

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Propuesta para la implementación de puentes peatonales para la seguridad vial y movilidad en las vías principales del distrito de Ticslacayan, Pasco”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Perez Paucar, Preciliano

ASESOR: Jacha Rojas, Johnny Prudencio

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Transporte**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería civil**Disciplina:** Ingeniería civil**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72841317

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 40895876

Grado/Título: Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0001-7920-1304

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
3	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:00 horas del día viernes 10 de julio de 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	PRESIDENTE
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	SECRETARIO
❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 1194-2026-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PUENTES PEATONALES PARA LA SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD EN LAS VIAS PRINCIPALES DEL DISTRITO DE TICLACAYAN, PASCO", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Preciliano PEREZ PAUCAR, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

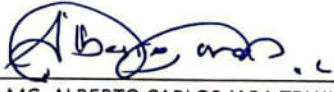
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de supiciente (Art. 47).

Siendo las 12:00 horas del día 10 del mes de julio del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
PRESIDENTE



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
SECRETARIO (A)



MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
VOCAL



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **PRECILIANO PEREZ PAUCAR**, de la investigación titulada **"PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PUENTES PEATONALES PARA LA SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD EN LAS VIAS PRINCIPALES DEL DISTRITO DE TICLACAYAN, PASCO"**, con asesor(a): **JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 1284-2024-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **7 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 01 de junio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 01 de octubre de 2026.

114. PRECILIANO PEREZ PAUCAR.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

3

repositorio.une.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mis padres, quienes me acompañaron y apoyaron profundamente a lo largo de mi camino académico. Por ser un gran modelo de perseverancia, dedicación y, sobre todo a mi hija Cayetana Valentina, Este logro también les pertenece a ellos.

AGRADECIMIENTOS

Estoy profundamente agradecido con el Dr. Johnny Jacha Rojas, quien brindó una orientación invaluable, una paciencia extrema y un compromiso dedicado como asesor. Agradezco a todos los docentes de la Universidad de Huánuco por su contribución de mi formación profesional. También a mi familia, por su amor y fe incondicional en mí, se convirtieron, a lo largo de este camino, en el pilar emocional inquebrantable y principal apoyo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICACIÓN	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE INVESTIGACIÓN	18
1.6.1. RECURSOS ECONÓMICOS	18
1.6.2. RECURSOS MATERIALES	18
1.6.3. RECURSOS HUMANOS.....	18
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24

2.2.	BASES TEÓRICAS	26
2.2.1.	PUENTE PEATONAL	26
2.2.2.	CONDICIÓN DEL CRUCE	30
2.2.3.	FLUIDEZ DEL CRUCE	33
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	35
2.4.	HIPÓTESIS	37
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	37
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	37
2.5.	VARIABLES	37
2.5.1.	VARIABLE 1	37
2.5.2.	VARIABLE 2	38
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
CAPÍTULO III.....		40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		40
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.1.	ENFOQUE	40
3.1.2.	ALCANCE	40
3.1.3.	DISEÑO	41
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
3.2.1.	POBLACIÓN.....	41
3.2.2.	MUESTRA	42
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.3.1.	TÉCNICAS.....	43
3.3.2.	INSTRUMENTOS	43
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	43
CAPÍTULO IV		45
RESULTADOS		45
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS DESCRIPTIVOS.....	45
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	83
CAPÍTULO V		88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		88
CONCLUSIONES		93

RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esquema de operacionalización	39
Tabla 2 Aforo vehicular para el primer punto crítico	49
Tabla 3 Aforo vehicular para el segundo punto crítico seleccionado	51
Tabla 4 Aforo vehicular para el tercer punto crítico seleccionado	54
Tabla 5 Aforo vehicular para el cuarto punto crítico seleccionado.....	57
Tabla 6 Aforo peatonal en el primer punto crítico	61
Tabla 7 Aforo peatonal en el segundo punto crítico	61
Tabla 8 Aforo peatonal en el tercer punto crítico	62
Tabla 9 Flujo peatonal en el cuarto punto crítico	63
Tabla 10 Promedio de aforo vehicular del primer punto crítico	64
Tabla 11 Promedio de aforo peatonal del primer punto crítico	65
Tabla 12 Promedio de aforo vehicular del segundo punto crítico	65
Tabla 13 Promedio de aforo peatonal del segundo punto crítico.....	66
Tabla 14 Promedio de aforo vehicular del tercer punto crítico	66
Tabla 15 Promedio de aforo peatonal del tercer punto crítico	66
Tabla 16 Promedio de aforo vehicular del cuarto punto crítico.....	67
Tabla 17 Promedio de aforo peatonal del cuarto punto crítico	67
Tabla 18 Parámetros de suelos relevantes para el diseño de la cimentación del puente peatonal	69
Tabla 19 Parámetros generales de diseño	72
Tabla 20 Comparativa del escenario sin infraestructura y el escenario con infraestructura.....	72
Tabla 21 Cargas gravitacionales y combinaciones de diseño	73
Tabla 22 Análisis estructural de la losa.....	74
Tabla 23 Diseño de la Losa del tablero.....	75
Tabla 24 Diseño de las vigas longitudinales	76
Tabla 25 Diseño de las columnas estructurales	76
Tabla 26 Diseño de la cimentación	76
Tabla 27 Metrado de materiales	77
Tabla 28 Resumen de costos para la viabilidad técnico-económica	78
Tabla 29 Precios y cantidades de recursos requeridos.....	80

Tabla 30 Resumen sintético de la viabilidad técnico–económica partidas y recursos.....	80
Tabla 31 Regresión lineal del modelo general de la hipótesis general	83
Tabla 32 Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis general	84
Tabla 33 Regresión lineal del modelo general de la hipótesis específica 1 ..	84
Tabla 34 Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis específica 1 ..	85
Tabla 35 Regresión lineal del modelo general de la hipótesis específica 2 ..	85
Tabla 36 Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis específica 2 ..	86
Tabla 37 Regresión lineal del modelo general de la hipótesis específica 3 ..	86
Tabla 38 Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis específica 3 ..	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Elementos de un puente	28
Figura 2 Tipos de fuerzas sobre pilares según AASHTO	29
Figura 3 Mapa general del área de estudio	45
Figura 4 Primer punto crítico seleccionado	46
Figura 5 Segundo punto crítico seleccionado	46
Figura 6 Tercer punto crítico seleccionado	47
Figura 7 Cuarto punto crítico seleccionado	47
Figura 8 Resumen de los cuatro puntos críticos seleccionados	48
Figura 9 Variación del flujo vehicular por hora en las 3 etapas de observación	60
Figura 10 Flujo peatonal del primer punto critico	61
Figura 11 Flujo peatonal del segundo punto critico	62
Figura 12 Flujo peatonal del tercer punto critico	63
Figura 13 Flujo peatonal del cuarto punto critico.....	64
Figura 14 Vista frontal del puente peatonal planteado	81
Figura 15 Modelamiento del puente peatonal en AutoCAD.....	82
Figura 16 Modelamiento de la cimentación y detalles del puente peatonal en AutoCAD	82
Figura 17 Modelamiento de vigas y columnas del puente peatonal en AutoCAD	83

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo de determinar la influencia que tiene la propuesta para la implementación de puentes peatonales en la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco - 2025. El estudio respondió a la necesidad de reducir los accidentes peatonales generados por el incremento del tránsito vehicular y la ausencia de infraestructura adecuada. La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y nivel descriptivo. Se emplearon métodos de observación estructurada, aforos peatonales y vehiculares, levantamientos topográficos y modelamiento estructural mediante software especializado, conforme a las normas AASHTO LRFD (2020) y el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Los resultados mostraron cuatro puntos críticos con alto riesgo peatonal, donde el punto 4 registró 241 vehículos/día y 835.8 peatones/día, evidenciando la mayor exposición al peligro. A partir de estos datos, se desarrolló un diseño estructural tipo viga-losa de concreto armado con un gálibo mínimo de 5.50 m y ancho útil de 1.80 m, verificando su desempeño ante cargas muertas, vivas y sísmicas. El análisis económico demostró su viabilidad técnica y financiera, considerando materiales locales y costos accesibles de S/ 120 947.54. Donde se concluye que la propuesta del puente peatonal en Ticlacayán es viable y necesaria, respaldada por $R^2 = 0,671$ y altos niveles de demanda de cruce. El diseño tipo viga-losa de concreto armado resulta seguro, funcional y adecuado, constituyendo una solución eficiente al problema de movilidad.

Palabras clave: Seguridad vial, movilidad urbana, puentes peatonales, diseño estructural, viabilidad técnica.

ABSTRACT

The research aimed to develop a pedestrian bridge design proposal to improve road safety and mobility on the main roads of the Ticlacayán district in Pasco. The study addressed the need to reduce pedestrian accidents caused by increased vehicular traffic and the lack of adequate infrastructure. The research was applied, with a quantitative approach and a descriptive level of analysis. Methods employed included structured observation, pedestrian and vehicular traffic counts, topographic surveys, and structural modeling using specialized software, in accordance with AASHTO LRFD (2020) standards and the National Building Regulations (RNE). The results revealed four critical points with high pedestrian risk, with point 4 registering 241 vehicles/day and 835.8 pedestrians/day, demonstrating the greatest exposure to danger. Based on this data, a reinforced concrete beam-slab structural design was developed with a minimum clearance of 5.50 m and a usable width of 1.80 m, verifying its performance under dead, live, and seismic loads. The economic analysis demonstrated its technical and financial viability, considering local materials and affordable costs of S/ 120,947.54. It is concluded that the proposed pedestrian bridge in Ticlacayán is viable and necessary, supported by an R^2 of 0.671 and high levels of crossing demand. The reinforced concrete beam-slab design is safe, functional, and appropriate, constituting an efficient solution to the mobility problem.

Keywords: Road safety, urban mobility, pedestrian bridges, structural design, technical feasibility.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolló con el propósito de proponer un diseño de puentes peatonales que contribuya a mejorar la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco. En los últimos años, el aumento del tránsito vehicular y la falta de infraestructura peatonal adecuada generaron condiciones de riesgo, especialmente para niños, adultos mayores y personas con discapacidad. La inexistencia de puentes o pasos elevados obligó a los peatones a cruzar por zonas inseguras, exponiéndolos a constantes accidentes y congestionamientos.

El problema central se formuló a partir de la pregunta: ¿En qué medida la propuesta de diseño para la implementación de puentes peatonales influye en la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco - 2025? Para responder a esta interrogante, se planteó como objetivo general elaborar un diseño estructural de puentes peatonales que reduzca los riesgos viales y optimice la circulación peatonal y vehicular.

La investigación se justificó teóricamente por su contribución al conocimiento sobre infraestructura peatonal segura; en el aspecto práctico, por brindar una propuesta técnica viable para zonas rurales o urbanas en expansión; y metodológicamente, por la aplicación rigurosa de técnicas de observación, aforo y modelamiento estructural.

El trabajo comprendió cinco capítulos: el primero presentó principalmente el problema, objetivos y justificación; el segundo, los antecedentes y bases teóricas; el tercero, la metodología aplicada; el cuarto, los resultados del diagnóstico y la propuesta estructural; y el quinto, la discusión, conclusiones y recomendaciones.

Entre las limitaciones se identificó la escasa información oficial actualizada sobre tránsito y la variabilidad temporal de los aforos. No obstante, se concluyó que la propuesta presentada es técnicamente viable, económicamente sostenible y socialmente necesaria para garantizar una movilidad urbana más segura e inclusiva en Ticlacayán.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad vial es una preocupación constante en muchas partes del mundo, especialmente cuando se trata de peatones. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (2018), una proporción considerable de las víctimas de accidentes de tránsito son personas que se desplazaban a pie. Esta situación refleja la necesidad urgente de contar con espacios urbanos que prioricen al peatón y no solo al vehículo. En diversos países, la implementación de infraestructura específica como puentes peatonales ha permitido reducir significativamente estos riesgos, al facilitar un cruce más seguro en vías con alto flujo vehicular.

En el Perú, la realidad no es diferente. A pesar de contar con normas técnicas como el Manual de Seguridad Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017), su aplicación no ha sido uniforme ni suficiente, particularmente en zonas rurales o distritos en proceso de urbanización. La falta de planificación centrada en el peatón y la escasa inversión en infraestructura adecuada han dejado expuestos a muchos ciudadanos, en especial a niños, adultos mayores y personas con discapacidad, quienes enfrentan mayores dificultades para cruzar con seguridad las vías principales.

En el país, la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito no muestra una reducción significativa. En 2021 se registraron 5,687 siniestros viales, lo que representa un incremento del 41.82 % respecto a 2020 y del 25.24 % en comparación con 2019, (Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías [SUTRAN], 2022). Este problema se debe a la deficiente infraestructura vial, la falta de puentes peatonales y señalización adecuada, además de la imprudencia de conductores y peatones y la limitada educación vial (Aguirre y Saucedo, 2022).

Este problema se hace más evidente en el distrito de Ticlacayán, en la región Pasco. Allí, los vecinos deben atravesar calles de alto tránsito sin contar

con puentes peatonales, pasos a desnivel ni señalización apropiada. Esta situación no solo incrementa el riesgo de accidentes, sino que limita el acceso seguro a servicios como escuelas, centros de salud y mercados. En muchas zonas, se observa que los cruces improvisados son parte del día a día, lo que demuestra que el problema no es nuevo, pero sí urgente de atender.

Además de afectar la seguridad, esta carencia también tiene un impacto social y económico. La movilidad se vuelve más difícil, especialmente para quienes ya enfrentan otras barreras, y eso contribuye al aislamiento y a la desigualdad. Si no se plantean soluciones técnicas bien diseñadas, adaptadas a las condiciones reales del distrito, la problemática persistirá, afectando la calidad de vida de la población.

Por ello, esta investigación tiene como propósito analizar esta situación desde una mirada integral, y plantear una propuesta viable que considere criterios técnicos y de accesibilidad. Se trata de diseñar puentes peatonales no solo funcionales, sino también sostenibles, que respondan a las características propias del lugar. La intención es ofrecer una alternativa que contribuya a reducir los accidentes y mejore la movilidad urbana en Ticsacayán, promoviendo un entorno más seguro y accesible para todos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿En qué medida la propuesta para la implementación de puentes peatonales influye en la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE 1. ¿Cuáles son los puntos críticos identificados a partir del análisis de la interacción peatonal y vehicular del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025?

PE 2. ¿Cómo el modelamiento estructural de un puente peatonal influye en la mejora de la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025?

PE 3. ¿De qué manera diseño estructural resulta económicamente sostenible y técnicamente viable para garantizar la seguridad vial del distrito de Ticslacayán, Pasco - 2025?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia que tiene la propuesta para la implementación de puentes peatonales en la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco - 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los puntos críticos a partir del análisis aforo peatonal-vehicular en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco - 2025.

Elaborar la propuesta de diseño estructural de un puente peatonal con el fin de mejorar la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco - 2025.

Evaluar la viabilidad económica y técnica del diseño estructural, en base a las condiciones apropiadas de seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco – 2025.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación busca aportar al conocimiento existente sobre la infraestructura peatonal en zonas que, como Ticslacayán, no siempre han sido atendidas por los estudios tradicionales. Aunque en las grandes ciudades ya se han desarrollado propuestas relacionadas con puentes peatonales, en distritos rurales y en proceso de crecimiento urbano aún persisten vacíos importantes. Diversos autores señalan que este tipo de infraestructura ayuda a ordenar la interacción entre peatones y vehículos, disminuyendo el riesgo de accidentes y mejorando la fluidez del tránsito. En este trabajo se plantea un diseño de puente peatonal

adaptado a las condiciones particulares del distrito, considerando factores como la topografía irregular, la estrechez de algunas vías y la presencia de un tránsito mixto. Por otra parte, no se rechaza la existencia de un vacío de información y literatura científica relevante a los sistemas más eficientes en puentes peatonales en contextos rurales, esta información ataca directamente ese límite informativo. Aunado a ello se suma un contexto de estudio que se direcciona a espacios donde el tránsito es mixto y la topografía también lo es; esta información proporcionara un mejor enfoque que se dirija a una realidad local específica por medio de un desempeño técnico.

Además, el estudio busca fortalecer el sustento teórico para futuras investigaciones y servir como referencia para proyectos similares en contextos rurales o semiurbanos, enmarcándose en la línea de investigación de estructuras, al ampliar el conocimiento por medio de una propuesta que se basa en criterios de diseño estructural, estudio de cargas y comportamiento del puente peatonal. Lo que a su vez, abre la posibilidad de reflexionar sobre el papel de la ingeniería civil en la atención de problemas sociales que van más allá de la estructura física, integrando aspectos de movilidad, seguridad y planificación territorial, pero desde una perspectiva práctica y funcional que genera aportes a la ampliación de técnicas y soluciones que se apliquen en contextos rurales, la prioridad otorgada a los puntos que exponen mayor nivel de riesgo de accidentabilidad peatonal, determina que los datos seas representativos a los objetivos planteados para el diseño de la propuesta.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El valor práctico de esta investigación se basa en el análisis de una problemática tangible y apremiante en el distrito de Ticlacayán, la falta de infraestructura peatonal segura en avenidas de alto tránsito vehicular. El diseño de los puentes peatonales propuesto en la investigación permite empezar a ofrecer una alternativa técnica que, de manera directa, mejora la seguridad en los desplazamientos y el cruce de los

vehículos. La orientación de la investigación es aplicada, en la medida que presenta propuestas acordes al contexto geográfico, climático y socioeconómico del distrito, estableciendo criterios de eficacia estructural. En este sentido, el estudio no solo ofrece una respuesta al problema en cuestión, sino que también proporciona un medio para mejorar las condiciones de vida de la población y fomentar un entorno urbano más seguro, respaldándose en el cumplimiento de normativas nacionales como el Reglamento Nacional de Edificaciones y disposiciones relacionadas con la seguridad vial y el diseño de infraestructura de tránsito, las cuales implantan criterios para legitimar escenarios seguros en infraestructura de tránsito peatonal.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La investigación se justifica dado que se basa en un conjunto de procedimientos suficientemente rigurosos y relevantes para el análisis de la infraestructura peatonal. La investigación utiliza técnicas cuantitativas como el conteo de peatones y vehículos, la identificación de puntos críticos de cruce y la modelación estructural, que al combinarse generan resultados precisos y adecuadamente justificados, y esta metodología se complementa con la evaluación de la viabilidad económica del proyecto. El uso de herramientas de ingeniería, incluyendo criterios de diseño estructural, normas técnicas nacionales y análisis de cargas, garantiza que la propuesta sea replicable en la construcción de infraestructura similar en otros distritos del país.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones fue el aforo peatonal y vehicular porque se realizó en periodos específicos y representativos; sin embargo, estos no permiten captar la variabilidad completa del tránsito a lo largo del año, especialmente en temporadas festivas, escolares o agrícolas, donde los flujos pueden incrementarse significativamente. Esta limitación puede influir en la identificación de puntos críticos y en la estimación del nivel real de riesgo.

Otra limitación importante se relaciona con la disponibilidad de

información técnica actualizada por parte de entidades locales. En algunos casos, fue necesario complementar datos oficiales con observaciones de campo, lo cual podría generar cierto grado de variabilidad en la precisión del diagnóstico inicial. Del mismo modo, la viabilidad económica estimada se elaboró en función de precios referenciales y normativas vigentes al momento del estudio.

1.6. VIABILIDAD DE INVESTIGACIÓN

1.6.1. RECURSOS ECONÓMICOS

La investigación es económicamente viable porque no requiere grandes inversiones. Las actividades de campo, como los aforos peatonales y vehiculares, pueden realizarse con gastos accesibles de traslado y material. Además, el software necesario para el modelamiento estructural cuenta con versiones estudiantiles o acceso institucional, evitando costos elevados. Esto permite que el proyecto pueda desarrollarse dentro del presupuesto accesible para un estudiante universitario.

1.6.2. RECURSOS MATERIALES

Los recursos materiales necesarios para el estudio están disponibles. Se cuenta con computadora, bibliografía digital y normativa técnica, mientras que el trabajo de campo demanda herramientas fundamentales como fichas de registro, cronómetro y una cámara o celular. No se requieren equipos especializados de alto costo, lo que facilita que el investigador pueda recopilar y procesar la información con materiales accesibles y adecuados para una investigación de pregrado.

1.6.3. RECURSOS HUMANOS

La investigación también es viable por la disponibilidad de recursos humanos. Conté con la orientación de mi asesor especializado y el apoyo de algunos docentes de la carrera, quienes brindan orientación metodológica y técnica. Este respaldo garantiza que el proceso investigativo se desarrolle con guía adecuada y acceso a datos

confiables.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Zambrano y Junco (2020) desarrollaron en Bogotá el estudio Propuesta de diseño de un puente peatonal sobre la Av. Boyacá con Calle 12 B, Bogotá, Colombia, cuyo propósito fue ofrecer una alternativa técnica frente a los problemas de accidentabilidad y congestión vehicular presentes en una zona de alto tránsito. Su investigación se enmarcó en un enfoque no experimental y de carácter descriptivo, orientado a examinar las condiciones del entorno urbano y valorar posibles soluciones sin alterar la dinámica real del lugar. La población de estudio estuvo conformada por peatones y conductores que transitaban por la intersección analizada. Para la recolección de información se efectuaron aforos peatonales y vehiculares, complementados con observaciones directas y registros en campo. Además, se aplicaron herramientas de modelamiento estructural y de diseño geométrico que permitieron simular el comportamiento de la estructura. El proceso de validación técnica se sustentó en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD – CCP 14 y en las especificaciones AASHTO LRFD, garantizando el cumplimiento de criterios internacionales de resistencia y seguridad. Entre los principales resultados, los autores destacaron que la infraestructura propuesta disminuiría de manera considerable el riesgo de atropellos, al mismo tiempo que favorecería una circulación más fluida y segura entre peatones y vehículos. Concluyeron, finalmente, que el diseño planteado representa una alternativa funcional y sostenible para mejorar la movilidad urbana y elevar el nivel de seguridad vial en zonas con alta densidad de tránsito.

Ponte y Duarte (2021), en su estudio Análisis de alternativas para el paso peatonal en la intersección de la vía Fontibón, Facatativá, Los

Alpes con la calle primera, desarrollado en el municipio de Facatativá-Bogotá, evaluaron soluciones para mejorar el cruce peatonal en una zona con alta transitabilidad, debido al deterioro avanzado del puente peatonal existente. La investigación adoptó un diseño no experimental y descriptivo, ya que se basó en la observación de la infraestructura y el análisis comparativo de alternativas sin manipular variables. La población de estudio estuvo conformada por los usuarios que circulaban diariamente por dicha intersección, para quienes se aplicaron encuestas digitales que permitieron recoger sus percepciones y necesidades. Asimismo, se utilizó la evaluación técnica del estado estructural del puente como instrumento principal, complementada con modelos gráficos generados mediante software especializado para analizar el comportamiento y la viabilidad de cada propuesta. Entre los resultados más relevantes, se identificó que la infraestructura existente ya no cumplía con las condiciones mínimas de seguridad, y que la alternativa más adecuada era la implementación de un paso peatonal a nivel regulado mediante semáforos, dado que ofrecía mayor accesibilidad universal, menores costos de construcción y mantenimiento, y una mejor integración con el entorno urbano. Finalmente, los autores concluyeron que esta opción no solo reducirá la accidentalidad y facilitará el tránsito peatonal, sino que también promoverá un uso más equitativo del espacio público, constituyéndose en una solución sostenible y replicable para otras zonas urbanas con problemáticas similares.

