

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**LOS PUENTES PEATONALES, ¿ENEMIGOS DE LA ACCESIBILIDAD
UNIVERSAL? EL CASO DE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. NÉSTOR
GAMBETTA Y LA AV. LA PLAYA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Maria Alejandra del Pilar Castillo Rojas

ASESOR:

Ing. Félix Israel Cabrera Vega

Lima, Agosto, 2023

Informe de Similitud

Yo, Felix Cabrera Vega docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “LOS PUENTES PEATONALES, ¿ENEMIGOS DE LA ACCESIBILIDAD UNIVERSAL? EL CASO DE LA INTERSECCIÓN DE LA AV. NÉSTOR GAMBETTA Y LA AV. LA PLAYA”, de la autora María Alejandra del Pilar Castillo Rojas, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 07/08/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 07 de agosto 2023

Apellidos y nombres del asesor <u>Cabrera Vega Felix Israel</u>	
DNI: 22309049	Firma 
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1917-9840	

RESUMEN

Disfrutar de un espacio urbano accesible es el derecho de toda persona con discapacidad y es la obligación del Estado peruano cooperar para asegurar la accesibilidad a estas personas (Naciones Unidas, 2016a). En este sentido, es necesario evaluar la infraestructura vial actual con el fin de determinar si los elementos que la conforman, realmente, satisfacen las necesidades de desplazamiento de los peatones más vulnerables, las personas sin autonomía. Con este fin, se evaluó a la instalación de un cruce a desnivel que es el puente peatonal, y, así, responder si promueve la accesibilidad universal o no.

La presente investigación tuvo como principal objetivo determinar si fue adecuada la instalación del puente peatonal con rampas en la intersección de la Av. Néstor Gambetta y la Av. La Playa. Se desdobló este objetivo en tres objetivos específicos: Describir la opinión de los peatones respecto al puente peatonal construido, determinar el nivel de accesibilidad peatonal que se alcanza en el área de estudio y si se logra la integración del puente peatonal construido, y diseñar una propuesta para mejorar las condiciones de circulación peatonal en la zona de estudio.

La metodología se basó en un enfoque mixto. Por un lado, en el enfoque cualitativo está el diagnóstico del nivel de accesibilidad del entorno peatonal, a través de la observación y el registro fotográfico. Por otro lado, como parte del enfoque cuantitativo, se aplicaron encuestas presenciales a una muestra no probabilística, se contó los flujos peatones y vehiculares, y se evaluó la eficiencia de la propuesta de rediseño vial que excluye al puente peatonal a través del software VISSIM 8.

Los resultados obtenidos respaldan la conclusión de que la construcción del puente peatonal de la intersección estudiada no fue adecuada, afirmación que se respalda en tres argumentos. El primero es que la opinión compartida por las personas sin autonomía es que el puente es la opción menos accesible, o, incluso, inaccesible. Además, les provoca cansancio producto del esfuerzo extra para recorrerlo, les demanda más tiempo para lograr cruzar la avenida, y, durante el recorrido por los tramos del puente, no se sienten seguros. El segundo motivo es que el entorno peatonal actual es calificado con bajo nivel de accesibilidad que impide la formación de itinerarios peatonales accesibles y continuos, por lo que, al incluir al puente, este no logra integrarse y, mucho menos, logra mejorar las condiciones de desplazamiento para las personas sin autonomía. El último argumento es que, es posible mejorar las condiciones de circulación para brindar mayor accesibilidad al peatón, a la par de beneficiar la circulación de los vehículos en un escenario donde no existe el puente peatonal.



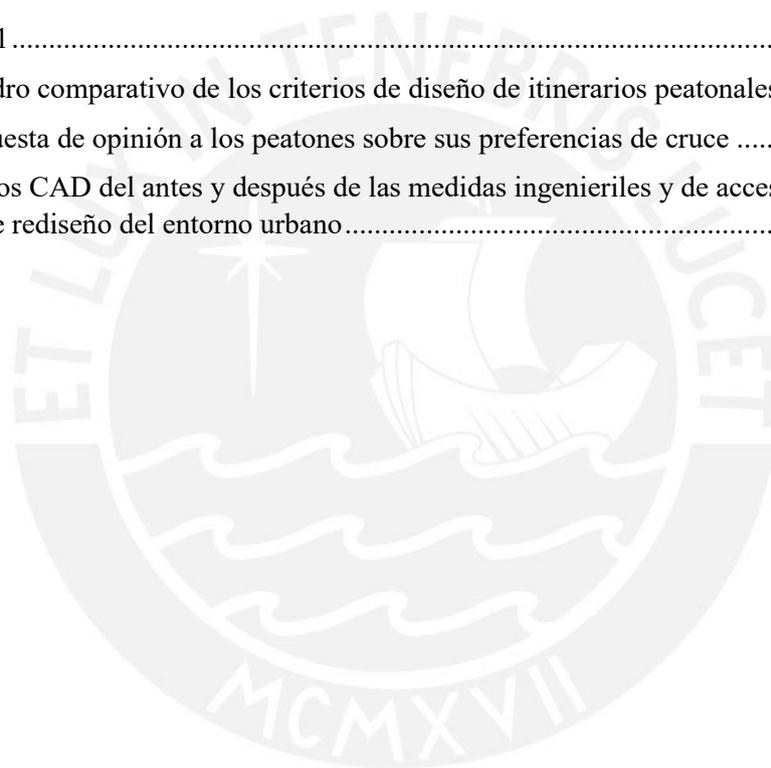
Dedico esta tesis a mis padres María y Roger por su apoyo durante cada etapa de mi vida y por su motivación constante. También, agradezco a mi abuela, mi familia y amigos por sus reconfortantes palabras. Finalmente, un especial agradecimiento a mi asesor Félix Cabrera, por su tiempo y consejos en la elaboración de esta tesis.

Índice

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Preguntas de investigación	2
1.3 Hipótesis de la investigación.....	2
1.4 Objetivos de la investigación	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivo específico.....	3
1.4.2.1 Alcance y limitaciones de la investigación	3
2 ESTADO DEL ARTE	5
2.1 Contexto	5
2.2 Cambio de enfoque: el peatón es la prioridad	6
2.3 Necesidad de estudios para una planificación estratégica.....	7
2.4 Justificando la construcción de puentes peatonales en zonas urbanas	8
2.5 Evaluación de la eficiencia del puente peatonal.....	11
2.5.1 Factores que afectan el uso de los puentes peatonales	12
2.5.1.1 Demanda de tiempo.....	12
2.5.1.2 Falta de Accesibilidad	13
2.5.1.3 Hábito de evasión	14
2.5.1.4 Brecha de tránsito.....	14
2.5.1.5 Inexistencia de barreras.....	16
2.5.1.7 Ubicación	17
2.5.1.8 Seguridad en el puente	17
2.5.2 Medidas para incentivar el uso de puentes peatonales	19
2.5.2.1 Instalación de barreras.....	19
2.5.2.2 Construcción de elevadores y escaleras mecánicas.....	20
2.5.2.3 Integración con destinos.....	20
2.5.2.4 Motivación por recompensa	20
2.6 Cambio de enfoque: accesibilidad peatonal para todos.....	21
2.6.1 Inclusión de las personas con discapacidad	22
2.6.2 Misión para los planificadores e ingenieros	24
2.6.3 El entorno peatonal.....	26
2.6.3.1 Componentes de los itinerarios peatonales	27
2.6.3.1 Criterios de diseño de itinerarios peatonales accesibles.....	30
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	32
3 METODOLOGÍA	32

3.1	Área de estudio.....	33
3.2	Enfoque de investigación mixto.....	34
3.2.1	Enfoque cualitativo	35
3.2.2	Diagnóstico del nivel de accesibilidad del entorno peatonal.....	35
3.2.2.1	Lista de chequeo del entorno peatonal	35
3.2.2.2	Mapa de barreras en el entorno peatonal.....	35
3.2.3	Enfoque cuantitativo	36
3.2.3.1	Encuesta presencial	36
3.2.3.2	Recolección de datos del flujo peatonal y vehicular	38
3.3	Rediseño vial y micro simulación de la propuesta de mejora	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		41
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1	LISTA DE CHEQUEO DEL ENTORNO PEATONAL	41
4.1.1	Clima.....	41
4.1.2	Diseño y estado de los elementos viales	41
4.1.2.2	Rampas.....	42
4.1.2.3	Acera	44
4.1.2.4	Crucero peatonal	47
4.1.2.5	Mediana.....	48
4.1.2.6	Barandas.....	48
4.1.3	Análisis del resultado de la lista de chequeo.....	49
4.2	MAPA DE BARRERAS.....	49
4.3	ENCUESTAS PRESENCIALES	53
4.3.1	Descripción del perfil del encuestado	53
4.3.2	Opinión sobre la congestión vehicular	57
4.3.3	Opinión sobre el crucero semaforizado.....	58
4.3.4	Opinión sobre el puente peatonal	61
4.3.5	Recomendaciones para el rediseño urbano	69
4.4	FLUJOS PEATONALES Y VEHICULARES	76
4.4.1	Regulación semaforizada	76
4.4.2	Aforo vehicular	77
4.4.3	Aforo peatonal.....	78
4.4.4	Velocidad peatonal.....	80
4.4.5	Parámetro de eficiencia para la calibración y validación del modelo	81
4.4.6	Líneas de movimiento peatonal.....	82
4.5	REDISEÑO VIAL Y MICRO SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA.....	83
4.5.1	Propuesta de mejora	83

4.5.1.1	Medidas de gestión del tránsito	83
4.5.1.2	Modificación geométrica de la calzada	85
4.5.1.3	Modificación del itinerario peatonal	85
4.5.1.4	Modificaciones a las instalaciones de cruce peatonal	87
4.5.2	Micro simulación.....	90
4.5.2.1	Calibración del modelo	90
4.5.2.2	Validación del modelo	93
4.5.2.3	Evaluación de la propuesta de mejora.....	95
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6	RECOMENDACIONES	101
7	REFERENCIAS.....	102
8	ANEXO 1.....	110
8.1	Cuadro comparativo de los criterios de diseño de itinerarios peatonales accesibles.	110
8.2	Encuesta de opinión a los peatones sobre sus preferencias de cruce	112
8.3	Planos CAD del antes y después de las medidas ingenieriles y de accesibilidad de la propuesta de rediseño del entorno urbano.....	116



Lista de Figuras

Figura 1 Adaptado del nomograma para la selección del tipo de cruceo peatonal en zonas urbanas	10
Figura 2 Definición de la variable brecha	15
Figura 3 Adaptado de la Posición de los países con respecto al Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo.....	24
Figura 4 Traslape en de alances de los métodos de evaluación del entorno peatonal Walkability y PLOS.....	26
Figura 5 Etapas de la metodología	32
Figura 6 Área de estudio de la investigación, Ventanilla, Callao	34
Figura 7 Área evaluada para la determinación del nivel de accesibilidad del entorno peatonal.	35
Figura 8 Condiciones usuales de congestión vehicular en miércoles a las 7:30 pm	38
Figura 9 Posiciones de recolección de los flujos vehiculares y peatonales.....	39
Figura 10 Empozamiento de agua en superficie de adoquines.....	41
Figura 11 Obstáculos que reducen el ancho efectivo de rampas en el entorno peatonal analizado	42
Figura 12 Fallas en el diseño de rampas a) rampas desalineadas, b) sin continuidad, y c) carencia de rampas en desnivel de acera	43
Figura 13 Ruta de una persona en silla de ruedas al cruzar por el cruceo semaforizado y llegar al nivel de la vereda.....	43
Figura 14 Rampa con tierra acumulada que impide a las personas acceder a ellas	44
Figura 15 Vereda obstaculizada por: a) poste de semáforo, b) personas esperando en el paradero 2 y c) personas esperando fuera de una notaría.....	45
Figura 16 Único tramo con guía podó táctil identificada en la zona de estudio.....	45
Figura 17 Huecos en las veredas que son obstáculos en el itinerario peatonal	46
Figura 18 Áreas con tierra por discontinuidad en la acera	46
Figura 19 Obstáculos horizontales en el entorno peatonal.....	47
Figura 20 Cruceo peatonal peligroso de 33 m	47
Figura 21 Cruceo peatonal.....	48
Figura 22 Mediana de dimensiones insuficientes para albergar a la demanda de peatones.....	48
Figura 23 Baranda de una rampa sin extensión de tramo horizontal en los extremos y sin pasamanos adicionales a diferente nivel	49
Figura 24 Parte 1 del mapa de barreras del entorno peatonal.....	50
Figura 25 Parte 2 del mapa de barreras del entorno peatonal.....	52
Figura 26 Motivo por el que transita por el paradero Teléfono según la edad del encuestado ...	54
Figura 27 Tipo de participante que transitaba por el paradero Teléfono acorde a su edad	55

Figura 28 Frecuencia con la que usan las instalaciones de cruce según el tipo de peatón	56
Figura 29 Tipo de cruce con mayor frecuencia de uso	56
Figura 30 Tipo de cruce con mayor frecuencia de uso acorde al tipo de peatón	57
Figura 31 Principal causa de la congestión vehicular que se origina al dirigirse al paradero Teléfono	58
Figura 32 Principal variable que afecta la decisión de usar el cruce semafORIZADO	59
Figura 33 Principal motivo por el que usa el cruce semafORIZADO	60
Figura 34 Cruza por el cruce semafORIZADO con la tranquilidad de no sufrir accidentes o ser asaltado.....	60
Figura 35 Cruza por el puente peatonal con la tranquilidad de no ser asaltado	61
Figura 36 Es adecuada la distancia y tiempo que se debe caminar cuando se usa el puente peatonal	62
Figura 37 Recorrer los tramos de rampas del puente le demanda un esfuerzo extra	62
Figura 38 Respuesta según tipo de peatón al enunciado: Recorrer los tramos de rampas del puente le implica le demanda un esfuerzo extra.....	63
Figura 39 Respuesta según rango de edad del encuestado al enunciado: Recorrer los tramos de rampas del puente le implica le demanda un esfuerzo extra	64
Figura 40 Independientemente de su distancia al puente peatonal, elige cruzar por el puente peatonal	64
Figura 41 Principal motivo de uso del puente peatonal	65
Figura 42 Ejemplo de evaluación de eficiencia de rutas acorde al punto de origen y destino	65
Figura 43 Principal motivación para el uso del puente peatonal según el tipo de usuario	66
Figura 44 Principal motivación para el uso del puente peatonal según el tipo de usuario	67
Figura 45 Principal razón que desmotiva el uso del puente peatonal.....	68
Figura 46 Principal razón que desmotiva el uso del puente peatonal según el tipo de usuario...	68
Figura 47 Principal razón que desmotiva el uso del puente peatonal según el tipo de usuario...	69
Figura 48 Jerarquía de los tipos de peatones con mayor y menor dificultad al usar el puente peatonal con rampas analizado.....	71
Figura 49 Elección de tipo de cruce peatonal más accesible según el tipo de peatón	71
Figura 50 Elección de tipo de cruce peatonal más accesible según el rango de edad del encuestado	72
Figura 51 Elección de una propuesta de rediseño que mejore las condiciones circulación peatonal del puente de rampas	75
Figura 52 Propuesta de rediseño de mejora del puente de rampas según el tipo de peatón	76
Figura 53 Fases y movimientos del ciclo semafórico mostrado en el semáforo	76
Figura 54 Fases y movimientos del ciclo semafórico establecido por la policía de tránsito en el horario nocturno	77

Figura 55 Alcance de visión del drone Mavic 2 Enterprise para la video grabación de los flujos vehiculares y peatonales.....	77
Figura 56 Flujos vehiculares del periodo más congestionado para la calibración (veh/h).....	78
Figura 57 Flujos vehiculares del periodo más congestionado para la validación (veh/h).....	78
Figura 58 Flujos peatonales del periodo más congestionado para la calibración (peatones/h) ...	78
Figura 59 Flujos peatonales del periodo más congestionado para la validación (peatones/h)	79
Figura 60 Variación del flujo peatonal en el puente el día 14/09/2021 durante el periodo nocturno de 6:00pm a 9:00pm.....	79
Figura 61 Variación del flujo peatonal en el puente el día 15/09/2021 durante el periodo nocturno de 5:30pm a 8:45pm.....	80
Figura 62 Frecuencia acumulada de la velocidad peatonal	80
Figura 63 Sentidos de flujos definidos para la calibración y validación	81
Figura 64 Líneas de movimiento peatonal en el cruce semafORIZADO	82
Figura 65 Línea de movimiento peatonal imprudente.....	83
Figura 66 Fases y movimientos del ciclo semafórico de la propuesta de mejora para la intersección 1 y 2	84
Figura 67 Ciclo semafórico de 80 segundos de la propuesta de mejora de la intersección 1.....	84
Figura 68 Ciclo semafórico de 80 segundos de la propuesta de mejora de la intersección 2.....	84
Figura 69 Cambio en el número de carriles de la vía principal Av. Néstor Gambetta: a) Situación actual con 2 carriles y b) propuesta de mejora con 3 carriles.....	85
Figura 70 Modificaciones a la distribución del espacio en la acera: a) Situación actual acera con obstáculos y b) propuesta de mejora con reducción de obstáculos para la accesibilidad.....	86
Figura 71 Modificaciones en el cruce peatonal semafORIZADO: a) escenario actual con dos medianas y b) propuesta de mejor más accesible y de solo una mediana	88
Figura 72 Aprovechamiento del parque para crear espacio para la recreación peatonal: a) escenario actual con acceso restringido al parque y b) propuesta con la distribución del espacio	89
Figura 73 Estado actual de la Plazuela de Ventanilla operando como parque al que se limita el acceso libre.....	89
Figura 74 Propuesta del modelo 3D elaborado con SketchUp para el aprovechamiento del espacio público.....	90
Figura 75 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 1, flujo peatonal oeste-este (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.38s$	92
Figura 76 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 2, flujo peatonal este-oeste (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 3.26s$	92
Figura 77 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 3, flujo vehicular sur-norte (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4.25s$	93

Figura 78 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 1, flujo peatonal oeste-este (proceso de validación): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.98s$	94
Figura 79 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 2, flujo peatonal este-oeste (proceso de validación): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4.59s$	94
Figura 80 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 3, flujo vehicular sur-norte (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4.25s$	95
Figura 81 Prueba de hipótesis nula descartada y se acepta la hipótesis alternativa para el sentido 1, flujo peatonal oeste-este, de la propuesta de mejora: $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 53.19s$	96
Figura 82 Prueba de hipótesis nula descartada y se acepta la hipótesis alternativa para el sentido 2, flujo peatonal este-oeste, de la propuesta de mejora; $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 25.57s$	96
Figura 83 Prueba de hipótesis nula descartada y se acepta la hipótesis alternativa para el sentido 3, flujo vehicular sur norte, de la propuesta de mejora: $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 36.52$	97

Lista de tablas

Tabla 1 Evaluación de la geometría de rampas en el entorno de proximidad a las opciones de cruce peatonal evaluados.....	42
Tabla 2 Grupos con dificultad para usar el puente peatonal	70
Tabla 3 Razones por las que el cruce semaforzado es accesible	73
Tabla 4 Razones por las que el cruce semaforzado es accesible según el tipo de peatón.....	73
Tabla 5 Razones por las que el puente peatonal es accesible.....	74
Tabla 6 Razones por las que el puente peatonal es accesible según el tipo de peatón	74
Tabla 7 Verificación de muestra mínima para los tiempos de viaje de los 3 sentidos de flujos empleados para la calibración	81
Tabla 8 Verificación de muestra mínima para los tiempos de viaje de los 3 sentidos de flujos empleados para la validación	82
Tabla 9 Valores de los parámetros empleados en el modelo.....	90
Tabla 10 Comparación de resultados de calibración obtenidos al variar los parámetros que controlan el comportamiento peatonal	91
Tabla 11 Comparación de resultados de validación obtenidos al variar los parámetros que controlan el comportamiento peatonal	93
Tabla 12 Verificación de muestra mínima para los resultados de tiempos de viaje de los 3 sentidos de flujos de la propuesta de mejora	95
Tabla 13 Descripción del perfil del encuestado	112
Tabla 14 Opinión sobre la congestión vehicular	113
Tabla 15 Opinión sobre el cruce semaforzado.....	113
Tabla 16 Opinión sobre el puente peatonal	114
Tabla 17 Recomendaciones para el rediseño urbano	115

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Acorde a la Organización Mundial de la Salud (2020), la cifra de las personas que fallecen a consecuencia de accidentes de tránsito, cada año, asciende a 1,35 millones. De estas personas, el 93% pertenece a países de ingresos medianos y bajos, y el 50% de las muertes corresponde a los usuarios vulnerables: motociclistas, ciclistas y transeúntes.

Con el objetivo de mejorar las condiciones de circulación vehicular, el Estado peruano plantea nuevos proyectos de construcción de infraestructura vial que velen por la seguridad de los peruanos. Es así que, en el periodo del 01 de agosto del 2010 al 31 de diciembre del 2014, se llevó a cabo el proyecto “Mejoramiento de la Av. Néstor Gambetta” a cargo del Gobierno Regional del Callao-GRC (Contraloría General de la República del Perú, 2019). Dentro de las obras que incluía el proyecto, se ejecutó la construcción de ampliaciones de carriles en los 28 km de avenida que contiene la Av. Néstor Gambetta y el Terminal Marítimo del Callao, paraderos, veredas, sistemas de alumbrado y semaforización, y 17 puentes peatonales (Gobierno Regional del Callao, 2011).

