SBL	SBT	SWL	SWR
Lane Configurations	↑↓					
Volume (vph)	510	479	0	0	0	0
Pedestrians						
Ped Button						
Pedestrian Timing (s)						
Free Right		No				No
Ideal Flow	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Green (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Refr Cycle Length (s)	120	120	120	120	120	120
Volume Combined (vph)	595	0	0	0	0	0
Lane Utilization Factor	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Factor (vph)	0.93	0.85	0.95	1.00	0.96	0.85
Saturated Flow (vph)	3355	0	0	0	0	0
Ped Intf Time (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pedestrian Frequency (%)	0.00			0.00	0.00	
Protected Option Allowed	Yes			Yes	No	
Reference Time (s)	35.4	0.0	0.0	0.0		0.0
Adj Reference Time (s)	39.4	0.0	0.0	0.0		0.0
Permitted Option						
Adj Saturation A (vph)	1677		0	0	0	
Reference Time A (s)	35.4		0.0	0.0	0.0	
Adj Saturation B (vph)	3355		NA	NA	NA	
Reference Time B (s)	35.4		NA	NA	NA	
Reference Time (s)	35.4			0.0		
Adj Reference Time (s)	39.4			0.0		
Split Option						
Ref Time Combined (s)	35.4		0.0	0.0	0.0	
Ref Time Separate (s)	18.2		0.0	0.0	0.0	
Reference Time (s)	35.4		0.0	0.0	0.0	
Adj Reference Time (s)	39.4		0.0	0.0	0.0	
Summary	NB SB	SW	Combined			
Protected Option (s)	39.4		NA			
Permitted Option (s)	39.4		Er			
Split Option (s)	39.4		0.0			
Minimum (s)	39.4		0.0		39.4	
Right Turns						
Adj Reference Time (s)						
Cross Thru Ref Time (s)						
Oncoming Left Ref Time (s)						
Combined (s)						
Intersection Summary						
Intersection Capacity Utilization		32.8%		ICU Level of Service		A
Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.						

Intersection Capacity Utilization

10:

12/12/2021

Movement	NBT	NBR	SBL	SBT	NNL	NWR
Lane Configurations				↑		
Volume (vph)	0	0	0	479	0	0
Pedestrians						
Ped Button						
Pedestrian Timing (s)						
Free Right		No				No
Ideal Flow	1900	1900	1500	1500	1900	1900
Lost Time (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Minimum Green (s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Refr Cycle Length (s)	120	120	120	120	120	120
Volume Combined (vph)	0	0	0	479	0	0
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Turning Factor (vph)	1.00	0.85	0.95	1.00	0.95	0.85
Saturated Flow (vph)	0	0	0	1900	0	0
Ped Intf Time (s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pedestrian Frequency (%)	0.00			0.00		0.00
Protected Option Allowed	Yes			Yes		No
Reference Time (s)	0.0	0.0	0.0	30.3		0.0
Adj Reference Time (s)	0.0	0.0	0.0	34.3		0.0
Permitted Option						
Adj Saturation A (vph)	0		0	1900		0
Reference Time A (s)	0.0		0.0	30.3		0.0
Adj Saturation B (vph)	NA		0	1900		NA
Reference Time B (s)	NA		0.0	30.3		NA
Reference Time (s)	0.0			30.3		
Adj Reference Time (s)	0.0			34.3		
Split Option						
Ref Time Combined (s)	0.0		0.0	30.3		0.0
Ref Time Separate (s)	0.0		0.0	30.3		0.0
Reference Time (s)	0.0		30.3	30.3		0.0
Adj Reference Time (s)	0.0		34.3	34.3		0.0
Summary	NB SB		NW		Combined	
Protected Option (s)	34.3		NA			
Permitted Option (s)	34.3		En			
Split Option (s)	34.3		0.0			
Minimum (s)	34.3		0.0		34.3	
Right Turns						
Adj Reference Time (s)						
Cross Thru Ref Time (s)						
Oncoming Left Ref Time (s)						
Combined (s)						
Intersection Summary						
Intersection Capacity Utilization	28.5%		ICU Level of Service		A	
Reference Times and Phasing Options do not represent an optimized timing plan.						