Armijos y Bajaan (2024), en su estudio Diseño de un puente peatonal en el Km. 19 de la Vía a la Costa, Cantón Guayaquil, desarrollaron un análisis orientado a proponer una estructura que garantizara la seguridad de los peatones en una vía de alta velocidad, donde existía un riesgo constante de accidentes por el intenso flujo vehicular. La investigación se enmarcó en un diseño no experimental y descriptivo, al basarse en la observación del entorno y el análisis técnico sin manipular variables, siendo la unidad de estudio el tramo vial donde se proyectaría la infraestructura. Para ello aplicaron estudios topográficos completos, cálculos estructurales de cargas vivas y

muertas, modelamientos geométricos con software especializado y levantamientos mediante estación total. Estos instrumentos permitieron definir soportes de neopreno reforzado, columnas de hormigón armado y una viga tipo Doble T, elementos seleccionados por su capacidad para responder a las exigencias del terreno y de la dinámica vehicular del sector. Entre sus principales resultados, los autores determinaron que el diseño propuesto es técnicamente seguro, económicamente viable y adecuado para reducir la accidentalidad. Concluyeron que su propuesta constituye una solución sostenible que prioriza la seguridad del peatón y puede replicarse en otras zonas urbanas con características similares.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Chuquipoma (2020), en su tesis Diseño estructural de un puente peatonal en la avenida José Gabriel Condorcanqui sector Wichanzao, La Esperanza, desarrolló un estudio orientado a proponer un puente peatonal que responda a los problemas de movilidad y seguridad en una vía de alta velocidad en Trujillo, Perú. Su investigación presentó un diseño descriptivo y aplicado, sustentado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, el Manual de Puentes y normas AASHTO y ACI. La unidad de estudio fue la intersección donde se proyectó el puente, para lo cual se realizaron aforos mediante observación directa, registrando un flujo promedio de 2,194 peatones por día. También se efectuaron estudios de mecánica de suelos mediante calicatas y ensayos de laboratorio, determinando que el terreno correspondía a arena uniforme (SP) con una capacidad portante de 0.83 kg/cm², adecuada para cimentaciones aisladas. Con esta información se diseñó una estructura aérea de concreto armado compuesta por tres tramos de 10.6 metros y un gálibo mínimo de 5.5 metros. Los resultados mostraron que el diseño planteado cumple con los criterios de seguridad y constituye una solución viable para reducir accidentes en la zona. Concluyó que la integración de estudios preliminares, normativa vigente y criterios estructurales permite generar propuestas replicables en áreas urbanas similares.

Quispe (2023), en su tesis Propuesta de diseño de puente peatonal

en arco a base de módulos de mampostería y ferrocemento en la zona del río Rímac en la ciudad de Lima-Perú, desarrolló una investigación orientada a plantear un puente peatonal seguro y funcional en un sector donde la ausencia de infraestructura representaba un riesgo considerable para los peatones. La tesis presentó un diseño descriptivo y aplicado, tomando como unidad de estudio el tramo del río Rímac donde se proyectaría la estructura. La metodología incluyó un levantamiento topográfico para definir los parámetros geométricos del puente, análisis de mecánica de suelos para determinar la capacidad portante del terreno y simulaciones computacionales mediante software de elementos finitos para evaluar su comportamiento estructural. Los resultados mostraron que el diseño en arco distribuía eficientemente las cargas, que los materiales seleccionados (mampostería y ferrocemento) proporcionaban resistencia adecuada y que el terreno poseía condiciones suficientes para soportar la cimentación. Asimismo, las simulaciones confirmaron estabilidad estructural bajo diferentes escenarios de carga y condiciones ambientales. El autor concluyó que la propuesta es viable técnica y económicamente, aporta una solución segura y sostenible para zonas similares y destaca la importancia de considerar el contexto local, la disponibilidad de materiales y las necesidades de los usuarios en el diseño de infraestructuras peatonales.

Aguirre y Saucedo (2022), en su tesis Diseño estructural del puente peatonal para mejorar la transitabilidad entre las avenidas América Sur y prolongación César Vallejo, Trujillo, desarrollaron una investigación orientada a resolver los problemas de seguridad y fluidez peatonal en una intersección con alta congestión vehicular. El estudio empleó un diseño descriptivo, no experimental y de enfoque cuantitativo, integrando herramientas como AutoCAD y CSI Bridge para el modelado estructural. La unidad de estudio fue la intersección evaluada, donde un aforo registró un promedio diario de 2,154 peatones, lo que evidenció la necesidad de una infraestructura segura. Asimismo, se realizaron calicatas para determinar la capacidad admisible del terreno y un levantamiento topográfico que identificó un desnivel de 1.04 metros. Con

estos datos se diseñó un puente viga-losa de 36 metros de longitud y 3 metros de ancho, dividido en dos tramos de 18 metros, incorporando escaleras helicoidales y un ascensor conforme a la norma A-120. Los resultados mostraron que el diseño cumple con los criterios estructurales de LRFD-AASHTO y el Reglamento Nacional de Edificaciones, es económicamente viable, reduce el riesgo de accidentes y mejora la conectividad peatonal. Los autores concluyeron que esta propuesta constituye una solución funcional, accesible y replicable para zonas con características similares.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Cajachahua (2023), en su tesis Mejora de la transitabilidad peatonal mediante el diseño y construcción de puentes colgantes en la localidad de Paucar – Pasco 2022, desarrolló una investigación orientada a resolver los problemas de accesibilidad en una zona rural caracterizada por terrenos irregulares y condiciones climáticas adversas. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, teniendo como unidad de análisis a los habitantes de Paucar, quienes se beneficiaban directamente de la infraestructura implementada. La metodología incluyó estudios topográficos y de mecánica de suelos para garantizar la estabilidad de los puentes colgantes, además de encuestas, entrevistas y observaciones directas para evaluar necesidades de movilidad y el impacto del proyecto. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en accesibilidad, reduciendo tiempos de desplazamiento y facilitando el acceso a servicios básicos; en seguridad, mediante barandillas y superficies antideslizantes; y en adaptabilidad, con rampas inclusivas que beneficiaron a personas con discapacidad. Asimismo, la sostenibilidad se logró mediante el uso de materiales renovables y técnicas de bajo impacto ambiental, mientras que el análisis de coste-efectividad mostró que la solución era viable para contextos rurales. El autor concluyó que la combinación de criterios técnicos y participación comunitaria puede transformar la movilidad rural y servir como modelo replicable en zonas similares.

Sánchez (2023), en su tesis Determinación de la velocidad peatonal en la urbanización San Juan Pampa del distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, departamento de Pasco – 2022, desarrolló un estudio orientado a evaluar las velocidades peatonales locales y compararlas con los valores propuestos por el manual VCHI S.A., empleado comúnmente en el diseño de vías urbanas. La investigación presentó un diseño no experimental y descriptivo, teniendo como unidad de análisis a los peatones de San Juan Pampa, quienes fueron observados en diversos puntos estratégicos. La metodología incluyó observaciones sistemáticas, registro de desplazamientos mediante videos y procesamiento de datos con el software SPSS, clasificando a los peatones según género, edad, condición física y motivo de viaje. Los resultados mostraron que la velocidad promedio de los peatones en la zona es menor que la sugerida por el manual VCHI S.A., especialmente en grupos como personas mayores, mujeres con niños o peatones que usan teléfonos móviles o cargan objetos. En contraste, los adultos jóvenes presentaron mayores velocidades. Estas diferencias evidencian la necesidad de adaptar los parámetros de diseño vial a condiciones locales para evitar congestión y mejorar el nivel de servicio. Sánchez concluyó que estos valores pueden extrapolarse a regiones con características antropométricas similares, aportando una base técnica importante para la planificación de infraestructura peatonal en el Perú.

Guzmán (2023), en su tesis titulada Optimización del diseño de un puente incorporando procesos, metodologías y tecnologías de información – Pasco 2021, llevó a cabo una investigación orientada a superar las limitaciones de los diseños tradicionales mediante la integración del Building Information Modeling (BIM). Su propósito fue incrementar la precisión, sostenibilidad y eficiencia en los proyectos de infraestructura pública. El estudio adoptó un diseño no experimental y descriptivo, tomando como unidad de análisis el proceso integral de diseño estructural de un puente. La metodología aplicada comprendió levantamientos topográficos detallados, análisis de mecánica de suelos y simulaciones en 3 D utilizando software de modelado y análisis

estructural. Asimismo, se incorporaron las normas NTP-ISO 19650-1:2021 para la gestión de la información en obras públicas. Durante el proceso se promovió un trabajo colaborativo entre ingenieros, arquitectos y gestores, lo que permitió anticipar y corregir incompatibilidades antes de la ejecución del diseño. Los resultados evidenciaron que el uso del enfoque BIM redujo significativamente los sobrecostos y los errores de diseño, además de optimizar la administración del tiempo y los recursos disponibles. Se comprobó que esta metodología fortaleció la transparencia y la sostenibilidad de los proyectos al fomentar la colaboración entre los distintos profesionales involucrados. Guzmán concluyó que la aplicación del BIM no solo moderniza el diseño estructural de puentes, sino que también constituye un modelo replicable para la gestión de obras públicas en el país. Asimismo, resaltó la necesidad de formar especialistas y promover políticas que impulsen la adopción del BIM a lo largo de todo el ciclo de vida de los proyectos de infraestructura.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PUENTE PEATONAL

Un puente es una construcción, cruzar vacíos y/o corrientes y tiene componentes transversales de la superestructura que se sitúan entre los soportes. La superestructura es la colección de los pilares y estribos sobre los que descansa el puente y la cimentación que soporta las fuerzas de todo el puente. La carga se transfiere a las losas que descansan dinámicamente sobre los soportes y estribos. Los componentes estructurales del puente funcionarán en una condición de flexión, flexionados por el peso de la superestructura en los brazos de anclaje, la cercha y los cables, y en los cimientos submarinos, que es una estructura compleja, bajo compresión. Es común en tales casos utilizar pilas de cimentación, que deben soportar tanto las cargas estáticas como las sobrecargas dinámicas. Además, estas deben ser capaces de resistir la acción de fuerzas naturales como vientos fuertes o inundaciones severas, lo que garantizará la estabilidad y longevidad

de la estructura (Panez, 2023).

Tipos de puentes

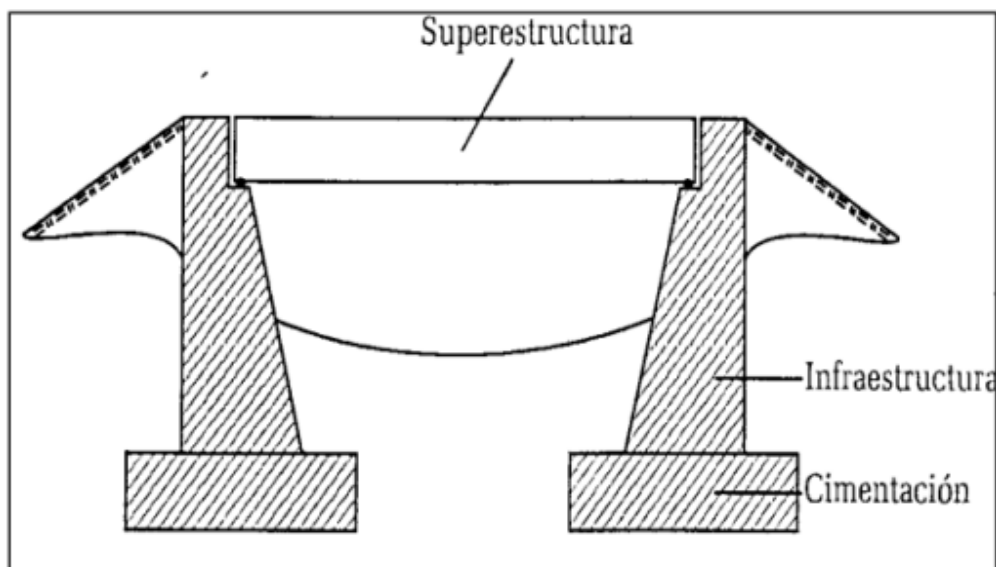
Según Seminario (2004) la clasificación de los puentes se basa fundamentalmente en el material principal de la superestructura del puente, ya que es este el que determina el comportamiento resistente del puente. De esta manera, la clasificación de un puente se atribuye al material principal del que están hechos la mayoría de los elementos estructurales del sistema, incluso cuando otras partes, como la losa, están hechas de un material diferente. Por lo tanto, un puente clasificado como construido de acero es una estructura cuya superestructura es de acero, independientemente del hecho de que la losa sea de concreto. Bajo esta clasificación, los tipos más aceptados son concreto reforzado, concreto pretensado, acero, acero reforzado, madera, compuestos y una multitud de otras variaciones.

Según su utilidad, la clasificación es por el uso que se le puede dar a los puentes varía mucho. Los más recientes son viaductos para el transporte masivo de pasajeros (TRM). Entre los diversos tipos de puentes se encuentran:

- Puentes peatonales.
- Puentes de carretera.
- Puentes ferroviarios.
- Puentes de tuberías.
- Viaductos para el transporte masivo de pasajeros (TRM).

Figura 1

Elementos de un puente



Nota. (Panez, 2023).

El diseño estructural de un puente peatonal tiene como propósito asegurar que la infraestructura responda de manera segura y eficiente a todas las cargas que actúan sobre ella durante su vida útil. Como explican McCormac y Brown (2015), una estructura confiable debe contemplar no solo las cargas permanentes y de uso cotidiano, sino también aquellas asociadas a condiciones ambientales y efectos dinámicos que podrían comprometer su desempeño. En el caso específico de los puentes destinados al tránsito de peatones, los aspectos vinculados a la vibración y a la aceleración adquieren un rol decisivo, pues niveles elevados pueden provocar sensaciones de incomodidad o percepción de riesgo en los usuarios.

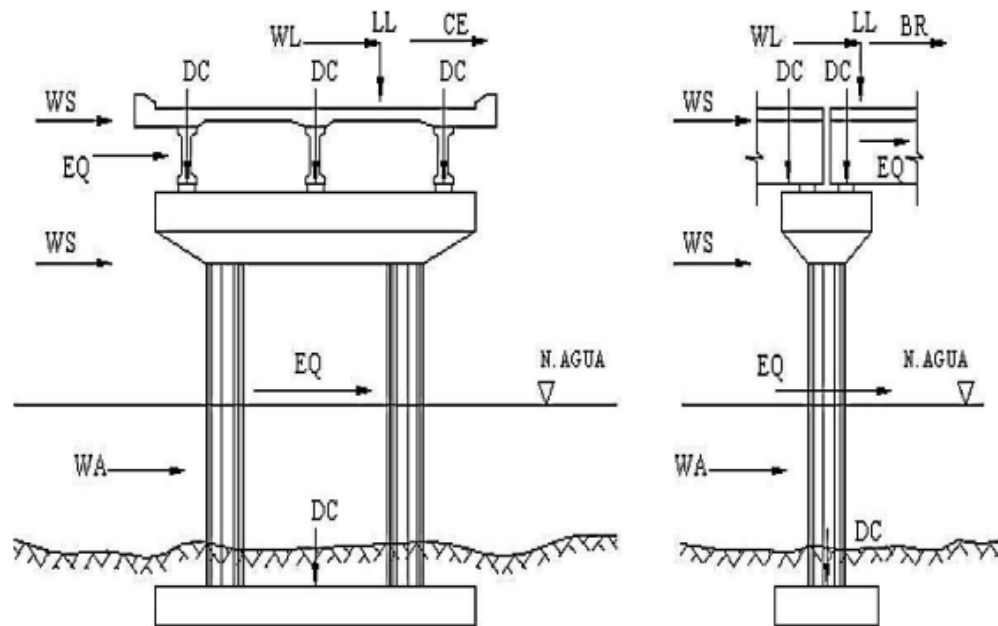
A ello se suma el aporte de Cerón-Carballo et al. (2022), quienes analizan el comportamiento dinámico de los puentes peatonales tipo armadura y evidencian que la respuesta estructural depende en gran medida del movimiento permitido en los nodos, de la forma en que se distribuyen las cargas vivas y de los modos propios de vibración. De manera complementaria, Panez (2023) señala que cada elemento del sistema estructural como la superestructura, la losa, las vigas, los estribos, las pilas y los apoyos contribuye a la correcta transmisión de

las cargas hacia la cimentación. Esta interacción permite comprender cómo una deficiente caracterización del suelo podría alterar la estabilidad global del puente y comprometer su integridad.

Las disposiciones de la AASHTO LRFD (2020) y del Manual de Puentes del MTC (2018) precisan los valores máximos permitidos para flechas, frecuencias y aceleraciones en este tipo de estructuras. Ambas normas coinciden en que las vibraciones deben mantenerse dentro de parámetros que no generen molestias y garanticen una experiencia segura y confortable para los usuarios que transitan el puente.

Figura 2

Tipos de fuerzas sobre pilares según AASHTO



Nota. (Panez, 2023).

Diseño geométrico

El diseño geométrico define proporciones, pendientes, gálibos y accesos. La superestructura debe cumplir dimensiones que permitan tránsito cómodo y continuo. El Manual de Puentes del MTC (2018) establece un gálibo mínimo de 5.50 m sobre la calzada vehicular, mientras que el RNE exige ancho mínimo de 1.50 m para el tránsito peatonal y rampas con pendientes accesibles. Panez (2023) enfatiza que la geometría del puente debe responder a condiciones del sitio,

disponibilidad de materiales y viabilidad constructiva. Esto permite seleccionar soluciones como armaduras metálicas, losas macizas o elementos pretensados, dependiendo del contexto.

Condiciones del entorno

El entorno influye directamente en el desempeño estructural. El levantamiento topográfico permite definir cotas, longitudes de acceso, pendientes y ubicación exacta del puente. Según Coduto (2016), las características del suelo como son la capacidad portante, cohesión, fricción y presencia de agua va a determinar el tipo de cimentación a emplear. En el estudio de Cerón-Carballo et al. (2022), se evidencia que incluso puentes bien diseñados pueden sufrir deterioro si la base de apoyo presenta debilidades.

Viabilidad económica

La viabilidad económica determina si el proyecto puede ejecutarse considerando el costo-beneficio. Boardman et al. (2018) afirman que una evaluación económica adecuada integra aspectos técnicos, sociales y ambientales. La elección de la superestructura no solo depende de criterios estructurales, sino también de la disponibilidad de materiales, mano de obra calificada y condiciones de construcción y en contextos urbanos, un puente peatonal no solo reduce accidentes, sino que también disminuye costos sociales asociados a siniestros viales, justificando su inversión (Panez, 2023).

2.2.2. CONDICIÓN DEL CRUCE

Puntos críticos

La seguridad vial se fundamenta en la capacidad de reconocer zonas donde los peatones presentan mayor exposición al riesgo. Estas áreas, llamadas puntos críticos, concentran eventos o condiciones que incrementan la probabilidad de accidentes, ya sea por la geometría de la vía, la velocidad vehicular, el volumen de tránsito o la ausencia de infraestructura protectora. Elvik (2007) sostiene que estos puntos

requieren intervenciones específicas porque evidencian fallas en el diseño o gestión vial que afectan directamente la seguridad del usuario.

En zonas urbanas y periurbanas, donde peatones deben cruzar vías de alto flujo sin dispositivos de protección, la probabilidad de siniestros se incrementa notablemente. La identificación de estos puntos, basada en aforos peatonales y vehiculares, permite justificar soluciones como los puentes peatonales, infraestructura que disminuye la exposición directa al tráfico y reduce la severidad de accidentes (Aarts y Van Schagen, 2006).

Riesgo de accidentes

El riesgo de accidente se entiende como la probabilidad de que un peatón o conductor participe en un evento adverso bajo ciertas condiciones. Peden et al. (2004) destacan que los peatones se encuentran entre los actores más vulnerables en la vía, particularmente cuando deben compartir espacio con vehículos de mayor masa y velocidad. El riesgo aumenta no solo por factores humanos, sino también por limitaciones de la infraestructura.

Los puentes peatonales reducen el riesgo al eliminar la interacción directa entre peatones y vehículos (Kim, Brunner y Yamashita, 2008). Sin embargo, un puente no solo debe evitar colisiones también debe garantizar un comportamiento estructural seguro frente a vibraciones y aceleraciones que puedan comprometer la estabilidad del usuario. Esta perspectiva es reforzada por Cerón-Carballo et al. (2022), quienes demuestran que un puente peatonal, aunque físicamente separado del tránsito, puede representar riesgo si presenta vibraciones excesivas o desplazamientos fuera de los límites normativos.

Factores viales

Los elementos propios de la infraestructura vial como la geometría de la vía, la cantidad de carriles, la iluminación disponible, la visibilidad y la señalización tienen un impacto directo en la seguridad de los

usuarios. Dumbaugh (2005) señala que estas condiciones pueden alterar la percepción de riesgo del peatón e influir en sus decisiones al momento de cruzar la calzada. En el caso de vías rápidas o arteriales, donde las velocidades suelen superar los 50 km/h y las distancias de frenado se incrementan, la probabilidad de ocurrencia de siniestros peatonales se vuelve considerablemente mayor.

En coherencia con ello, el Manual de Seguridad Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2017) plantea la necesidad de incorporar pasos elevados en zonas urbanas con alto flujo vehicular, como una medida efectiva para reducir los puntos de conflicto entre peatones y vehículos y mejorar las condiciones de circulación.

Comportamiento peatonal y vehicular

El comportamiento de peatones y conductores juega un papel fundamental en la seguridad vial. En el caso de los peatones, por ejemplo, investigadores como Osorio-García (2022) señalan que decisiones como cuándo y por dónde cruzar están influenciadas por sus percepciones del entorno, el tiempo de espera que están dispuestos a tolerar y su propia sensación de riesgo.

Por otro lado, los conductores pueden adoptar comportamientos de riesgo como distracciones, exceso de velocidad, poca visibilidad de peatones, especialmente cuando la infraestructura vial no brinda condiciones seguras. En estos contextos, quienes caminan tienden a buscar rutas informales de cruce como alternativa a las diseñadas para ello como puente peatonal, semáforo, etc.

Pico (2011) plantea en sus estudios sobre seguridad peatonal, cuando el entorno físico es favorable, es decir, cruces bien diseñados, visibles y respetados la conducta tanto del peatón como del conductor se modifica: se simplifica la decisión del cruce por parte del peatón y se reduce la probabilidad de que el conductor infrinja normas.

2.2.3. FLUIDEZ DEL CRUCE

Flujo peatonal (aforo)

El análisis del flujo peatonal es clave para dimensionar adecuadamente la infraestructura y responder a la demanda real de uso. En el ámbito latinoamericano, Capillo (2020) explican que el comportamiento del flujo depende del espacio disponible, la velocidad de desplazamiento y la interacción entre los peatones, factores que permiten establecer niveles de servicio acordes a la realidad urbana.

Asimismo, estudios desarrollados en Perú, como los de Saavedra (2019), destaca que el aforo peatonal permite estimar cuántas personas requieren cruzar una vía en distintos momentos del día, identificando horas de mayor congestión y escenarios de riesgo.

En el diseño de puentes peatonales, estos datos ayudan a definir anchos de circulación, capacidad estructural y parámetros geométricos que aseguren una movilidad continua y segura para los usuarios.

Accesibilidad peatonal

La accesibilidad está directamente relacionada con el derecho de todas las personas a desplazarse en condiciones de seguridad, autonomía e inclusión. Desde la experiencia latinoamericana, Velástegui-Toro et al. (2021) destaca que la infraestructura urbana debe eliminar barreras arquitectónicas y ofrecer condiciones adecuadas para adultos mayores, personas con discapacidad y niños.

En el contexto peruano, la Norma A.120 de Accesibilidad del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2019) establece criterios específicos para rampas, pendientes, descansos y barandas que deben cumplir los puentes peatonales a fin de garantizar accesibilidad universal. Un diseño que incorpora estos lineamientos promueve inclusión social, reduce riesgos de caída y facilita un desplazamiento más seguro para todos los usuarios.

Continuidad del desplazamiento

La continuidad del recorrido peatonal implica que el trayecto no se vea interrumpido por obstáculos que afecten la fluidez o generen riesgos. Investigadores urbanos como Lescano y Tang (2019) sostienen que la movilidad mejora cuando las rutas son directas, bien conectadas y libres de interrupciones innecesarias.

En vías urbanas de alto tránsito, un puente peatonal permite mantener la continuidad sobre la calzada sin exponer a los peatones a maniobras vehiculares peligrosas. Como señala Huamanchumo (2022), cuando el diseño garantiza un flujo ininterrumpido, se reducen las demoras, mejora la percepción de seguridad y disminuyen los comportamientos riesgosos como los cruces informales.

Tiempo de desplazamiento

El tiempo que un peatón necesita para desplazarse de un punto a otro influye directamente en su decisión de utilizar o evitar determinada infraestructura. En un estudio realizado en Lima, Lescano y Tang (2019) encontraron que demoras excesivas en los cruces peatonales generan frustración y promueven conductas riesgosas, como atravesar entre vehículos cuando la espera se prolonga.

De manera similar, Malpartida y Ricalde (2024) señala que, cuando los trayectos son largos, discontinuos o poco directos, los peatones tienden a optar por rutas informales que reduzcan su tiempo total de recorrido, aun cuando estas implican mayor exposición al riesgo.