Como en todo proyecto de inversión, resulta indispensable evaluar meticulosamente cuan apropiado es el proyecto y, así, evitar el desencadenamiento de problemas como una inversión inadecuada de los recursos o el daño al bienestar humano (Li et al., 2012). Es así, como la incorporación de estudios previos para conocer la opinión de los peruanos resultan tan importantes en la toma de decisiones políticas, pues son ellos, los usuarios, quienes darán uso a las instalaciones viales proyectadas (Anciaes & Jones, 2018).

Los puentes peatonales del proyecto mencionado reemplazaron, en la mayoría de casos, a los cruces peatonales a nivel ya existentes. Con su diseño, aseguran ser inclusivos por contar con largas rampas en vez de escaleras. De modo que, beneficien tanto al peatón, al brindarle seguridad en los cruces, como al vehículo, al disminuir los tiempos de viaje por la eliminación de cruces peatonales que lo obliguen a detenerse.

En consecuencia, al construirlos, se esperaba obtener un nivel alto de satisfacción de los usuarios, que se traduciría en un alto desempeño alcanzado y el éxito del proyecto. No obstante, bajo un enfoque que evalúa el desempeño en base a sus ratios de uso y la accesibilidad que le brinda a los peatones, este no fue el caso.

El propósito del presente trabajo de tesis es describir el comportamiento de los peatones y los factores que los predisponen a elegir entre emplear el cruceo peatonal o el puente peatonal de la intersección de interés. A partir de la información recolectada, se propondrá una propuesta que mejore el entorno vial urbano y, por ende, las condiciones de circulación vehicular y peatonal.

1.1 Planteamiento del problema

Aunque estos puentes peatonales cuentan con modelos variados que se ajustan a la topografía del terreno, no se ajustan a las necesidades de los peatones. Es por ello que, a pesar de la existencia de barreras que impiden el cruce a nivel de la calzada, se han registrado actos vandálicos para remover secciones de estas y continuar con el cruce peatonal a nivel. Además, los peatones identifican las zonas donde se obvió la colocación de barreras y cruzan de forma imprudente.

De lo expuesto, se formulan las siguientes interrogantes: ¿Fue adecuada la decisión de construcción de cada uno de los 17 puentes peatonales que formaron parte del proyecto? Si los puentes peatonales fueron diseñados procurando la seguridad del peatón, ¿por qué son tan poco usados? ¿Qué propuesta de diseño de accesibilidad universal podría formularse que reemplace la construcción de puentes peatonales?

1.2 Preguntas de investigación

La pregunta principal que se plantea en la presente tesis es la siguiente:

¿Fue adecuada la instalación del puente peatonal con rampas en la zona de estudio analizada?

Para lograr dar respuesta a esta pregunta, se plantean una serie de preguntas que se relaciona a su vez con las hipótesis y objetivos.

1. ¿Cuál es la opinión de los peatones respecto al puente peatonal con rampas construido?
2. ¿El nivel de accesibilidad peatonal que se alcanza en el área de estudio permite la integración del puente peatonal construido?
3. ¿Cómo se puede mejorar las condiciones de circulación peatonal en la zona de estudio?

1.3 Hipótesis de la investigación

En respuesta a la pregunta de investigación general, se plantea la siguiente hipótesis:

La instalación del puente peatonal no fue adecuada por los siguientes motivos: la opinión de los peatones hacia el puente peatonal es negativa, el puente no cuenta con un diseño accesible, las condiciones del área de estudio no permiten integrar al puente peatonal para construir itinerarios peatonales accesibles y que la circulación peatonal mejoraría con un diseño que excluya al puente peatonal.

Y, en respuesta a las preguntas de investigación específicas, se plantean las siguientes hipótesis:

1. Los peatones consideran al puente peatonal con rampas como inaccesible y demandante de tiempo y esfuerzo extra.

2. El espacio público del área de estudio no cumple con los lineamientos que indican los manuales de diseño de accesibilidad universal que permitan integrar el diseño de un puente peatonal con rampas.
3. Las condiciones de circulación peatonal pueden mejorar al reemplazar el puente peatonal por un cruce a nivel, e implementar medidas de gestión del tránsito y un diseño de itinerarios peatonales de accesibilidad universal en el espacio público.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

El objetivo general de la presente tesis es concluir si fue adecuada la instalación del puente peatonal con rampas en la zona de estudio analizada.

1.4.2 Objetivo específico

1. Describir la opinión de los peatones respecto al puente peatonal con rampas construido
2. Determinar el nivel de accesibilidad peatonal que se alcanza en el área de estudio y si se logra la integración del puente peatonal construido.
3. Diseñar una propuesta para mejorar las condiciones de circulación peatonal en la zona de estudio

1.4.2.1 Alcance y limitaciones de la investigación

El primer fin del presente proyecto de investigación es servir de precedente para futuros estudios de evaluación a los 16 puentes peatonales restantes que forman parte del proyecto de “Mejoramiento de la Av. Néstor Gambetta-Primera Etapa 1”. Así, lograr definir cuántos y cuáles fueron incluidos de forma acertada bajo el criterio de ser la opción más segura y conveniente para el peatón. El segundo fin es que el presente trabajo sea una referencia que promueva el planteamiento de instalaciones peatonales que incluyan diseños creativos que aseguren la accesibilidad a todo peatón y que sean implementadas en futuros proyectos de mejoramiento de la red vial.

Con respecto a las limitaciones del proyecto, aun cuando el índice nacional del flujo vehicular determinado por el INEI para el mes de julio del 2021 indica una recuperación de la flota vehicular (INEI, 2021a), se identificó una variación en la demanda peatonal. La cantidad de personas que salen a las calles ha sido influenciada por la situación de pandemia por el covid-19. Debido a la implementación del teletrabajo, de las plataformas virtuales de estudio y pedidos a domicilio, la cantidad de personas que transitan por el espacio público ha disminuido, en especial, de la población de riesgo (Gob.pe, 2021). Otra limitación, es el hecho de que la propuesta de rediseño vial urbano, se enfocó en brindar mejores condiciones de accesibilidad a las personas

con discapacidad visual y motriz. La discapacidad cognitiva no será abordada por falta de información referente al tema.



CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE

2.1 Contexto

Según la Organización Mundial de la Salud (2020), cada año fallece 1,35 millones de personas involucradas en accidentes de tránsito. La mitad de esta cifra corresponde a la muerte de los usuarios más vulnerables del sistema vial: el peatón, el ciclista y el motociclista. A su vez, de estas personas, el 93% pertenece a países de bajos a medianos ingresos.

A pesar de que las cifras estadísticas evidencian la gran vulnerabilidad de los peatones, estos suelen ser los usuarios más olvidados del sistema de transporte vial (Ramadani et al., 2018). Para abordar esta problemática, es que las autoridades, en aras de disminuir el número de accidentes, comenzaron a incluir diseños de instalaciones acordes a la lógica ingenieril, la cual carece de un enfoque que involucre la psicología del tránsito y factores humanos (Oviedo-Trespalacios & Scott-Parker, 2017).

Oviedo-Trespalacios & Scott-Parker (2017) descubrieron en su estudio, que a pesar de que más del 25% de los peatones había presenciado una situación de conflicto entre vehículo y peatón, esto no condicionaba su comportamiento. Por lo cual, resultaba inválido realizar predicciones sobre las futuras decisiones del peatón. Así, llegaron a la conclusión que la psicología peatonal, en países de medios y bajos ingresos, es muy compleja. Esto significa que abordar y resolver el tema de vulnerabilidad peatonal resulta un proceso más complicado que la sola implementación de una solución ingenieril en el punto de conflicto.

También, es importante evaluar e implementar la propuesta más adecuada en términos de costo-beneficio que incluya la aprobación de una serie de criterios. En el caso de la opción costosa del puente peatonal, a pesar de que su diseño puede simplificarse por resultar, en ocasiones, repetitivo (Skandami et al., 2020), las decisiones no deben ser tomadas a expensas de la seguridad del peatón (OPS/OMS, 2018).

Como ejemplo a lo expuesto, está el caso de análisis del proyecto de construcción del puente peatonal Kampala, Uganda, que significó la inversión de 100,000 dólares. En este caso, no se evaluaron propuestas de mejora de menor costo como la inclusión de cruces a nivel señalizados, cruces no semaforizados o topes de velocidad (Mutto et al., 2002). Lo mencionado evidencia la necesidad por una política pública comprometida a dirigir a las entidades con el fin de garantizar que todo usuario se movilice de modo seguro y ecuánime (Hidalgo Solórzano et al., 2010).

Son las autoridades de los Departamento de Transporte quienes deben asumir su rol como responsables de decidir y aprobar la construcción de infraestructura necesaria que responda a la demanda pública, a través del análisis del tránsito y los patrones de desplazamiento peatonal (Hasan & Napiah, 2017b). Es el deber de ellos modificar el entorno peatonal para adaptarlo a las necesidades del peatón y asegurar su disfrute en igualdad de condiciones (Fundación ONCE & Fundación Arquitectura COAM, 2011). Solo así, se sumarán nuevas actividades recreativas y sociales a ser desarrolladas en el espacio público (Arteaga Arredondo et al., 2017).

Hong Kong es un ejemplo de cómo los funcionarios y entidades ligadas al rubro de transporte pueden lograr adoptar un rol más activo y crítico en la aprobación de nuevos proyectos de obras viales. Es así que, actualmente, para la aceptación proyectos que incluyan la construcción de puentes peatonales, dentro de los criterios de evaluación de la viabilidad se debe incluir cálculos que estimen el flujo de peatonal que albergará el puente (Audit Commission Hong Kong, 2007).

Sin embargo, las personas también deben de procurar por su seguridad al aprender y acatar las leyes, para luego educar a los menores. Para un gran porcentaje de las personas, es la familia, quien, por encima del Estado y las entidades responsables, influye en instruir sobre el adecuado comportamiento de los peatones al transitar y dar uso a las instalaciones de la red pública (Chancí Ángel, 2012). A su vez, lo mencionado corrobora los resultados de la investigación de Hasan & Napiah (2017 a), en el que determinó que es deber de los padres educar sobre seguridad vial a los niños.

Así, con el fin de que las personas comiencen a velar por su propio bienestar y el de sus allegados de forma más activa, el gobierno debe comenzar a considerarlos como piezas determinantes en el desarrollo de políticas concernientes al área de transporte. Con un Estado que vela por el peatón, se logrará que los conductores adopten una postura de respeto hacia los transeúntes y de compromiso por cuidar por su seguridad (Híjar, 2003).

2.2 Cambio de enfoque: el peatón es la prioridad

En ocasiones, durante la etapa de diseño, el interés por garantizar el flujo continuo de los vehículos se superpone a las necesidades del peatón por adecuadas condiciones para movilizarse por el espacio público (Hasan & Napiah, 2017b). Lo mencionado resulta inconsecuente, pues el diseño debe enfocarse en estos últimos, quienes son los usuarios más vulnerables que se desplazan por el sistema vial (OMS, 2020).

Para declarar que se logró un adecuado diseño de las calles, este debe proporcionar condiciones que aumenten la seguridad para cada modo de transporte (Abu Dhabi Urban Planning

Council, 2009). El diseño no solo debe encaminarse a crear lugares atractivos a la vista, sino que, para reconocer su valor artístico, deben resultar convenientes para toda la comunidad (Raslan et al., 2011). Esto demanda colocar como vital prioridad proveer de facilidades a quienes se movilizan con modos de transporte no motorizados: caminata y el uso de la bicicleta (Skandami et al., 2020; Tanaboriboon & Jing, 1994). Es de este modo que, los usuarios mencionados se sentirán seguros en todo momento del día, y, con especial énfasis, en los adultos mayores, los niños y las personas con movilidad reducida (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009). Caso contrario, los peatones, con el objetivo de llegar su destino, asumirán conductas aleatorias e imprudentes (Raslan et al., 2011) que arriesguen su vida en el proceso (Malik et al., 2017).

Una opción para evaluar la factibilidad de diversas alternativas de diseño, es la incorporación de la tecnología de modelación y simulación por computadora. Con la información que entregan los programas, se puede identificar el nivel accesibilidad que el peatón alcanzará con cada propuesta (Raslan et al., 2011).

Por ejemplo, si luego de haber verificado la inviabilidad de instalar un cruceo a nivel por razones alusivas a cierta área de interés y la solución resulte ser la construcción de un puente peatonal (Municipio de Guadalajara, 2011), el diseño de este debe cumplir con satisfacer las necesidades del usuario. Esto implica que esté libre de barreras que impida ser accesible y cómodo para todo peatón (Hasan & Napiah, 2017b; Skandami et al., 2020), por lo que la instalación de rampas, elevadores y cubierta de protección contra el sol y lluvia es imprescindible (Highways Department of The Hong Kong Government, 2014).

El diseño final cumplirá con fomentar la movilización por el espacio público solo si cumple con los siguientes criterios: ser conveniente, estético y cumplir con lineamientos técnicos (Heldak et al., 2021). En el diseño de redes viales, también se debe considerar la implementación de rutas accesibles que cuenten con instalaciones y mobiliario que permitan el desplazamiento y disfrute del espacio público (CDMX, 2016). Por tanto, más allá de ser diseñados para que soporten la carga de paso de los peatones, las bicicletas, los jinetes ecuestres y los vehículos de mantenimiento (MTC, 2018), el diseño debe resultar accesible a todo usuario (Hasan & Napiah, 2017b).

2.3 Necesidad de estudios para una planificación estratégica

Todo proyecto que esté siendo formulado, debe partir de un detallado proceso de planificación, que prevenga una mala inversión de recursos que perjudique el bienestar social y el valor ecológico de la naturaleza (Li et al., 2012). Por lo tanto, se debe apuntar a construir

ciudades con mejor salud pública: seguras y convenientes para todos los usuarios (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009)

Las autoridades deben redefinir sus métodos y políticas, de forma que dirijan sus esfuerzos en comprender las necesidades de los usuarios y construir infraestructura peatonal que responda a estas (Skandami et al., 2020), pues solo al comprender el comportamiento del usuario más vulnerable, el peatón, se conseguirá la información más valiosa para la aprobación de diseños urbanos (Raslan et al., 2011). Es decir, para lograr la implementación de ambientes amigables para el peatón, es necesario realizar investigaciones que identifiquen las necesidades de las personas y que recopilen información sobre sus actitudes de respuesta al enfrentar a diversas instalaciones de la red vial y deben optar por cierta ruta (Soltani & Mozayeni, 2013).

Sin embargo, este proceso no es simple. Cuando las personas interactúan con espacios abiertos, sus conductas, aunque apunten a optimizar el camino a recorrer, resultan complejas e irregulares (Raslan et al., 2011)

En el caso de las instalaciones peatonales, antes de definir la frecuencia o el tipo de crucero, deben ejecutarse estudios enfocados a analizar el impacto de cruces cercanos en base a los ratios de uso, la opinión de las personas, el cambio en la tasa de accidentes en las áreas de influencia de puentes, etc (Anciaes & Jones, 2018; Hidalgo Solórzano et al., 2010).

A partir de los resultados, se debe aplicar contramedidas que permita a la instalación ganar valor desde la perspectiva del peatón y, así, motivarlo a utilizarlo. De otra forma, si la estructura sigue siendo poco transitada, los altos recursos económicos incurridos en su construcción y continuo mantenimiento serían injustificables (Chancí Ángel, 2012), y dejaría en evidencia como la ingeniería puede fallar por la falta de adecuados estudios (Mutto et al., 2002).

2.4 Justificando la construcción de puentes peatonales en zonas urbanas

El peatón, como usuario más vulnerable de la red vial (Híjar, 2003), experimenta graves consecuencias cuando interactúa con vehículos, aun cuando este circule a baja velocidad. Es por ello, que, para garantizar el cruce seguro de los peatones, se diseñan instalaciones tanto a nivel como a desnivel de la calzada (Demiroz et al., 2015).

El puente peatonal representa a la propuesta de instalación a desnivel que separa y eleva la ruta de circulación peatonal y, así, logra evitar la interacción entre ambos elementos (Skandami et al., 2020). Por esta razón, se lo reconoce como la instalación más segura para el peatón y que evita interrumpir el flujo vehicular, de modo que reduce la ocurrencia de accidentes de tránsito (Audit Commission Hong Kong, 2007). No obstante, el proceso de aprobación de proyectos que

involucren este tipo de instalación, debe evaluar, simultáneamente, el factor de costo (Otak & Department of Transportation of Washington, 1997), pues los gastos incurridos en esta estructura superan al de otras opciones de cruce peatonal (U.S. Department of Transportation, 2002). Por tanto, sin una planificación adecuada, el resultado puede conllevar a bajos ratios de utilización de la instalación y, por ende, significar una mala inversión de recursos (Kadzim, 2012).

Actualmente, el proceso de análisis de costo-beneficio aún es deficiente, y, por ende, los resultados que entregan son equívocos (Elvik, 2000). Prueba de ello son los insatisfactorios índices de uso de la instalación, que evidencia cómo, aún, grupos de peatones prefieren cruzar a nivel de la calzada (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010). Pues, mientras exista una ruta directa y más conveniente, los peatones evitarán el uso del puente peatonal (U.S. Department of Transportation, 2002).

Como propuesta de mejora de los criterios que se incluyen para evaluar la factibilidad de proyectos de mejoramiento de la red vial, se sugiere el estudio de los factores que causan demoras al flujo vehicular y peatonal, las emisiones de gases, el consumo de recursos combustibles y el costo de mantenimiento. De esta forma, es posible determinar el tiempo de retorno de la inversión que involucró la instalación del puente peatonal (Li et al., 2012). En adición a lo mencionado, se recomienda considerar el análisis del impacto de la variación de los siguientes factores: los flujos y los tiempos de recorrido de peatones y ciclistas, la sensación de seguridad y el estado de salud de los usuarios de la vía (Elvik, 2000).

Sin embargo, para concluir que el puente peatonal es la solución más adecuada, se debe haber evaluado, primero, otros tipos de instalación de cruce a nivel (Ontario Traffic Manual, 2010). Según manuales de diseño urbano accesible, la inclusión del puente peatonal es justificable para cruzar una intersección de carreteras o una vía expresa (The Government of Western Australia, 2016). También, se lo recomienda para atravesar un gran obstáculo como un canal (Municipio de Guadalajara, 2011) o un ferrocarril, y en caso de que existan grandes flujos peatonales (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009). Para escenarios distintos, se recomienda la implementación de medidas para calmar el tránsito vehicular (Skandami et al., 2020; U.S. Department of Transportation, 2002).

Según el monograma de la figura 1, un método para determinar la instalación de un cruce peatonal se basa en el flujo vehicular, el flujo peatonal y la velocidad de operación de los vehículos. Por tanto, en la mayoría de casos, ambos flujos pueden coexistir adecuadamente con un cruce peatonal a nivel (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010). Solo bajo ciertas combinaciones de las variables de flujo y con la demanda de una alta velocidad operacional, superior a los 50 km/h, el empleo del puente o túnel peatonal resulta la opción más adecuada (Miśkiewicz et al., 2017).

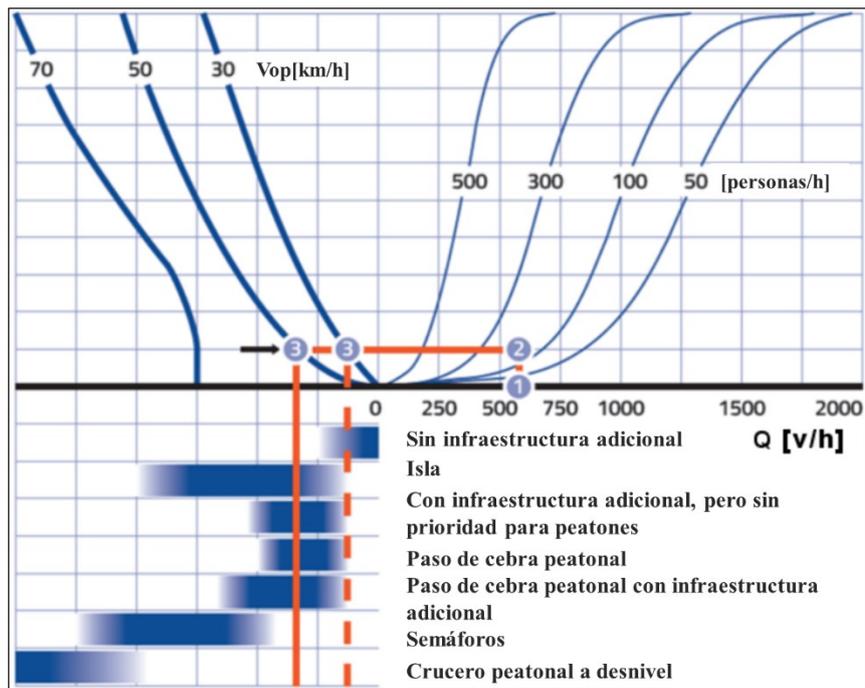


Figura 1 Adaptado del nomograma para la selección del tipo de cruceo peatonal en zonas urbanas

Fuente: Tomado de “Pedestrian and bicycle bridges as examples of safe collision-free road crossings”, por Miśkiewicz et al, 2017.

La Organización Mundial de la Salud, recomienda como buenos criterios de evaluación de las leyes de velocidad de cada país, que, en zonas urbanas, el límite de velocidad no supere los 50 km/h y en zonas residenciales o alta actividad peatonal, no superar 30 km/h. También considera como buena práctica que las autoridades locales tengan la potestad de modificar los límites y adaptarlos a diferentes contextos (OMS, 2018).