En este sentido, un puente peatonal correctamente ubicado y diseñado no solo disminuye el tiempo de transición entre un lado y otro de la vía, sino que también favorece su uso constante al ofrecer una alternativa rápida, segura y libre de interrupciones.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Accesibilidad universal.** La accesibilidad universal alude a que todas las personas puedan desplazarse con autonomía y seguridad en los espacios urbanos. En puentes peatonales implica eliminar barreras físicas y garantizar condiciones adecuadas para usuarios con discapacidad, adultos mayores y población vulnerable (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).
- **Apoyos.** Los apoyos permiten transmitir las reacciones de la superestructura hacia la subestructura, facilitando a la vez movimientos por temperatura, retracción o vibración. En el Perú se usan principalmente apoyos elastoméricos y neopreno-acero, regulados por estándares de Provías Nacional para desempeño sísmico (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).
- **Criterios técnicos.** Los criterios técnicos orientan el diseño de un puente considerando materiales, capacidad resistente, condiciones del suelo, cargas estructurales y parámetros de accesibilidad. Estas directrices aseguran que la infraestructura funcione de manera segura y cumpla las normas nacionales de diseño vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).
- **Diseño estructural.** El diseño estructural define la forma, dimensiones y materiales de una estructura para asegurar estabilidad ante cargas vivas, muertas y sísmicas. En puentes peatonales se analizan también condiciones dinámicas y del entorno urbano para garantizar seguridad y confort durante el uso (OSITRAN, 2019).
- **Estribos.** Los estribos son estructuras ubicadas en los extremos del puente que sostienen el tablero, contienen el relleno de acceso y transfieren cargas al terreno. En el país se diseñan para resistir empujes, cargas verticales y efectos de erosión, especialmente en zonas propensas a socavación (OSITRAN, 2019).

- **Infraestructura peatonal.** La infraestructura peatonal comprende los elementos que facilitan el tránsito seguro, como veredas, rampas, señalización y puentes peatonales. Su adecuada integración en la ciudad reduce conflictos entre peatones y vehículos y mejora la movilidad en zonas de alto flujo (Martí y Figueroa, 2024).
- **Losa.** La losa es el elemento estructural que conforma el tablero del puente y permite la circulación de los usuarios. En el Perú suele construirse con concreto reforzado por su durabilidad y buen desempeño ante cargas vivas, siguiendo los criterios establecidos en el diseño estructural nacional (MTC, 2018).
- **Movilidad urbana.** La movilidad urbana se refiere a la capacidad de desplazarse eficientemente dentro de la ciudad mediante diversos modos de transporte. Los puentes peatonales contribuyen a esta movilidad al permitir cruces seguros sobre vías concurridas, favoreciendo recorridos continuos y disminuyendo riesgos (Organización Panamericana de la Salud, 2022).
- **Pilas.** Las pilas son soportes intermedios que reciben la carga del tablero y la transmiten a la cimentación. En el diseño peruano deben considerarse condiciones sísmicas, hidráulicas y geotécnicas para asegurar su estabilidad, especialmente en puentes sobre ríos o vías de alto flujo (MTC, 2018).
- **Subestructura.** La subestructura incluye los elementos encargados de soportar la superestructura, como estribos y pilas, y de transmitir sus cargas al terreno. Su función es garantizar la estabilidad del puente frente a cargas verticales y laterales que actúan durante el uso y la vida útil de la obra (Inmoley, 2025).
- **Viabilidad técnica.** La viabilidad técnica evalúa si un proyecto puede ejecutarse con los recursos, tecnologías y conocimientos disponibles. En puentes peatonales implica verificar estudios geotécnicos, topográficos y de tránsito peatonal para asegurar que el diseño y la construcción sean seguros y factibles (Aguirre y Saucedo, 2022).

- **Vigas.** Las vigas son elementos longitudinales que sostienen la losa y transfieren cargas hacia los apoyos. En el diseño peruano pueden ser de concreto armado, postensado o acero, y deben resistir flexión, cortante y deformaciones. Su selección depende de la luz del puente y las cargas previstas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La propuesta para la implementación de puentes peatonales influye significativamente en la seguridad vial y la movilidad de los peatones en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

Hi 1: La identificación de puntos críticos permite plantear soluciones estructurales que reducen significativamente el riesgo peatonal en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco.

Hi 2: El modelamiento estructural de un puente peatonal optimiza la movilidad y accesibilidad de los usuarios en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco.

Hi 3: La viabilidad económica y técnica del diseño estructural garantiza la sostenibilidad y factibilidad del proyecto en las vías principales del distrito de Ticslacayán, Pasco.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE 1

Implementación de puentes peatonales.

Definición conceptual.

Se refiere al conjunto de acciones y decisiones técnicas, normativas y constructivas orientadas a proyectar, planificar y ejecutar puentes peatonales que permitan mejorar el cruce seguro de peatones

sobre vías de alto tránsito (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023).

2.5.2. VARIABLE 2

Seguridad vial y movilidad.

Definición conceptual.

Hace referencia al nivel de protección y fluidez que se brinda a los peatones y vehículos dentro de un entorno urbano, reduciendo los riesgos de accidentes y facilitando el tránsito seguro y eficiente. La seguridad vial implica la prevención de siniestros, mientras que la movilidad se relaciona con el acceso fluido a diferentes puntos de la ciudad (Chahuara, 2022).

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Esquema de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
Implementación de puentes peatonales	Es una variable evaluable al identificar los puntos más críticos en cruces peatonales por medio del análisis de flujo, modelamiento de estructuras, consideración de criterios normativos y técnicos, a su vez al estimar lo viable que resulta económicamente. Todo esto se realiza con ayuda de la georreferenciación, determinación del aforo vehicular/peatonal y la elaboración de un modelo mediante softwares que faciliten el coste y la preparación de una propuesta con criterio técnico para mejorar la seguridad en vías locales.	Puntos críticos	• Número de puntos críticos identificados • Flujo peatonal por tramo	Mapa georreferenciado Aforo peatonal
		Modelamiento estructural	• Modelo estructural elaborado	Software estructural
		Viabilidad económica	• Costo total estimado	Presupuesto analítico
Seguridad vial y movilidad	Se mide por medio de la recolección de datos que ayuden a evaluar las condiciones que presta una vía para el cruce de peatones, esto ayuda a evaluar el riesgo y los espacios más críticos para la seguridad de los usuarios. En este contexto se emplea la evaluación por medio de la observación, dejando tiempo para un registro consecutivo de la movilidad peatonal para conocer el flujo de vehículos/personas/día con ayuda de un fichaje técnico para recopilar datos de importancia.	Condición del cruce	• Número de incidentes viales • Número conflictos viales.	Observación directa
		Fluidez del cruce	• Tiempo promedio de cruce peatonal • Flujo vehicular por minuto	Cronometrado Aforo vehicular

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a una investigación aplicada. La investigación aplicada utiliza conocimientos científicos para resolver problemas reales y generar mejoras prácticas en un contexto específico. Se orienta a intervenir la realidad mediante propuestas técnicas que puedan implementarse y evaluarse directamente (Hernández et al., 2014). El estudio es aplicado porque busca resolver una necesidad concreta del distrito de Ticlacayán, diseñar puentes peatonales que reduzcan riesgos y mejoren la movilidad. La propuesta se construye con datos reales y criterios técnicos para generar una solución viable y contextualizada a la mejora de la seguridad vial y movilidad en las vías principales del distrito de Ticlacayán al ser condicionada por la existencia o no de puentes peatonales.

3.1.1. ENFOQUE

Corresponde a una investigación con enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para describir fenómenos, establecer patrones y fundamentar decisiones objetivas. Utiliza mediciones, instrumentos estandarizados y procedimientos sistemáticos para garantizar precisión y validez (Hernández et al., 2014). Este estudio adopta el enfoque cuantitativo porque emplea aforos peatonales y vehiculares, mediciones topográficas, cálculos estructurales y estimaciones económicas. Todos estos datos permiten cuantificar la problemática y sustentar técnicamente el diseño de puentes peatonales para mejorar la seguridad y movilidad en Ticlacayán.

3.1.2. ALCANCE

Corresponde a una investigación con alcance un explicativo. El alcance explicativo busca identificar y analizar las relaciones de causa y

efecto entre variables, explicando por qué ocurren determinados fenómenos (Hernández et al., 2014). El estudio es explicativo porque analiza cómo las condiciones de tránsito vehicular y flujo peatonal influyen en los niveles de riesgo en los puntos de cruce del distrito de Ticlacayán. A partir de este análisis, se explican las causas que generan situaciones de inseguridad vial, lo que permite fundamentar técnicamente la necesidad de propuestas de infraestructura peatonal.

3.1.3. DISEÑO

Corresponde a un diseño no experimental. Un diseño no experimental analiza los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural, sin manipular variables. El investigador solo observa, registra y describe la realidad para comprender su comportamiento y relaciones (Hernández et al., 2014).

Es importante aclarar se recopila datos reales como aforos, condiciones viales y características del entorno sin intervenir el contexto. A partir de este diagnóstico, se formula una propuesta técnica basada en el diseño preliminar de puentes peatonales que respondan a criterios estructurales y de accesibilidad.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Medina et al. (2023) señala que la población es el conjunto total de elementos relacionados con el problema de estudio, mientras que la muestra es una parte seleccionada para obtener información relevante. En estudios aplicados, puede recurrirse a muestras intencionales cuando el análisis exige observar casos específicos.

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo formada por todos los puntos de cruce peatonal de las vías principales de Ticlacayán.

3.2.2. MUESTRA

La muestra seleccionada fue no probabilística del tipo intencional bajo criterios técnicos cuantificables, siendo conformada por 4 puntos en zonas de cruce peatonal sin infraestructura adecuada (intersecciones críticas seleccionadas en función de su accesibilidad) y mayor interacción entre vehículos y peatones. En base a los resultados obtenidos en los aforos y considerando criterios técnicos de evaluación de cruces peatonales establecidos en el Manual de Seguridad Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) y los aportes de Aarts y Van Schagen (2006), se establecen umbrales de referencia que permiten identificar condiciones de alta exposición al riesgo. Dichos criterios indican que volúmenes elevados de peatones (mayores a 600 peatones/día) y flujos vehiculares superiores a 1,500 vehículos/día generan conflictos significativos en cruces a nivel, especialmente cuando los tiempos de exposición superan los 10 segundos, incrementando la probabilidad de siniestros.

- Flujo de peatones que supera las 600 personas en un día, con variación de flujo en horas pico, porque a partir de ese volumen se generan conflictos significativos en cruces a nivel según criterios del MTC y literatura de seguridad vial, lo que justifica intervenciones como segregación peatonal.
- Flujo de vehículos que supera los 1,500 por cada día, lo que muestra la variedad de la interacción entre vehículos y peatones que se incrementa en horas pico.
- Tiempo para el cruce que supera los 10 segundos de exposición con una probabilidad potencial que variación que incrementa el riesgo.
- Presencia alta de tipo de peatones vulnerables.

Al asumir estos criterios, la investigación tomo el curso correcto

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS

Para la obtención de la información requerida en el estudio, se emplearon:

- Observación estructurada: Para registrar el flujo peatonal y vehicular en zonas críticas del distrito, así como la identificación de condiciones inseguras en los puntos de cruce.
- Registro técnico de campo: Aplicado para recolectar datos topográficos y geotécnicos mediante levantamiento in situ, esenciales para el diseño geométrico y estructural del puente.

3.3.2. INSTRUMENTOS

Para la recolección de información técnica se emplearon tres instrumentos estructurados de campo:

- Una ficha de aforo peatonal para contabilizar la demanda de usuarios por franja horaria.
- Una ficha de estudio de mecánica de suelos, para recopilar datos geotécnicos esenciales como capacidad portante y peso específico.
- Un registro topográfico, con coordenadas UTM y elevaciones, necesario para el diseño geométrico y estructural del puente.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Desarrollada mediante SPSS y Microsoft Excel para el análisis cuantitativo del flujo peatonal, tiempos de cruce, densidad peatonal y características del terreno. Estas herramientas permitieron organizar, resumir y representar los datos de manera precisa.

Realizado con AutoCAD y software de ingeniería complementario para el diseño geométrico y estructural del puente peatonal. Este procesamiento

facilitó la generación de planos, secciones, cálculos y representaciones técnicas necesarias para la propuesta preliminar.

CAPÍTULO IV

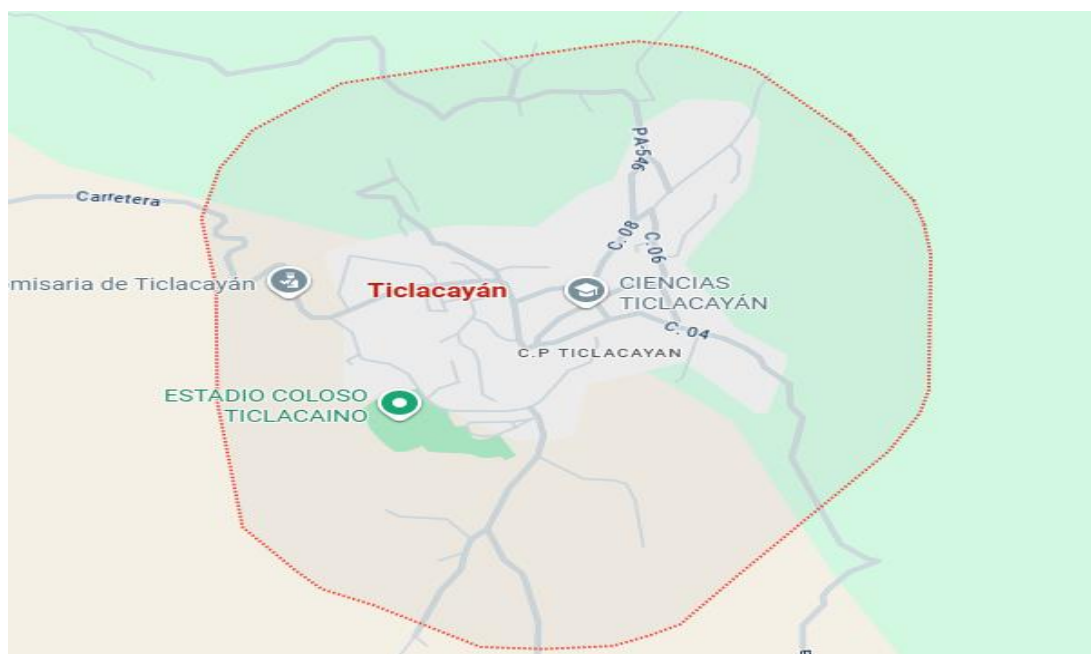
RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS DESCRIPTIVOS

Para presentar los datos y su procesamiento es necesario indicar la ubicación del distrito de Ticlacayán el mismo que se encuentra en la región y departamento de Pasco, dentro de la provincia homónima de Pasco, en la sierra central del Perú. Este distrito se sitúa a una altitud promedio superior a los 3 000 m s. n. m., en una zona caracterizada por un relieve accidentado con predominancia de pendientes medias y fuertes, propias de la geografía andina central.

Figura 3

Mapa general del área de estudio



Nota. El distrito de Ticlacayán limita al norte con el distrito de Ninacaca, al este con el distrito de Huariaca, al sur con el distrito de Simón Bolívar y al oeste con el distrito de Pallanchacra. Su clima es templado frío, con marcadas variaciones entre el día y la noche, y presenta una estación de lluvias concentrada entre los meses de noviembre y abril, lo que influye directamente en las condiciones de transitabilidad y en la infraestructura vial local (Google Maps, 2025).

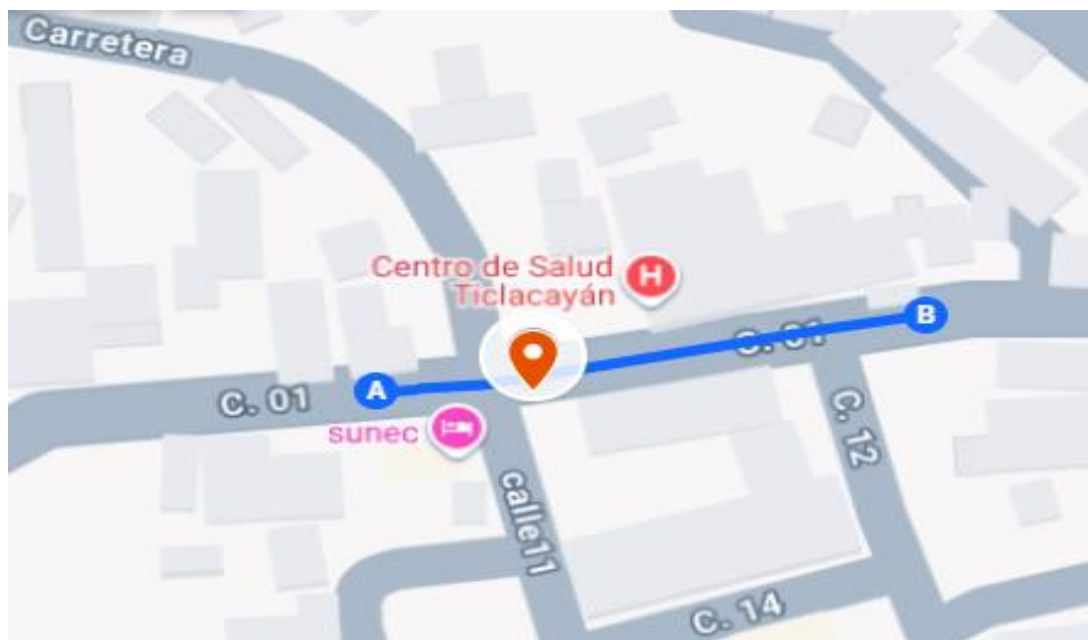
PUNTOS CRÍTICOS

El área de intervención presenta una distribución urbana lineal que se desarrolla principalmente a lo largo de la vía principal de acceso. Esta

configuración responde a la topografía del terreno y al trazado vial existente, lo que genera un flujo peatonal constante entre ambos lados de la carretera, incrementando los riesgos asociados al cruce vehicular.

Figura 4

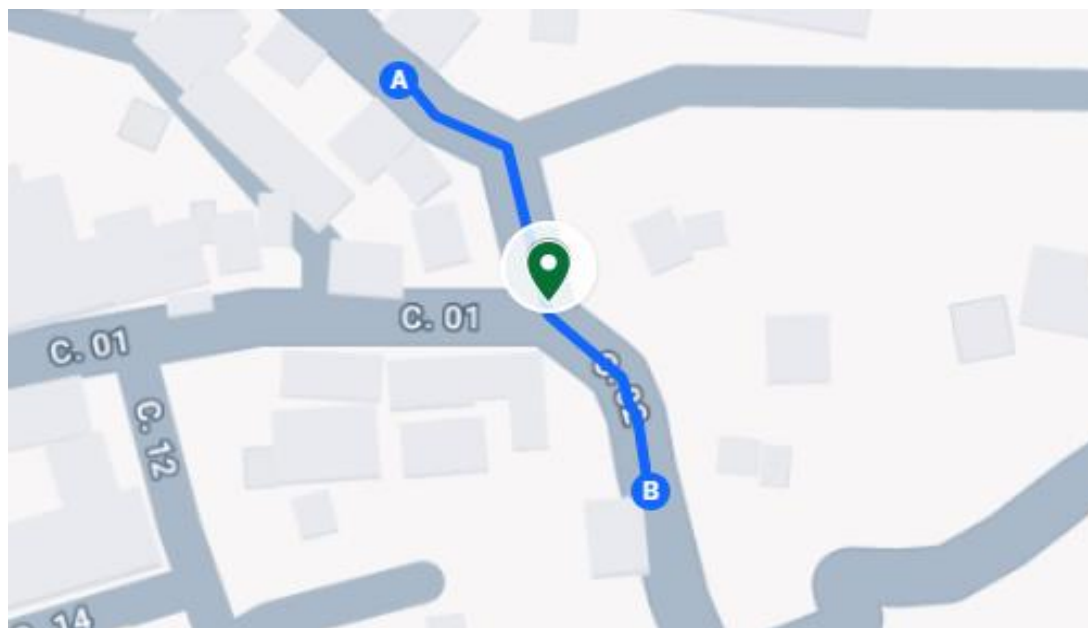
Primer punto crítico seleccionado



Nota. La zona de intervención del primer punto crítico tiene por ubicación las coordenadas geográficas -10.53406, -76.16397, por su cercanía a una intersección vial y gran presencia de vehículos (Google Maps, 2025).

Figura 5

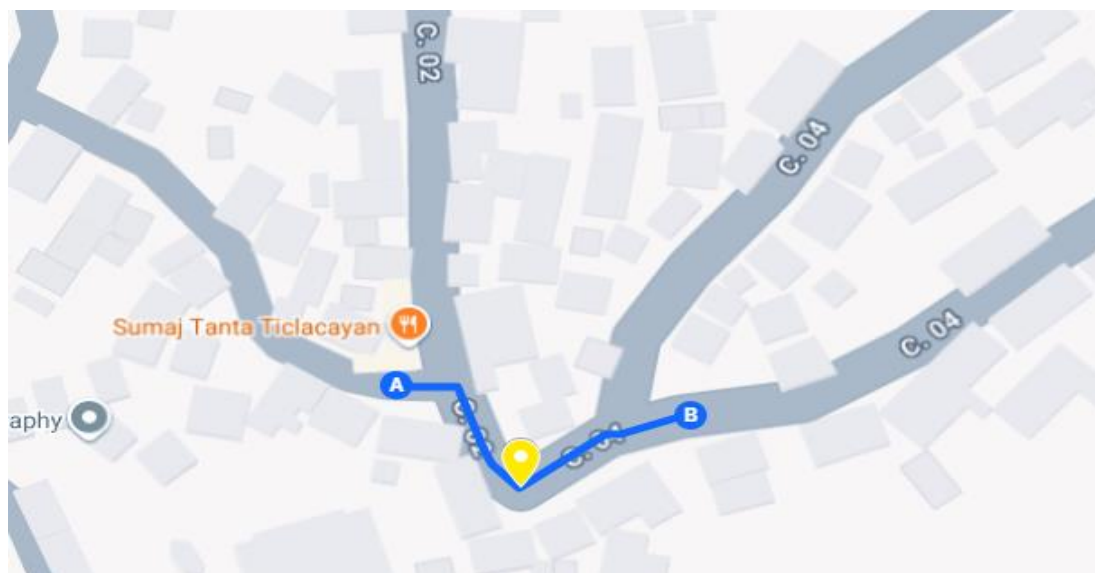
Segundo punto crítico seleccionado



Nota. La zona de intervención del segundo punto crítico tiene las coordenadas geográficas -10.53394, -76.16313, esta vía con gran flujo de vehículos pesados (Google Maps, 2025).

Figura 6

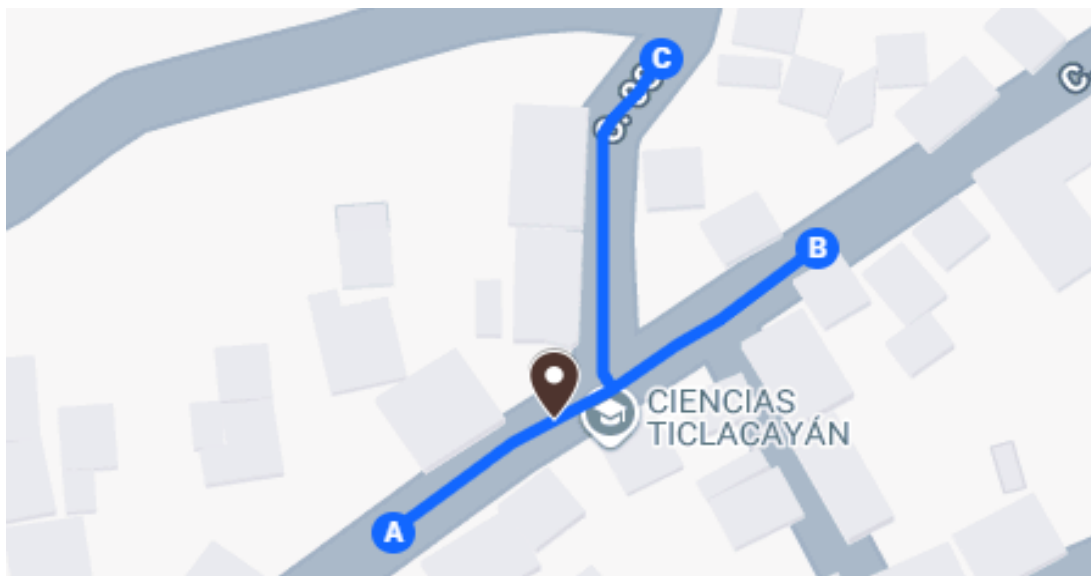
Tercer punto crítico seleccionado



Nota. La zona de intervención del tercer punto crítico tiene las coordenadas geográficas - 10.53538, - 76.16276, una vía con muchas conexiones y una curva, esto implica que el peatón se exponga al riesgo de cruzar la vía (Google Maps, 2025).

Figura 7

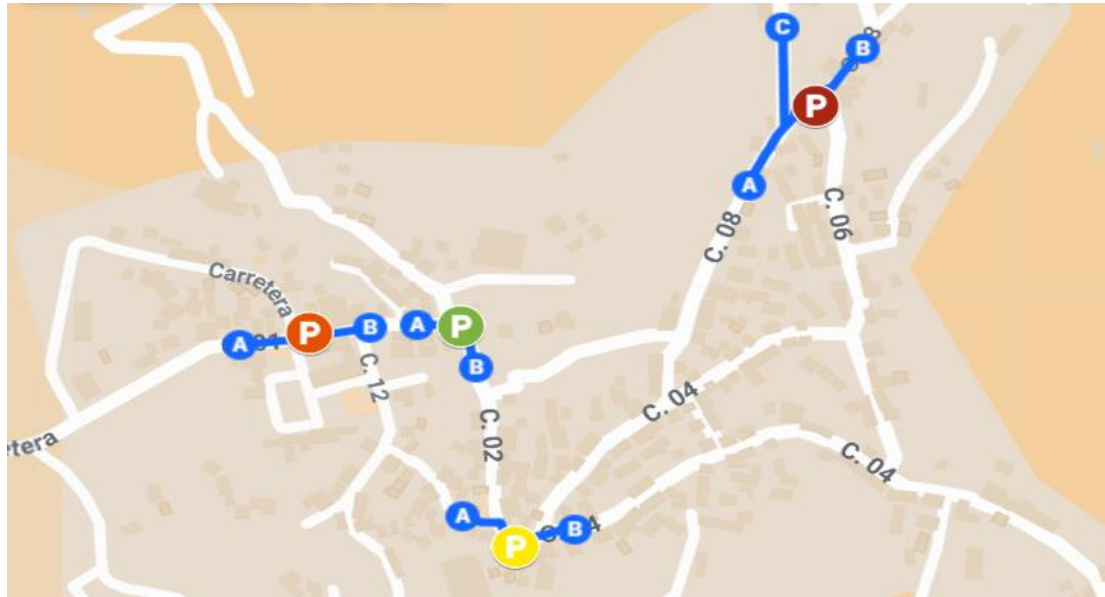
Cuarto punto crítico seleccionado



Nota. La zona de intervención del último punto crítico tiene las coordenadas geográficas - 10.53538, -76.16276 por su cercanía a un centro educativo, y su proximidad a un intercambio vial en Y, por el alto flujo vehicular (Google Maps, 2025).

Figura 8

Resumen de los cuatro puntos críticos seleccionados



Nota. La zona de intervención, visualización general de las vías identificadas dentro del área de estudio en Tíclacayán-Pasco.

AFORO PEATONAL Y VEHICULAR

La metodología que se utilizó para medir el flujo vehicular y peatonal fue mediante un aforado de 7 días, realizado en tres etapas primera en horas de demanda de 6:30 am a 9:30 am, la segunda etapa de 11 am a 2 pm y la última etapa de 3 pm a 6 pm. A continuación, se tiene los datos obtenidos.

Aforo vehicular:

Tabla 2

Aforo vehicular para el primer punto critico

Registro de vehículos en el punto crítico 1																
Etap a	Hora	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		V/ H
		Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	
Prim era etap a	6:30 a 6:45	16	12	16	10	15	10	16	12	15	11	16	13	15	12	10 8
	6:45 a 7:00	5	4	3	8	5	7	6	4	5	7	7	6	8	13	48
	7:00 a 7:15	13	9	15	14	14	9	12	15	14	8	5	11	10	11	92
	7:15 a 7:30	22	21	18	21	17	22	17	23	15	25	21	16	19	17	15 6
	7:30 a 7:45	19	24	21	26	18	17	21	25	19	21	18	23	21	20	16 8
	7:45 a 8:00	21	16	20	15	23	16	21	15	22	21	25	14	22	19	15 6
	8:00 a 8:15	23	21	15	17	21	19	21	18	23	21	19	21	14	19	15 6
	8:15 a 8:30	27	28	24	21	25	28	24	27	27	21	25	24	28	27	20 4
	8:30 a 8:45	29	21	25	23	21	25	21	26	21	24	27	25	24	27	19 2
	8:45 a 9:00	24	28	21	25	21	24	26	21	21	24	25	26	21	24	18 8
	9:00 a 9:15	26	24	21	25	21	24	21	25	26	23	21	24	25	24	18 8

Segunda etapa	9:15 a 9:30	19	18	15	14	16	14	12	17	18	15	14	16	14	15	124
	11:00 a 11:15	14	11	15	14	17	15	18	14	15	12	11	14	15	11	108
	11:15 a 11:30	16	14	15	14	12	14	13	15	16	11	14	14	15	17	116
	11:30 a 11:45	18	18	17	18	19	15	18	17	14	19	15	16	14	18	132
	11:45 a 12:00	21	24	21	22	20	24	25	21	20	21	20	21	22	24	172
	12:00 a 12:15	22	25	28	24	29	27	25	28	24	26	25	24	23	25	204
	12:15 a 12:30	25	24	26	22	23	20	21	25	24	26	25	24	21	25	184
	12:30 a 12:45	22	21	25	26	24	28	27	24	21	25	26	24	23	22	192
	12:45 a 1:00	25	28	27	29	28	26	27	25	28	24	26	28	27	27	216
	1:00 a 1:15	29	24	25	28	27	29	25	28	27	29	24	28	29	25	216
	1:15 a 1:30	22	21	25	24	26	25	21	24	28	27	25	28	25	26	200
	1:30 a 1:45	25	24	29	28	26	25	24	25	26	24	25	26	25	25	204
	1:45 a 2:00	28	28	29	27	25	28	27	29	24	25	28	29	27	25	216
	3:00 a 3:15	29	27	28	24	25	27	28	29	27	28	24	29	28	25	216
Tercera etapa	3:15 a 3:30	25	28	26	27	25	24	28	29	25	26	25	27	25	26	208
	3:30 a 3:45	22	24	25	21	22	25	23	24	21	22	20	21	25	24	180
	3:45 a 4:00	21	24	25	21	23	24	25	26	25	24	25	22	21	20	184

4:00 a 4:15	20	24	25	21	23	25	24	26	25	24	21	22	21	25	188
4:15 a 4:30	22	21	24	21	20	23	21	20	22	25	21	20	23	21	172
4:30 a 4:45	21	18	21	20	22	19	21	25	21	24	26	21	24	22	172
4:45 a 5:00	19	21	22	21	20	19	21	18	21	22	20	21	23	21	164
5:00 a 5:15	22	21	23	22	21	20	21	22	21	22	20	21	23	22	176
5:15 a 5:30	22	24	21	25	21	20	21	24	25	21	20	24	21	23	176
5:30 a 5:45	23	21	24	25	26	24	25	26	22	21	23	25	24	22	188
5:45 a 6:00	23	21	22	21	23	24	25	21	23	24	21	26	24	23	180
TOTAL	780	762	782	771	764	765	779	793	800	798	790	804	810	828	

VHMD = 216 + 216 + 204 + 216 = 852 veh/h

FHMD = 864 / (4 × 216) = 852 / 864 = 0.98

Nota. El aforo se realizó con intervalo de 15 min con el fin de realizar los diagramas de VHMD Y FHMD de acuerdo al manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005, se logra apreciar que la hora con mayor flujo vehicular es de 3:00 pm a 4 pm.

Tabla 3

Aforo vehicular para el segundo punto crítico seleccionado

Registro de vehículos en el punto crítico 2																
Etap a	Hora	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		V/H
		Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	
Primera	6:30 a 6:45	8	7	9	8	7	8	7	9	8	6	8	7	6	8	62

etap a	6:45 a 7:00	11	12	11	14	12	15	12	13	11	12	11	10	11	14	96
	7:00 a 7:15	11	10	11	10	14	11	12	10	13	13	12	12	14	11	94
	7:15 a 7:30	10	11	12	11	10	11	12	10	11	12	11	12	12	11	90
	7:30 a 7:45	11	12	10	11	12	13	10	10	11	12	10	13	11	10	92
	7:45 a 8:00	11	12	11	10	12	13	10	12	13	12	12	10	11	12	94
	8:00 a 8:15	12	11	10	12	10	12	13	10	11	12	10	11	10	12	92
	8:15 a 8:30	10	12	11	12	10	13	10	12	12	13	11	13	12	13	96
	8:30 a 8:45	9	10	11	12	11	9	11	10	9	9	11	11	10	11	80
	8:45 a 9:00	10	11	9	10	11	12	10	11	10	9	12	10	11	10	86
	9:00 a 9:15	9	7	10	10	7	10	8	11	9	10	11	9	10	9	76
	9:15 a 9:30	8	7	8	9	8	9	8	9	7	8	9	8	9	7	66
	11:00 a 11:15	12	11	12	10	11	13	12	10	11	12	14	14	13	14	100
	11:15 a 11:30	11	10	12	10	11	12	10	11	13	12	13	10	11	12	92
	11:30 a 11:45	10	11	12	10	11	10	11	12	13	12	13	13	12	10	94
	11:45 a 12:00	11	10	12	10	13	12	13	10	13	11	13	12	10	13	96
	12:00 a 12:15	13	12	11	12	10	13	12	13	10	11	12	11	10	12	96
	12:15 a 12:30	13	10	12	10	13	12	11	10	13	12	11	12	13	11	96
Seg unda etap a																

Tercera etapa	12:30 a 12:45	13	12	13	11	12	13	11	10	12	12	13	10	13	12	98
	12:45 a 1:00	13	14	13	12	14	13	12	11	12	13	11	12	11	13	100
	1:00 a 1:15	12	13	11	12	10	11	13	12	10	11	12	13	12	13	94
	1:15 a 1:30	13	12	12	11	13	12	11	12	12	13	11	12	10	12	96
	1:30 a 1:45	11	12	11	12	13	11	12	13	10	12	13	10	12	12	96
	1:45 a 2:00	11	10	12	11	10	11	10	11	12	13	12	13	12	11	90
	3:00 a 3:15	11	12	10	12	11	10	12	11	10	10	10	11	10	11	86
	3:15 a 3:30	12	11	10	12	10	11	12	10	11	11	12	10	12	10	88
	3:30 a 3:45	10	9	10	11	9	10	8	10	9	11	9	11	10	8	76
	3:45 a 4:00	9	7	10	8	9	10	11	10	7	8	10	8	9	7	66
	4:00 a 4:15	10	11	10	9	10	8	9	10	9	10	8	7	8	9	70
	4:15 a 4:30	11	10	11	9	10	8	10	9	10	11	10	11	9	10	80
	4:30 a 4:45	11	10	11	12	9	9	10	11	10	11	9	10	11	10	84
	4:45 a 5:00	10	12	11	12	10	12	9	10	11	12	9	10	11	10	86
	5:00 a 5:15	11	11	10	12	11	12	13	10	12	11	10	11	12	11	90
	5:15 a 5:30	10	12	13	12	11	10	13	12	10	11	13	13	12	10	92
	5:30 a 5:45	12	13	12	13	13	11	13	13	11	12	12	11	10	11	96

5:45 a 6:00	13	12	11	12	10	11	12	10	12	12	10	13	12	13	94
TOTAL	393	389	405	392	398	401	400	388	388	401	408	391	392	403	

VHMD = 100 + 98 + 100 + 96 = 394 veh/h

FHMD = 394 / (4 × 100) = 394 / 400 = 0.98

Nota. El aforo se realizó con intervalo de 15 min con el fin de realizar los diagramas de VHMD Y FHMD de acuerdo al manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005, se logra apreciar que la hora con mayor flujo vehicular es de 12:00 pm a 1:00 pm.

Tabla 4

Aforo vehicular para el tercer punto crítico seleccionado

Registro de vehículos en el punto crítico 3																
Etap a	Hora	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		V/H
		Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	
Prim era etap a	6:30 a 6:45	10	11	10	11	9	8	8	9	10	11	9	10	9	11	21
	6:45 a 7:00	11	10	9	10	9	8	10	9	10	9	8	10	9	8	19
	7:00 a 7:15	11	12	10	12	11	10	9	10	11	12	10	9	10	9	22
	7:15 a 7:30	10	11	9	10	9	8	10	10	11	9	10	8	9	10	19
	7:30 a 7:45	11	10	11	12	10	12	10	11	9	10	9	11	10	8	21
	7:45 a 8:00	10	11	10	9	11	10	8	9	10	8	9	8	8	10	19
	8:00 a 8:15	10	11	12	10	11	12	10	11	10	12	10	10	11	10	21
	8:15 a 8:30	9	10	9	8	10	8	9	10	8	9	11	11	9	8	17

Seg unda etap a	8:30 a 8:45	9	8	9	8	7	8	7	9	8	9	8	9	8	10	17
	8:45 a 9:00	9	10	11	9	10	11	8	9	9	10	9	10	11	9	20
	9:00 a 9:15	9	8	10	9	10	11	9	9	8	9	10	10	9	10	19
	9:15 a 9:30	8	9	8	10	8	10	11	10	10	9	9	10	9	10	17
	11:00 a 11:15	10	9	8	9	9	10	9	9	8	9	10	10	11	9	19
	11:15 a 11:30	11	10	11	11	11	10	9	10	9	10	11	10	9	10	21
	11:30 a 11:45	12	10	12	10	11	9	10	12	10	11	10	11	12	10	22
	11:45 a 12:00	12	11	12	11	10	9	11	12	10	12	10	9	11	10	23
	12:00 a 12:15	10	11	12	10	11	11	10	10	9	11	10	9	11	12	20
	12:15 a 12:30	11	11	10	12	13	12	10	12	10	11	10	13	12	10	23
	12:30 a 12:45	11	12	10	10	12	11	9	10	11	9	10	9	11	10	21
	12:45 a 1:00	10	11	10	12	10	11	10	12	10	11	12	10	12	10	21
	1:00 a 1:15	11	12	10	11	10	9	10	9	10	11	12	10	12	10	21
	1:15 a 1:30	10	12	11	10	12	10	12	10	11	10	10	11	10	10	21
	1:30 a 1:45	12	10	11	12	10	12	11	10	11	10	12	12	10	11	22
	1:45 a 2:00	11	10	11	10	11	12	10	12	10	11	10	12	10	10	21
Terc era	3:00 a 3:15	10	10	9	10	9	10	11	9	8	10	9	10	11	10	20

etap	3:15 a	9	10	9	10	8	10	9	8	9	8	10	11	9	9	19
a	3:30															
	3:30 a	9	8	8	8	10	9	10	8	10	9	9	8	9	8	17
	3:45															
	3:45 a	9	8	9	8	8	7	8	7	9	7	8	9	7	9	16
	4:00															
	4:00 a	8	9	8	8	9	9	7	9	8	7	9	8	9	9	17
	4:15															
	4:15 a	8	7	8	9	7	9	7	8	8	7	9	8	7	8	15
	4:30															
	4:30 a	8	9	7	8	9	7	7	8	9	8	7	8	8	8	16
	4:45															
	4:45 a	9	9	10	9	10	9	8	10	9	10	10	9	9	9	18
	5:00															
	5:00 a	10	11	10	9	8	10	10	11	9	10	9	9	10	9	19
	5:15															
	5:15 a	11	12	10	11	12	10	12	11	10	11	11	10	11	12	21
	5:30															
	5:30 a	12	11	11	10	12	11	10	11	12	11	10	10	12	12	22
	5:45															
	5:45 a	12	11	13	10	13	10	11	12	10	12	11	13	11	11	23
	6:00															
TOTAL		363	375	358	356	360	353	340	356	344	354	351	355	356	353	

VHMD = 23 + 23 + 22 + 23 = 91 veh/h

FHMD = $91 / (4 \times 23) = 91 / 92 = 0.98$

Nota. El aforo se realizó con intervalo de 15 min con el fin de realizar los diagramas de VHMD Y FHMD de acuerdo al manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005, se logra apreciar que la hora con mayor flujo vehicular es de 4:00 pm a 5:00 pm.

Tabla 5

Aforo vehicular para el cuarto punto crítico seleccionado

Registro De Vehículos En El Punto Crítico 4																
Etap a	Hora	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		V/H
		Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	Sur a Norte	Norte a Sur	
Prim era etap a	6:30 a 6:45	8	7	9	8	9	7	8	9	7	8	7	9	8	9	15
	6:45 a 7:00	9	8	9	7	8	7	9	7	7	8	7	9	8	7	17
	7:00 a 7:15	8	7	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9	8	7	15
	7:15 a 7:30	8	7	9	8	7	8	7	7	8	8	8	9	8	8	15
	7:30 a 7:45	8	8	7	8	7	8	8	7	8	7	7	8	8	7	16
	7:45 a 8:00	7	8	7	8	9	7	8	9	7	8	7	7	8	7	15
	8:00 a 8:15	7	8	7	9	8	6	7	8	9	8	7	8	9	8	15
	8:15 a 8:30	8	6	7	8	6	7	6	8	7	6	8	7	8	7	14
	8:30 a 8:45	7	7	6	7	8	7	8	8	6	7	8	8	6	6	14
	8:45 a 9:00	6	8	6	7	6	6	8	6	7	6	8	7	8	7	14
	9:00 a 9:15	6	4	8	7	5	6	4	6	5	7	6	5	4	6	10
	9:15 a 9:30	4	5	4	5	6	6	4	6	5	6	4	6	5	5	9

Seg unda etap a	11:00 a	6	6	7	6	7	6	8	6	6	8	7	6	7	8	12
	11:15															
	11:15 a	7	6	7	8	6	7	6	8	7	6	8	7	8	6	13
	11:30															
	11:30 a	6	7	8	6	7	6	8	6	7	6	6	7	6	5	13
	11:45															
	11:45 a	6	7	8	7	6	7	8	9	7	9	9	9	7	9	14
	12:00															
	12:00 a	8	9	7	8	9	7	9	8	7	9	6	7	8	8	17
	12:15															
	12:15 a	9	8	7	8	7	9	8	7	9	7	8	9	7	8	17
	12:30															
	12:30 a	8	7	8	9	8	7	8	7	6	8	7	8	8	7	15
	12:45															
Terc era etap a	12:45 a	8	8	9	8	8	7	8	9	8	8	7	8	7	8	16
	1:00															
	1:00 a	8	7	6	8	7	6	8	7	6	8	8	8	6	7	14
	1:15															
	1:15 a	8	7	6	8	7	8	6	7	8	6	6	8	6	8	14
	1:30															
	1:30 a	7	6	7	8	6	7	8	6	7	6	7	6	7	8	13
	1:45															
	1:45 a	8	9	7	8	9	7	8	9	8	9	7	8	8	7	16
	2:00															
	3:00 a	6	7	8	6	7	6	8	7	6	5	6	6	5	5	13
	3:15															
	3:15 a	6	5	6	7	6	5	5	5	6	5	6	5	6	6	11
	3:30															
	3:30 a	5	4	5	6	4	5	6	4	5	6	5	6	4	4	9
	3:45															
	3:45 a	4	5	4	4	5	4	6	5	6	4	6	5	6	4	9
	4:00															
	4:00 a	4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6	5	4	9
	4:15															

4:15 a 4:30	4	5	4	4	5	3	5	4	3	4	3	4	5	4	8
4:30 a 4:45	3	4	3	5	3	4	3	5	4	3	4	5	3	5	7
4:45 a 5:00	5	4	6	5	6	4	5	6	4	5	6	6	5	4	9
5:00 a 5:15	6	5	6	5	6	5	6	7	6	7	5	6	7	5	11
5:15 a 5:30	7	6	4	5	7	6	7	6	7	5	6	7	5	6	12
5:30 a 5:45	7	6	7	8	6	7	8	6	8	7	6	6	7	7	13
5:45 a 6:00	8	7	9	8	7	9	8	9	9	8	8	9	8	9	15
TOTAL	243	240	245	244	238	234	245	247	243	239	234	248	239	236	

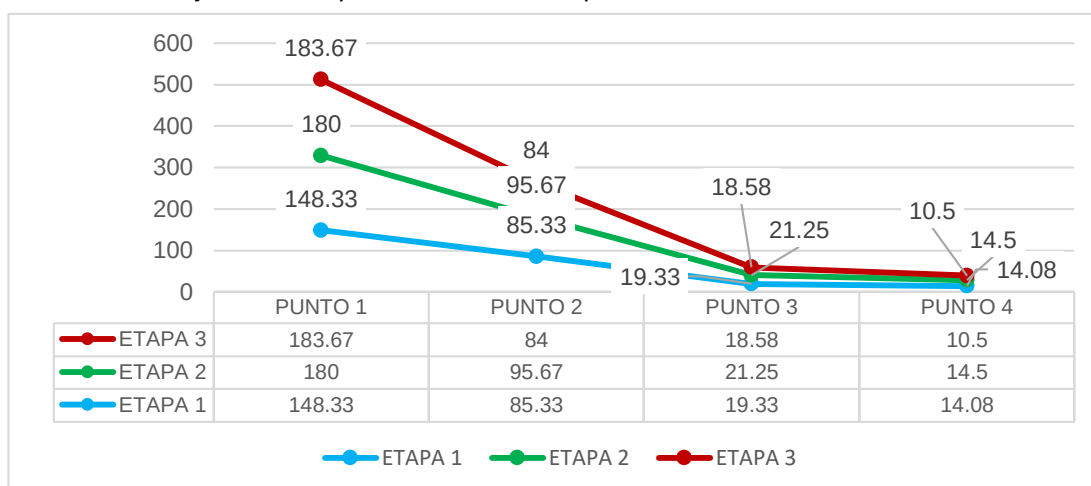
VHMD = 17 + 17 + 16 + 17 = 67 veh/h

FHMD = $67 / (4 \times 17) = 67 / 68 = 0.98$

Nota. El aforo se realizó con intervalo de 15 min con el fin de realizar los diagramas de VHMD Y FHMD de acuerdo al manual de diseño geométrico de vías urbanas 2005, se logra apreciar que la hora con mayor flujo vehicular es de 4:00 pm a 5:00 pm.

Figura 9

Variación del flujo vehicular por hora en las 3 etapas de observación



Interpretación

La Figura 9 evidencia la variación del flujo vehicular por hora en los cuatro puntos de observación durante las tres etapas evaluadas. Se observa una tendencia decreciente sostenida desde el Punto 1 hacia el Punto 4 en todas las etapas, siendo el Punto 1 el de mayor concentración vehicular y el Punto 4 el de menor flujo. Asimismo, la Etapa 3 presenta los valores más altos en comparación con las demás, alcanzando su pico en el Punto 1 (183,67), lo que indica una mayor intensidad vehicular en esta fase; seguida por la Etapa 2 y, finalmente, la Etapa 1 con los valores más bajos. Por otro lado, la disminución pronunciada del flujo entre los puntos refleja una distribución no uniforme del tránsito, lo que podría estar asociado a factores como la jerarquía vial, accesibilidad o presencia de actividades rurales. En conjunto, estos resultados resaltan con énfasis que el flujo vehicular se concentra en zonas específicas y disminuye progresivamente, lo cual resulta clave para la planificación de medidas de gestión del tránsito y propuestas de mejora en la movilidad urbana. En cuanto al aforo peatonal, la metodología empleada se basó en un registro durante 7 días, diferenciando a los peatones en dos categorías: vulnerables y no vulnerables. Este enfoque permitió obtener una visión más precisa del comportamiento peatonal, destacando la importancia de considerar las características de los usuarios para diseñar estrategias de seguridad vial y movilidad inclusiva, especialmente en zonas de mayor concurrencia.