Acorde al Reglamento Nacional de Tránsito del Perú, en su Artículo 162 “Límites máximo de velocidad”, en zonas urbanas, las velocidades límites, que puede llegar a ser inferiores bajo aprobación de la autoridad competente de la gestión de la vía, son las siguientes (*Decreto Supremo No 025-2021-MTC* | Gobierno Del Perú, 2021; *Decreto Supremo N° 033-2001-MTC* | Gobierno Del Perú, 2001):

1. En Calles y Jirones: 30 km/h
2. En Avenidas: 50 km/h
3. En Vías Expresas: 80 km/h
4. Zona escolar: 30 km/h
5. Zona hospital: 30 km/h

Por consiguiente, en zonas urbanas del Perú, salvo por el escenario de la vía expresa, la construcción del puente peatonal no sería justificable. Además de que, la construcción de este tipo de estructura no resulta atractiva desde la perspectiva del peatón (Skandami et al., 2020).

Al evaluar la realidad en otros lugares, se descubrió que, en países de Europa Occidental, la decisión de incluir el diseño de un puente peatonal, es considerado como inadecuada y obsoleta, y consideran que el sistema vial, debe adaptarse al estilo de vida de la ciudad y no lo opuesto (Hasan & Napiah, 2017a). Además, tras una investigación que evaluaba 71 puentes peatonales de la ciudad de Detroit, Michigan, se determinó que no existía contexto alguno que justifique la construcción de estos (Maiseloff, 2016). Incluso, tanto el túnel peatonal como el puente peatonal llegan a ser considerados con anomalías en el diseño de la ciudad (Skandami et al., 2020).

Según la investigación, con metodología de recopilación de literatura de 19 artículos de estudios de los puentes peatonales, de Hasan y Napiah (2017), zlos esfuerzos de los investigadores siguen enfocándose en establecer directrices y umbrales en el diseño del puente peatonal o en estudiar la función que desempeñan, más esquivan temas como el desarrollo de garantías que justifiquen su elección o eficiencia.

2.5 Evaluación de la eficiencia del puente peatonal

Al preguntar a los peatones su opinión sobre los tipos de cruces peatonales, en relación al grado de seguridad contra accidentes que ofrecen, reconocieron que el puente peatonal representaba a la forma más segura de cruce. No obstante, este factor no resulta ser el más influyente para tomar una decisión, pues los mismo encuestados admitieron usar raramente los puentes peatonales (Oviedo-Trespalcios & Scott-Parker, 2017; Skandami et al., 2020). Lo mencionado evidencia que la decisión de instalar un puente peatonal no aseguran ratios altos de uso (Räsänen et al., 2007).

Como ejemplo se encuentra el estudio a un puente peatonal de la ciudad de Banjarmasin, Indonesia. A pesar de que la estructura fue diseñada para una capacidad de 860 personas/h, el máximo flujo peatonal que albergaba era 22 personas/h (Ramadani et al., 2018). Los peatones prefieren recurrir a alternativas de cruce peatonal a nivel, que incluye el cruce informal en puntos inesperados que los expone a arriesgar sus vidas (Mutto et al., 2002; Raslan et al., 2011).

Acorde a resultados del estudio a un puente peatonal ubicado en una autopista principal en Kampala, Uganda, al año de haberse construido la instalación, a pesar de que el número de fatalidades descendió, el total de accidente de tránsito aumentó hasta duplicarse. (Mutto et al., 2002). Con resultados similares, en un estudio de georeferenciación de 2912 casos de

atropellamiento en la Ciudad de México, los resultados mostraron que el 26.68% de estos accidentes ocurrían a menos de 300m de los puentes peatonales (López Reséndiz, 2005).

Asimismo, en la Ciudad de Torreón, México, en los ejes de los bulevares Revolución y Torreón, se instalaron la mayor cantidad de puentes peatonales. Opuesto al resultado esperado, estos ejes fueron las vialidades con más casos de atropellamientos registrados (Hernández Villa, 2018). Dada la gravedad de la situación, es que resulta fundamental estudiar sobre los factores que más influyen en el peatón y que los vuelve reacios a optar por el uso del puente peatonal.

2.5.1 Factores que afectan el uso de los puentes peatonales

Como se mencionó, el costo de instalación del puente peatonal es superior a aquel incurrido al construir un cruce peatonal a nivel. Por ende, evaluar si la inversión fue adecuada, en términos de ratios de uso de la instalación y reducción de accidentes de tránsito, resulta imperante (Ontario Traffic Manual, 2010).

En el mundo se cuentan con múltiples diseños de puentes peatonales y cada uno está ligado a una serie de problemas (Wang et al., 2016), que posiciona al peatón frente al dilema de usar o evitar el uso de estas instalaciones (Skandami et al., 2020). Pues, crear condiciones de circulación seguras contra accidentes de tránsito, no garantiza la obtención de altos índices de uso de las estructuras (Soltani & Mozayeni, 2013).

La decisión final que toma el peatón al no usar el puente peatonal, al arriesgar sus vidas por optar por un cruce directo ilegal, es resultado del análisis de una combinación de variables (Malik et al., 2017; Skandami et al., 2020).

2.5.1.1 Demanda de tiempo

A cambio de otorgar protección contra el flujo vehicular y el riesgo que conlleva interactuar con este (Hasan & Napiah, 2017b), el puente peatonal demanda al peatón caminar mayores distancias para atravesarlo (Arteaga Arredondo et al., 2017). Lo cual, se traduce en tiempo adicional de caminata y un mayor esfuerzo para recorrer las escaleras o rampas. Esto afecta la percepción de conveniencia del puente y eclipsa el beneficio mencionado (Skandami et al., 2020).

Ahorrar tiempo de caminata es el factor que más influye en la decisión del peatón y que, por ende, más afecta la tasa de uso del puente peatonal (Demiroz et al., 2015; Hasan & Napiah, 2017b; Márquez, 2015; Ramadani et al., 2018). Del grupo de peatones, las personas que tienen prisa son las más sensibles a este factor (Anciaes & Jones, 2018).

Acorde a los resultados de la investigación de Moore (1953), solo en caso de que el tiempo requerido para atravesar el cruce a desnivel, sea igual al demandado por el cruce a nivel, el 80%

de los peatones elegiría usar el puente peatonal. También, una de las pautas para la aprobación de diseños de puentes del manual de diseño urbano de Abu Dabi (2009), es que se debe demostrar que el tiempo que toma recorrer al puente no debe ser mayor a 1.5 veces el tiempo de viaje que demanda un cruce a nivel.

Por lo mencionado, resulta necesario identificar este tiempo de viaje, de forma que el puente peatonal pueda competir contra las otras opciones de cruce. En el caso de que no existan barreras que impidan el cruce a nivel ilegal, el tiempo de cruce se calcula con el tiempo de caminata por la calzada y el tiempo de esperas o demoras. Este último es resultado de la suma del tiempo de espera hasta identificar una la oportunidad para cruzar, el tiempo detenido esperando en medio de la calzada y el tiempo de espera en la mediana hasta identificar la nuevamente una oportunidad para cruzar (Zhuang & Wu, 2011).

2.5.1.2 Falta de Accesibilidad

La accesibilidad es un factor que influye determinante en la eficiencia del cruce peatonal (Otak & Department of Transportation of Washington, 1997). Un diseño que resulte inconveniente, según la perspectiva del peatón, inducirá al peatón a evitar la instalación (Devi Sundararajan et al., 2020), en especial, en el caso de peatones con movilidad reducida o alguna restricción temporal de movilidad, personas con transportando carga y quienes empujan un carrito de bebé (Anciaes & Jones, 2018).

Acorde a los resultados de un estudio en Bejín, China, el 63% de los encuestados expresaron como principal razón para evitar el uso del puente peatonal el sobreesfuerzo que demandan los movimientos de ascenso y descenso (Tanaboriboon & Jing, 1994).

En el caso del puente con rampa, diseño que es ideal para las personas en silla de ruedas, (Universidad Nacional de Colombia, 2000) con coches de niños y usuarios de bicicletas (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010), para que logre ser accesible y cómodo para este grupo de personas, exige ser diseñado con una pendiente adecuada. En consecuencia, demanda la construcción de extensas rampas (U.S. Department of Transportation, 2002).

Sin embargo, este diseño resulta desfavorecedor para los adultos mayores y los usuarios de muletas, quienes cargan equipaje, etc (Soltani & Mozayeni, 2013; Universidad Nacional de Colombia, 2000). Lo mencionado evidencia la falta de accesibilidad universal de este diseño de puente.

Entonces, a menos que el puente incluya la construcción de escaleras mecánicas o elevadores, los peatones seguirán encontrando dificultades para movilizarse a través de él (Demiroz et al., 2015). Por lo que, los transeúntes continuarán prefiriendo el cruce directo a nivel

y justificarse con la excusa de la dificultad o el sobreesfuerzo que demandan los puentes peatonales de escaleras o rampas (Malik et al., 2017).

2.5.1.3 Hábito de evasión

De entre todos los usuarios de la red vial, el peatón es el usuario con el comportamiento más irregular (Räsänen et al., 2007). Sin embargo, con el objetivo de identificar las causas que generan patrones en su comportamiento, como es el evitar al puente peatonal, es que se han realizado una serie de estudios. Como resultados de las investigaciones, se determinó que la decisión de evitar el cruce a desnivel es un hábito y no una decisión espontánea. Es decir, las conductas que asumen las personas en el pasado, condicionan su comportamiento futuro. (Oviedo-Trespalacios & Scott-Parker, 2017; Räsänen et al., 2007; Skandami et al., 2020; Soltani & Mozayeni, 2013).

Aun cuando el peatón identifica el cruce a nivel como una opción menos segura que cruzar a desnivel, si el peatón raramente ha usado el puente peatonal, difícilmente modificará su hábito. Es más, a pesar de que el peatón comprenda las normas y las sanciones que contemplan su incumplimiento, decide voluntariamente infringirlas. Acorde a la investigación de Chanci (2012), el 80% de las personas encuestados, admitieron haber sido infractores al menos una vez. Asimismo, acorde a los resultados que proporcionaron Zhuang y Wu (2012), el 64.6% de los peatones cruzaban la calzada sin esperar a que el flujo o la velocidad vehicular disminuyeran.

2.5.1.4 Brecha de tránsito

Brecha es el término que define la separación temporal entre dos vehículos consecutivos. La decisión de cruzar ilegalmente, aun cuando hay vehículos circulando por la vía, se puede explicar con el modelo de brechas (Fernández et al., 2011). Por tanto, la brecha de tránsito se convierte en el tiempo que separa al peatón del vehículo más cercano que se aproxima. De forma similar, la brecha del peatón, brecha crítica, es aquel tiempo que considera que le tomará en llegar al otro extremo del cruce (Mohamad Nor et al., 2017). Esta última variable depende de la capacidad para movilizarse de cada individuo (Anciaes & Jones, 2018).

En un estudio en Malasia, se determinó que la brecha de aceptación peatonal para los hombres es 4.1s y para las mujeres es 5.4s (Mohamad Nor et al., 2017). Entonces, si el peatón malasio determina que la brecha de tránsito es mayor a los valores mencionados, de modo que le otorga al peatón un margen de seguridad, optará por evitar usar el puente y cruzará ilegalmente (Mohamad Nor et al., 2017; Zhuang & Wu, 2011).

Un largo tiempo de espera para distinguir una longitud de brecha de tránsito adecuada, puede frustrar al peatón y volverlo más temerario (Fernández et al., 2011). De forma que, estará más dispuesto a aceptar un menor margen de seguridad, lo que lo expone a potenciales situaciones

de peligro (Zhuang & Wu, 2011). La otra opción es que llegue a la conclusión de que usar el puente peatonal le permitirá ahorrar tiempo y, así, decida usarlo (Hasan & Napiah, 2017b).

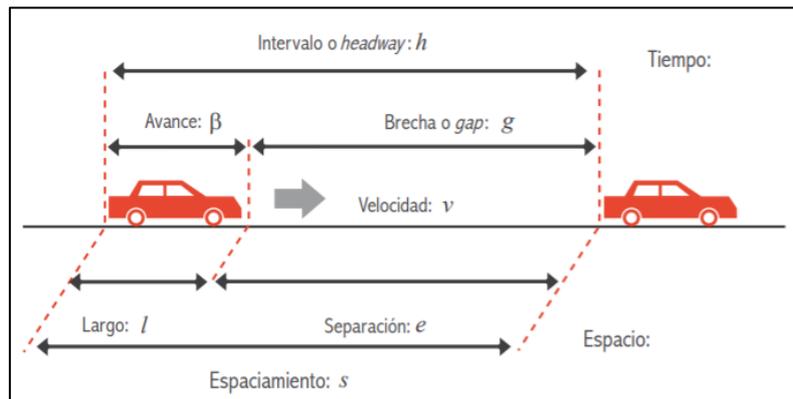


Figura 2 Definición de la variable brecha

Fuente: Tomado de "Elementos de la teoría del tráfico vehicular", por Fernández et al., 2011

De lo expuesto, la brecha de tránsito, la cual depende de la velocidad y densidad vehicular, influye en el ratio de uso del puente peatonal (Sangphong & Siridhara, 2014). Ambas variables del flujo vehicular están relacionadas (Fernández et al., 2011), por lo que su estudio resulta necesario.

Velocidad vehicular

La velocidad de los vehículos condiciona el comportamiento de los peatones al decidir por la forma en que cruzaran al otro lado de la calzada.

Acorde al estudio de Demiroz et al., (2015), la velocidad del flujo vehicular influencia al peatón de dos formas. Por un lado, la velocidad de los vehículos lo puede alentar o desmotivar de usar el puente peatonal. Si la velocidad aumenta a 70 km/h, más peatones optarán por el cruce a desnivel en comparación de si el límite de velocidad fuera 50 km/h. Por otro lado, en caso de que el peatón se haya decidido por el cruce ilegal, la velocidad de cruce varía proporcionalmente a la velocidad de los vehículos. Según los resultados que obtuvieron, cuando el límite de velocidad era 70 km/h, los peatones cruzaban a velocidad de 1.60 m/s, si se encontraba solo, y 1.73m/s, si cruzaba en grupo. Mientras que cuando el límite era de 50km/h, las velocidades del peatón disminuían a 1.04 m/s y 0.97m/s.

Dado que los peatones mantienen conductas imprudentes, aun en condiciones de rápido flujo vehicular, se recomienda implementar medidas para calmar y disminuir la velocidad (Demiroz et al., 2015; Skandami et al., 2020). Pues, a pesar de que se establecen límites de velocidad, recurrentemente, son rebasados por los conductores (Budzyński et al., 2017).

Densidad vehicular

El ratio de uso del cruce a desnivel es proporcional al densidad del tránsito vehicular (Kadzim, 2012) , por lo que, en un escenario de vías bidireccionales con alto flujo vehicular en cada carril, la probabilidad de que el peatón use el puente peatonal aumenta (Rizati et al., 2013).

El volumen del flujo vehicular varía a lo largo del día. Por un lado, cuando alcanza su máximo nivel, la hora pico, la probabilidad de cruzar ilegalmente disminuye y más personas optan por el uso del puente peatonal (Márquez, 2015). Aquel peatón que enfrenta a un tránsito pesado, incrementa la probabilidad de ser embestido (Sangphong & Siridhara, 2014).

Por otro lado, en horarios diferente a la hora pico, la disminución de la densidad de vehículos provoca que los peatones perciban el incremento de la brecha de tiempo y del margen de seguridad (Hasan & Napiah, 2017b). Esta es la razón por lo que, en el horario nocturno, cuando el tránsito se ha reducido, los peatones, alentados por la percepción de seguridad que ofrecen las largas brechas de tiempo, optan por cruzar ilegalmente (Pasha et al., 2015).

2.5.1.5 Inexistencia de barreras

Las barreras permiten canalizar a los peatones a dirigirse a los puentes peatonales, caso contrario, en ausencia de estas, los usuarios tendrán la libertad de elegir el cruce a nivel ilegal (Demiroz et al., 2015). Es más, en vez de esperar pacientemente, adoptan comportamientos temerarios al cruzar en la primera oportunidad que se les presente (Zhuang & Wu, 2011) y asumen el riesgo que conlleva enfrentarse al flujo vehicular (Hidalgo Solórzano et al., 2010).

En respaldo a lo mencionado, se hallan los resultados del estudio de Demiroz et al., (2015) a cuatro puentes peatonales de la ciudad de Esmirna, Turquía. Para minimizar la distancia y tiempo del recorrido a su destino, el 46% de los transeúntes evitaban el cruce a desnivel y preferían realizar cruces ilegales. Con resultados similares, Zhuang y Wu (2012), agregan que, ante la existencia de atracciones que el peatón desea visitar al otro lado del cruce, más personas adoptan este comportamiento temerario.

En Arequipa, Perú, acorde a los estudios de Arias Gallegos (2012), a pesar de que se instalaron barreras, estas no fueron lo suficientemente largas. En consecuencia, el peatón evitaba el puente y caminaba hasta alcanzar el fin de estas para realizar el cruce ilegal. Otra manera de neutralizar el efecto de las barreras es producto de los actos vandálicos de algunas personas que dañan porciones de las barreras (Pasha et al., 2015).

2.5.1.7 Ubicación

La ubicación del cruce a desnivel, respecto a la posición del peatón y su punto de destino, es uno de los factores que más influyen al decidir por su uso (Arias Gallegos, 2012; Soltani & Mozayeni, 2013).

Cuando el punto de acceso al puente es ubicado estratégicamente cerca a áreas que congregan a peatones, como paraderos, muelles, oficinas, centros comerciales, el ratio de personas que decide usar el puente incrementa (Demiroz et al., 2015; Devi Sundararajan et al., 2020; Márquez, 2015; Rizati et al., 2013). Pues, el peatón desea mantener una secuencia de actividades (Hełdak et al., 2021), por lo que establece la ruta más conveniente para alcanzar su objetivo, aun cuando signifique actuar de forma imprudente y temeraria (Audit Commission Hong Kong, 2007).

Entonces, para que los peatones dejen de evitar al puente con la excusa de estar lejanos, se debe determinar cuál es esta distancia apropiada que no se debería exceder. Acorde a los resultados de Rizati et al., (2013), el puente debe ser ubicado a una distancia no mayor de 50 m de los sitios con alta actividad peatonal. Mutto et al., (2002), en su investigación, determinó que una distancia mayor a 100 m desincentiva al peatón dirigirse a estos. Sangphong y Siridhara (2014) concluyeron que el punto de ingreso al puente debe colocarse lo más próximo posible a la parada de autobús. La variable de distancia resultó ser muy sensible. Cuando la separación era de 1 m, la probabilidad de que los peatones elijan el puente fue de 97.4%, mientras que, al aumentar la distancia a 10 m, el porcentaje se reducía drásticamente a solo 3.43% de probabilidad.

2.5.1.8 Seguridad en el puente

Más allá de los factores ya mencionados, la inseguridad al cruzar por el puente peatonal es una de las principales inquietudes para el peatón (Anciaes & Jones, 2018; Márquez, 2015; Pasha et al., 2015). La sensación de inseguridad aumenta en el caso de tener que transitar con niños, en el horario nocturno o estando solitario. Son las mujeres las menos probables en utilizar el puente peatonal y las probabilidades disminuyendo al acortar la edad del peatón.(Anciaes & Jones, 2018).

Acorde a un estudio a los peatones de la comunidad Shahrah-e-Faisal, Pakistán, el 61.4% de los encuestados afirmó sentirse inseguro al atravesar el cruce a desnivel en la noche. Incluso, durante el día, el 40% evita usar el puente peatonal (Malik et al., 2017). Contrario a estos resultados, en la ciudad de Tunja, Colombia, donde el 60% de los encuestados aseguraron que la sensación de seguridad en el puente era aceptable, mientras que solo el 24% afirmó sentir una bajada en la sensación de seguridad (Márquez, 2015).

Los resultados de percepción de seguridad del puente peatonal varían acorde a las condiciones locales. Las variables que determinan el nivel de seguridad en la instalación son las siguientes: el crimen, el grado de mantenimiento y presencia de comerciantes en el puente.

Crimen

Mientras las personas transitan por el espacio público, temen ser víctimas de algún acto delictivo. Los puentes peatonales y cruces subterráneos son calificados con los menores índices de seguridad (Anciaes & Jones, 2018), en especial desde la perspectiva de las mujeres y niños (Mutto et al., 2002). Solo en caso de estar acompañado de amigos, esta sensación de ansiedad y temor disminuye (Sangphong & Siridhara, 2014). De lo contrario, los peatones prefieren modificar sus rutas de caminata y evitan el uso de estos tipos de cruces a desnivel (Anciaes & Jones, 2018).

En la población de América Latina, una de las mayores preocupaciones de los peatones al usar el puente peatonal es ser víctima de robo (Oviedo-Trespalacios & Scott-Parker, 2017). Malik et al., (2017) reveló que el 51.4% de las personas encuestadas habían sido robadas mientras caminaban por un puente peatonal. Otro motivo de angustia, que incrementa, especialmente, en el horario nocturno, es el miedo a ser víctima de secuestros en el puente. También, se percibe a los puentes peatonales como espacios que pueden ser utilizados como puntos estratégicos para el intercambio de drogas o el escenario de los actos vandálicos de adolescentes (Maiseloff, 2016).