Tabla 6

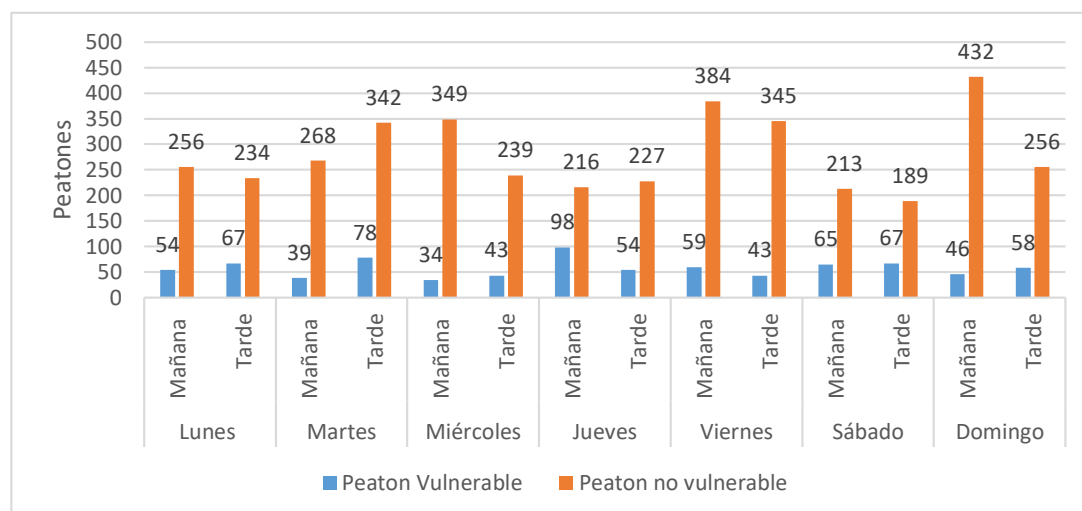
Aforo peatonal en el primer punto critico

Flujo peatonal en el primer punto critico															
	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Total
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
Peatón Vulnerable	54	67	39	78	34	43	98	54	59	43	65	67	46	58	805
Peatón no vulnerable	256	234	268	342	349	239	216	227	384	345	213	189	432	256	3950
Total	310	301	307	420	383	282	314	281	443	388	278	256	478	314	4755

Nota. Se realizó un aforo peatonal durante 7 días reconociendo los peatones vulnerables como también los no vulnerables, dentro de los vulnerables encontramos a escolares, personas de tercera edad y discapacitados.

Figura 10

Flujo peatonal del primer punto critico



Nota El eje horizontal representa intervalos de 15 minutos y el eje vertical el flujo peatonal registrado. Se identifican horas pico en el periodo de la tarde.

Tabla 7

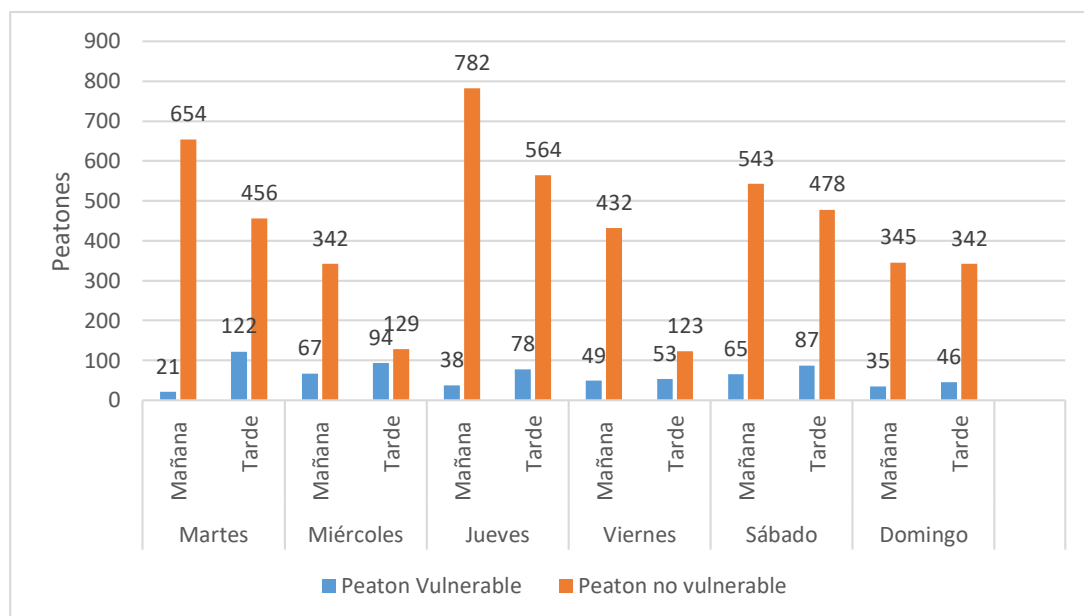
Aforo peatonal en el segundo punto critico

Flujo peatonal en el Segundo punto critico															
	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Total
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
Peatón Vulnerable	45	38	21	122	67	94	38	78	49	53	65	87	35	46	838
Peatón no vulnerable	389	574	654	456	342	129	782	564	432	123	543	478	345	342	6153
Total	434	612	675	578	409	223	820	642	481	176	608	565	380	388	6991

Nota. Se realizó un aforo peatonal durante 7 días reconociendo los peatones vulnerables como también los no vulnerables, dentro de los vulnerables encontramos a escolares, personas de tercera edad y discapacitados.

Figura 11

Flujo peatonal del segundo punto critico



Nota. El eje horizontal representa intervalos de 15 minutos y el eje vertical el flujo peatonal registrado. Se identifican horas pico en el periodo de la tarde

Tabla 8

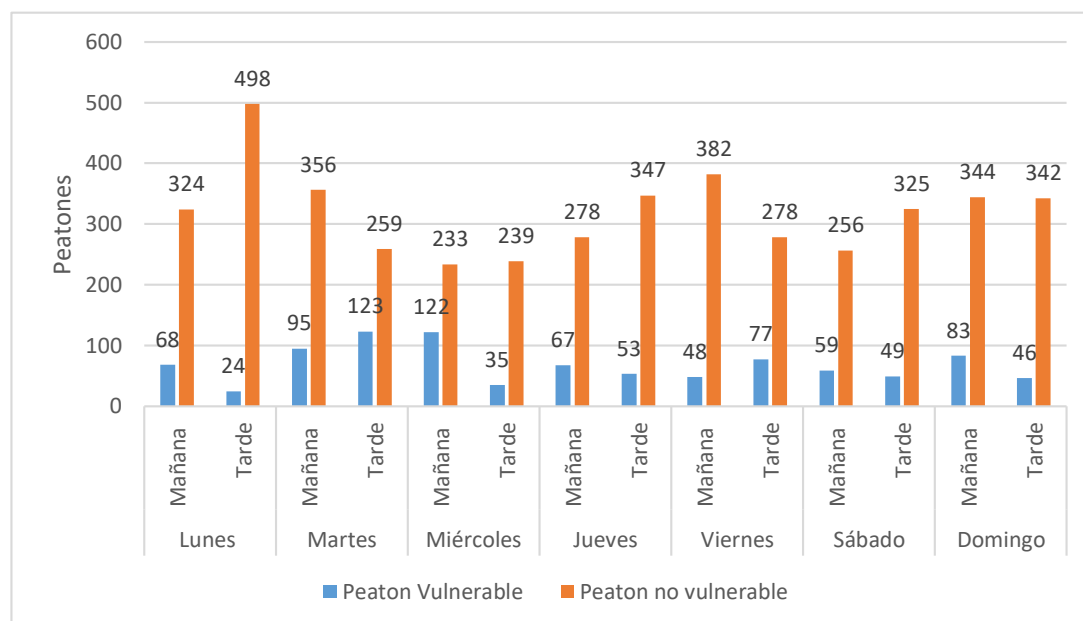
Aforo peatonal en el tercer punto critico

Flujo peatonal en el tercer punto critico															
	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Total
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
Peatón Vulnerable	68	24	95	123	122	35	67	53	48	77	59	49	83	46	949
Peatón no vulnerable	324	498	356	259	233	239	278	347	382	278	256	325	344	342	4461
Total	392	522	451	382	355	274	345	400	430	355	315	374	427	388	5410

Nota. Se realizó un aforo peatonal durante 7 días reconociendo los peatones vulnerables como también los no vulnerables, dentro de los vulnerables encontramos a escolares, personas de tercera edad y discapacitados.

Figura 12

Flujo peatonal del tercer punto crítico



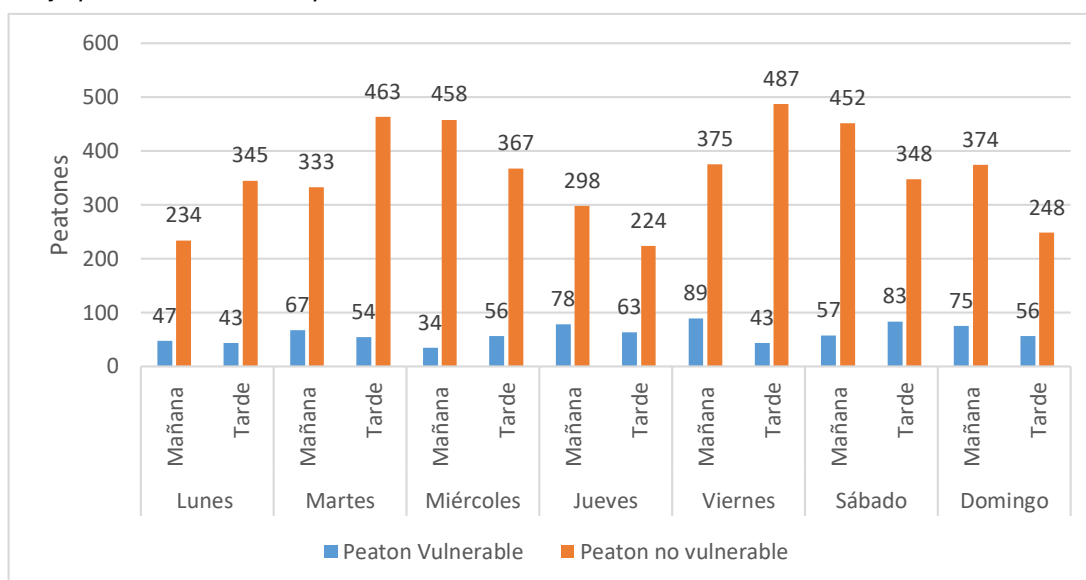
Nota. El eje horizontal representa intervalos de 15 minutos y el eje vertical el flujo peatonal registrado. Se identifican horas pico en el periodo de la tarde.

Tabla 9

Flujo peatonal en el cuarto punto crítico

Flujo peatonal en el Cuarto punto crítico															
	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Total
	M	T	M	T	M	T	M	M	T	M	T	M	T	M	
Peatón Vulnerable	47	43	67	54	34	56	78	63	89	43	57	83	75	56	845
Peatón no vulnerable	234	345	333	463	458	367	298	224	375	487	452	348	374	248	5006
Total	281	388	400	517	492	423	376	287	464	530	509	431	449	304	5851

Nota. Se realizó un aforo peatonal durante 7 días reconociendo los peatones vulnerables como también los no vulnerables, dentro de los vulnerables encontramos a escolares, personas de tercera edad y discapacitados.

Figura 13*Flujo peatonal del cuarto punto crítico*

Nota El eje horizontal representa intervalos de 15 minutos y el eje vertical el flujo peatonal registrado. Se identifican horas pico en el periodo de la tarde.

Procesamiento de datos del punto crítico 1 - vehicular y peatonal.

Tabla 10*Promedio de aforo vehicular del primer punto crítico*

Categoría	Sur-Norte	Norte-Sur	Total Vehículos
Día 1	780	762	1542
Día 2	782	771	1553
Día 3	764	765	1529
Día 4	779	793	1572
Día 5	800	798	1598
Día 6	790	804	1594
Día 7	810	828	1638
Total semanal	5505	5521	11026 vehículos/semana
Promedio diario	-	-	1575.14 vehículos/día

Nota. El Punto Crítico 1 muestra un flujo vehicular promedio de 1575.14 vehículos/día, con un tráfico equilibrado entre ambos sentidos.

Tabla 11*Promedio de aforo peatonal del primer punto crítico*

Categoría	Total semanal
Peatón vulnerable	805
Peatón no vulnerable	3950
Total peatonal	4755 peatones/semana
Promedio diario	679.3 peatones/día

Nota. El aforo peatonal es significativo (679 peatones/día), donde el 83% corresponde a peatones no vulnerables y el 17% a población vulnerable, cifra que es relevante para un análisis de riesgo vial.

Procesamiento de datos del punto crítico 2 - vehicular y peatonal.

Tabla 12*Promedio de aforo vehicular del segundo punto crítico*

Categoría	Sur-Norte	Norte-Sur	Total Vehículos
Día 1	393	389	782
Día 2	405	392	797
Día 3	398	401	799
Día 4	400	388	788
Día 5	388	401	789
Día 6	408	391	799
Día 7	392	403	795
Total semanal	2784	2765	5549 vehículos/semana
Promedio diario	-	-	792.71 vehículos/día

Nota. El Punto Crítico 2 muestra un flujo vehicular promedio de 792.71 vehículos/día, con un tráfico equilibrado entre ambos sentidos; no obstante, significativamente menor que el Punto Crítico 1.

De acuerdo con los criterios del Manual de Carreteras del MTC, el volumen horario obtenido (864 veh/h) corresponde a un nivel de servicio tipo B, caracterizado por un flujo estable, con baja interferencia entre vehículos y adecuada libertad de maniobra. Sin embargo, la presencia de peatones en la zona genera conflictos de interacción que no son reflejados directamente por este indicador.

Tabla 13*Promedio de aforo peatonal del segundo punto crítico*

Categoría	Total semanal
Peatón vulnerable	838
Peatón no vulnerable	6153
Total peatonal	6991 peatones/semana
Promedio diario	998.7 peatones/día

Nota. El flujo peatonal es significativo (999 peatones/día). Esto indica un nivel de exposición del peatón más alto que el punto. El 88 % del flujo corresponde a peatones no vulnerables, mientras que el 12 % pertenece a los grupos vulnerables, cifra que sigue siendo relevante para un análisis de riesgo vial.

Procesamiento de datos del punto crítico 3 - vehicular y peatonal.

Tabla 14*Promedio de aforo vehicular del tercer punto crítico*

Categoría	Sur-Norte	Norte-Sur	Total Vehículos
Día 1	363	375	738
Día 2	358	356	714
Día 3	360	353	713
Día 4	340	356	696
Día 5	344	354	698
Día 6	351	355	706
Día 7	356	353	709
Total semanal	2472	2502	4974 vehículos/semana
Promedio diario	-	-	710.57 vehículos/día

Nota. El Punto 3 tiene un flujo vehicular diario promedio de 710.57 vehículos/día, con valores consistentes en todos los días de la semana.

Tabla 15*Promedio de aforo peatonal del tercer punto crítico*

Categoría	Total semanal
Peatón vulnerable	949
Peatón no vulnerable	4461
Total peatonal	5410 peatones/semana
Promedio diario	772.9 peatones/día

Nota. El flujo peatonal es de 773 peatones/día, donde destaca un incremento de peatones vulnerables (17.5 % del total), ligeramente superior a los puntos anteriores.

Procesamiento de datos del punto crítico 4 - vehicular y peatonal.

Tabla 16

Promedio de aforo vehicular del cuarto punto crítico

Categoría	Sur-Norte	Norte-Sur	Total Vehículos
Día 1	123	120	243
Día 2	122	118	240
Día 3	124	121	245
Día 4	123	121	244
Día 5	119	119	238
Día 6	117	117	234
Día 7	123	122	245
Total semanal	851	838	1689 vehículos/semana
Promedio diario	-	-	241 vehículos/día

Nota. Este punto presenta el menor volumen vehicular 241 vehículos/día de los tres puntos anteriores.

Tabla 17

Promedio de aforo peatonal del cuarto punto crítico

Categoría	Total semanal
Peatón vulnerable	845
Peatón no vulnerable	5006
Total peatonal	5851 peatones/semana
Promedio diario	835.8 peatones/día

Nota. Este punto presenta uno de los mayores flujos peatonales (836 peatones/día). Es el punto con la interacción modal más intensa de los tres anteriores, lo que explica por qué su hora pico coincide con los valores más altos del día.

El Punto más crítico

A analizar de manera comparativa el comportamiento del flujo de vehículos y peatones se encontró que desde la Tabla 9 a la 16 existen diferencias en la dinámica con la que fluye su tránsito en cuatro puntos que son los de mayor conflicto al cruzar. Al recolectar toda la información se pudo comparar que el punto 1 a diferencia de todos es el más crítico en congestión vehicular con 1575.4 de unidades estimadas transitando en el día, seguido se encuentra el punto 2 con un promedio diario de 792.71, el punto 3 con 710.57 y el punto 4 de 241 unidades vehiculares fluyendo a diario por los distintos puntos observados. En lo que respecta al flujo peatonal se registró un flujo de 998.7 peatones por día y seguidamente el punto 1 con un flujo diario de 679.3

peatones. Estos datos por si solos demuestra dos diferentes tipos de flujos concentrados en un espacio, pero si se considera la interacción entre ambos durante esta afluencia creciente se logra determinar el Coeficiente de Exposición Peatonal CEP el cual es considerado como la interacción constante que demuestran vehículos y peatones y de donde se conocen las conductas y circunstancias a las que se exponen ambos factores cuando se observan en su entorno natural. Partiendo de los datos obtenidos en el proceso de recolección protagonizan los siguientes: Punto 1 = 0.431, Punto 2 = 1.26, Punto 3 = 1.09 y Punto 4 = 3.47.

Los resultados evidencian que el Punto Crítico 4 presenta el mayor coeficiente de exposición peatonal, lo que indica una relación desproporcionada entre el alto flujo peatonal y el bajo volumen vehicular. Esta condición genera una mayor frecuencia de cruces peatonales en relación con los vehículos, incrementando significativamente la probabilidad de conflictos viales. Asimismo, los Puntos 2 y 3 también presentan valores elevados de CEP (mayores a 1), lo que refleja una interacción modal importante; sin embargo, el Punto 4 destaca como el de mayor riesgo relativo.

En consecuencia, desde el enfoque de seguridad vial y movilidad urbana, el Punto Crítico 4 se identifica como el tramo más vulnerable y prioritario para la implementación de medidas de intervención, como infraestructura de cruce seguro tipo puente peatonal.

El elevado valor del Coeficiente de Exposición Peatonal (CEP) en el Punto Crítico 4 evidencia una interacción desproporcionada entre peatones y vehículos, lo que incrementa significativamente la probabilidad de conflictos viales. En este contexto, se justifica la necesidad de implementar una infraestructura segregada, como un puente peatonal, que permita separar físicamente ambos flujos y garantizar condiciones adecuadas de seguridad vial.

ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD

Del análisis comparativo de los cuatro puntos evaluados, el Punto Crítico 4 presenta las condiciones de riesgo más elevadas para el cruce peatonal.

Este punto registra el mayor flujo peatonal diario (836 peatones/día) y, además, el coeficiente de exposición peatonal más alto ($CEP = 3.47$), indicador que refleja una mayor interacción peatón–vehículo respecto a los demás puntos. Aunque el volumen vehicular es menor en comparación con los otros puntos, ello no reduce el nivel de riesgo, debido a la alta frecuencia de cruces peatonales no controlados y a la elevada interacción entre peatones y vehículo; en el Punto 4 se observa la alta coincidencia de horas pico vehicular y peatonal, lo cual incrementa la probabilidad de conflicto y eleva significativamente el nivel de riesgo vial. Por estas razones técnicas, el Punto Crítico 4 se identifica como el tramo prioritario para la implementación de un puente peatonal. Este criterio es consistente con los lineamientos del Manual de Seguridad Vial del MTC, donde la coexistencia modal con alta presencia peatonal incrementa el riesgo de accidentes.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Antes de definir la propuesta estructural del puente peatonal, se realizó un estudio de mecánica de suelos en el punto de cimentación del proyecto, mediante la excavación de una calicata de cimentación (C 1) hasta 2.60 m de profundidad en el distrito de Ticlacayán. Este estudio permitió conocer el tipo de suelo, su capacidad portante y el asentamiento esperado, información imprescindible para justificar el uso de cimentaciones superficiales y garantizar que la propuesta de diseño se apoye sobre un terreno seguro y compatible con las cargas del puente.

Tabla 18

Parámetros de suelos relevantes para el diseño de la cimentación del puente peatonal

Aspecto evaluado	Resultado
Perfil estratigráfico	Capa orgánica de 0.30 m (E - 1) sobre estrato granular de grava con limo y arcilla (E - 2), hasta 2.60 m de profundidad.
Clasificación del suelo de apoyo	SUCS: GP–GC–GM (grava mal graduada con limo y arcilla); AASHTO: A-1-a (0), excelente a bueno como subrasante.
Nivel freático	No se encontró nivel freático dentro de la profundidad estudiada (NP).
Parámetros de resistencia al corte	Cohesión efectiva $C = 0.06 \text{ kg/cm}^2$ y ángulo de fricción corregido $\phi = 28.5^\circ$.
Capacidad portante admisible	$Q_a = 1.84 \text{ kg/cm}^2$, para zapata de 1.00 m de ancho a 2.00 m de profundidad ($FS = 3$).
Parámetros de deformabilidad	Módulo de elasticidad $E_s = 5\,000 \text{ ton/m}^2$.

Asentamiento estimado	Asentamiento inmediato aproximado $S_i = 0.87 \text{ cm}$ (0.0087 m), considerado aceptable.
-----------------------	--

Nota. La tabla presenta solo los parámetros esenciales para el diseño de la cimentación del puente peatonal. El detalle completo de los ensayos de laboratorio (granulometría, límites de consistencia, Proctor, entre otros) se incluye en los anexos correspondientes del estudio de mecánica de suelos.

Los resultados del estudio de suelos muestran que, luego de una delgada capa orgánica de 0.30 m, el terreno está conformado por un estrato granular de grava mal graduada con presencia de limo y arcilla. Este material se clasifica como A-1-a (0) en AASHTO y GP–GC–GM en el sistema SUCS, lo que en términos prácticos se interpreta como un suelo de excelente a bueno para apoyar cimentaciones superficiales. Esto significa que, una vez retirada la capa orgánica inicial, el puente peatonal puede apoyarse sobre un terreno firme y con buen comportamiento estructural.

La ausencia de nivel freático dentro de la profundidad analizada es otro aspecto favorable, ya que disminuye la probabilidad de problemas asociados a la saturación del suelo, como la reducción de la capacidad portante o la inestabilidad durante la vida útil de la estructura. En este contexto, el cálculo de la capacidad portante admisible ($Q_a \approx 1.84 \text{ kg/cm}^2$, con un factor de seguridad de 3) ofrece un valor de referencia que permite verificar que las presiones transmitidas por las zapatas del puente se mantengan dentro de rangos seguros.

Finalmente, el módulo de elasticidad adoptado ($E_s = 5\,000 \text{ ton/m}^2$) y el asentamiento inmediato estimado ($S_i = 0.87 \text{ cm}$) indican que el suelo responde de manera rígida ante las cargas previstas, con deformaciones verticales reducidas y compatibles con una estructura ligera como un puente peatonal. En conjunto, estos resultados respaldan la decisión de emplear cimentaciones superficiales mediante zapatas aisladas y constituyen la base técnica sobre la cual se formula la propuesta estructural del puente en el punto crítico seleccionado.

PROPUESTA ESTRUCTURAL

Desde el enfoque estadístico, los resultados obtenidos en la investigación muestran un coeficiente de determinación $R^2 = 0,671$, lo que

indica que el 67.1 % de la variabilidad en la seguridad vial y la movilidad peatonal se explica por la interacción entre peatones y vehículos en ausencia de infraestructura adecuada. Este valor evidencia una relación significativa de carácter moderado-alto, lo que implica que, a mayor interacción directa en el cruce, mayor es el nivel de riesgo al que están expuestos los peatones. En este contexto, la propuesta estructural no solo responde a criterios técnicos de diseño, sino que actúa directamente sobre el factor que explica la mayor parte del problema identificado.

El análisis de campo en el distrito de Ticlacayán permitió identificar cuatro puntos críticos de cruce peatonal, siendo el Punto Crítico N.º 4 (coordenadas -10.53394, -76.16313) el de mayor exposición por la intensidad del tránsito vehicular y peatonal. En esta zona convergen instituciones educativas, pequeños comercios y paraderos, lo que incrementa la interacción entre peatones y vehículos.

Complementariamente, el estudio de mecánica de suelos evidenció un estrato granular de buena calidad, sin presencia de nivel freático en la profundidad analizada y con una capacidad portante admisible cercana a 1.84 kg/cm², condiciones favorables para cimentaciones superficiales. Con base en estos resultados se plantea un puente peatonal elevado que separe físicamente los flujos, cumpliendo las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (E. 020, E. 030, E. 060, E. 070) y los lineamientos del Manual de Puentes del MTC.

Sistema estructural

El puente propuesto corresponde a un tablero de concreto armado tipo viga–losa, con una luz estructural de 10.00 m y un ancho útil de 2.70 m, que se definió considerando el flujo peatonal proyectado y criterios de capacidad de servicio. La losa maciza transmite las cargas a dos vigas longitudinales de concreto, apoyadas en estribos que descargan sobre zapatas aisladas, solución que resulta adecuada para las condiciones del terreno y viable en términos constructivos y de mantenimiento.

El diseño se desarrolló siguiendo la metodología recomendada por el

MTC y las especificaciones AASHTO LRFD, considerando la definición del modelo estructural, la determinación de cargas permanentes y variables, el análisis elástico lineal para obtener esfuerzos máximos y el dimensionamiento de los elementos por estados límite último y de servicio, incluyendo la verificación sísmica y de confort peatonal.

Tabla 19

Parámetros generales de diseño

Parámetro	Valor adoptado
Luz del tablero	10.00 m
Ancho del tablero	2.70 m
Espesor de losa	0.15 m
Tipo estructural	Tablero tipo viga–losa
Concreto	$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Acero de refuerzo	$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
Zona sísmica	$Z = 0.40$ (alta)
Coefficiente de uso	$U = 1.50$
Factor de reducción	$R = 4.00$

Nota. Los parámetros geométricos y de material se definieron en función de las dimensiones reales del cruce, las condiciones de servicio del puente peatonal y las exigencias mínimas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones y el Manual de Puentes del MTC.

Tabla 20

Comparativa del escenario sin infraestructura y el escenario con infraestructura

Indicador	Escenario sin infraestructura	Escenario con puente peatonal
Tipo de cruce	A nivel (calzada vehicular)	Desnivel (puente peatonal)
Interacción peatón–vehículo	Directa	Eliminada
Tiempo de exposición en calzada	> 10 segundos	0 segundos
Riesgo de siniestros	Alto (por interacción directa)	Mínimo (sin interacción directa)
Flujo peatonal	Interrumpido por tránsito vehicular	Continuo
Seguridad vial	Limitada	Mejorada significativamente
Movilidad peatonal	Condicionada por el tráfico	Fluida y constante

Interpretación

A partir del diseño propuesto, se realizó una estimación del impacto en las condiciones de seguridad vial y movilidad peatonal. En el escenario actual,

los peatones presentan tiempos de exposición superiores a 10 segundos al cruzar la calzada, interactuando directamente con un flujo vehicular de 241 vehículos/día en el punto crítico identificado.

Con la implementación del puente peatonal, el tiempo de exposición en la vía se reduce a 0 segundos, eliminando completamente la interacción directa entre peatones y vehículos. Esta segregación permite un flujo continuo y seguro, reduciendo el riesgo de siniestros y mejorando la accesibilidad y movilidad de los usuarios.

Tabla 21

Cargas gravitacionales y combinaciones de diseño

Tipo de carga	Valor equivalente (Tn/m)	Característica
Peso propio de losa	0.486	Losa de 0.15 m, $\gamma = 2.40 \text{ Tn/m}^3$
Peso propio de vigas	0.252	Sección 0.30 m $\times$ 0.50 m
Peso de barandas	0.150	Baranda metálica, metrado de proyecto
Carga muerta total	0.888	Suma de pesos de losa, vigas y barandas
Carga viva peatonal	0.510	Manual de Puentes MTC (sobrecarga peatonal)

Combinaciones de diseño LRFD aplicadas:

- 1.25 D + 1.50 L
- 1.25 D + 1.50 H
- 1.00 D + 1.00 E
- 1.25 D + 1.30 W
- D + L (servicio)

Nota. Los valores de carga provienen del metrado desarrollado en la hoja de cálculo del proyecto y se combinan según el enfoque LRFD indicado en el Manual de Puentes del MTC (2016), a fin de verificar el comportamiento del tablero y de los apoyos frente a estados límite último y de servicio.

Análisis estructural

Si bien los resultados estructurales garantizan la estabilidad y resistencia del puente, su aporte principal desde el enfoque de investigación radica en la reducción de la interacción peatón–vehículo. En el escenario actual, los peatones presentan tiempos de exposición superiores a 10 segundos en la calzada; sin embargo, con la implementación del puente peatonal, este tiempo se reduce a 0 segundos, eliminando completamente los puntos de conflicto. Este cambio representa una mejora directa en los indicadores de seguridad vial y movilidad, ya que transforma un sistema de cruce compartido en uno

totalmente segregado.

En datos técnicos la losa del tablero se idealizó como una viga de 1.00 m de ancho y 10.00 m de luz, con apoyos articulados en los extremos. Para el cálculo del momento máximo se empleó la expresión clásica para una viga simplemente apoyada sometida a carga distribuida uniforme:

$$M_{max} = \frac{wL^2}{8}$$

Donde w es la carga total distribuida y L la luz de la viga. A partir del metrado de cargas (peso propio de losa, vigas, barandas y sobrecarga peatonal), la hoja de cálculo del proyecto arroja una carga total equivalente de: $w = 1.398 \text{ Tn/m}$ (0.888 Tn/m de carga muerta + 0.510 Tn/m de carga viva). Con este valor se obtuvo un momento flector máximo aproximado de:

$$M_{max} = 17.475 \text{ Tn/m}$$

y un cortante máximo:

$$V_{max} = \frac{wL}{2} = 6.99 \text{ Tn}$$

El momento en vigas se obtuvo considerando la distribución de cargas del tablero hacia los elementos longitudinales mediante ancho tributario. A partir de la carga distribuida total obtenida del metrado estructural ($w = 1.398 \text{ Tn/m}$) y considerando una luz de 10.00 m, se aplicaron las expresiones clásicas de análisis para vigas simplemente apoyadas, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 22

Análisis estructural de la losa

Concepto	Valor obtenido
Carga total w	1.398 Tn/m
Momento máximo (M_{max})	17.475 Tn.m
Cortante máximo (V_{max})	6.99 Tn

Nota. Los valores provienen con los cálculos realizados y son compatibles con la geometría adoptada del tablero, proporcionando una respuesta estructural dentro del rango elástico y sin flechas apreciables para el usuario.

El diseño cumple con los criterios de resistencia, servicio y seguridad estructural establecidos en la normativa vigente. Por otra parte, el procedimiento de análisis y diseño estructural se desarrolló considerando la determinación de cargas gravitacionales y accidentales, la aplicación de combinaciones de carga bajo el enfoque LRFD, el cálculo de esfuerzos internos (momentos flectores, fuerzas cortantes y deformaciones) mediante un modelo elástico lineal, y el dimensionamiento de los elementos estructurales conforme a los estados límite último y de servicio. Asimismo, se realizaron verificaciones de resistencia, rigidez y estabilidad de cada elemento (losa, vigas, columnas y cimentación), asegurando el cumplimiento de los criterios establecidos en la normativa vigente. El desarrollo detallado de las ecuaciones empleadas, hojas de cálculo, diagramas estructurales y verificaciones se presenta en la memoria de cálculo incluida en los anexos del estudio.

Este resultado no solo responde a una condición teórica de segregación, sino que se encuentra directamente vinculado al diseño estructural propuesto. Las dimensiones adoptadas (luz de 10.00 m y ancho de 2.70 m) permiten cubrir completamente la calzada vehicular, garantizando que el flujo peatonal se desarrolle fuera del nivel de tránsito. En este sentido, la eliminación del tiempo de exposición (0 segundos) y de los puntos de conflicto no es solo una condición conceptual, sino una consecuencia directa del dimensionamiento y configuración estructural del puente, lo que permite relacionar los resultados del diseño con la mejora efectiva en la seguridad vial y la movilidad peatonal.

Diseño de elementos estructurales

Tabla 23

Diseño de la Losa del tablero

Concepto	Valor
Peralte útil (d)	12.5 cm
Cuantía mínima (p _{min})	0.0018
Acero requerido (A _s)	314 mm ² /m
Acero adoptado	Ø 10 @ 20 cm (314 mm ² /m)
Resistencia al corte: V _u	5.88×10 ⁵ kg
Resistencia al corte: V _c	9.27×10 ⁵ kg

Nota. El diseño de la losa se realizó conforme a la norma E. 060 del RNE, verificando que el acero adoptado supere ligeramente el requerido y que la cuantía se mantenga dentro de los límites normativos, lo que garantiza las condiciones necesarias para la seguridad y resistencia de la estructura.

Tabla 24*Diseño de las vigas longitudinales*

Concepto	Valor
Sección	0.30 x 0.50 m
Momento solicitante M_u	5.0×10^6 kg.cm
Momento resistente ϕM_n	8.5×10^6 kg.cm
Cortante solicitante V_u	2.2×10^5 kg
Cortante resistente ϕV_c	4.6×10^5 kg
Refuerzo	2 Ø 16 arriba / 2 Ø 16 abajo; Ø 8 @ 20 cm

Nota. Se verifica que la capacidad resistente de las vigas (ϕM_n y ϕV_c) es mayor que las solicitaciones de diseño (M_u y V_u), por lo que la sección 0.30 x 0.50 m y el refuerzo adoptado resultan adecuados frente a las acciones de flexión y corte, cumpliendo los criterios de la norma E.060.

Tabla 25*Diseño de las columnas estructurales*

Concepto	Valor
Sección	0.40 x 0.40 m
P_u	4.2×10^4 kg
ϕP_n	1.89×10^5 kg
Refuerzo	8 Ø 16 con Ø 8 @ 15 cm

Nota. La comparación entre la carga axial de diseño P_u y la capacidad resistente ϕP_n muestra que la sección propuesta de 0.40 x 0.40 m y el refuerzo adoptado, cumple adecuadamente con los requisitos de resistencia establecidos en la norma E.060.

Tabla 26*Diseño de la cimentación*

Concepto	Valor
Dimensión	$1.80 \times 1.80 \times 0.40$ m
Carga transmitida	4.2×10^4 kg
Presión de contacto (q)	1.30 kg/cm ²
Capacidad admisible (q_a)	1.84 kg/cm ²
Refuerzo	Ø 12 @ 20 cm

Interpretación

La presión de contacto inicialmente calculada para una zapata de 1.00×1.00 m fue de aproximadamente 4.2 kg/cm², valor que supera la capacidad admisible del suelo ($q_a = 1.84$ kg/cm²) obtenida en el estudio de mecánica de suelos. En consecuencia, se realizó el redimensionamiento de la cimentación, adoptando una zapata de 1.80×1.80 m, con lo cual la presión transmitida al suelo se reduce a 1.30 kg/cm², cumpliendo la condición $q \leq q_a$. Esto garantiza la estabilidad de la cimentación frente a fallas por capacidad portante y limita los asentamientos a valores admisibles, asegurando un comportamiento

adecuado de la estructura.

Verificación sísmica y vibracional

- Zona sísmica: $Z = 0.40$ (alta)
- Tipo de suelo: S2 – Intermedio
- Coeficiente de uso: $U = 1.5$
- Factor de reducción: $R = 4$
- Frecuencia natural del sistema: $f = 6.7 \text{ Hz} > 3 \text{ Hz}$

El puente cumple con los requisitos de desempeño sísmico establecidos en la E. 030, garantizando estabilidad ante movimientos horizontales. Asimismo, la frecuencia natural (6.7 Hz) asegura confort peatonal según la ISO 10137 (2007) y el criterio del Manual de Puentes MTC, descartando efectos de resonancia.

METRADO DE MATERIALES

El metrado de los materiales son base para sustentar el modelamiento estructural y anticipar la viabilidad técnica-económica. La siguiente tabla muestra el resumen de las cantidades necesarias para explicar el diseño adoptado. El detalle completo por partidas, frentes y superficies se encuentra en los anexos donde puede verificarse cada cálculo empleado.

Tabla 27

Metrado de materiales

Ítem	Cantidad	Unidad
Concreto armado – vigas principales	1.68	m ³
Concreto armado – vigas diafragma	0.378	m ³
Concreto armado – losa de tablero	3.24	m ³
Subtotal concreto armado superestructura	5.298	m ³
Concreto simple – zapatas ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)	28.3696	m ³
Concreto simple – estribos ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)	48.334643	m ³
Subtotal concreto simple cimentación	76.704243	m ³
Acero corrugado – vigas principales	381.484	kg
Acero corrugado – vigas diafragma	77.76	kg
Acero corrugado – losa del tablero	236.32	kg
Acero corrugado total superestructura	695.564	kg
Encofrado vigas principales	16.00	m ²
Encofrado vigas diafragma	5.04	m ²
Encofrado losa de tablero	16.68021	m ²
Encofrado total superestructura	37.72021	m ²

Nota. Las cantidades permiten un uso eficiente de materiales en la superestructura viga-losa y en la cimentación superficial, coherente con la luz y el ancho. Este metrado respalda el

modelo estructural y aporta evidencia para la viabilidad técnico-económica, sin comprometer la seguridad. El diseño cumple los criterios de resistencia, servicio y estabilidad del RNE y del Manual de Puentes MTC (2016); para un comportamiento adecuado para el entorno urbano de Ticlacayán.

VIABILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

Desde la perspectiva de la investigación, la viabilidad técnico-económica no solo valida la factibilidad constructiva del proyecto, sino que refuerza su impacto en la seguridad vial. Considerando que el modelo estadístico ($R^2 = 0,671$) demuestra que la interacción peatón-vehículo es un factor determinante del riesgo, la implementación de una solución que elimina dicha interacción justifica plenamente la inversión realizada. En este sentido, el costo del proyecto se sustenta no solo en términos constructivos, sino también en su contribución directa a la reducción del riesgo y a la mejora de la movilidad urbana en el distrito de Ticlacayán.

La viabilidad se evaluó a partir de los metrados consolidados y del presupuesto base que detalla partidas, costos directos, gastos generales y utilidad. Este insumo, coherente con los volúmenes utilizados en el modelado, permite estimar el costo total de ejecución y el costo por metro de puente. Los costos han sido estimados en función de los metrados obtenidos del diseño estructural validado, garantizando coherencia entre la propuesta técnica y su valoración económica.

Tabla 28

Resumen de costos para la viabilidad técnico-económica

Cap.	Descripción	Monto (S/.)	% del costo directo
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES	21,175.65	28.9 %
	Obras provisionales	18,635.02	25.4 %
	Trabajos preliminares	1,894.62	2.6 %
	Remociones	646.01	0.9 %
02	ESTRUCTURAS	42,077.81	57.4 %
	Movimiento de tierras	8,211.88	11.2 %
	Obras de concreto simple (solados, zapatas, estribos)	25,994.61	35.5 %
	Obras de concreto armado (columnas, vigas, losas)	7,871.32	10.7 %
03	VARIOS (apoyos, juntas, drenajes, barandas, señalización, otros)	5,592.58	7.6 %

04	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	4,430.49	6.0 %
	Programas de medidas de control ambiental	999.39	1.4 %
	Programas de educación y sensibilización ambiental	3,431.10	4.7 %
	TOTAL COSTO DIRECTO	73,276.53	100.0 %

Interpretación

Las estructuras concentran alrededor del 57 % del costo directo, lo cual es coherente con una obra cuyo núcleo es un puente peatonal de 10 m de luz: allí se incluyen movimiento de tierras, concreto simple (solados, zapatas, estribos) y concreto armado (vigas, columnas, losas del tablero). Dentro de Estructuras, la obra de concreto simple es el rubro más fuerte (35.5 % del total), reflejando el peso económico de las cimentaciones y estribos para garantizar estabilidad y seguridad estructural. Las Obras provisionales y trabajos preliminares (Cap. 01) representan casi un 29 %, lo que indica que la preparación del sitio, instalaciones temporales, accesos, remoción de estructuras existentes, etc., tienen un rol importante pero controlado en el costo global. El Capítulo 04 mitigación de impacto ambiental (6 %) visibiliza que el proyecto no solo se centra en la estructura, sino que también incorpora medidas y programas ambientales (control y educación), lo que refuerza su enfoque de sostenibilidad. En conjunto, la distribución muestra un presupuesto equilibrado y técnicamente razonable: la mayor parte se dirige a garantizar la calidad estructural, sin descuidar la preparación del terreno, la seguridad, los acabados y los componentes ambientales, lo que respalda la viabilidad técnico económica de la propuesta. La estimación de costos se desarrolló considerando criterios del Reglamento Nacional de Edificaciones y lineamientos del Manual de Puentes del MTC, asegurando que los metrados y partidas correspondan a soluciones técnicamente válidas.

Resumen detallado de recursos por tipo y estructura interna

Con base en los metrados validados y en el presupuesto base, se estimó el costo de ejecución y el costo por metro de puente. A continuación, se muestra en resumen los montos principales para sustentar la viabilidad técnico-económica, el detalle por partidas, rendimientos y precios unitarios queda en Anexos.

Tabla 29

Precios y cantidades de recursos requeridos

Tipo de recurso	N.º de recursos distintos	Ejemplos representativos	Monto (S/.)	% del total de recursos
Mano de obra	7 perfiles	Operario, Oficial, Peón, Operador de equipo pesado, Operador de equipo liviano, Operario topógrafo, Ingeniero ambiental	16,359.48	22.3 %
Materiales	25 ítems aprox.	Asfalto RC- 250, agregados (piedra chancada, arena), cemento, concreto premezclado, acero corrugado, clavos, madera, tuberías PVC, pinturas y sellos, geotextiles, entre otros	31,539.92	43.0 %
Equipos	24 ítems aprox.	Estación total, herramientas manuales, compactadora tipo plancha, vibrador, mezcladoras de concreto, cargador frontal, excavadora, motosoldadora, motosierras, andamios, alquiler de oficina/almacén/caseta, equipo multimedia, etc.	25,382.62	34.6 %
TOTAL			73,282.02	100.0 %

Nota. La diferencia de S/ 5.49 respecto al costo directo del presupuesto general (S/ 73,276.53) responde a redondeos en los precios unitarios. Para la tesis, puedes declarar que se adopta como valor oficial el costo directo del presupuesto general y que la diferencia es irrelevante para la evaluación de la viabilidad.

Tabla 30

Resumen sintético de la viabilidad técnico–económica partidas y recursos

Bloque	Concepto / Rubro	Monto (S/.)	%
	Costo directo	73,276.53	100.0
	01. Obras provisionales y trabajos preliminares	21,175.65	28.9
	02. Estructuras	42,077.81	57.4
	03. Varios	5,592.58	7.6
	04. Mitigación de impacto ambiental	4,430.49	6.0
A. Presupuesto por partidas	Gastos generales (10% CD)	7,327.65	-
	Utilidad (10% CD)	7,327.65	-
	Subtotal (CD + GG + Utilidad)	87,931.83	-
	IGV (18% Subtotal)	15,827.73	-
	Costo de ejecución de la obra	103,759.56	-
	Supervisión de obra	5,187.98	-
	Expediente técnico	12,000.00	-
	Costo total del proyecto	120,947.54	-
	Total recursos (≈ costo directo)	73,282.02	100.0
B. Estructura del costo directo por recursos	Mano de obra	16,359.48	22.3
	Materiales	31,539.92	43.0
	Equipos	25,382.62	34.7

Nota. El proyecto es viable: el costo directo se concentra en Estructuras (57.4 %), coherente con un puente, los materiales lideran el gasto por recursos (43 %), seguidos por equipos (34.7 %) y mano de obra (22.3 %), patrón típico de ejecución mecanizada eficiente. La inclusión explícita de mitigación ambiental (6 %) y los costos de supervisión y expediente refuerzan la sostenibilidad y formalidad del presupuesto sin sobredimensionar el total.

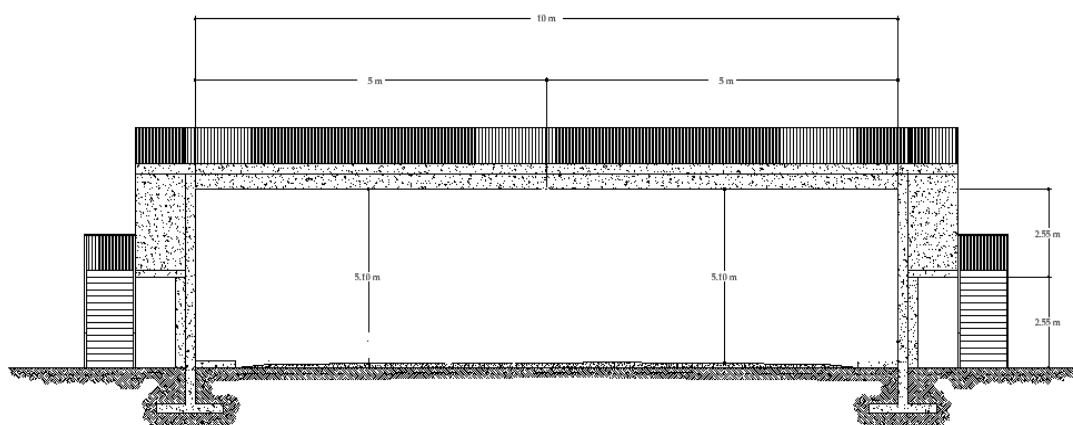
MODELADO ESTRUCTURAL

Vista frontal

Modelamiento del puente peatonal en AutoCAD y a continuación se muestra el puente planteado como alternativa de solución será una estructura de concreto armado, el modelo consiste en que la losa transmita las cargas a las vigas, estas a las columnas y, finalmente, las columnas a la cimentación y al suelo de fundación. El modelo estructural fue idealizado considerando un comportamiento elástico lineal, en el cual la losa trabaja en conjunto con las vigas longitudinales para transmitir las cargas hacia los apoyos. Este enfoque permite representar de manera simplificada pero adecuada la respuesta estructural del sistema frente a cargas gravitacionales.

Figura 14

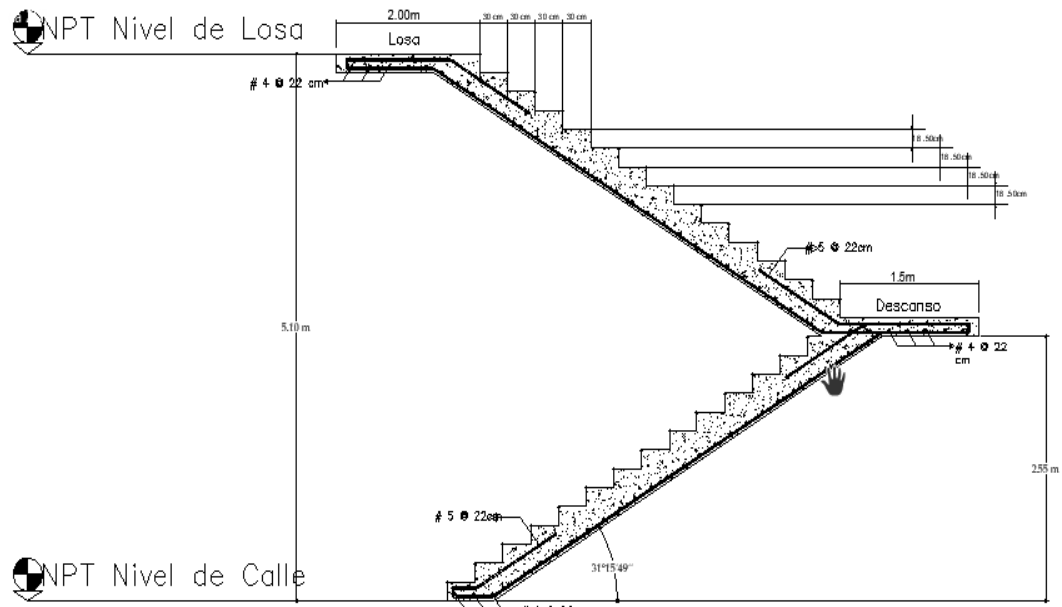
Vista frontal del puente peatonal planteado



Nota. El sistema estructural responde a un esquema tipo viga–losa, en el cual la losa distribuye las cargas hacia las vigas longitudinales, las cuales a su vez las transmiten hacia las columnas y finalmente a la cimentación, garantizando una adecuada continuidad estructural.