Un primer factor que incrementa la sensación de vulnerabilidad, es la falta de iluminación en el horario nocturno (Pasha et al., 2015). Acorde a los peatones, para incrementar el nivel de comodidad al transitar por los puentes, estos deben ser adecuadamente iluminados (Malik et al., 2017). El segundo factor hallado es la colocación de publicidad en el puente, pues puede llegar a impedir que los peatones sean visibles cuando transitan por la pasarela (Mutto et al., 2002). Como consecuencia, que se conviertan en lugares que invitan al crimen (Ramadani et al., 2018)

Mantenimiento

La deficiencia en el mantenimiento del puente desincentiva a los peatones de usarlos. Las personas se sienten inseguras al observar a la estructura con basura, oxidada y sin iluminación (Malik et al., 2017; Skandami et al., 2020).

Existen puentes construidos por el patrocinio de empresas, con el principal objetivo de colocar publicidad en estos. En estos casos, dado que su propósito no es cumplir una función social, sino lucrativa, más allá de haber sido diseñados sin criterios de accesibilidad, no cuentan con un plan de mantenimiento (Ramadani et al., 2018).

Al final, dado que menos gente decide usar el puente peatonal, el mantenimiento de estas estructuras se vuelve menos frecuente. Lo que provoca que las estructuras se oxiden y descienda, aún más, el número de peatones que decide usar las instalaciones (Malik et al., 2017).

Comercio ambulatorio

Buscando beneficiarse del flujo peatonal que canaliza el puente peatonal, el vendedor ambulante invade ilegalmente las pasarelas, escaleras o rampas. De esta forma, reconfigura la distribución del espacio destinada a la circulación peatonal (Wang et al., 2016).

La invasión del espacio público por parte de los comerciantes ambulantes es considerada como un riesgo para el peatón (Híjar, 2003). Acorde al estudio de Malik et al., (2017), para el 58.6% de los peatones encuestados, en presencia de limosneros y vendedores en el puente, se sienten inseguros. Esta situación también afecta a los turistas, quienes ascienden al puente peatonal para contemplar de la vista de la ciudad (Wang et al., 2016).

2.5.2 Medidas para incentivar el uso de puentes peatonales

En el escenario en el que no sea posible reducir los altos niveles de densidad y velocidad vehicular, debido a la oposición social o política y sus intereses por evitar el impacto a los usuarios del sector privado (Anciaes & Jones, 2018), la construcción del puente peatonal resultará la opción más conveniente para salvaguardar la seguridad del peatón contra los accidentes de tránsito (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010). O cuando el puente ya existe, pero presenta bajo índices de uso es necesario aplicar medidas que disminuyan o eliminen el efecto de los factores mencionados. A continuación, se describirán algunas propuestas para incentivar a los peatones a transitar por estas instalaciones.

2.5.2.1 Instalación de barreras

Existen barreras colocadas en el espacio público como los arbustos, árboles, cercos o mallas metálicas, etc, que obligan al peatón a ajustar su ruta hasta alcanzar los cruces reglamentados (Zhuang & Wu, 2011)(Zhuang & Wu, 2011). Al obstaculizar e impedir el cruce a nivel de la calzada en zonas no reglamentadas, se obliga al peatón dirigirse al puente peatonal, y, así, lograr reducir las estadísticas de mortalidad por atropellamiento en hasta 10% (Arias Gallegos, 2012).

Cuando existe una mediana, el peatón se siente alentado a cruzar imprudentemente, pues reconoce a la mediana como un área de refugio que le facilitará realizar un cruce directo. Acorde a investigación de recopilación documentaria de Hasan y Napiah (2017b), la propuesta de solución más mencionada fue la colocación de barreras de gran altura, no solo por su eficiencia, sino, además, por su costo razonable. Como aporte, en el Manual de Accesibilidad Universal

(Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010), aconseja que, para que resulte eficaz la instalación de barreras, el dimensionamiento de estas debe superar el 1.70m de altura y debe lograr extender la distancia de caminata no menos de 3 veces la distancia que demanda recorrer un puente peatonal con rampas.

2.5.2.2 Construcción de elevadores y escaleras mecánicas

Con el objetivo de incrementar la percepción de accesibilidad de los puentes peatonales, y, por ende, el ratio de uso, se evaluó la opción de incrementar el número de escaleras a dos. Los resultados fueron insatisfactorios y no variaban si el número de accesos seguía incrementándose (Räsänen et al., 2007). En consecuencia, se continuó con las investigaciones.

Una opción eficiente identificada, más allá de la construcción de rampas, fue la inclusión de elevadores. Estos lograban favorecer, en mayor medida, el acceso a personas con limitaciones físicas para desplazarse (Soltani & Mozayeni, 2013). Mientras que, bajo condiciones de alta densidad peatonal, la opción más adecuada de acceso a la pasarela del puente peatonal resultó ser la incorporación de escaleras mecánicas (Audit Commission Hong Kong, 2007). La combinación de estas propuestas, permite el acceso a todos los peatones (Wang et al., 2016). El diseño resultante es cómodo, y reduce el esfuerzo y tiempo demandado. Estas son las razones por las cuales deben ser considerados en la construcción de nuevos puentes peatonales (Hasan & Napiah, 2017a).

2.5.2.3 Integración con destinos

Para motivar al peatón a usar el tipo de cruce a desnivel, es necesario analizar cuidadosamente donde se proyecta ubicarlo, de modo que se cree una secuencia de actividades (Hełdak et al., 2021). Estas instalaciones deben colocarse próximos a lugares que congreguen gran cantidad de peatones, de modo que el tiempo de caminata a ellos se reduzca y logren ser identificados como accesos rápidos (Márquez, 2015).

Como siguiente nivel de integración, se encuentra el caso de Hong Kong. En los años 80, empezó la construcción de puentes peatonales que se interconectarán entre ellos y con cruces subterráneos. De modo que se creara una red de cruceros a desnivel integrado (Highways Department of The Hong Kong Government, 2014).

2.5.2.4 Motivación por recompensa

Estas medidas para incentivar el uso de los puentes peatonales se relacionan con la teoría de condicionamiento operante desarrollado por Skinner (1975). Como ejemplo de aplicación de esta teoría conductista del aprendizaje, Arias Gallegos (2012) propuso la colocación de un dispensador de caramelos en medio de la pasarela del puente. De esta forma, los peatones se

sentirían atraídos por la recompensa, y, en consecuencia, estarían más motivados a usar estas instalaciones en una próxima oportunidad.

Tanaboriboon y Jing (1994) propusieron, como alternativa a la sanción penal, el incentivo de recibir un certificado que identificara a las personas que no hayan recibido una infracción por comportamiento imprudente durante cierto periodo de tiempo. Este certificado podría ser presentado para recibir beneficios en áreas sociales, en las postulaciones de trabajo, etc.

2.6 Cambio de enfoque: accesibilidad peatonal para todos

Para lograr una sociedad exitosa, los esfuerzos deben ser puestos en lograr calles que sean accesibles para todas las personas, de lo contrario, el resultado será que un grupo de personas estará siendo marginado (Ahmed, 2016). Con el fin de alcanzar este objetivo, el diseño del espacio vial urbano debe dejar de priorizar los intereses del vehículo por encima de los del peatón (Asadi Shekari & Zaly Shah, 2011). Lo mencionado anteriormente implicaría conocer las necesidades del peatón, para, así, satisfacerlas con la construcción de nueva infraestructura peatonal (Ujjwal & Ranja Bandyopadhyaya, 2021).

Como parte del proceso, se debe incentivar la participación activa de los peatones residentes, de aquellos usuarios actuales y de quienes desean acceder al espacio público que está siendo estudiado, y de los especialistas del transporte (Christopoulou & Pitsiava-Latinopoulou, 2012)(Christopoulou & Pitsiava-Latinopoulou, 2012). Al escuchar sus opiniones, será posible crear ambientes adecuados para que se desplacen, descansen, disfruten y que propicien la interacción (Talevska & Todorova, 2012). Sólo así, al reducir las barreras que limitan el desplazamiento de las personas y mejorar las condiciones para la caminata, es que se logrará atraer a nuevos usuarios (Basbas et al., 2010).

La caminata es uno de los modos de transporte no motorizado sustentable más importante y permite la conexión con otros modos de transporte (Tan et al., 2007). Acorde a la investigación de Friman et al., (2017) sobre los impactos emocionales que causan diversos modos de viaje, el desplazamiento activo, como es la caminata, beneficia al peatón al aumentar sus niveles de sensación de bienestar emocional y la satisfacción con la vida.

Además, en el caso de países en desarrollo, el porcentaje de personas que opta por desplazarse caminando o con el transporte público incrementa (Tuydes-Yaman & Karatas, 2018). Esto podría significar que, al brindar facilidades para la caminata y mejorar las instalaciones de los paraderos, el número de automóviles circulando por las vías sería limitado o, incluso, reducido (Sukor & Fisal, 2020). Sin embargo, la situación del peatón que elige estos modos sustentables por encima del vehículo privado podría ser tan solo momentánea. Es decir, este escenario surgiría por necesidad y no del incentivo personal, y que acabaría una vez que el peatón pueda acceder a

ser propietario de un automóvil. En consecuencia, el resultado sería el desvanecimiento del avance ilusorio por alcanzar una gestión del transporte más sostenible (Tuydes-Yaman & Karatas, 2018). Entre los motivos que desincentivan la caminata está la exposición a las condiciones climáticas, las inadecuadas condiciones del sistema de tránsito peatonal que generan incomodidad y la sensación de inseguridad, y las largas distancias de viaje (Hidayat et al., 2011).

La intención del párrafo anterior no fue desalentar los esfuerzos puestos en promover cada día más la caminata. Por el contrario, el texto hacía alusión al desplazamiento por motivos obligatorios como trabajar; sin embargo, existen más actividades que las personas pueden desarrollar al desplazarse por el entorno peatonal igual de importantes (Gehl, 1968) y a las que todos debería tener la posibilidad de acceder y disfrutar.

2.6.1 Inclusión de las personas con discapacidad

Los especialistas del diseño explotan su creatividad para brindar productos novedosos pensando en un público objetivo conformado por la mítica persona estándar (The Center for Universal Design, 1998). Las personas con discapacidad no suelen ser incluidas, pues, equívocamente, los diseñadores perciben que no integran un mercado al cual se necesite atender. La razón es que asumen que este grupo de personas no sale con frecuencia de sus hogares a menos que sea para asuntos médicos, no necesita trabajar, no tiene familia, etc (The Center for Universal Design, 1991).

Diseñar bajo este enfoque segregado, con la justificación de considerarlos parte de un grupo reducido, es incoherente. Gracias a los avances en la medicina y la tecnología, se ha logrado extender la esperanza de vida de las personas con discapacidad, por lo que es una condición más frecuente de lo que parece (The Center for Universal Design, 1998). En el Perú, acorde al reporte del perfil sociodemográfico de la población con discapacidad (INEI, 2017), se han registrado 3'209,261 personas con discapacidad del tipo sensorial, física y cognitiva. Es más, cada año, son más los que se inscriben en el Registro Nacional de la Persona con Discapacidad.

Además, a parte de la condición permanente de discapacidad, toda persona puede ser temporalmente discapacitada. Por ejemplo, al fracturarse o dislocarse un hueso, esquinces, dolor por alta presión acústica, etc (The Center for Universal Design, 1998). O puede ir perdiendo sus capacidades motrices, sensoriales y cognitivas de forma progresiva con el transcurso de los años (Duran-Badillo et al., 2020).

Sin importar el tipo o grado de discapacidad de la persona, esta condición no limita su deseo y, menos, su capacidad de poder participar activamente en la sociedad (Ahmed, 2016; Huerta P, 2006). Imponerles barreras entra en contradicción con los esfuerzos puestos en promover que más personas opten por la caminata como modo de transporte sostenible. Pues, a

pesar de sus beneficios para la salud, caminar es una actividad que pone a prueba las capacidades físicas del peatón (Tuydes-Yaman & Karatas, 2018) y evidencia su vulnerabilidad (Landis et al., 2001).

El Centro de Diseño Universal (1998), define el diseño universal como aquel diseño que apunta a ser utilizado por el mayor número de personas, sin importar la edad o capacidad. Sin embargo, dado que crear un ambiente o producto que logre ser disfrutado por todo ser humano es improbable, el diseño universal no debe ser entendido como una meta. En cambio, se lo debe considerar un proceso. ¿Y es obligatorio el diseño inclusivo?

La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CRPD) y su Protocolo Facultativo (2016), son documentos internacionales aprobados por las Naciones Unidas en el 2006 en su labor por defender los derechos humanos de las personas con discapacidad (Naciones Unidas, 2006). En su artículo 8 “Accesibilidad”, declara lo siguiente:

“A fin de que las personas con discapacidad puedan vivir en forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida, los Estados Partes adoptarán medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales” pág 11.

El diseño accesible, libre de barreras, es un derecho humano, por lo que cada ciudadano debería de disfrutar de la ciudad de forma equitativa (Yılmaz Çakmak & Alkan Meşhur, 2018). Los países que han ratificado y firmado la Convención y el Protocolo Facultativo se observan en el mapa de la figura 3. Aquellos que han ratificado ambos documentos deben cooperar para asegurar la accesibilidad de las personas con discapacidad (Naciones Unidas, 2016a). Del extracto de artículo 8 se entiende que se les debe brindar facilidades para desplazarse por el espacio vial urbano.

El Perú, en el 2007, aprobó los documentos con la Resolución Legislativa N°29127 y los ratificó con el Decreto Supremo N°073-2007-RE (Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, 2009). El alcance de su compromiso no solo abarca adaptar lo ya existente, sino, que debe impulsar y celebrar los diseños que produzcan ambientes, infraestructura, productos y servicios accesibles para todo ciudadano (Huerta P, 2006).

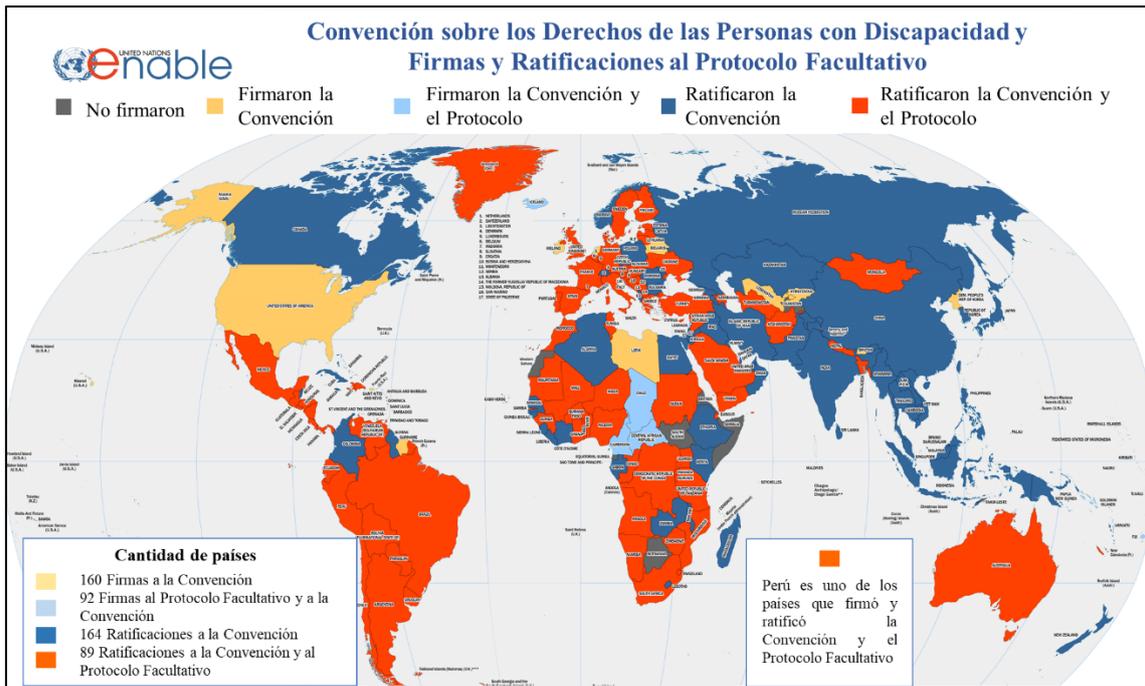


Figura 3 Adaptado de la Posición de los países con respecto al Convencción sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo

Fuente: Tomado de “Convencción sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Firmas y Ratificaciones al Protocolo Facultativo”, por (Naciones Unidas, 2016b).

2.6.2 Misión para los planificadores e ingenieros

Los especialistas del sistema vial, planificadores e ingenieros, deben ser personas capaces de identificar los componentes que integran un diseño del entorno peatonal apropiado y diferenciarlo de uno ineficiente (Jaskiewicz, 2000). De modo que, las propuestas mejoren las condiciones para el desplazamiento peatonal al tomar decisiones oportunas sobre cuando es necesario remodelar aceras, implementar mobiliario o instalaciones, aplicar estrategias para calmar el flujo vehicular, etc (Landis et al., 2001). Sin embargo, estudiar al peatón y lograr comprender sus necesidades, no es una labor sencilla.

Como primer factor se encuentra el alto grado de flexibilidad en el movimiento peatonal (Talevska & Todorova, 2012). Los transeúntes pueden movilizarse en grupo, luego separarse, detenerse y continuar su ruta o modificarla rápidamente. Esto significa que logran variar su propia velocidad o la densidad por donde caminan rápidamente, por lo se generan flujos complejos compuestos por peatones con movimientos heterogéneos (Tuydes-Yaman & Karatas, 2018). Sumado a estas dificultades, se encuentra la falta de visibilidad de la persona comparado a los vehículos y que empeora en el horario nocturno (Talevska & Todorova, 2012).

Como segundo factor en la lista está el hecho que existe una gran variedad de peatones, cada uno sus propios requerimientos y que pueden llegar a ser contradictorias (Cabrera & Cebollada, 2021). Sus expectativas para el diseño del entorno urbano varían acorde a la edad (niños y adultos mayores), acorde a las circunstancias (embarazadas, personas con cochecito o equipaje), de si cuentan con alguna limitación física, sensorial o cognitiva (The Center for Universal Design, 1998; Yılmaz Çakmak & Alkan Meşhur, 2018) o más de una discapacidad, a sus creencias culturales y al género (Cabrera & Cebollada, 2021). El diseño “estándar”, enfocado en la persona “promedio” no existe, pues no se estaría aceptando la diversidad de las personas (The Center for Universal Design, 1998).

El tercer factor es la gran variedad de contextos con los que el peatón debe enfrentarse al desplazarse por el sistema de tránsito peatonal (Jaskiewicz, 2000). Existen diversos estudios que apuntan a evaluar la satisfacción general del peatón al desplazarse solo por las aceras (Amprasi et al., 2020; Asadi Shekari & Zaly Shah, 2011; Bhuyan & Nayak, 2013; Gallin, 2001; Jaskiewicz, 2000; Landis et al., 2001; Mori & Tsukaguchi, 1987; Tan et al., 2007; Ujjwal & Ranja Bandyopadhyaya, 2021). Dentro de este grupo, existen investigaciones que incluyen algunos factores dirigidos a las personas con movilidad reducida (Christopoulou & Pitsiava-Latinopoulou, 2012; Lazou et al., 2015), mientras que otro grupo de estudios están principalmente enfocados a comprender las necesidades de este grupo de peatones (Asadi-Shekari, Moeinaddini, & Shah, 2013; Blanc et al., 2019; Cabrera Vega, 2019). Sin embargo, al desplazarse por las veredas, existen otros elementos con los que el peatón interactúa y que influyen en su percepción de satisfacción. Estos elementos se dividen en dos categorías: aquellos que se encuentran dentro de las aceras y aquellos que se encuentran en la calzada. En el primer caso, se encuentran los vendedores ambulantes (Hidayat et al., 2011) y las bicicletas que comparten espacio en la acera (Amprasi et al., 2020; Asadi-Shekari, Moeinaddini, & Zaly Shah, 2013; Delaney et al., 2017; Muraleetharan et al., 2003; Nikiforiadis & Basbas, 2019). En el segundo caso, están los flujos de vehículos motorizados y no motorizados, con los cuales el peatón interactúa en los cruces señalizados y no señalizados (Petritsch et al., 2005, 2006; Sahani & Bhuyan, 2019).

El cuarto factor identificado es la falta de un consenso para crear un único método de diagnóstico que evalúe la percepción de satisfacción del peatón (Landis et al., 2001). En la literatura, se encuentran múltiples trabajos que apuntan a ser listas de chequeo aplicativos de los métodos de “Walkability” y de Nivel de servicio peatonal (PLOS). Sin embargo, cada propuesta cuenta con alcances distintos, evalúan diferentes parámetros cualitativos y cuantitativos, y plantean diversas herramientas y criterios para asignar puntajes. En la figura 4 se observa el traslape de alcances de los métodos de evaluación del entorno peatonal Walkability y PLOS. Mientras que las herramientas de evaluación de los planificadores parten del concepto de Walkability, los ingenieros emplean los métodos PLOS (Tuydes-Yaman & Karatas, 2018).