Figura 15

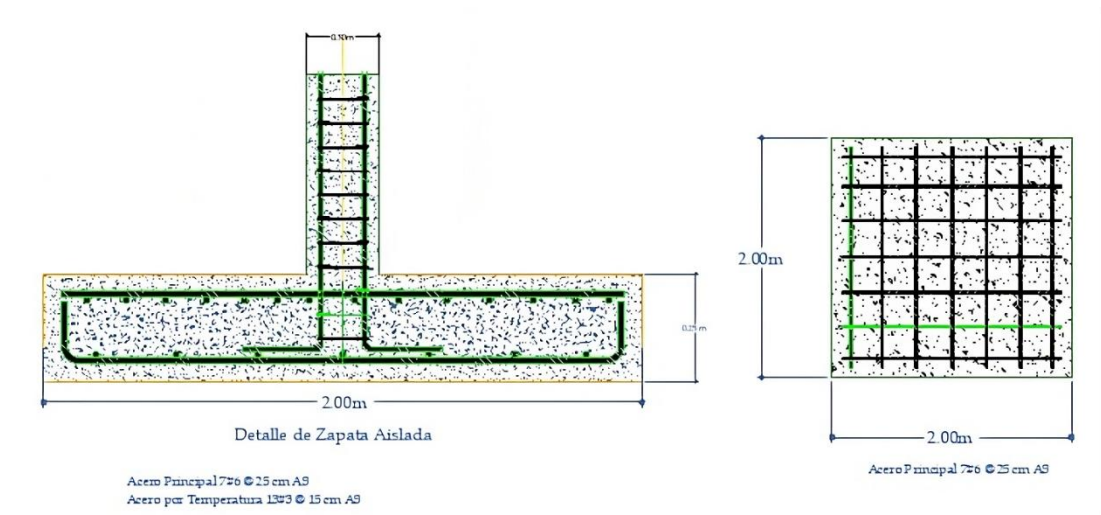
Modelamiento del puente peatonal en AutoCAD



Nota. Vista lateral del puente peatonal planteado como también detalle de las escaleras. La configuración geométrica del puente considera condiciones de accesibilidad y pendiente adecuada para el tránsito peatonal, manteniendo compatibilidad con la topografía existente

Figura 16

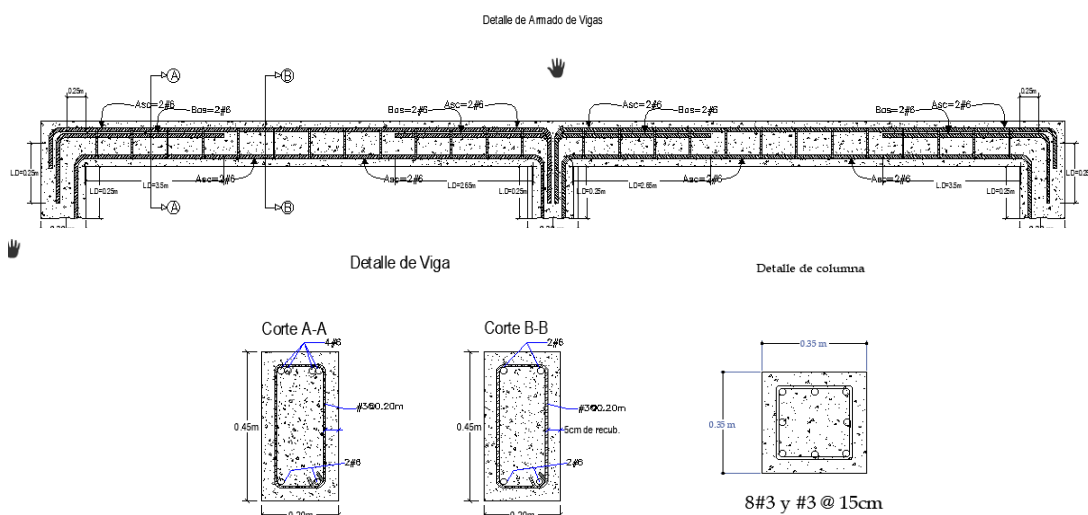
Modelamiento de la cimentación y detalles del puente peatonal en AutoCAD



Nota. Se aprecia el sistema de cimentación superficial adoptado mediante zapatas aisladas, definido en función de la capacidad portante del suelo obtenida en el estudio geotécnico.

Figura 17

Modelamiento de vigas y columnas del puente peatonal en AutoCAD



Nota. Se presentan los detalles de refuerzo en columnas y vigas del puente peatonal, los cuales han sido dimensionados conforme a las solicitaciones obtenidas del análisis estructural y en cumplimiento de la norma E. 060 del RNE.

A partir del modelo estructural se obtuvieron los diagramas de momento flector, fuerza cortante y deformaciones, los cuales permiten verificar el comportamiento resistente de la estructura. Estos resultados se presentan en los anexos del estudio junto con la memoria de cálculo correspondiente sobre un diseño que prioriza y se adopta en soluciones de mantenimiento bajo y de alta durabilidad.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis general

La propuesta para la implementación de puentes peatonales influye significativamente en la seguridad vial y la movilidad de los peatones en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco.

Tabla 31

Regresión lineal del modelo general de la hipótesis general

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,539 ^a	,671	,528	3,762

a. Predictores: (Constante), Diseño e implementación de puentes peatonales

Tabla 32*Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis general*

ANOVA ^a					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	82.531	1	82.429	32.82	,000 ^b
Residuo	97.083	3	4.761		
Total	179.617	4			

a. Variable dependiente: Seguridad vial y movilidad

b. Predictores: (Constante), Diseño e implementación de puentes peatonales

Nota. Software estadístico SPSS.

Interpretación

Los resultados de la hipótesis general muestran que las propuestas de diseños se asocian con mayores niveles de seguridad peatonal en cruces en el distrito de Ticlacayán. Donde a través de la prueba de regresión lineal dio un valor de $R^2 = 0,671$ indicando que un 67.1 % de la seguridad peatonal es impactada por la regulación del tránsito. Además, la significancia fue de 0.000 siendo menor a P valor (0.05), confirmando la aceptación de la hipótesis planteada. Demostrando que una propuesta de diseño para la implementación de puentes peatonales si contribuye de manera directa y positiva a mejorar la seguridad y movilidad peatonal en el distrito de Ticlacayán.

Hipótesis específica 1

La identificación de puntos críticos permite plantear soluciones estructurales que reducen significativamente el riesgo peatonal en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco.

Tabla 33*Regresión lineal del modelo general de la hipótesis específica 1*

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,628 ^a	,738	,609	3,811

a. Predictores: (Constante), Puntos críticos

Tabla 34*Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis específica 1*

ANOVA ^a					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	75.682	1	79.586	29.80	,000 ^b
Residuo	91.267	3	5.646		
Total	166.949	4			

a. Variable dependiente: Seguridad vial y movilidad

b. Predictores: (Constante), Puntos críticos

Nota. Software estadístico SPSS.

Interpretación

Los resultados de la hipótesis específica 1 muestran que una identificación de puntos críticos se asocia con mayores niveles de seguridad vial y la reducción de riesgos peatonales en el distrito de Ticlacayán. Donde a través de la prueba de regresión lineal dio un valor de $R^2 = 0,738$ indicando que un 73.8 % de la seguridad peatonal es impactada por la una identificación de puntos críticos. Además, la significancia fue de 0.000 siendo menor a P valor (0.05), confirmando la aceptación de la hipótesis planteada. Demostrando que una adecuada identificación de puntos críticos permite plantear soluciones estructurales que mejora la seguridad vial y reducen los riesgos peatonales en las vías principales.

Hipótesis específica 2

El modelamiento estructural de un puente peatonal optimiza la movilidad y accesibilidad de los usuarios en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco.

Tabla 35*Regresión lineal del modelo general de la hipótesis específica 2*

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,571 ^a	,709	,638	3,609

a. Predictores: (Constante), Puntos críticos

Tabla 36*Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis específica 2*

ANOVA ^a					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	71.992	1	66.831	34.51	,000 ^b
Residuo	97.316	3	5.882		
Total	169.308	4			

a. Variable dependiente: Seguridad vial y movilidad

b. Predictores: (Constante), Modelamiento estructural

Nota. Software estadístico SPSS.

Interpretación

Los resultados de la hipótesis específica 2 muestran que el modelamiento estructural se asocia con mejoras en la movilización y cruce peatonal en vías principales del distrito de Ticlacayán. Donde a través de la prueba de regresión lineal dio un valor de $R^2 = 0,709$ indicando que un 70.9 % de la optimización de accesibilidad y movilidad son impactadas por un modelamiento estructural eficiente y adaptado a necesidades específicas del contexto. Además, la significancia fue de 0.000 siendo menor a P valor (0.05), confirmando la aceptación de la hipótesis planteada.

Hipótesis específica 3

La viabilidad económica y técnica del diseño estructural garantiza la sostenibilidad y factibilidad del proyecto en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco.

Tabla 37*Regresión lineal del modelo general de la hipótesis específica 3*

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,505 ^a	,692	,649	3,446

a. Predictores: (Constante), Puntos críticos

Tabla 38*Resultados de la varianza ANOVA para la hipótesis específica 3*

ANOVA ^a						
	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	64.222	1	53.821	32.07	,000 ^b
	Residuo	89.316	3	5.439		
	Total	153.538	4			

a. Variable dependiente: Seguridad vial y movilidad

b. Predictores: (Constante), Viabilidad económica

Nota. Software estadístico SPSS.

Interpretación

Los resultados de la hipótesis específica 3 muestran que la viabilidad económica en diseños estructurales da garantías a un proyecto para que sea sostenible y viable en vías principales del distrito de Ticlacayán. Donde a través de la prueba de regresión lineal dio un valor de $R^2 = 0,692$ indicando que un 69.2 % de la viabilidad económica es impactada por un diseño estructural que se adecúe a las necesidades específicas del contexto. Además, la significancia fue de 0.000 siendo menor a P valor (0.05), confirmando la aceptación de la hipótesis planteada

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con la hipótesis general: Los resultados obtenidos muestran que la propuesta para la implementación de puentes peatonales sí influye significativamente en la seguridad vial y la movilidad de los peatones en las vías principales del distrito de Ticslayán, Pasco, es aceptada mediante valores de regresión lineal de $R^2= 0,671$ demostrando que cuando hay incrementos en la interacción vehículo/peatón y por ende el riesgo incrementa. Esto se debe principalmente a lo evidenciado en el punto crítico 4 que concentró 835.8 peatones/día, lo cual se refleja en un coeficiente de exposición peatonal (CEP) de 3.47, valor que evidencia una alta probabilidad de interacción simultánea entre peatones y vehículos, incrementando significativamente el nivel de riesgo, que expone un flujo típico de *punto crítico*. En términos de impacto funcional, la condición actual implica que los peatones deben exponerse directamente al flujo vehicular durante el cruce, lo que incrementa la probabilidad de siniestros. Sin embargo, al introducir una infraestructura segregada como el puente peatonal, esta interacción se elimina completamente, lo que representa una reducción del 100% de los conflictos peatón–vehículo en el punto intervenido. Este cambio no solo valida la influencia estadística encontrada ($R^2= 0,671$), sino que traduce dicha relación en una mejora concreta en la seguridad vial y en la continuidad del desplazamiento peatonal. Según cómo lo plantea Peden et al. (2004), quien señala que en estos incrementos los peatones constituyen el punto más vulnerable de la interacción. Al mismo tiempo Elvik (2008), sostiene que estos puntos críticos se denominan de esta manera porque concentran las condiciones ideales para la ocurrencia de siniestros a consecuencia de fallas en la gestión vial y en el diseño de cruces peatonales. En este sentido, el CEP obtenido no solo describe la magnitud del flujo, sino que cuantifica la intensidad de la exposición al riesgo, lo cual coincide con lo planteado en el marco teórico, donde el riesgo peatonal aumenta proporcionalmente a la interacción directa y no controlada entre ambos flujos. Partiendo de esto la propuesta de diseño estructural debe ser considerada como una respuesta

técnica que se sustenta en condiciones reales de riesgo que se han identificado previamente, en coherencia a estos hallazgos Zambrano y Junco (2020) y Aguirre y Saucedo (2022), quienes demostraron que una adecuada segregación en la implementación de infraestructuras peatonales reduce la accidentalidad peatonal y mejoran la conectividad urbana. Guzmán (2023), que resalta la importancia de integrar diagnóstico, modelamiento y viabilidad en proyectos de infraestructura peatonal como respuesta a una planificación más eficiente. Estos resultados en conjunto sostienen la validez de la hipótesis planteada, porque explican directamente la respuesta partiendo desde el vínculo que genera la influencia detectada, más que una afirmación directa a la solución de la problemática.

De acuerdo con la hipótesis específica 1: La identificación de puntos críticos permite plantear soluciones estructurales que reducen significativamente el riesgo peatonal en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco, se comprobó gracias a una regresión lineal de $R^2 = 0,738$ que partiendo de los datos recolectados en la identificación de los 4 puntos críticos sobre la interacción vehículo-peatón, expone que las zonas con mayor nivel de riesgo son aquellas cuya interacción es mayor, evidencia de ello continua demostrándose en el punto crítico N° 4 donde se demuestra una exposición de 241 vehículos/día y 835.8 peatones/día, superando los umbrales de referencia lo cual se ve reforzado por un CEP de 3.47, que indica una condición de sobreexposición peatonal, donde la probabilidad de conflicto no es solo alta, sino recurrente en el tiempo de todo el estudio, con una fluctuación entre 710.57 y 1 575 vehículos/día y entre 679.3 y 998.7 peatones/día, lo que confirma que la exposición al peligro no está distribuida homogéneamente lo que confirma que el riesgo no depende únicamente del volumen de flujo, sino de la coincidencia temporal entre peatones y vehículos, tal como lo explican los modelos de interacción vial abordados en el marco teórico en el corredor vial, sino que se encuentra concentrada en ciertos puntos críticos y en horas pico. Este comportamiento puede explicarse partiendo del enfoque de Aarts & Van Schagen (2006), porque destacan que cuando la interacción entre vehículos y peatones es intensa y no presenta los mecanismos adecuados de segregación el riesgo se ve aumentado. En este

contexto, el CEP funciona como un indicador integrador de dicha interacción, permitiendo cuantificar cómo la ausencia de segregación incrementa la exposición al riesgo estos puntos críticos en especial el N°4 demuestran la necesidad de intervención técnica al concentrar una mayor interacción y por ende un mayor riesgo. En el mismo orden de ideas se evidencia un contraste con los resultados de Zambrano y Junco (2020), quienes detectaron que la ubicación de las infraestructuras peatonales debe ser ubicadas en aquellos puntos que ameritan un cruce constante de peatones por espacios donde el flujo vehicular es alto, al mismo tiempo Aponte y Duarte (2021), resaltan que la necesidad de toma de decisiones en los diseños se encuentra sustentada en el aforo y diferentes factores de un diagnóstico in situ. En este contexto, la identificación del punto 4 como el más prioritario para el puente resulta técnicamente consistente y socialmente justificado, porque el riesgo no depende únicamente del volumen vehicular sino de la interacción desproporcionada entre peatones y vehículos al mismo tiempo, lo que refuerza efectivamente el argumento estadístico con el que fue aceptada la hipótesis.

De acuerdo con la hipótesis específica 2: El modelamiento estructural de un puente peatonal optimiza la movilidad y accesibilidad de los usuarios en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco fue aceptada por el resultado proveniente de la prueba estadística de regresión lineal con un valor de $R^2 = 0,709$ demostrando que el modelamiento estructural si es una herramienta fundamental en la optimización de la accesibilidad y movilidad de los peatones y al mismo tiempo se les brinda la garantía de recorrer espacios funcionales y seguros. Lo anterior se refuerza con una mejoría encontrada en el diseño ya que expone una frecuencia natural de 6.7 Hz que supera el mínimo de 3 Hz establecido por la ISO 10137, mientras que el coeficiente sísmico $U = 1.5$ y el factor de reducción $R = 4$ se mantienen dentro de los rangos de la Norma E.030 y AASHTO LRFD, que garantiza un adecuado comportamiento lo cual no solo asegura estabilidad estructural, sino que reduce la percepción de riesgo en el usuario, favoreciendo su uso continuo, tal como se plantea en los principios de accesibilidad y movilidad del marco teórico, ante cargas horizontales por la ayuda de la optimización de la

accesibilidad y movilidad peatonal modelada, estas condiciones estructurales permiten que el usuario sienta seguridad y confort pues la estabilidad resulta esencial para ello. Lo que se señala en esta investigación resulta coherente con los resultados de Chuquipoma (2020), Quispe (2023) y Armijos y Bajaña (2024), quienes también validan sus propuestas con diseños que tienen un análisis de suelos, modelamiento computacional y verificación normativa para garantizar su efectividad al ejecutarse. Del mismo modo, convergen con Guzmán (2023), que enfatiza la importancia de integrar procesos, herramientas digitales y normas vigentes para optimizar la confiabilidad del diseño estructural; lo que permite confirmar que el sistema estructural propuesto cumple con los criterios de seguridad y servicio, validando la hipótesis específica relacionada con el diseño estructural. El contenido en conjunto de todos estos resultados deja la clara evidencia técnica que contribuye directamente a mejorar la accesibilidad y movilidad de los peatones porque resulta ser una estructura que cumple con todos los requerimientos para el área y es funcional para las actividades cotidianas de la zona al ser un avance infraestructural. A consecuencia de lo anterior se valida la hipótesis propuesta al haber demostrado el cumplimiento de los supuestos en criterios técnicos y sociales del diseño, cuya implementación mejoraría proporcionalmente las condiciones de seguridad, accesibilidad y movilidad de los usuarios recurrentes.

De acuerdo a la hipótesis específica 3: La viabilidad económica y técnica del diseño estructural garantiza la sostenibilidad y factibilidad del proyecto en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco, esta hipótesis fue comprobada gracias a una prueba estadística de regresión lineal de $R^2=0,692$ que comprueba la evidencia sobre lo viable que resulta el diseño estructural en cuanto al aspecto económico y en el contexto específico estudiado, porque en el análisis realizado se calculó un consumo de 82.00 m³ de concreto y 695.564 kg de acero, junto con un costo total de S/ 120 947.54, muestra una relación equilibrada entre desempeño estructural y uso de recursos, lo que resulta fundamental en contextos donde la priorización de intervenciones debe basarse en zonas con mayor nivel de riesgo previamente identificado. Este resultado se relaciona con lo plantearon Aguirre y Saucedo (2022) y Quispe

(2023), quienes demostraron que los puentes peatonales diseñados con criterios normativos y materiales disponibles localmente pueden alcanzar costos competitivos sin sacrificar la seguridad de sus usuarios. Asimismo, se aproxima a la lógica de Cajachahua (2023), que resalta la importancia de soluciones estructurales eficaces y de bajo impacto económico en contextos regionales, lo que respalda la sostenibilidad de la propuesta planteada para Ticlacayán; evidenciando que el diseño optimiza el uso de materiales sin comprometer la seguridad estructural, confirmando la viabilidad económica planteada en la hipótesis.

CONCLUSIONES

Se concluye que la propuesta de diseño estructural del puente peatonal para el distrito de Ticlacayán constituye una alternativa técnica, económica y socialmente viable para mejorar la seguridad vial y la movilidad de los peatones, esta afirmación se sustenta por medio de una explicación estadística de $R^2= 0,671$ donde se evidencia que si existe una relación significativa de moderada a positiva entre la implementación del diseño y la disminución de la interacción entre peatones y vehículos que se traduce en mayor seguridad, accesibilidad y movilidad. Los aforos de 241 vehículos/día y 835.8 peatones/día en el sector crítico evidencian una demanda de cruce elevada que, en comparación con condiciones seguras de operación peatonal, sobrepasa la capacidad funcional de un cruce a nivel, por lo que resulta necesario implementar una infraestructura peatonal segregada. El modelo estructural tipo viga–losa de concreto armado demuestra un comportamiento seguro y funcional, adecuado a las condiciones del entorno urbano y a las necesidades de la población usuaria dando soluciones técnicas y coherentes a los problemas de movilidad previamente detectados. Asimismo, se determina que la implementación del puente peatonal permite eliminar completamente la interacción directa entre peatones y vehículos en el punto crítico, reduciendo el tiempo de exposición en la calzada a 0 segundos, lo que representa una mejora directa en los niveles de seguridad vial y continuidad del flujo peatonal.

Se concluye que, tras el análisis comparativo de los cuatro puntos de cruce evaluados, el punto 4 presenta las condiciones de mayor criticidad, al demostrar mayores concentraciones de riesgo peatonal debido a mayor exposición con un registro de 835.8 peatones/día y 241 vehículos/día. Esta combinación incrementa la ocurrencia de siniestros, especialmente en horas punta y en presencia de centros educativos y comercios cercanos. En consecuencia, la selección del punto 4 como ubicación del puente peatonal se justifica plenamente, al tratarse del sector donde la intervención generará un mayor impacto en la reducción de conflictos entre peatones y vehículos conforme lo que se plantea en el primer objetivo específico.

Se concluye que el diseño estructural del puente peatonal propuesto cumple con los parámetros técnicos de resistencia, servicio y confort exigidos por la normativa vigente. La frecuencia natural de 6.7 Hz, el coeficiente sísmico $U = 1.5$ y el factor de reducción $R = 4$ se encuentran dentro de los rangos aceptables según la Norma E. 030 y AASHTO LRFD garantizando un adecuado desempeño frente a cargas permanentes, sobrecargas peatonales y acciones sísmicas propias de la región Pasco. Estos resultados permiten afirmar que la estructura propuesta ofrece condiciones de seguridad y estabilidad suficientes para su construcción y uso continuo porque cumplen con los requerimientos de seguridad y optimización del cruce proporcionados por la estructura diseñada.

Se concluye con un análisis económico para evaluar la viabilidad económica y técnica del diseño del puente peatonal, al lograr un equilibrio adecuado entre desempeño estructural y uso eficiente de recursos. El proyecto presenta un costo total de S/ 120 947.54, lo que representa aproximadamente S/ 12 095 por metro lineal para una luz de 10 m. Estos montos, junto con un consumo contenido de 82,00 m³ de concreto y 695.564 kg de acero, evidencian que la solución propuesta es económicamente razonable para el contexto de Ticlacayán, permitiendo optimizar los recursos públicos sin comprometer la seguridad estructural ni el impacto ambiental; por lo tanto, se considera que el diseño interviene directamente en la garantía de la sostenibilidad y factibilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Ticlacayán gestione la incorporación del puente peatonal propuesto en sus planes y presupuestos de inversión, priorizando su ejecución en el punto 4 por ser la zona de mayor exposición al riesgo. La obra debe considerarse como una intervención estratégica de seguridad vial y protección al peatón, especialmente para escolares, adultos mayores y población vulnerable que cruza diariamente la vía.

Se recomienda implementar un sistema permanente de monitoreo de los flujos vehiculares y peatonales en las principales intersecciones del distrito. Este seguimiento permitirá verificar el impacto del puente una vez construido, actualizar los indicadores de tránsito y planificar nuevas intervenciones preventivas. Paralelamente, se sugiere desarrollar campañas de educación y sensibilización vial dirigidas a conductores y peatones, fomentando el uso adecuado del puente, el respeto a las normas de tránsito y el cuidado del espacio público.

Se recomienda que, durante la ejecución del proyecto, se apliquen prácticas de construcción sostenible, promoviendo el uso racional de materiales y la adecuada gestión de residuos. El aprovechamiento de agregados y acero disponibles en la región puede contribuir a reducir costos de transporte y el impacto ambiental. Asimismo, se sugiere elaborar e implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones periódicas, reparación oportuna de daños y conservación del entorno, a fin de prolongar la vida útil del puente y asegurar el buen uso de los recursos públicos invertidos.

Se recomienda fomentar futuras investigaciones que amplíen el análisis hacia otros puntos de la red vial del distrito y de la región, evaluando la necesidad de puentes peatonales u otras soluciones de seguridad vial. También sería pertinente incorporar estudios de impacto social y ambiental, así como comparaciones entre distintas tipologías estructurales y alternativas de accesibilidad. De este modo, la experiencia obtenida con el presente

proyecto podrá convertirse en referencia para la formulación de nuevos diseños, fortaleciendo la ingeniería civil local con un enfoque de innovación y sostenibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarts, L. & van Schagen, I. (2006). Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.07.004>
- Aguirre, R. y Saucedo, A. (2022). *Diseño estructural del puente peatonal para mejorar la transitabilidad entre las avenidas América Sur y prolongación César Vallejo, Trujillo.2022* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110536>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2020). *LRFD Bridge Design Specifications* (9th ed.). Washington, DC. <https://es.scribd.com/document/807387048/AASHTO-lrfd-Bridge-design-specifications-9th-edition-2020-17-en-es>
- Aponte, J. y Duarte, J. (2021). *Análisis de alternativas para el paso peatonal en la intersección de la vía Fontibón - Facatativá - Los Alpes con la calle primera en el municipio de Facatativá* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCATOLICA. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2155ca1-4343-4ca5-a9d0-702478edb709/content>
- Armijos, B. y Bajaña, A. (2024). *Diseño de un puente peatonal en el Km. 19 de la Vía a la Costa, Cantón Guayaquil*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27677/1/UPS-GT005144.pdf>
- Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A. y Weimer, D. (2018) *Cost Benefit Analysis: Concepts and Practice* Cambridge University Press.
- Cadena, C. y Silva, C. (2024). *Determinación de la capacidad ferroviaria del corredor Facatativá – Bogotá con sus características físicas actuales*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCATOLICA.