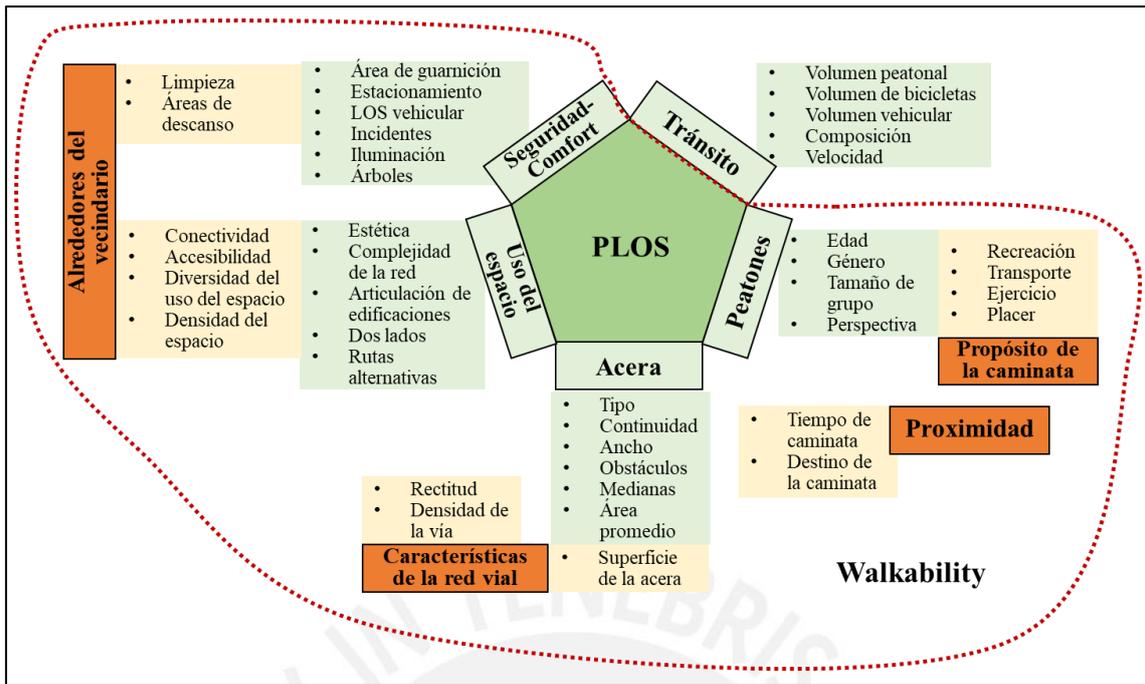


Figura 4 Traslape en de alcances de los métodos de evaluación del entorno peatonal Walkability y PLOS

Fuente: Tomado de “Evaluation of walkability and pedestrian level of service”, por Tuydes-Yaman y Karatas, 2018.

2.6.3 El entorno peatonal

Acorde a Gehl (1968), las actividades que las personas desarrollan en el exterior, en el entorno peatonal, se clasifican en tres grupos: necesarias, opcionales y sociales. En el primer grupo se encuentran las actividades obligatorias como trabajar y estudiar. El segundo grupo está conformado por las actividades recreativas y de disfrute, que pueden surgir espontáneamente y dependen de la impresión personal sobre la calidad del entorno. El último grupo abarca a aquellas actividades en la cual las personas interactúan con otras personas o presencian la interacción de personas.

Para lograr crear entornos peatonales que brinden las facilidades para que el individuo lleve a cabo los diferentes tipos de actividades mencionados, ya sea de forma secuencial o paralela, es necesario brindar rutas que conecten los diferentes espacios de uso público. Lo expresado hace alusión a los itinerarios peatonales accesibles. Estos permiten que las personas se desplacen de forma continua por las avenidas, calles, parques, plazas, estacionamientos, paraderos, etc, y que se conecten con las edificaciones (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

Según Frank Jaskiewicz (2000), una red peatonal pobre es aquella que no brinda opciones para que el peatón se desplace. Como resultado, existen opciones limitadas de rutas para alcanzar sus destinos y estas no suelen ser las opciones más eficientes o cortas. Además, el peatón llega a frustrarse, lo que provoca que se sienta menos motivado a optar por la caminata como una opción de transporte sustentable. En contraste, una red de caminos completa es aquella con un alto grado de conectividad de centros de actividad. En consecuencia, se le brinda al peatón numerosas opciones de rutas a manera de escape de la rutina de tener que desplazarse por el mismo camino.

2.6.3.1 Componentes de los itinerarios peatonales

A continuación, se describe algunos de los principales componentes de los itinerarios peatonales. Además, se identifican los parámetros que definen su diseño.

Vereda

La vereda o acera es el elemento principal del entorno peatonal. Sus diseños y las redes que configuran afectan las rutas que las personas optan para desplazarse (Tan et al., 2007). Las veredas se diseñan a desnivel de las calzadas. Esto permite delimitar espacios y evitar que los vehículos motorizados invadan el espacio de peatón (Huerta Peralta, 2007). Con respecto a la distribución del espacio, en la sección transversal de la vereda se identifican cuatro zonas:

La primera zona se denomina franja de fachada. Esta hace referencia al espacio contiguo a la fachada de las edificaciones. En esta se hallan obstáculos como ventanas, puertas de garaje o de casas abiertas, letreros, escaleras, etc (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009). La segunda zona corresponde a la franja de circulación. Es el área destinada a la circulación de los peatones, por lo cual debe estar libre de obstáculos, en especial para las personas en silla de ruedas o con discapacidad visual (The Government of Western Australia, 2016). La tercera zona es nombrada como franja de elementos. En este espacio se ubica el mobiliario urbano, la vegetación, la iluminación, los semáforos, la señalización, etc (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010). Finalmente, la cuarta zona fue designada como franja de guarnición. Esta delimita los espacios para la circulación vehicular y peatonal. Además, brinda espacio para abrir la puerta de vehículos y es el espacio desde el cual los peatones abordan (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009).

Aunque es posible diseñar una quinta zona para la circulación de los ciclistas, se recomienda evitar esta distribución que implica el uso compartido de las veredas, pues genera inseguridad en los peatones (Amprasi et al., 2020; Delaney et al., 2017; Muraleetharan et al., 2003; Nikiforiadis & Basbas, 2019). En general, la sugerencia es que se logre delimitar notablemente, al menos, dos de las zonas mencionadas: la franja de circulación y de elementos (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

Por último, con respecto a la materialidad de las aceras, esta debe evitar que los peatones se resbalen, tanto en condición seca como húmeda. También debe ser un material que resista la abrasión como el concreto y cuyo acabado sea continuo, sin textura y nivelado. Se recomienda al concreto. (CDMX, 2016).

Parámetros de diseño importantes: pendiente transversal, pendiente longitudinal, anchos de zonas y altura libre.

Crucero peatonal

Los cruces peatonales son elementos que establecen los lugares donde el cruce peatonal es permitido y deben ser diseñados de tal forma que sean accesibles para todas las personas, lo que demanda que no exista desnivel entre la calzada y acera. El primer método que elimina este desnivel se basa en rebajar el nivel de la acera a través de la construcción de rampas alineadas (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

El segundo tipo de cruce, el cual establece la prioridad de la circulación peatonal, es aquel en el que se eleva el nivel de la calzada para que alcance a la acera. Este diseño forma parte de las medidas de tráfico calmado, pues el vehículo disminuye la velocidad para atravesar el obstáculo (Huerta Peralta, 2007). En ambos casos, es fundamental que el ancho de la rampa sea del ancho de la marcación del cruce peatonal y que se coloque una franja de textura como advertencia para las personas con discapacidad visual (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

Los cruces peatonales pueden ubicarse en medio de las aceras o en las esquinas. En el caso de las esquinas, se debe procurar reducir los radios de acera a manera de limitar al conductor efectuar giros a alta velocidad (U.S. Department of Transportation, 2002), además de incluir bolardos para mayor protección al peatón. En la proximidad del cruce, se deben eliminar los elementos que obstaculicen a los conductores la visibilidad de los peatones (CDMX, 2016).

Parámetros de diseño importantes: ancho de cruce, pendiente transversal y pendiente longitudinal de la rampa

Mediana

La mediana o isla de refugio es un elemento incluido en el diseño de cruces peatonales cuando se dificulta el cruce total de la calzada en una sola etapa. Esto puede deberse al ancho y número de carriles, o del insuficiente tiempo del ciclo semafórico para cruzar. Además, sus dimensiones deben ir acorde al flujo peatonal que refugiará y ser de longitud adecuada para albergar una bicicleta. (The Government of Western Australia, 2016).

Para que las personas con discapacidad visual logren identificar el inicio y fin del área de refugio, se le debe colocar franjas podo táctiles como advertencia (U.S. Department of Transportation, 2002). Además, para brindar mayor seguridad al peatón, se recomienda instalar bolardos (The Government of Western Australia, 2016).

Parámetros de diseño importantes: longitud y ancho de la mediana

Estacionamiento para personas con discapacidad

Estos elementos surgen de la necesidad de las personas discapacitadas por desplazarse bajo condiciones donde se carece de un sistema de transporte público accesible o adecuados itinerarios peatonales, de manera que se los orilla a moverse en automóvil (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

Estos estacionamientos reservados pueden organizarse de forma paralela, perpendicular o diagonal a la acera y se los debe ubicar próximos a las edificaciones como viviendas, centros comerciales o de trabajo y espacios públicos como parques, acompañados de la correspondiente señalización (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

Es importante incluir topes para llantas, como forma de evitar que el vehículo invada el espacio de la acera que pueda afectar, particularmente, a las personas con discapacidad visual (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009). Además, más allá de destinar área para acoger las dimensiones del vehículo, se debe proporcionar espacio para que las personas realicen maniobras y circulen (Universidad Nacional de Colombia, 2000) .

Parámetros de diseño importantes: cantidad, ancho y largo del cajón, ancho de la franja de circulación

Apoyo para personas con discapacidad visual

La guía o banda podo táctil es un elemento que brinda información a las personas con discapacidad visual, ya sea a través del bastón blanco o los pies. El diseño de la baldosa puede comunicar cual es la ruta de circulación o puede alertar cuando existan cambios de dirección, advertir que se encuentran frente a cruces peatonales, escaleras, medianas, rampas, ascensores, etc (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010).

Tal como se mencionó sobre la materialidad de las aceras, la superficie de la franja de circulación es lisa; sin embargo, es posible colocar un acabado con textura en la franja de fachada que alerte a las personas sobre la posible presencia de obstáculos (Universidad Nacional de Colombia, 2000). De igual forma, se recomienda colocar un acabado textura en la franja de guarnición, para advertir de la proximidad del flujo vehicular (The Government of Western Australia, 2016).

El apoyo táctil debe complementarse con apoyo visual que permita a las personas con baja visión identificarlo (Americans with Disabilities Act, 2010). Se recomienda un 70% de contraste de color para que se destaquen las zonas de la acera y las franjas podotáctiles. El amarillo es el color estándar (Boston Transportation Department, 2013).

2.6.3.1 Criterios de diseño de itinerarios peatonales accesibles

Con el fin de identificar cuáles son las recomendaciones para el diseño de los elementos que componen los itinerarios peatonales accesibles, se analizó una publicación peruana sobre diseño accesible y ocho manuales de diseño vial urbano provenientes de los siguientes países: uno de Colombia, uno de Chile, dos de México, uno de los Estados Unidos, uno de Australia y uno de Abu Dabi.

Acorde a los criterios de categorización de manuales de diseño elaborados por Cabrera (2019), los 09 documentos pertenecen al cuarto grupo. Algunas de las características que comparten estos manuales son que brindan criterios para la accesibilidad de personas con discapacidades físicas y visual, y describen sugerencias para organizar las veredas por sectores, de modo que se eviten los obstáculos en la franja de circulación. Se analizó los siguientes documentos:

- ✓ Manual de Accesibilidad Universal (Corporación Ciudad Accesible & Boudeguer y Squella ARQ, 2010)
- ✓ Abu Dhabi Urban Street Design Manual (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009)
- ✓ ADA Standards for Accessible Design (Americans with Disabilities Act, 2010)
- ✓ Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad (CDMX, 2016)
- ✓ Accesibilidad al medio físico y al transporte (Universidad Nacional de Colombia, 2000)
- ✓ Discapacidad y Diseño Accesible. Diseño urbano y arquitectónico para personas con discapacidad (Huerta Peralta, 2007)
- ✓ Manual de Lineamientos y Estándares para Vías Peatonales y ciclovías (Municipio de Guadalajara, 2011)
- ✓ Accesibilidad y Diseño Universal para todos (Fundación ONCE & Fundación Arquitectura COAM, 2011)
- ✓ Planning and Designing for Pedestrians: guidelines (The Government of Western Australia, 2016)

En el anexo 1, se hallan los criterios de diseño que brindan estos documentos para lograr articular itinerarios peatonales accesibles. Los componentes del sistema de tránsito peatonal analizados son los siguientes: franja de circulación de veredas, isla de refugio o mediana, cruceros

peatonales, estacionamientos para discapacitados, puentes peatonales, rampas, escaleras, apoyo visual y pasamanos.

Con respecto al puente peatonal, solo cuatro manuales de los nueve documentos presentados incluyen criterios sobre cuando es justificable emplearlos (Abu Dhabi Urban Planning Council, 2009; CDMX, 2016; Municipio de Guadalajara, 2011; The Government of Western Australia, 2016). El hecho de que manuales de diseño accesible, que priorizan las necesidades del peatón, compartan esta clase de información técnica, es interpretado como una contradicción de conceptos (Cabrera Vega, 2019).

Para el resto de componentes comparados, se observa que, aunque existen algunos valores en los que concuerdan los manuales, en general, no existe un consenso en los valores de los parámetros de diseño para cada elemento mencionado. Estas diferencias existen tanto a nivel de países como en el interior de un país. Tal es el caso de los dos manuales presentados correspondientes a diferentes estados de México: Ciudad de México y Guadalajara. En consecuencia, cada país o estado diseña acorde a los lineamientos de los manuales aprobados.

En el caso de Perú, no se cuenta con un manual de diseño del espacio público reglamentado. Acorde a la investigación del arquitecto Huerta (2007) sobre el marco jurídico peruano en referencia a la accesibilidad, actualmente, solo se cuenta con la norma técnica A.120 Accesibilidad Universal en Edificaciones. Esta norma forma parte del nuevo Reglamento Nacional de Edificaciones y especifica criterios para brindar accesibilidad a las personas, pero su alcance se limita a las edificaciones que brindan servicio de atención al público o de uso residencial (*Norma Técnica A.120 "Accesibilidad Universal En Edificaciones,"* 2019).

Además, esta norma está incompleta, pues excluye criterios de diseño de la regulación derogada previa: NTE A.120 "Adecuación Arquitectónica para Personas con Discapacidad" y la NTE U.190 "Adecuación Urbanística para Personas con Discapacidad" (Huerta Peralta, 2007). En esta última, en específico, brindaba criterios para el diseño de itinerarios peatonales accesibles para personas con discapacidad motriz, mas no visual (*Norma Técnica A.120 "Accesibilidad Universal En Edificaciones,"* 2019). Sin embargo, no llegó a conformar un manual de diseño del espacio público como tal y esta carencia trasciende hasta la actualidad. Lo mencionado provoca que se brinde mayores libertades a los diseñadores de proyectos de diseño vial urbano y espacio público.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

El propósito de esta investigación fue concluir si fue adecuada la instalación del puente peatonal con rampas ubicado en el la intersección de la Av. Néstor Gambetta y la Av. La Playa. Para alcanzar este fin, se trazaron tres sub metas: El primero es la descripción de la opinión de los peatones respecto al puente peatonal con rampas construido. La segunda, es la determinación del nivel de accesibilidad peatonal que se alcanza en el área de estudio y si se logra la integración del puente peatonal construido. La tercera y última, es el planteamiento de una propuesta rediseño de la intersección que excluya al puente peatonal y logre mejorar las condiciones de circulación peatonal.

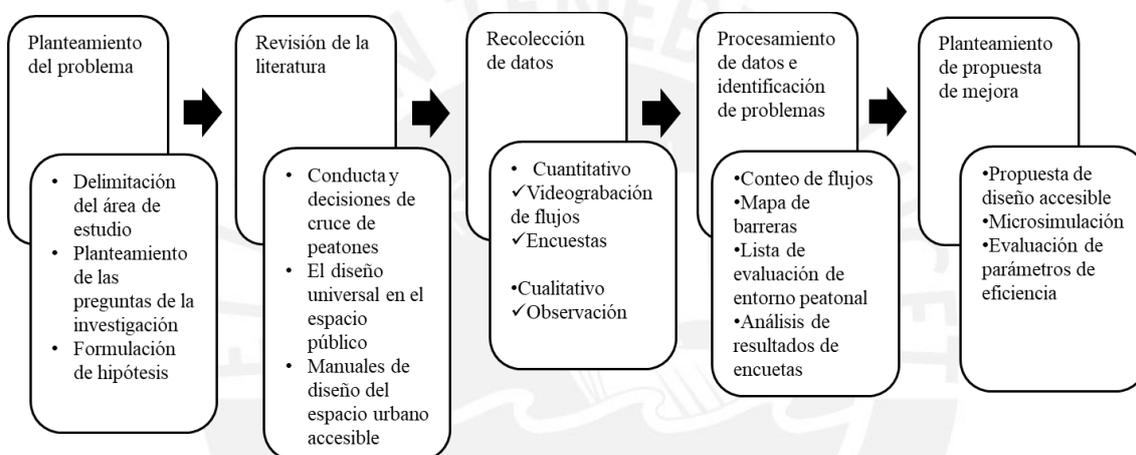


Figura 5 Etapas de la metodología

Fuente: Propia

El proceso de la investigación se dividió en cinco etapas indicadas en la figura 5: el planteamiento del problema, la revisión de la literatura, la recolección de datos, el procesamiento e identificación de problemas y el planteamiento de la propuesta de mejora.

La primera etapa consistió en el planteamiento de la problemática a estudiar. Se determinó el eje temático de la presente tesis: evaluar el nivel de accesibilidad que brinda el puente peatonal. También, surgieron las interrogantes, los objetivos y las hipótesis que establecieron el alcance del trabajo de investigación.

Luego, para la revisión de literatura, se empleó las bases de datos a las que la Pontificia Universidad Católica del Perú brinda acceso, búsqueda sistemática. Además, también se revisó tesis y libros que forman parte de su Repositorio Digital de Tesis y del Fondo Editorial, búsqueda localizada. A partir de las referencias encontradas en los artículos, tesis y libros revisados, se realizó una búsqueda derivada para consultar información adicional.

La siguiente etapa corresponde a la recolección de datos. Con este fin, se emplearon herramientas de videograbación para el conteo de flujos, las encuestas presenciales en el área de estudio, y la observación del entorno peatonal y las condiciones de circulación peatonal.

Es a partir de los datos recolectados, que se pasó al procesamiento de estos para poder elaborar la lista de chequeo para la evaluación del nivel de accesibilidad del entorno peatonal, construir el mapa de barreras y realizar el análisis estadístico descriptivo a las respuestas de las encuestas.

Finalmente, a partir de las recomendaciones de manuales de diseño urbano accesibles y de las recomendaciones entregadas por los encuestados, en especial de aquellos más vulnerables, se propuso un escenario de rediseño vial que permitió mejorar las condiciones de circulación peatonal y vehicular, a partir de la eliminación del puente peatonal en área de estudio.

3.1 Área de estudio

Acorde a la Resolución Ministerial N° 814-2016 MTC/01.02, la Av. Néstor Gambetta se clasifica como una Red Vial Nacional “PE 20”. Esta denominación hace alusión a la jurisdicción administrativa de la vía, es decir, quién construyó la vía, que en este caso es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en representación del Gobierno Nacional. Sin embargo, esta denominación no brinda información sobre la función de la vía. Por lo cual, esta clasificación no sería adecuada (Move Trips, 2020).

De acuerdo a su clasificación por función, la Av. Néstor Gambetta es un Vía Expresa. En su definición, una Vía Expresa se caracteriza por transportar un alto volumen vehicular y a elevadas velocidades en condición de flujo libre. Además, en su diseño no se debe incluir interferencias transversales que limiten la circulación vehicular, por lo que la necesidad de cruzar de las personas se satisface con la instalación de puentes peatonales (Consejo de Transporte de Lima y Callao et al., 2005). La circulación de mototaxis, bicicletas, motocicleta y similares no es permitida (Municipalidad Provincial del Callao, 2010).

En el caso de la Vía Expresa Nacional Av. Néstor Gambetta, el límite de velocidad es 60 km/h, además, cuenta con paraderos y cruceros semaforizados. En el área de estudios, se permite la circulación de mototaxis y motocicletas. En consecuencia, por no cumplir las condiciones de su clasificación por función, se la denominará pseudo Vía Expresa.

El área de estudio es el paradero “Teléfono”, el cual se ubica en un área comercial ubicado en el distrito de Ventanilla, Callao. Esta área abarca el cruce peatonal semaforizado ubicado en la intersección de la Av. Néstor Gambetta y la Av. La Playa, y el puente peatonal con rampas acompañado con un paradero en cada acceso al puente (figura 6). Con respecto a los paraderos identificados en la figura, los dos ubicados en el mismo sentido de la vía, paraderos 1 y 2,

corresponden a paraderos permitidos para diferentes rutas del transporte público: a aquellos cuya ruta continúa por la Av. La Playa les corresponde el paradero 1 y a los vehículos con ruta que continúa por la Av. Néstor Gambetta solo se les permite el paradero 2. Los paraderos 2 y 3 se ubican al costado de los accesos al puente peatonal con rampas, mientras que el paradero 1 está frente al crucero semaforizado.



Figura 6 Área de estudio de la investigación, Ventanilla, Callao

Fuente: *Adaptado de Google Earth*

El puente estudiado es uno de los 17 puentes peatonales de rampas que se construyeron como parte del proyecto “Mejoramiento de la Av. Néstor Gambetta”. Se escogió este en particular porque se ubica en una zona altamente transitada y, porque a pesar de que existen barreras que impiden el cruce a nivel a la altura del puente, existe un cruce semaforizado cercano que brinda al peatón la opción de elegir la el tipo de cruce peatonal. De esta forma, es posible comparar el nivel de uso de cada instalación de cruce y recolectar la opinión de los peatones sobre el grado accesibilidad que ofrecen y la predisposición de las personas a usarlos.

3.2 Enfoque de investigación mixto

La presente investigación tuvo un enfoque mixto. Por un lado, el enfoque cualitativo surgió de la obtención de datos por medio de la observación a las condiciones de accesibilidad del entorno peatonal y al comportamiento de los peatones. Por otro lado, el enfoque cuantitativo fue abordado con las encuestas realizadas a usuarios de cruce semaforizado y el puente peatonal. Además, se recolectó información sobre los flujos peatonales y vehiculares con el uso de contadores y videograbaciones.

Con este diseño de investigación, se analizaron y discutieron, en forma conjunta, los resultados obtenidos que dieron respuesta a la pregunta principal de la tesis: ¿Fue adecuada la instalación del puente peatonal con rampas en la zona de estudio analizada?

3.2.1 Enfoque cualitativo

A través de la observación y recopilación fotográfica, se realizó el diagnóstico del nivel de accesibilidad del entorno peatonal.

3.2.2 Diagnóstico del nivel de accesibilidad del entorno peatonal

Se emplearon dos herramientas para evaluar y determinar el nivel de accesibilidad del entorno peatonal (figura 7). Con respecto al puente peatonal, no se evaluó su diseño geométrico, más sí su nivel de integración con el itinerario peatonal.



Figura 7 Área evaluada para la determinación del nivel de accesibilidad del entorno peatonal

Fuente: *Adaptado de Google Earth*

La recolección de datos a través de la observación y el registro fotográfico se realizaron el 02 y 03 de setiembre del 2020 en tres periodos del día: en la mañana de 6:30 a 7:00 am, en la tarde de 4:00 a 5:00 pm y en la noche de 8:00 a 9:00 pm. Con respecto a la recolección de datos de dimensiones geométricas, estos fueron recolectados el día 04 de setiembre del 2020 de 4:00-5:30 pm.

3.2.2.1 Lista de chequeo del entorno peatonal

Se empleó la lista de chequeo elaborada por Cabrera (2019) como herramienta para identificar los aspectos que precisan de ser mejorados para cubrir la necesidad de desplazamiento de las personas sin autonomía. Los aspectos analizados fueron el clima, y el diseño y estado de los elementos viales.

3.2.2.2 Mapa de barreras en el entorno peatonal

Con apoyo de imágenes extraídas de Google Earth del entorno peatonal (figura 8), se realizó el recorrido por el itinerario peatonal para crear el mapa las barreras físicas para el peatón sin autonomía. Los criterios de evaluación para identificar los problemas del diseño actual y las condiciones en las que se encuentra fueron los indicados en los manuales de diseño accesibles (capítulo 2.6.3).

3.2.3 Enfoque cuantitativo

Bajo este enfoque, se aplicaron encuestas presenciales a los peatones de la zona de estudio, se recolectaron los datos del flujo peatonal y vehicular, y se evaluó la eficiencia de la propuesta de rediseño vial.

3.2.3.1 Encuesta presencial

El cuestionario que evalúa las preferencias de cruce del peatón fue adaptado del cuestionario que forma parte del trabajo de investigación de Skandami et al., (2020). Se eligió su trabajo porque en él se analizó los factores que influían en el peatón para elegir entre un puente peatonal o dos cruces peatonales a nivel semaforizados en un área urbana. Más allá de las diferencias culturales, tecnológicas, temporales, etc, el escenario evaluado en su investigación analiza un escenario similar en el que comparan las instalaciones de cruce semaforizado y el puente peatonal.

Las modificaciones realizadas al cuestionario base fueron producto de la información obtenida en la revisión de literatura, de las condiciones particulares del área de estudio y del aporte de los encuestados durante la etapa de calibración del instrumento en una prueba piloto. La versión final del instrumento contó con 22 preguntas (ver anexo 2). La primera sección fue la descripción del perfil del encuestado, la segunda sección abarcó su opinión de la congestión vehicular como conductor o pasajero, la tercera se enfocó en evaluar la opinión de los peatones frente a las opciones de cruce y los factores que afecta su predisposición a usarlos, y, finalmente, la cuarta sección sirvió para recibir sus aportaciones para el rediseño vial de la propuesta de mejora.

Para el procesamiento de datos, y la elaboración de gráficos y tablas de resultados, post ordenamiento y codificación de las respuestas, se empleó el programa estadístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

Población y muestra

En la investigación, la población está conformada por todos los peatones que cruzan la Av. Néstor Gambetta optando por emplear el puente peatonal y quienes usan el cruce a nivel semaforizado. Con respecto a la muestra, esta es no probabilística. De forma que se recolectará los datos de aquellas personas que, voluntariamente, deseen participar y brinden sus opiniones sobre sus niveles de satisfacción hacia el puente peatonal e identificar los factores que los motivan a emplear esta instalación y aquellos factores que provocan que sea evitado.

El tamaño mínimo de muestra fue calculada la siguiente ecuación. Se escogió un nivel de confianza del 95%, un valor de error estimado del 10% y una proporción de la población del 50%.

$$n = \frac{Z^2 x p x (1 - p)}{d^2} = \frac{1.96^2 x 0.5 x (1 - 0.5)}{0.1^2}$$

$$n = 96$$

Z= nivel de confiabilidad deseado (1.96)

D= error estimado (0.1)

p= proporción estimada de la población (0.5)

El periodo de recolección de encuestas fue del 13 al 30 de setiembre del 2020 en el horario de 7:00 pm a 9:00pm. Los puntos de recolección de las encuestas presenciales fueron en el paradero frente al cruce semaforzado y los paraderos cercanos a la entrada del puente peatonal. Al final del, se alcanzó 6.9% de error estimado.

Validez del instrumento

El cuestionario fue modificado durante 3 oportunidades hasta llegar a la versión final. Con cada modificación, se apuntó a crear un instrumento de fácil entendimiento para los encuestados y que evalúe las principales dimensiones de las variables de interés encontradas en trabajos de investigación que estudiaron la conducta peatonal de cruce frente a la opción del puente peatonal. Finalmente, se alcanzó la validación de expertos de la versión final del instrumento por parte del asesor de tesis y se dio inicio a la etapa de recolección de datos.

Confiabilidad del instrumento

Se evaluó la confiabilidad del instrumento a través del coeficiente de alfa de Cronbach. Para ello, se aplicó el cuestionario validado a 30 personas de forma presencial en el área de estudio. Se codificaron y evaluaron las respuestas de los peatones a 6 preguntas en escala de Likert concernientes a la predisposición de los peatones a usar el puente peatonal. El coeficiente de Alfa de Cronbach fue obtenido por dos métodos: el procesamiento del software SPSS y la fórmula de varianza de ítems. Con el primer método, el coeficiente obtenido fue 0.80.

Para el segundo método, la fórmula de varianza de ítems es la siguiente. El resultado tras reemplazar los valores hallados es un coeficiente de 0.79.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left\{ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right\} = \frac{6}{6 - 1} \left\{ 1 - \frac{13.887}{40,293} \right\}$$

$$\alpha = 0.786$$

K=Número de ítems

Vi= Varianza de cada ítem

V_t = Varianza del total

Para una investigación de alcance exploratorio, con ambos métodos, el resultado fue satisfactorio, pues respaldan la confiabilidad del instrumento del estudio.

3.2.3.2 Recolección de datos del flujo peatonal y vehicular

Con el objetivo de crear un modelo de micro simulación que simule el escenario de la propuesta de mejora en el que no exista el puente peatonal y con la que se logre mejorar las condiciones de circulación peatonal y vehicular, fue necesario extraer datos de campos concernientes a los flujos vehiculares en la intersección y los flujos peatonales en las instalaciones de cruce.

En primer lugar, se determinó el periodo de tiempo en la cual se presenta el máximo flujo vehicular. A partir de la observación y empleando la herramienta de tráfico de *Google Maps*, se estableció que el periodo con más problemas de congestión de tránsito es de 7:00 pm a 8:00 pm, ver figura 8. Este horario nocturno es aquel en las personas están regresando a Ventanilla, por lo que se genera alta congestión vehicular que genera largas cola de vehículos que desean atravesar la intersección estudiada.

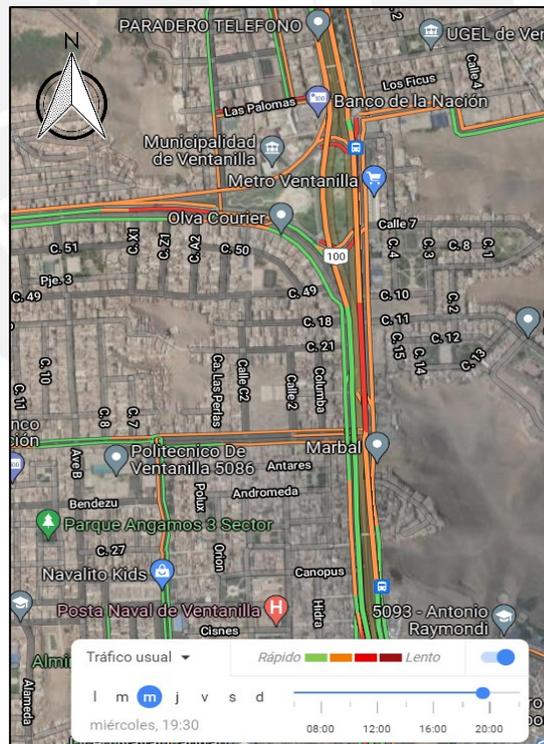


Figura 8 Condiciones usuales de congestión vehicular en miércoles a las 7:30 pm

Fuente: Tomado de la función de tráfico de *Google Maps*

En segundo lugar, se pasó a la recolección de los datos. Tal como se muestra en la figura 6, la intersección vehicular que alberga al cruce semaforzado se encuentra distante al puente peatonal, de modo que la recolección de los flujos en ambas instalaciones de cruce con una misma herramienta como es un dispositivo de video grabación no fue posible. Fue por ello que, para la recolección de datos de los flujos, se emplearon dos herramientas: la videograbación y una aplicación de conteo.

Para capturar la demanda y no el volumen de los vehículos que se dirigen en dirección Ventanilla-Mi Perú y que originan las largas colas de tránsito, se grabó desde un celular el flujo vehicular a la altura previa a la formación de colas. Para realizar las grabaciones del flujo vehicular de la intersección y del flujo peatonal en el cruce semaforzado se empleó un dron de modelo Mavic 2 Enterprise. Em ambos casos, el conteo fue posterior una vez obtenido los videos. La segunda fue una aplicación de conteo llamada *Thing Counter* que registraba la información de los flujos en tiempo real y que fue empleada para el registro del flujo peatonal en el puente peatonal de rampas. En la figura 9 se indican las posiciones de toma de datos y las herramientas empleadas para este fin.



Figura 9 Posiciones de recolección de los flujos vehiculares y peatonales

Fuente: *Adaptado de Google Earth*

El miércoles 15 de setiembre del 2020 se realizó la grabación de una hora de video en el horario de 7:00 pm- 8:00pm, periodo de mayor congestión de tránsito. Con estos datos se calibró el modelo para que represente las condiciones de flujo en condiciones de mayor demanda

vehicular. Luego, el 01 de octubre del 2020 se realizó la segunda hora de grabación en el horario de 7:00pm- 8:00pm. Con los últimos datos recolectados, se realizó la validación del modelo, de forma que se asegure que el modelo represente las condiciones reales del tránsito y sirva de base para la elaboración de la propuesta de mejora.

3.3 Rediseño vial y micro simulación de la propuesta de mejora

Se emplearon los programas Vissim y Viswalk para elaborar la propuesta de rediseño y evaluar la eficiencia del modelo a partir de la micro simulación. En la primera etapa se elaboró el modelo que representa al escenario actual. Los datos recolectados en la hora pico se emplearon para calibrar el modelo y los datos de la segunda hora de grabación se emplearon para la validación de este. Para verificar que el modelo recrea adecuadamente las condiciones de flujo vehicular y peatonal actuales, se empleó el programa estadístico Statkey-Randomization Test for a Difference in Means.

En la segunda etapa, se modificó el modelo para crear itinerarios peatonales accesibles acorde a recomendaciones de manuales. El principal parámetro de eficiencia que se evaluó fue la longitud de colas, pues, en la hora pico, alcanzan los 500 m. Como segundo parámetro está el tiempo de viaje peatonal al emplear la propuesta del cruce semaforizado. Nuevamente se utilizó el programa estadístico mencionado para validar que la propuesta de mejoró las condiciones de circulación vehicular y peatonal.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección, se exponen los resultados obtenidos y el análisis de estos tras haber completado las etapas de recolección y de procesamiento de datos indicada en la metodología.

4.1 LISTA DE CHEQUEO DEL ENTORNO PEATONAL

A continuación, se exponen los resultados obtenidos tras el análisis de 2 aspectos de la lista de chequeo: el clima, y el diseño y estado de los elementos viales. El objetivo fue identificar los problemas de accesibilidad existentes en el entorno peatonal. La mayoría de los criterios fueron analizados subjetivamente, mientras que, en otros, se empleó los niveles de calidad cuantitativos recopilados en la investigación documentaria de Cabrera (2019).

4.1.1 Clima

Este aspecto contempló el análisis del grado de impacto a las personas sin autonomía provocado por dos condiciones climáticas: la lluvia y el calor. En el caso de la lluvia, se identificó que, en ciertas zonas de la acera, donde se colocó adoquines, existían depresiones que provocaban que el agua de lluvia se empozara (figura 10). En el caso del calor, durante el periodo de evaluación, inicios de setiembre del 2020, el cielo aún estaba nublado al medio día, por lo que se considera que el calor no afectó a las personas sin autonomía o a sus ayudantes.



Figura 10 Empozamiento de agua en superficie de adoquines

Fuente: Propia

4.1.2 Diseño y estado de los elementos viales

En este aspecto, se evaluó el diseño de los siguientes elementos del itinerario peatonal: las rampas, la franja de circulación de aceras, los cruces peatonales, las medianas y las barandas.

4.1.2.2 Rampas

En primer lugar, se evaluó el diseño geométrico de 13 rampas (tabla 1). Acorde a los criterios cuantitativo, solo una de las rampas alcanzó un nivel de calidad regular. El resto de las rampas fueron diseñadas con pendientes elevadas que variaban entre el 9% y 23%. Además, el ancho efectivo de algunas rampas fue reducido debido a obstáculos como mobiliario urbano instalado sobre estas (figura 11). Un ancho de rampas inadecuado, no solo dificulta el desplazamiento de la persona en silla de ruedas, quien, acorde a los manuales de diseño revisados, presenta las mayores dimensiones antropométricas, sino que, limita el desplazamiento de los puestos de los vendedores ambulantes.

Tabla 1 Evaluación de la geometría de rampas en el entorno de proximidad a las opciones de cruce peatonal evaluados

Nº	Ancho (cm)	Longitud (cm)	Altura (cm)	Pendiente	Calificación del ancho	Calificación de la pendiente
1	90	165	17	10%	Regular	Indeseado
2	300	97	10	18%	Excelente	Indeseado
3	300	170	17	10%	Excelente	Indeseado
4	95	200	15	9%	Regular	Indeseado
5	90	185	17	9%	Regular	Indeseado
6	95	180	15	9%	Regular	Indeseado
7	120	180	17	9%	Regular	Indeseado
8	110	205	15	8%	Regular	Regular
9	95	130	15	13%	Regular	Indeseado
10	90	130	33	14%	Regular	Indeseado
11	90	180	17	9%	Regular	Indeseado
12	90	155	17	11%	Regular	Indeseado
13	100	75	6	23%	Regular	Indeseado

Fuente: Propia



Figura 11 Obstáculos que reducen el ancho efectivo de rampas en el entorno peatonal analizado

Fuente: Propia

También, fue poco usual encontrar rampas en los cruces peatonales ubicadas a ambos lados del cruce y que estuvieran alineadas. En la mayoría de casos, no cumplían algunas de estas condiciones (figura 12 a y b). Estos escenarios impiden que las personas sin autonomía o empujando carga se desplacen con continuidad por el entorno peatonal estudiado. Además, se encontró que, en ciertos puntos, el nivel de la acera variaba sin la inclusión de rampas que asegurasen la continuidad en el desplazamiento (figura 12 c).

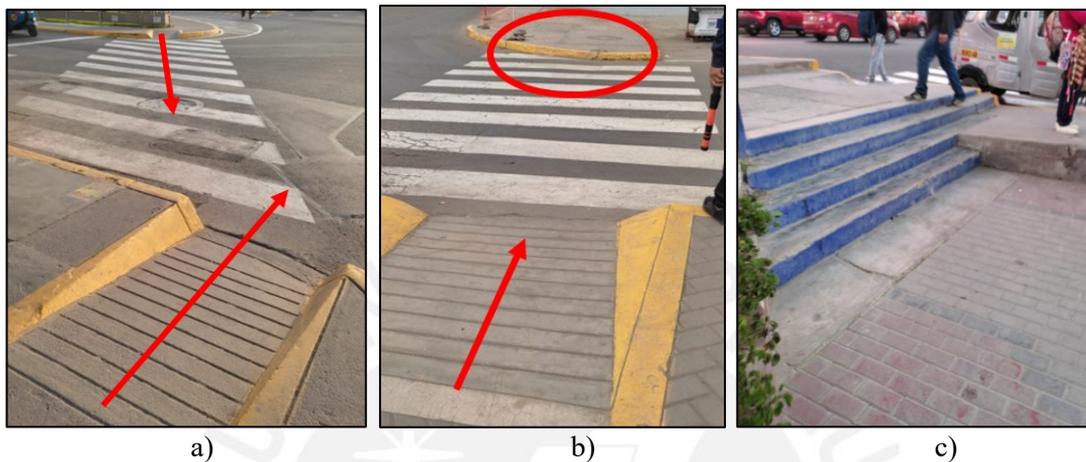


Figura 12 Fallas en el diseño de rampas a) rampas desalineadas, b) sin continuidad, y c) carencia de rampas en desnivel de acera

Fuente: Propia

En el cruce semaforizado también existe discontinuidad en las rampas, situación que obliga a las personas en silla de ruedas que cruzan a desplazarse por la pista, de forma paralela y lo más próximo a la vereda hasta llegar a una rampa y ascender a la vereda (figura 13). Esto provoca que expongan su bienestar físico, pues el cruce directo no les es factible.



Figura 13 Ruta de una persona en silla de ruedas al cruzar por el cruce semaforizado y llegar al nivel de la vereda

Fuente: Propia

Finalmente, con respecto al estado de conservación de las rampas, se observó que algunas tenían cúmulos de tierra en la base. Esto reduce el ancho efectivo de la rampa y deja algunas totalmente inaccesibles, tal es el caso de la rampa de la figura 14.



Figura 14 Rampa con tierra acumulada que impide a las personas acceder a ellas

Fuente: Propia

4.1.2.3 Acera

El itinerario peatonal está conformado por franjas de circulación de al menos 1.80 m de ancho. Esta medida, aunque se ajusta a las medidas antropométricas de la persona en silla de ruedas y le permite dar giros de 360° (anexo 1°), no resulta suficiente para albergar los flujos peatonales en las cercanías al cruce semaforzado, de modo que las personas deben caminar por la calzada.

Además, existen puntos con obstáculos como postes que reducen, considerablemente, el ancho efectivo de la franja de circulación (figura 15 a). También, en los paraderos, no existe el ensanchamiento de la vereda que cubra la demanda de espacio de los asientos de las personas sentadas y de aquellas paradas esperando (figura 15 b). Así mismo, frente a algunos negocios, se observó que la gente se acumula y obstaculiza tramos de la vereda (figura 15 c). Aun cuando las personas son obstáculos móviles, quienes al observar a una persona sin autonomía pueden permitirle el pase para que continúen su ruta, ralentizan su desplazamiento.



Figura 15 Vereda obstaculizada por: a) poste de semáforo, b) personas esperando en el paradero 2 y c) personas esperando fuera de una notaría.

Fuente: Propia

En relación a la superficie de la acera, se observó tanto zonas con protuberancias, situación que genera incomodidad para el desplazamiento de la persona en silla de ruedas o que puede confundir a los peatones invidentes, como zonas con acabado muy liso, situación que incrementa el riesgo de caída. Además, existen zonas en las que se instaló adoquines, material que puede llegar a confundir a las personas invidentes que usan bastón blanco o incomodar el desplazamiento de las personas en silla de ruedas.

En lo que respecta a la instalación de guía podó táctil, solo ha sido colocada en un pasaje cercano al paradero 2. Sin embargo, justo en el tramo de la vereda por donde circulan las personas está incompleto, de modo que no cumple su función informativa, además que su eje pasa próximo a bolardos con los que se puede chocar una persona invidente (figura 16). En el resto de pasajes tampoco se brinda información a la persona invidente sobre si se aproximan a una intersección o a un pasaje.



Figura 16 Único tramo con guía podó táctil identificada en la zona de estudio

Fuente: Propia

Al analizar el estado de mantenimiento de la superficie, se detectaron zonas con gran deterioro. En varios puntos se identificaron huecos de gran tamaño que reducen el ancho efectivo de la vereda (figura 17). Incluso, se observaron tramos con ausencia de acera construida, lo que puede impedir a las personas invidentes distinguir el fin de la acera y el inicio de la calzada (figura 18). Además, se identificaron obstáculos horizontales como conos, adoquines apilados y redes que restringen el paso (figura 19). No se observaron obstáculos elevados y se respeta una altura libre mínima de 2.10 m en todo el entorno peatonal.