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/35ccd3d0-2e67-46d3-a5e7-5f3f39170811>

Cajachahua, J. (2023). *Mejora de la transitabilidad peatonal mediante el diseño y construcción de puentes colgantes en la localidad de Paucar – Pasco 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3766>

Capillo, G. (2020) *Rediseño del acceso peatonal al Mercado Bolívar a partir de la caracterización del flujo peatonal y micro simulación en Viswalk 8* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/83c49d0c-c195-4da1-a1b0-4b47ca379bb0/content>

Cerón-Carballo, J. E., Pérez-Isidro, E., Navarro-Gómez, H. I., Rodríguez-Álvarez, C. y Ramos-Torres, G. (2022). Análisis de riesgo en puente peatonal tipo armadura utilizando sensores. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 9 (18), 40 – 46. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/595/5953117005/html/>

Chahuara, S. (2022). *Diseño de espacios de circulación peatonal para la articulación del tejido peatonal sobre vías rápidas. La Vía Expresa Paseo de la República*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/624de5c8-5c06-469f-9248-661291173d5d/content>

Chuquipoma, G (2020). *Diseño estructural de un puente peatonal en la avenida José Gabriel Condorcanqui sector Wichanzao, La Esperanza, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51285>

Coduto, D. P., Yeung, M. R. & Kitch, W. A. (2016). *Geotechnical engineering: Principles and practices* (3rd ed.). Geotechnical Engineering: Principles and Practices

- Dumbaugh, E. (2005). Safe streets, livable streets. *Journal of the American Planning Association*, 71 (3), 283 – 300.
https://www.roadsbridges.com/home/news/10586949/apa-finds-pedestrian-friendly-streets-are-safer-than-conventionally-designed-urban-roads?utm_source
- Elvik, R. (2008). A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (6), 1830–1835. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.08.001>
- Guzmán, L. (2023). *Optimización del diseño de un puente incorporando procesos, metodologías y tecnologías de información – Pasco 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3210>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6^{ta}. Ed.). Editorial Mc Graw Hill Educación.
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Huamanchumo, A. (2022). *Estudio de accesibilidad, confort y seguridad en los alrededores del Mercado de la Unión, ubicado en la ciudad de Trujillo* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/items/d54496d6-d04b-4c0a-8913-a1f22dcf6a42>
- Inmoley (2025). *Fachadas ventiladas*. Inmoley.com.
https://books.google.com.pe/books?id=cQulEQAAQBAJ&pg=PA137&dq=Subestructura&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwjduiK8sKTAxXZqpUCHU8yLD4Q6AF6BAgKEAM

- Kim, K., Brunner, I. M. y Yamashita, E. (2008). Modelado de la responsabilidad entre peatones y conductores involucrados en accidentes en Hawái. *Accident Analysis & Prevention*, 40 (6), 2043–2049. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.08.021>
- Lescano, V. y Tang, R. (2019). *Conductas y decisiones de cruce de los peatones en los alrededores de la Pontificia Universidad Católica del Perú* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4bb5a878-25ee-41d9-bf53-031cffc5cab4/content>
- Malpartida, J. y Ricalde, M. (2024). *Seguridad vial del peatón alrededor del Óvalo Higuera, Lima*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://repositorio.pucp.edu.pe/items/4c79e5e1-1c12-4f67-bae8-2d64181b518d>
- Martí, D. y Figueroa, M. (2024). Caminabilidad y proximidad como directrices para una correcta movilidad peatonal en los bordes urbanos: estudio de caso. *Revista Mesoamericana de Investigación*, 4 (5), 1 - 16. https://www.researchgate.net/publication/386999214_Caminabilidad_y_proximidad_como_directrices_para_una_correcta_movilidad_peatonal_en_los_bordes_urbanos_estudio_de_caso/fulltext/675bf8ee8a08a27dd0bbfa70/Caminabilidad-y-proximidad-como-directrices-para-una-correcta-movilidad-peatonal-en-los-bordes-urbanos-estudio-de-caso.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn9
- McCormac, J. C. & Brown, R. H. (2015). *Diseño de hormigón armado* (10.^a ed.). https://www.academia.edu/124371549/Dise%C3%B1o_de_Estructuras_De_Concreto_reforzado_McCormac
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C. y Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación. Técnicas e instrumentos de investigación*. Puno: Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología

Inudi Perú S.A.C.
<https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/view/90/133/157>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de puentes. *Gobierno del Perú*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUAL%20DE%20PUENTES%20PDF.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Manual de carreteras: Seguridad vial* (Manual SV 2017, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 05-2017-MTC/14). Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4874477/Resoluci%C3%B3n%20Directoral%20N%C2%B0%2005-2017-MTC14.pdf?v=1689867014>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de carreteras: Puentes*. Lima, Perú: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4441255-19-2018-mtc-14>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2023). *Proyecto de actualización del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Resolución Directoral N.º 009-2023-MTC/18. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/tipos/37-manual?>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Norma técnica A.120: Accesibilidad universal en edificaciones*. Reglamento Nacional de Edificaciones. https://es.readkong.com/page/modificaci-n-de-la-norma-t-cnica-a-120-accesibilidad-9515254?utm_source

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma Técnica A.120: Accesibilidad Universal en Edificaciones*. En *Reglamento Nacional de Edificaciones* (aprobada mediante Resolución Ministerial

N.º 072-2019-VIVIENDA).
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/296374/RM_072-2019-VIVIENDA.pdf?v=1551707702

Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público. (2019). *Guía de supervisión y mantenimiento de puentes en concesiones viales*. <https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2020/08/memoria-ositran-2019.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2018*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. <https://www.paho.org/es/noticias/7-12-2018-nuevo-informe-oms-destaca-que-progresos-han-sido-insuficientes-abordar-falta>

Organización Panamericana de la Salud. (2022). *COVID 19 y movilidad sostenible en América Latina: los casos de Argentina, Chile y Uruguay*. Organización Panamericana de la Salud. https://www.paho.org/es/documents/temas/seguridad-vial?page=1&utm_source

Osorio-García, D., Escobar, D. y Hernández-Pulgarín, G. (2022) Variables de comportamiento peatonal para la priorización de puntos críticos evaluados a partir de auditorías en seguridad vial. *Revista de Información Tecnológica*, 33 (5). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000500155>

Panez, J. (2023). *Diseño estructural de un puente peatonal para reducir los accidentes de tránsito en la carretera central en el km 2 + 621 Amarilis-Huánuco -2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4769/Panez%20P%c3%a9rez%2c%20John%20Efrain.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A. A., Jarawan, E. & Mathers, C. (2004). *World report on road traffic injury prevention*. World Health Organization and World Bank.

<https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/5424956f-d550-4569-ad6c-2a087e960c3f/content>

Peralta, F. (2018). *Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista Pimentel - Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4570>

Pico, M., González, R. y Noreña, O. (2011) Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 16 (2), 190-201. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/hacialapromociondelasalud/article/view/1916/1832>

Quispe, S. (2023). *Propuesta de diseño de puente peatonal en arco a base de módulos de mampostería y ferrocemento en la zona del río Rímac en la ciudad de Lima-Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://45.177.23.200/handle/undac/3405>

Saavedra (2019) *Accesibilidad y confort peatonal entre las Av. Rebagliati, Av. Arenales y calle Teodoro Cárdenas – Lima* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/ea00f90f-aaef-4388-bfac-20feec37275c>

Sánchez, B. (2023). *Determinación de la velocidad peatonal en la urbanización San Juan Pampa del distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, departamento de Pasco – 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4028/1/T026_72636570_T.pdf

Seminario Manrique, E. (2004). *Guía para el diseño de puentes con vigas y losas* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura.

<https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/41c12852-70f4-4ae1-beba-fd068c0e34d9/content>

Velástegui-Toro, M., Mera-Mosquera, A. L., Proaño-Shiguango, E. F. y Shiguango-Shiguango, Z. L. (2022). Accesibilidad arquitectónica para personas con discapacidad: Artículo de revisión. *Ciencia Ecuador*, 3 (4), 18 - 26.
<https://www.reallionsleadership.com/index.php/ojs/article/view/53>

Zambrano, N. y Junco, W. (2020). *Propuesta de diseño de puente peatonal sobre la Av. Boyacá con Calle 12 B*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCATOLICA.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/4ab93dce-1050-4546-959e-d4d7d2ae3a3b/content>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Pérez Paucar, P. (2026). *Propuesta para la implementación de puentes peatonales para la seguridad vial y movilidad en las vías principales del distrito de Ticlacayan, Pasco* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Propuesta para la implementación de puentes peatonales para la seguridad vial y movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco – 2025

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general ¿En qué medida la propuesta para la implementación de puentes peatonales influye en la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025? Problemas específicos: PE 1. ¿Cuáles son los puntos críticos identificados a partir de la interacción peatonal y vehicular del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025? PE 2. ¿Cómo el modelamiento estructural propuesto puede contribuir a mejorar la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025? PE 3. ¿De qué manera diseño estructural resulta económicamente sostenible y técnicamente viable para garantizar la seguridad vial del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025?	Objetivo general Determinar la influencia que tiene la propuesta de diseño para la implementación de puentes peatonales en la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025. Objetivos específicos OE 1. Identificar los puntos críticos a partir del análisis aforo peatonal-vehicular en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025. OE 2. Elaborar la propuesta de diseño estructural de un puente peatonal con el fin de mejorar la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco - 2025.	Hipótesis general Hg: La propuesta para la implementación de puentes peatonales influye significativamente en la seguridad vial y la movilidad de los peatones en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco. Hipótesis específicas Hi 1: La identificación de puntos críticos permite plantear soluciones estructurales que reducen significativamente el riesgo peatonal en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco. Hi 2: El modelamiento estructural de un puente peatonal optimiza la movilidad y accesibilidad de los usuarios en las vías principales del distrito de Ticsacayán, Pasco. Hi 3: La viabilidad económica y técnica del diseño estructural garantiza la sostenibilidad y	Variable 1: Implementación de puentes peatonales Dimensiones: - Puntos críticos. - Modelamiento estructural. - Viabilidad económica. Variable 2: Seguridad vial y movilidad. Dimensiones: - Seguridad vial. - Movilidad urbana. - Accesibilidad peatonal.	Tipo: Aplicada. Enfoque: Cuantitativo. Alcance: Explicativo Diseño: No experimental. Población: Puntos críticos de cruce peatonal en las vías principales del distrito de Ticsacayán Muestra: Cuatro puntos críticos seleccionados según criterios técnicos. Técnicas: Observación estructurada, aforo vehicular y peatonal, levantamiento topográfico, análisis estructural. Instrumentos: Fichas de registro, cronómetro, software de modelamiento estructural.

Ticlacayán, Pasco - 2025.	factibilidad del proyecto en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco.
OE 3. Evaluar la viabilidad económica y técnica del diseño estructural, con el fin de mejorar la seguridad vial y la movilidad en las vías principales del distrito de Ticlacayán, Pasco – 2025.	

ANEXO 2

INSTRUMENTO

Ficha de aforo peatonal para contabilizar la demanda de usuarios por franja horaria.

	AFORO PEATONAL							
	PROYECTO	PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PUENTES PEATONALES PARA LA SEGURIDAD VIAL Y MOVILIDAD EN LAS VIAS PRINCIPALES DEL DISTRITO DE TICLACAYAN, PASCO						
		TESISTA Pérez Paucar Preciliano						
Hora / Categoría	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total semanal
Peatón vulnerable								
Peatón no vulnerable								
Total por día								
Promedio de índice medio diario								

Fuente: Aguirre y Saucedo (2022)

ANEXO 3

PRUEBAS DE LABORATORIO

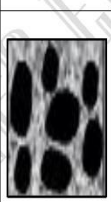
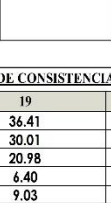


**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE
MATERIALES INVERIONES EHEC S.R.L.**

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS EN LABORATORIO

UBICACION	"DISTRITO DE TICLACAYAN, PASCO – PASCO"				
CALICATA	C1	ESTRATOS	E-1 E-2	NIV, FREATICO	NP
DETALLE	CALICATA DE CIMENTACION				
PROFUNDIDAD	2.60m				

PERFIL ESTRATIGRAFICO

ESPESOR	ESTRATO	CLASIFICACION			DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
		SUCS	AASHTO			
0.30 m	E-1	Pt	A-8		Suelo orgánico	
2.30	E-2	GP GC GM	A-1-a (0)		Grava mal graduada con arcilla con limo	

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 423

Nº DE GOLPES	11	19	28	36
Suelo humedo + Tarro	34.50	36.41	34.33	39.53
Suelo seco + tarro	29.20	30.01	29.12	32.12
Peso de tarro	21.30	20.98	21.11	21.13
Peso del agua	5.30	6.40	5.21	7.41
Peso de suelo seco	7.90	9.03	8.01	10.99
HUMEDAD %	67.16	70.89	65.11	67.44

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

Nº DE GOLPES	01	02	03
Suelo humedo + Tarro	21.38	23.38	21.27
Suelo seco + tarro	20.12	22.65	19.90
Peso de tarro	18.46	20.69	17.94
Peso del agua	1.26	0.93	1.37
Peso de suelo seco	1.66	1.96	1.96
HUMEDAD %	75.62	47.25	69.97

Dirección: Urb. SAN ANDRES Mz "C" Lt "6" PILLCO MARCA – HUANUCO –
Cel. M. 975879976 C.989916343 <mailto:INVERSIONES-EHEC-SRL@hotmail.com>



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES INVERISIONES EHEC S.R.L.

C	0.060 Kg/cm ²
ϕ	45.00
ϕ Corregido	28.5

Ancho	1.000m
Constante	0.500

N_c	27.860
N_q	16.440
N_y	19.340

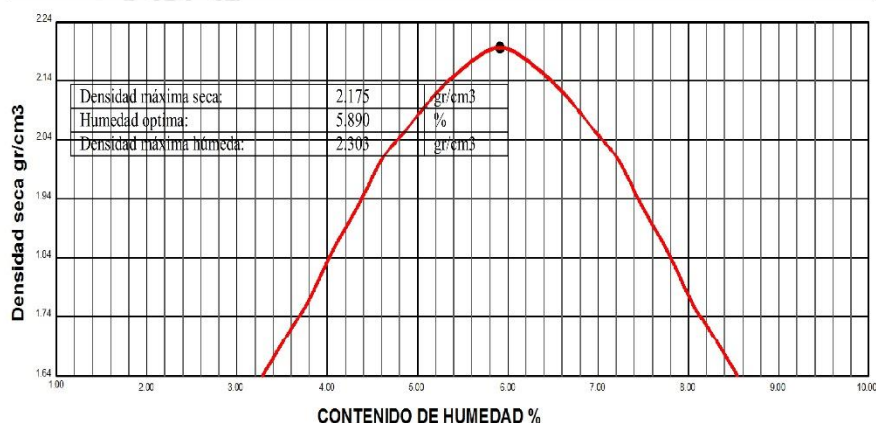
D_f	2.000m
F_s	3.000
B	1.000m

PESO ESPECIFICO VOLUMETRICO	
γ_{m1}	1.980 ton/m ³
γ_{m2}	2.300 ton/m ³
γ_{m3}	0.000 ton/m ³
γ_{m4}	0.000 ton/m ³
γ_{m5}	0.000 ton/m ³
γ_{m6}	0.000 ton/m ³

ESPESOR DE ESTRATOS		
E_1	0.300	0.300 m
E_2	2.300	1.700 m
E_3	0.000	0.000 m
E_4	0.000	0.000 m
E_5	0.000	0.000
E_6	0.000	0.000
		2.000 m

$Q_{ul} =$	111.129 ton/cm ²
$Q_a =$	1.84 Kg/cm ²

Peso muestra Húmeda + molde	gr.	9841.11	10754.89	11412.65	10607.15	10013.14					
Peso Del Molde	gr.	6529.00	6529.00	6529.00	6529.00	6529.00					
Peso Muestra Húmeda	gr.	3312.11	4225.89	4883.65	4078.15	3484.14					
Volumen del Molde	Cm3.	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00					
Peso de la muestra seca	gr.	3227.67	4053.32	4615.23	3774.95	3186.21					
Densidad Humedad	gr./c3	1.56	1.99	2.30	1.92	1.64					
Determinación		1 SUP.	2 SUP.	3 SUP.	4 SUP.	5 SUP.	6 SUP.	7 SUP.	8 SUP.	9 SUP.	10 SUP.
Peso Muestra. Húmeda - tara	gr.	49.99	51.06	63.90	65.32	61.70	103.35	36.88	38.93	49.11	51.86
Peso Muestra. Seca + tara	gr.	48.79	49.69	61.38	62.57	58.42	97.49	34.18	35.99	44.92	47.42
Peso de la Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua	gr.	1.21	1.37	2.53	2.75	3.28	5.86	2.70	2.94	4.19	4.44
Peso muestra seca	gr.	48.79	49.69	61.38	62.57	58.42	97.49	34.18	35.99	44.92	47.42
Contenido de humedad	%	2.48	2.76	4.12	4.39	5.62	6.01	7.89	8.17	9.34	9.36
Humedad promedio	%	2.62	4.26	5.82	8.03	9.35					
Densidad Seca	gr./c3	1.52	1.91	2.17	1.78	1.50					



Cel. M. 975879976 C.989916343 <mailto:INVERSIONES-EHEC-SRL@hotmail.com>



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE
MATERIALES INVERISIONES EHEC S.R.L.**

DENSIDAD HUMEDA		
Peso del molde + peso húmedo	gr.	11258.7
Peso del molde	gr.	6372.4
Volumen del molde	Cm3	2124.0
Peso del suelo húmedo	gr.	4886.3
Peso del suelo seco	gr.	4885.2
Peso volumétrico suelo (γ_{dmin})	gr./cm3	2.301

DENSIDAD MINIMA

DENSIDAD Y HUMEDA SECA		
Peso natural seco	gr.	200.804
Peso seco del suelo	gr.	196.500
Peso del agua	gr.	4.304
Humedad	%	2.19%
Peso volumétrico seco suelo (γ_{dmin})	Gr/cm3.	2.300

$$\gamma_{dmin} = \frac{\gamma_{tmin}}{1 + w}$$

DENSIDAD NATURAL

DENSIDAD HUMEDA		
Peso del molde + suelo Húmedo	gr.	10750.2
Peso del molde	gr.	6070.8
Volumen de molde	Cm3.	2124.0
Peso del suelo húmedo	gr.	4679.4
Peso del suelo seco	Gr.	4677.2
Peso volumétrico Natural (γ_s)	Gr/cm3.	2.203

HUMEDDA Y DENSIDAD SECA		
Peso natural del suelo húmedo	gr.	150.030
Peso seco del suelo	gr.	143.210
peso del agua	Cm3.	6.820
Humedad	gr.	4.76%
Peso volumétrico Natural (γ_s)	Gr/cm3.	2.202

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{1 + w}$$

HUMEDDA Y DENSIDAD SECA		
Peso volumétrico máximo (γ_{tmax})	gr./cm3	2.303
Humedad	W%	5.89
Peso volumétrico seco máximo (γ_{dmax})	Gr/cm3.	2.175

$$\gamma_{dmax} = \frac{\gamma_{tmax}}{1 + w}$$

$$Dr = \gamma_{dmax} \times (\gamma_d - \gamma_{dmin}) / (\gamma_{dmax} - \gamma_{dmin}) \times 100\%$$

$$Dr = 77.39 \%$$

Eder Fray Villanueva
TÉCNICO LABORATORISTA

Leonidas Villanueva Abal
INGENIERO CIVIL
CIP: 78839



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE
MATERIALES INVERIONES EHEC S.R.L.**

CALCULO DE ASENTAMIENTOS		$: Si = \frac{qB(1-u^2)}{ES} If$
Relación de poisson	u	0.15
Módulo de elasticidad (ton/m ²)	ES	5,000 ton/m ²
Factor de forma (cm/m)	If	1.2
Presión de trabajo (ton/m ²)	q	18.40 ton/m ²
Ancho de cimentación (m)	B	1.00 M
SI:		0.008690257

VALOR ACEPTABLE


Eder Fray Villanueva
TÉCNICO LABORATORISTA


Leonidas Villanueva Abal
INGENIERO CIVIL
CIP- 78839

ANEXO 4

PRUEBAS DE LABORATORIO

VALIDACIÓN DE DATOS DEL INSTRUMENTO

EVALUADOR: Jhon Elio Gómez Valles

PROFESIÓN: Ingeniero civil

INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA: Consorcio modular

CARGO QUE DESEMPEÑA: Especialista de calidad en obra

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de aforo peatonal para contabilizar la demanda de usuarios por franja horaria.

N°	INDICACIONES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN			
1	Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado	1	2	3	4
2	Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X
3	Objetividad	Esta expresado en conductas			X	
4	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia				X
5	Organicidad	Existe organización lógica			X	
6	Suficiencia	Comprende los aspectos en calidad y				X
7	Intencionalidad	Adecuado para valorar lo que el investigador desea estudiar				X
8	Coherencia	Existe relación lógica entre el problema y los objetivos				X
9	Metodología	Responde al propósito de la				X
10	Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X

4	Excelente (76% - 100%)	30-40
3	Bueno (51% - 75%)	22-32
2	Regular (26% - 50%)	11-21
1	Deficiente (01% - 25%)	00-10

RESULTADO: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Lugar y fecha: 27/03/26




FIRMA/SELLO DEL VALIDADOR

VALIDACIÓN DE DATOS DEL INSTRUMENTO

EVALUADOR: Mijail Bocanegra Laguna

PROFESIÓN: Ingeniero civil

INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA: Empresario

CARGO QUE DESEMPEÑA: Empresario

NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de aforo peatonal para contabilizar la demanda de usuarios por franja horaria.

N°	INDICACIONES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN			
1	Claridad	Está formulado con lenguaje	1	2	3	4
2	Consistencia	Basado en aspectos teóricos				X
3	Objetividad	Esta expresado en conductas				X
4	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia				X
5	Organicidad	Existe organización lógica				X
6	Suficiencia	Comprende los aspectos en calidad y			X	
7	Intencionalidad	Adecuado para valorar lo que el investigador desea estudiar			X	
8	Coherencia	Existe relación lógica entre el problema y los objetivos			X	
9	Metodología	Responde al propósito de la				X
10	Pertinencia	Es útil y adecuado para la				X

4	Excelente (76% - 100%)	30-40
3	Bueno (51% - 75%)	22-32
2	Regular (26% - 50%)	11-21
1	Deficiente (01% - 25%)	00-10

RESULTADO: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Lugar y fecha: 26/03/26



Mj. Mijail Bocanegra Laguna
DNI N° 43341067

FIRMA/SELLO DEL VALIDADOR

VALIDACIÓN DE DATOS DEL INSTRUMENTO

EVALUADOR: Yonel Agustin Celis Guerra

PROFESIÓN: Ingeniero industrial / ingeniero civil

INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA: Colegio de Ingenieros del Perú - Sede Huánuco

CARGO QUE DESEMPEÑA: Presidente del capítulo de industriales

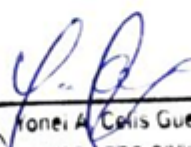
NOMBRE DEL INSTRUMENTO: Ficha de aforo peatonal para contabilizar la demanda de usuarios por franja horaria.

N°	INDICACIONES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN			
1	Claridad	Está formulado con lenguaje	1	2	3	4
2	Consistencia	Basado en aspectos teóricos			X	
3	Objetividad	Esta expresado en conductas			X	
4	Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia				X
5	Organicidad	Existe organización lógica				X
6	Suficiencia	Comprende los aspectos en calidad y				X
7	Intencionalidad	Adecuado para valorar lo que el investigador desea estudiar				X
8	Coherencia	Existe relación lógica entre el problema y los objetivos				X
9	Metodología	Responde al propósito de la				X
10	Pertinencia	Es útil y adecuado para la			X	

4	Excelente (76% - 100%)	30-40
3	Bueno (51% - 75%)	22-32
2	Regular (26% - 50%)	11-21
1	Deficiente (01% - 25%)	00-10

RESULTADO: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Lugar y fecha: 26/03/26



Yonel A. Celis Guerra
INGENIERO CIVIL
CIP 174811
FIRMA/SELLO DEL VALIDADOR

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