En relación a la limpieza, no se observó basura acumulada en la acera, merito que se le atribuye al personal del servicio de mantenimiento y limpieza de la Municipalidad Distrital de Ventanilla, quienes cumplen su función de limpieza en horarios matutinos como nocturnos. Tampoco se observó problemas con el sistema de desagüe. Los peatones no están en contacto con las aguas servidas.



Figura 17 Huecos en las veredas que son obstáculos en el itinerario peatonal

Fuente: Propia



Figura 18 Áreas con tierra por discontinuidad en la acera

Fuente: Propia



Figura 19 Obstáculos horizontales en el entorno peatonal

Fuente: Propia

4.1.2.4 Crucero peatonal

Tanto la Av. Néstor Gambetta como las vías auxiliares están compuestas por dos carriles por dirección de vía de 3.5 a 4 m cada uno, que es una cantidad de carriles “buena” acorde a los criterios cuantitativos. Sin embargo, existe una intersección que resulta peligrosa para todo peatón. La distancia a cruzar es de 33 m (figura 20), no cuenta con mediana, las rampas están desalineada y los vehículos lo atraviesan en ambas direcciones durante todo el ciclo semaforizado pues no hay una fase semafórica para el cruce peatonal (figura 21).

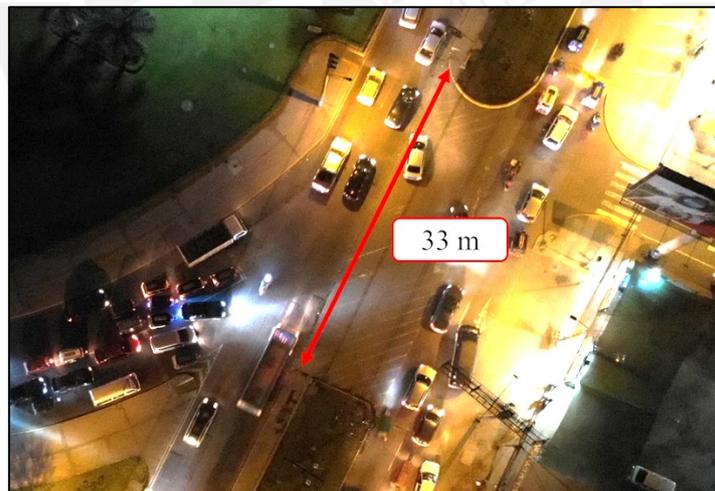


Figura 20 Crucero peatonal peligroso de 33 m

Fuente: Propia



Figura 21 Cruceo peatonal

Fuente: Propia

4.1.2.5 Mediana

Todas las medianas existentes en el cruceo semaforizado son de 5m de anchos, por lo que se las calificarías como excelentes. Sin embargo, el largo de una de las medianas resulta insuficiente para albergar a todas las personas, por lo que algunas deben esperar el cambio de fase semafórica paradas en la calzada (figura 22).



Figura 22 Mediana de dimensiones insuficientes para albergar a la demanda de peatones

Fuente: Propia

4.1.2.6 Barandas

Las barandas no cuentan con la extensión de 30cm en el inicio y fin de las rampas, de modo que la persona invidente no es informada sobre si ya terminó de atravesar la rampa. En la figura 23 se muestra una baranda de metal que no cuenta con tramos horizontales a una altura de 10 cm del suelo, que sirve de protección para las personas en silla de rutas y como guía para las

personas invidentes. Tampoco existe un segundo pasamanos a 70 cm del piso que brinde a los niños la posibilidad de sujetarse.



Figura 23 Baranda de una rampa sin extensión de tramo horizontal en los extremos y sin pasamanos adicionales a diferente nivel

Fuente: Propia

4.1.3 Análisis del resultado de la lista de chequeo

Culminado el análisis de los dos aspectos de la lista de chequeo, se califica con un bajo nivel de accesibilidad al entorno peatonal. Los motivos expuestos fueron que las rutas de caminata cuentan con una serie de obstáculos que restringen el desplazamiento de las personas sin autonomía, el nivel de mantenimiento de las aceras es deficiente, situación que empeora cuando llueve, no se asegura la continuidad de rutas en algunos cruces peatonal, no se brinda información para el desplazamiento de las personas invidentes y existen zonas inseguras para el peatón. El diseño actual, posiblemente, es producto de no haber consultado y aplicado los lineamientos y recomendaciones que brindan manuales de diseño urbano accesible de cuarta categoría.

4.2 MAPA DE BARRERAS

En la figura 24 y la figura 25, se visualizan la parte uno y dos del mapa de barreras del entorno peatonal indicado en la figura 7. Se identificaron obstáculos en las acera provocados por la inadecuada ubicación de paraderos, postes de luz, semáforos y quiscos, etc. También, se identificaron problemas originados por la discontinuidad del itinerario peatonal debido a la carencia o mal diseño de rampas, y observaciones a la materialidad y el estado de conservación de las aceras de las aceras.

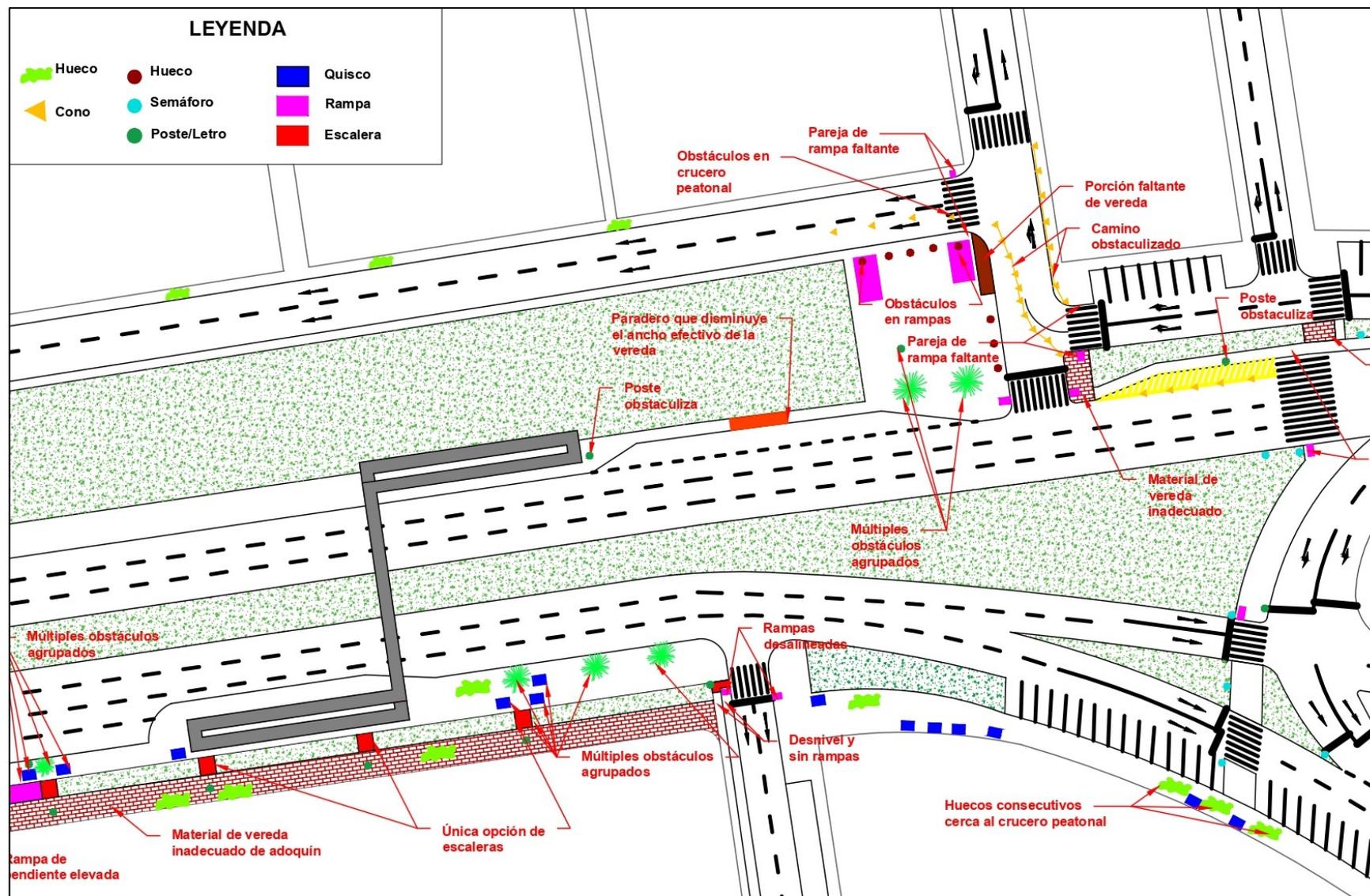


Figura 24 Parte 1 del mapa de barreras del entorno peatonal

Fuente: Propia

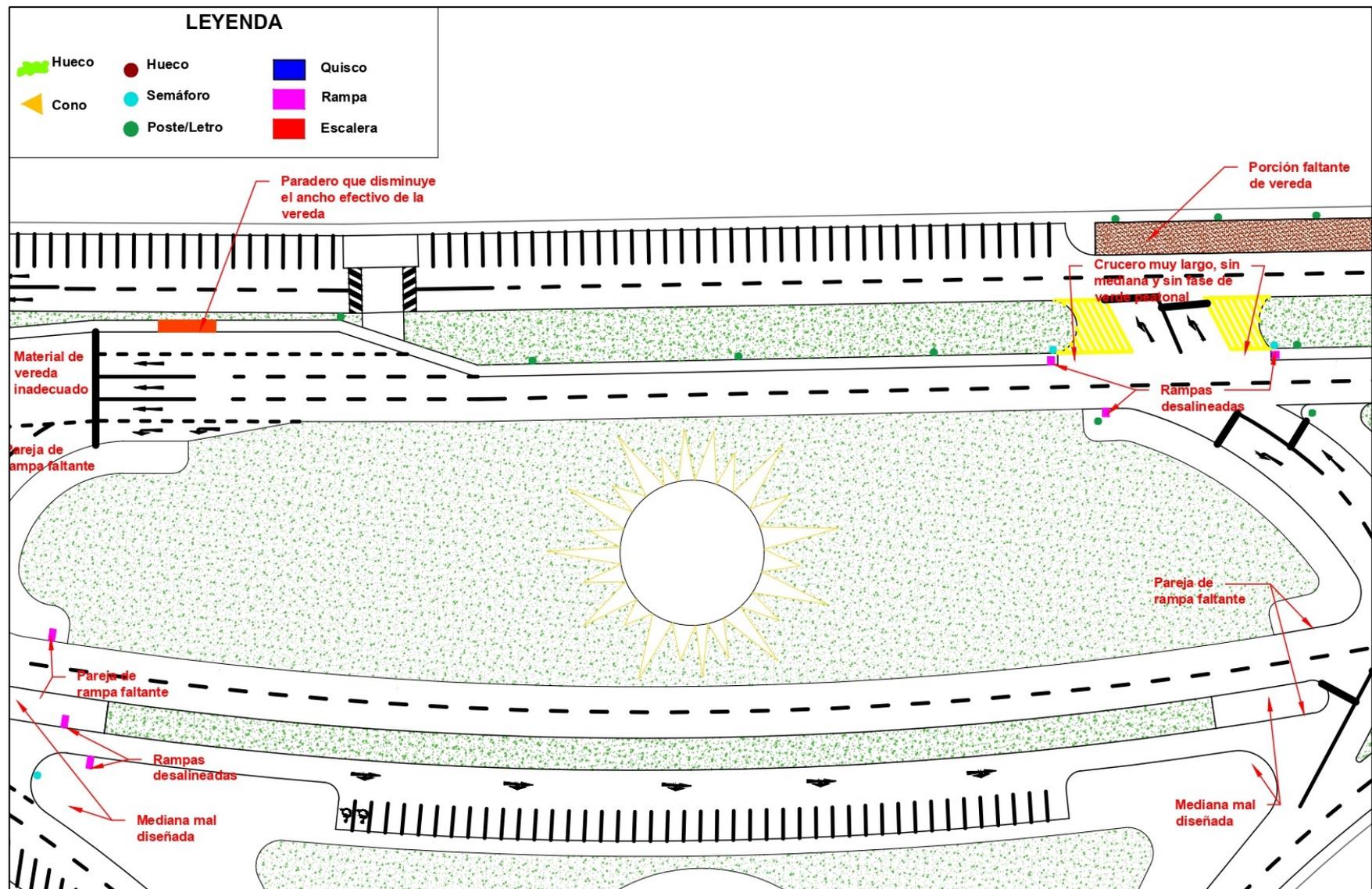


Figura 25 Parte 2 del mapa de barreras del entorno peatonal

Fuente: Propia

4.3 ENCUESTAS PRESENCIALES

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras aplicar la encuesta presencial. Los datos recolectados fueron agrupados en 5 categorías. Cada una de estas es detallada, al igual del análisis estadístico descriptivo a las respuestas de cada pregunta. Se apuntó a recolectar la mayor cantidad de encuestas provenientes de peatones vulnerables. La razón es que su opinión sobre la accesibilidad que brindan de los puentes peatonales no sería resultado de suposiciones, sino de la experiencia propia, por lo que su elección sobre la mejor opción de cruce, los motivos que respaldan su juicio y las sugerencias que proporcionen para la propuesta de mejora fueron más valiosas.

4.3.1 Descripción del perfil del encuestado

El cuestionario fue aplicado a 202 peatones, de los cuales, 110 (54.5%) acababan de cruzar por el cruce semaforzado, mientras que 92 (45.5%) había optado por usar el puente peatonal. Aunque se procuró obtener la misma cantidad de encuestados que hayan usado cada tipo de instalación, hubo mayor cantidad de participantes voluntarios de parte de aquellos que usaron el cruce semaforzado, posiblemente, debido a la mayor cantidad de usuarios de esta instalación en comparación a los del puente peatonal. En relación al género de los participantes, se encuestaron a 118 hombres (58.4 %) y 84 mujeres (41.6%). Además, respecto al rango de edad, las respuestas provinieron de 4 adolescentes (2%) de 12-17 años, 62 jóvenes (30.7%) de 18-29 años, 127 adultos (62.9%) de 30-59 años y 9 adultos mayores de 60 años en adelante (4.5%).

En la figura 26, se observan los motivos por los que los participantes transitaban por el paradero Teléfono acorde al rango de edad. El bajo nivel participación de adolescentes en las encuestas puede deberse a su baja exposición en horarios nocturnos en los que se aplicó los cuestionarios debido a que ellos aún se encuentran en la etapa escolar y no precisan asistir presencialmente a escuelas porque estudian virtualmente y explicaría que el principal motivo hallado para transitar por el paradero teléfono fue el de hacer compras (50%). En cuanto a los resultados de los jóvenes, quienes representaron la tercera parte de los encuestados, aumentó la diversidad de motivos por lo que circularon por el paradero Teléfono. El principal motivo fue fines recreativos (45%) y le sigue el motivo de regreso a casa (35.5%). En cambio, en relación a los adultos, quienes representaron dos tercios del total de participantes, el principal motivo hallado fue el de regreso a casa (50.4%) y, en segundo lugar, el fin recreativo (26.8%). Por último, respecto a los adultos mayores, su baja presencia en el paradero Teléfono se explica con el hecho de que forman parte del grupo de personas más vulnerable al Covid-19, por lo que evitan salir de sus hogares. También, porque al igual a los adolescentes, representan los menores porcentajes dentro de la estructura del ciclo de vida de la población peruana al 2021 (INEI, 2021b). Con

respecto a los motivos de circulación por el paradero de los adultos mayores, la mayoría retornaba a su casa (44.4%) y en menor porcentaje (22.2%) empató el motivo de fines recreativos para pasear con la familia y el motivo de trabajar, que correspondió a los que se dedicaban a la venta ambulatoria.

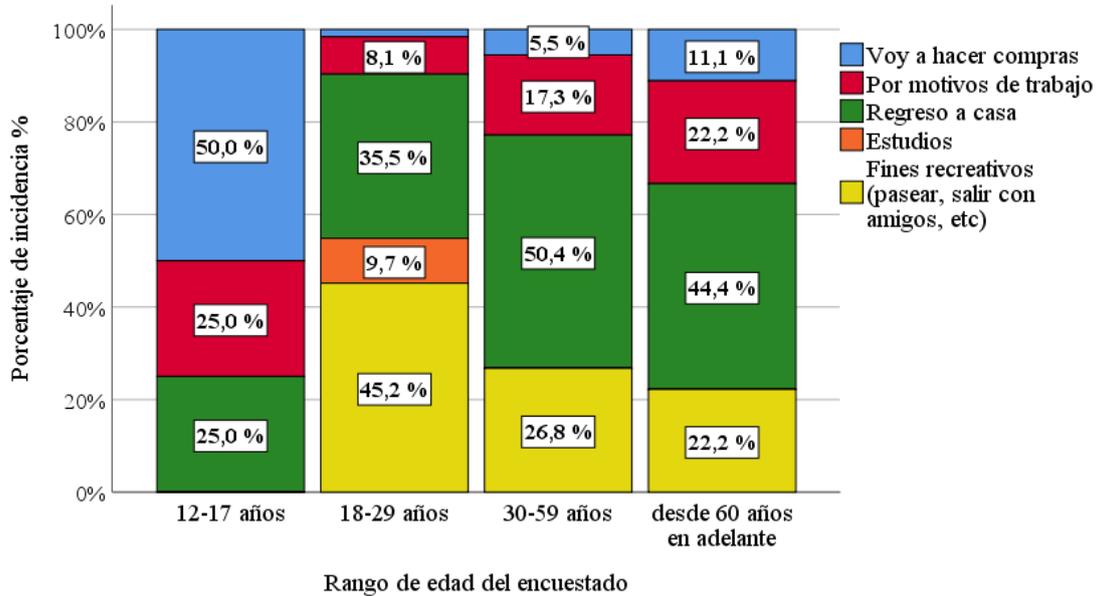


Figura 26 Motivo por el que transita por el paradero Teléfono según la edad del encuestado

Fuente: Propia

Luego, respecto al tipo de peatón encuestado, el grupo de personas más vulnerable representó la minoría dentro de los participantes. En la figura 27, se observan los tipos de participantes que transitaban por el paradero Teléfono acorde al rango de edad. El total de personas sin algún tipo de limitación para desplazarse fueron 161 (75.2%), mientras que la cantidad de personas en silla de ruedas fueron 6 (3%) y la de los peatones con apoyo para caminar fueron 13 personas (6.4%), de las cuales 8 forman parte del grupo de adultos mayores encuestados y los otros 5 restantes fueron adultos. Estas personas empleaban bastón o muletas para desplazarse como consecuencia de lesiones físicas o enfermedades como poliomielitis y artrosis. Aparte de las categorías mencionadas, se identificaron a 16 personas en compañía de bebés o niños (7.9%) y a 6 mujeres embarazadas (3%). También se añadió la categoría de persona invidente, no obstante, no se logró captar participantes.

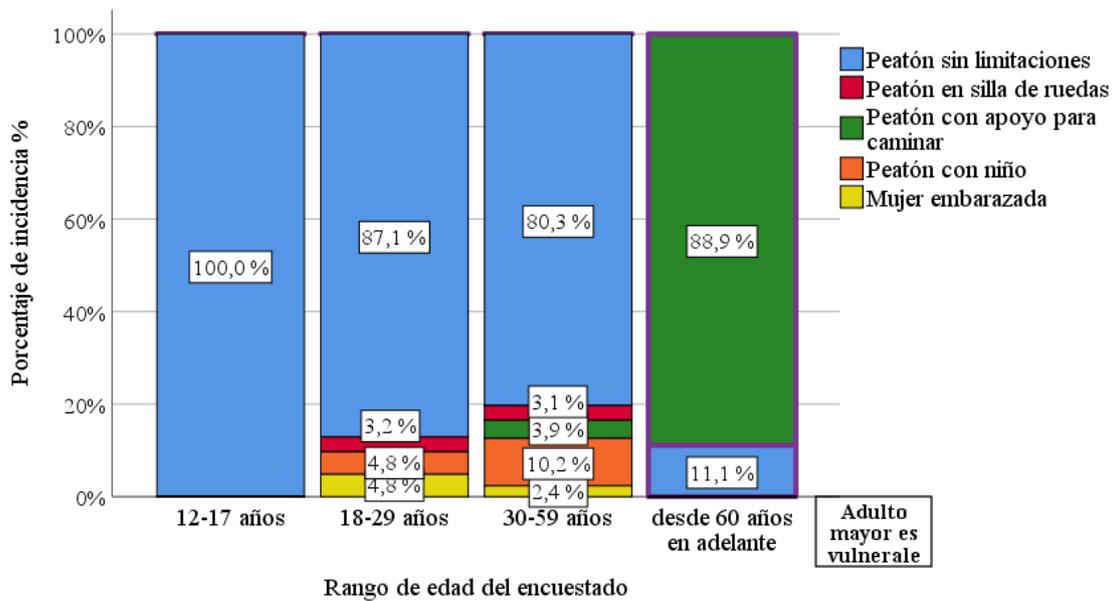


Figura 27 Tipo de participante que transitaba por el paradero Teléfono acorde a su edad

Fuente: Propia

Ahora, se analiza la frecuencia con la que los participantes transitan por el paradero teléfono y cruzan la Av. Néstor Gambetta por alguna de las instalaciones. Se determinó que el 60.4% de los peatones cruzan los 7 días de la semana, el 13.9% cruza con frecuencia de 5 o 6 veces por semana, el 20.3% cruza 3 o 4 por semana y, para terminar, el 5.4% cruza la avenida 1 o 2 veces por semana. En la figura 28 sobre la frecuencia de cruce semanal según la condición del peatón, las personas con limitación motriz, hacen un uso frecuente de alguna de las instalaciones de cruce estudiadas. En el caso de aquellos con apoyo para desplazarse, el 53.8% de ellos transitan y cruzan todos los días, mientras que, en el caso de las personas en silla de ruedas, el 50% cruza de 5 a 6 veces por semana y 33.3% cruza todos los días. Esta información es valiosa pues producto de alta frecuencia de uso de las instalaciones de cruce, han logrado identificar al tipo de cruceo peatonal que les brinda mejores condiciones para circular y que es catalogada como la más accesible.

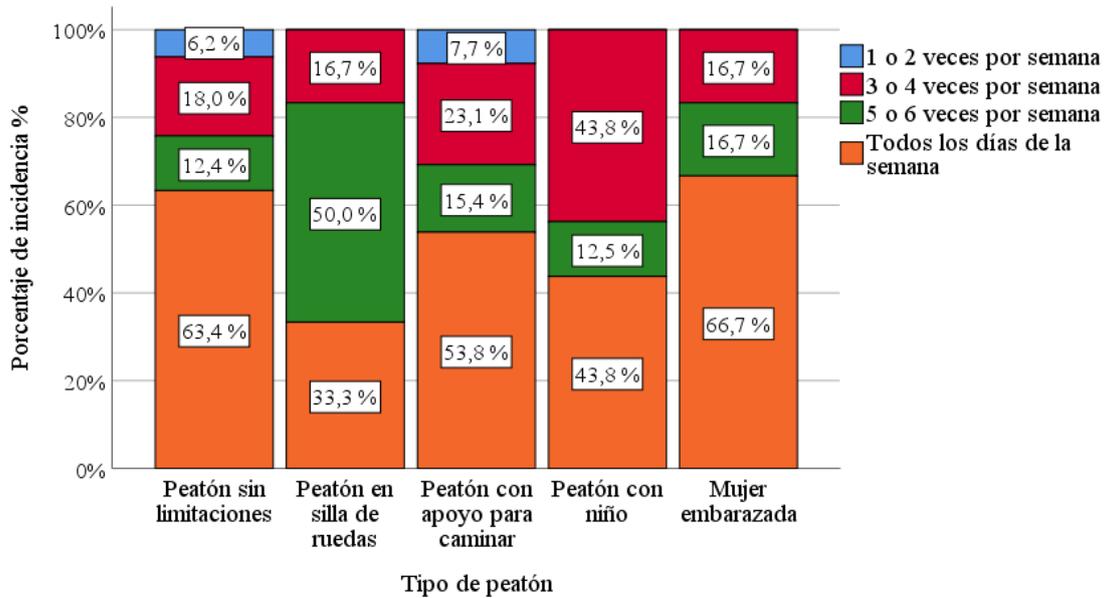


Figura 28 Frecuencia con la que usan las instalaciones de cruce según el tipo de peatón

Fuente: Propia

Entonces, al evaluar las opciones de cruce con mayor frecuencia de uso se halló que 70 peatones (34.7%) siempre cruzan por el cruce semaforzado y 81 (40.1%) la mayoría de veces cruza por el cruce semaforzado. En contraposición, están 32 participantes (15.8%) que cruza la mayoría de veces por el puente peatonal y solo 1 persona (0.5%) admitió cruzar siempre por puente peatonal, la cual forma parte del grupo de personas sin limitaciones. Por último, son 18 las personas (8.9%) que cruzan igual de veces por el cruce semaforzado como por el puente peatonal. Estos resultados se visualizan en la figura 29.

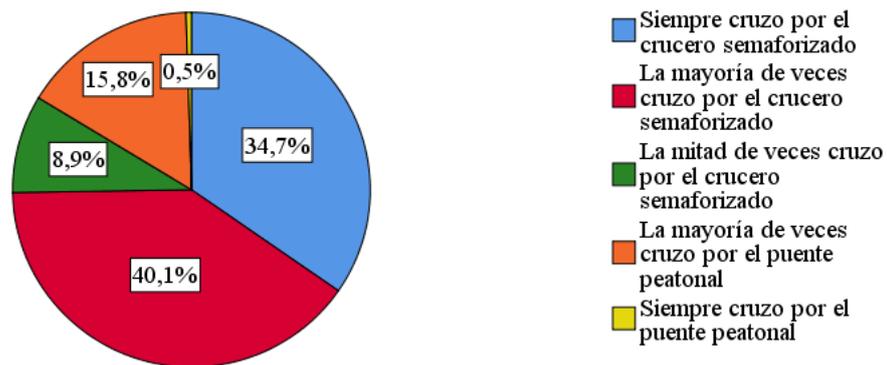


Figura 29 Tipo de cruce con mayor frecuencia de uso

Fuente: Propia

Tal como se aprecia en la figura 30 sobre la preferencia por cierto tipo de opción de cruce acorde al tipo de usuario, en todas las categorías de peatones evaluadas, persiste la preferencia por el uso del cruce semaforzado. En relación a las personas en silla de rueda, su inclinación por el uso del cruce semaforzado es clara, pues el 100% declaró siempre usar esta opción de

cruce. En el caso de las personas con apoyo para caminar, el 53.8% admitió usar siempre el cruce y el 23.1% la mayoría de veces. En lo que respecta a las mujeres embarazadas, durante esta etapa, el 16.7% admitió usar siempre el cruce y el 66.7% lo usa la mayoría de veces.

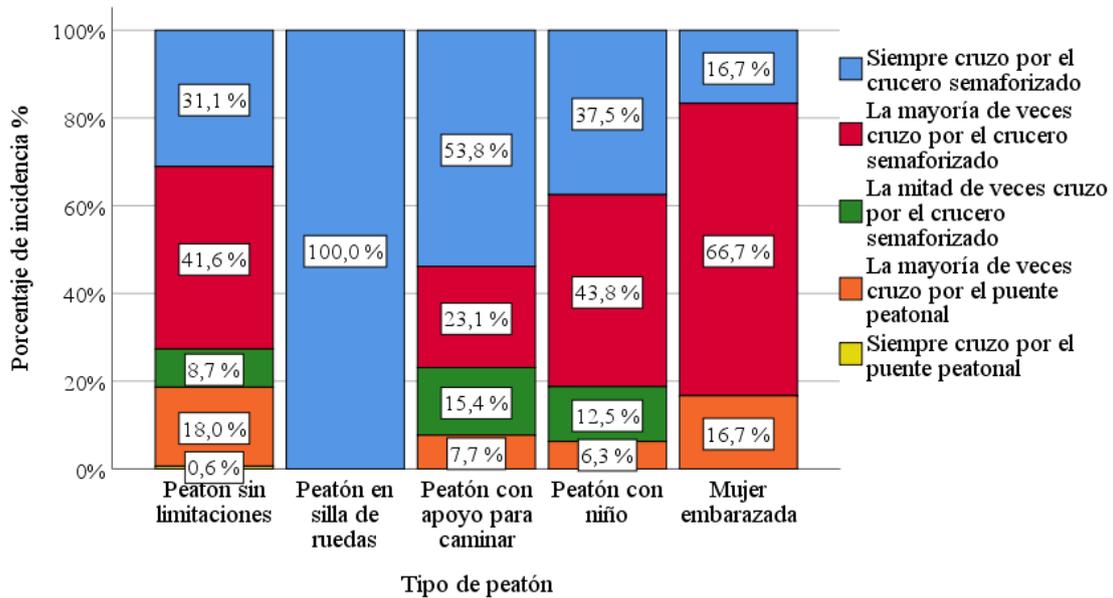


Figura 30 Tipo de cruce con mayor frecuencia de uso acorde al tipo de peatón

Fuente: Propia

De lo analizado, se determina que el cruce semaforzado brinda mejores condiciones para los peatones, en específico, para que aquellos con limitaciones logren cruzar. No obstante, a pesar de que el diseño actual del cruce a nivel es la opción preferida para los peatones mencionados, no significa que no existan oportunidades de mejora en el diseño del cruce.

4.3.2 Opinión sobre la congestión vehicular

A los participantes se les preguntó por la principal causa de la congestión vehicular que perciben desde su experiencia como pasajeros o conductores. Tal como se observa en la gráfica de frecuencias de la figura 31, la principal causa que identificada fue la circulación de vehículos de carga pesada (39%). Los participantes están inconformes con que estos vehículos circulen durante todo el día por la Av. Néstor Gambetta, ya que, al circular a menor velocidad, ralentizan el flujo de los demás vehículos. Además, consumen mayor espacio en la calzada ya que cuentan con anchos de hasta 2.6 m (Asociación Automotriz del Perú, 2018) y resultan intimidantes debido a pesada carga que transportan.

La segunda causa más mencionada fue la falta de carriles en la pista con un 19.8% de respuestas. La sección de pista de la Av. Néstor Gambetta que recorre el distrito de Ventanilla cuenta con un diseño de vías de dos carriles para cada dirección. Además, a pesar de que existe un by pass al sur de la intersección, construido con el fin de permitir la rápida circulación de

vehículos, el flujo de vehículos en dirección sur-norte desemboca en 2 semáforos. Al parar este flujo vehicular en cada semáforo, nueva carga vehicular se incorpora en dos puntos provenientes de vías auxiliares también de dos carriles. El resultado es que todos los vehículos desembocan en 2 carriles, por lo que se genera un embotellamiento que origina largas colas de vehículos en el tercer semáforo ubicado en la intersección analizada en la investigación.

La tercera causa más común es la invasión de carriles por vehículos del transporte público en paraderos saturados (14.9%). Esto se debe a la formación de doble fila de vehículos con la finalidad de tener más oportunidad de captar a pasajeros y salir de forma rápida al no estar restringido por los vehículos delanteros. En cuarto lugar, está la circulación de las mototaxis (10.4%). Dado que estos vehículos son más pequeños, aprovechan su tamaño para ingresar más de estos en la vía de dos carriles, además, los conductores realizan maniobras temerarias con el fin de adelantarse a su competencia.

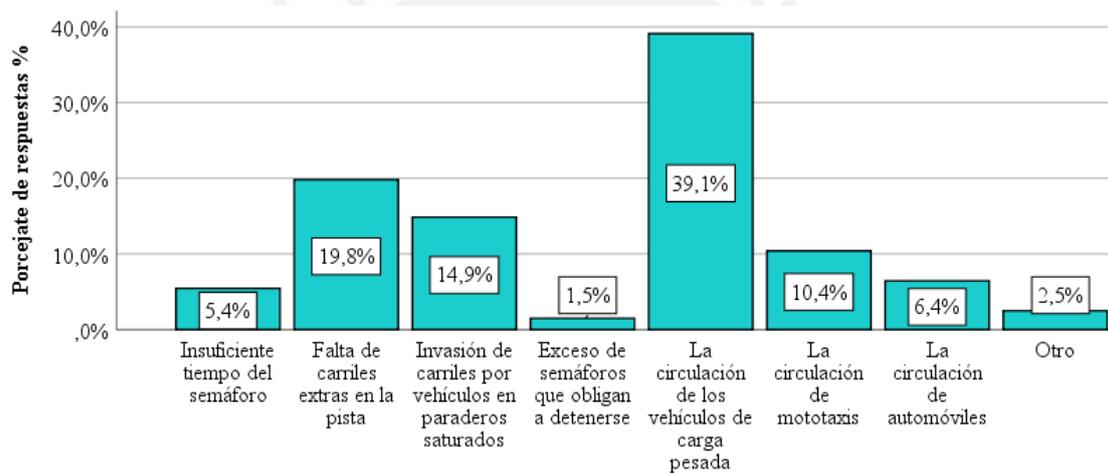


Figura 31 Principal causa de la congestión vehicular que se origina al dirigirse al paradero Teléfono

Fuente: Propia

4.3.3 Opinión sobre el cruce semaforizado

Fueron cuatro las preguntas destinadas a evaluar los motivos que predisponen al peatón a usar o evitar el uso de esta instalación de cruce. La primera corresponde a la principal variable que afecta la decisión de los peatones al elegir cruzar por el cruce semaforizado. De acuerdo a la figura 32, la principal causa es la distancia para llegar a la instalación de cruce (31.2%). Esta variable afecta a aquellas personas cercanas a los paraderos 2 y 3, ver figura 6, pues, tal como se mencionó, estos se encuentran próximos a los accesos al puente peatonal con el fin de motivar el uso de esta instalación. Las personas evalúan si resulta eficiente recorrer una distancia extra para llegar al cruce semaforizado.

El segundo y quinto puesto corresponden a las variables que determinan la brecha de tránsito descrita en la sección 2.5.1.4. Por un lado, la variable de velocidad de los vehículos que se aproximan (21.3%) surge de la evaluación de la percepción de seguridad que brinda el cruceo semaforizado. Actualmente, las pistas no cuentan con reductores de velocidad, por lo que son los conductores, ya sea de un tráiler o una moto lineal, quienes regulan su velocidad al acercarse al cruceo semaforizado. Por otro lado, la cantidad de vehículos que se acercan (10.9 %) es resultado del temor de los peatones hacia la posibilidad que los conductores adopten un comportamiento temerario y no respeten la semaforización con el fin de evitar la congestión vehicular generada o ahorrar tiempos de espera. Sin embargo, bajo condiciones de bajos valores de velocidad y volumen de flujo percibidos, los peatones pueden sentirse motivados por el cruce a nivel, incluso cuando, acorde a los tiempos de semáforo, no estaría permitido cruzar.

En tercer lugar, está la variable de cantidad de peatones que también esperan cruzar (17.8%). Las personas pueden sentirse más seguras al cruzar en grupo grandes; sin embargo, por condiciones de pandemia y el temor al contagio, pueden rechazar la opción de formar parte de aglomeraciones de peatones que esperan por cruzar. Por último, la cuarta variable es el tiempo total de cruce (13.9 %). Los peatones apurados priorizan el tiempo que les demanda cruzar por el cruceo a nivel y evalúan el tiempo de espera hasta iniciar el cruce, el tiempo de caminata por el cruce por la pista y mediana, y el segundo tiempo de espera en caso de no lograr completar el cruce hasta el otro extremo sin detenerse.

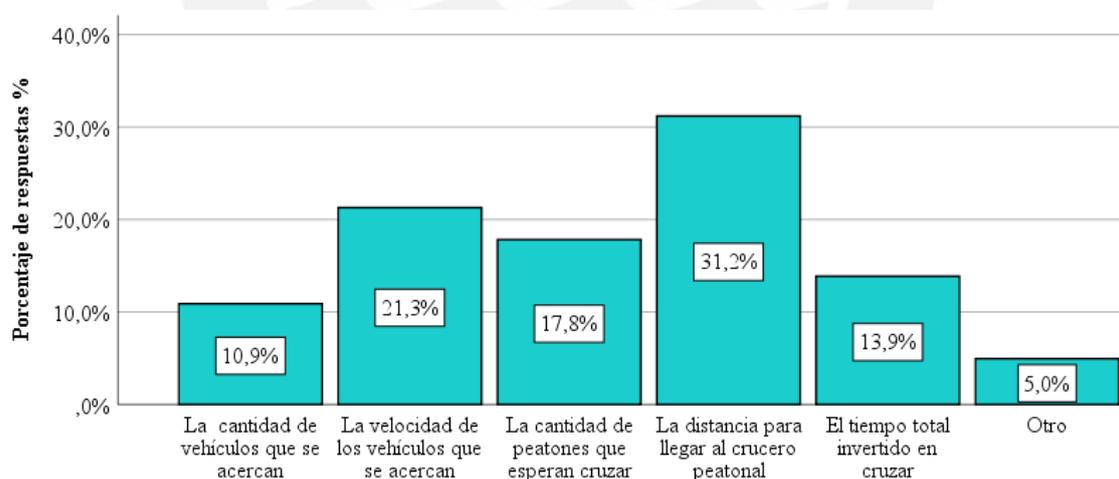


Figura 32 Principal variable que afecta la decisión de usar el cruceo semaforizado

Fuente: Propia

La segunda pregunta apuntó a evaluar la principal razón que motiva al peatón a usar el cruceo semaforizado (figura 33). Con poco más de la mitad de las respuestas, la principal razón que incentiva a los peatones es el beneficio de ahorro de tiempo para llegar a su destino (53.5%). La mayoría de peatones, y más cuando están apurados, están dispuestas a esperar hasta el cambio de fases del semáforo, porque el ahorro de tiempo total lo compensa. El segundo motivo es que

la distancia demandada a recorrer evita el sobre esfuerzo (26.2 %). Esta característica del cruceo puede ser aprovechada por las personas sin apuros en cruzar y prefieran evitar el cansancio de recorrer opciones de rutas más extensas, en especial para las personas con limitación motriz, que estén cargando peso o trasladando su carretilla, que corresponde al caso de los vendedores ambulantes. El tercer puesto es un empate del 8.9% por parte de aquellos participantes que consideran que usar el cruceo semaforizado es una costumbre interiorizada y aquellos que, aunque preferirían usar el puente peatonal, no lo hacen porque el cruceo está más próximo a su posición.

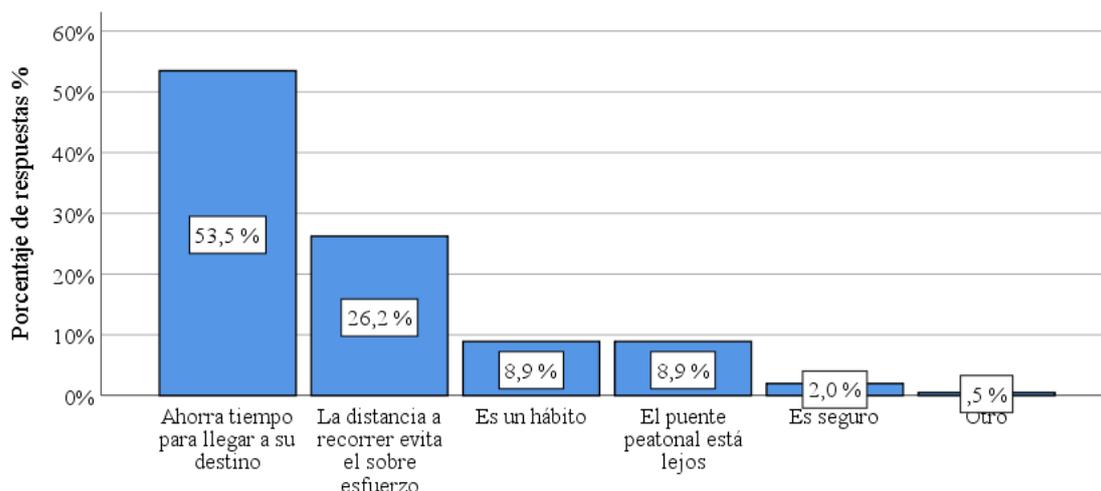


Figura 33 Principal motivo por el que usa el cruceo semaforizado

Fuente: Propia

La tercera pregunta evaluó el siguiente enunciado con escala de Likert: Cruza por el cruceo semaforizado con la tranquilidad de no sufrir accidentes o ser asaltado (figura 34). El 43.1% de los encuestados afirmaron que están totalmente de acuerdo con el enunciado, el 15.8% estuvo de acuerdo con lo expuesto, el 12.9% se mostró indeciso en su respuesta, el 25.7% aseveró estar en desacuerdo con lo mencionado y, por último, el 2.5% opinó estar en total desacuerdo con la proposición.

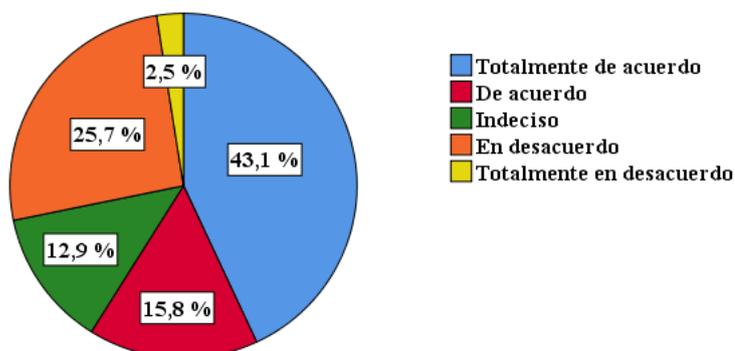


Figura 34 Cruza por el cruceo semaforizado con la tranquilidad de no sufrir accidentes o ser asaltado

Fuente: Propia

Conforme a los resultados, en su mayoría, las personas afirman sentir seguridad al cruzar a nivel, lo que puede deberse a la constante presencia policial y del personal de seguridad de la Municipalidad Distrital de Ventanilla. Con especial presencia en el horario nocturno en el cruce, es posible que los peatones perciban que este personal velará por su seguridad para evitar que se cometan asaltos y que controlarán al flujo vehicular para que acaten las normas de tránsito.

Cómo última pregunta, se pidió a los participantes su opinión sobre la configuración del tiempo que brinda el semáforo para que los peatones crucen. El 23.3% de las respuestas indicó no estar conforme con el tiempo programado para culminar el cruce, mientras que el 76.7% sostuvo estar satisfecho con el tiempo de la fase de verde peatonal.

4.3.4 Opinión sobre el puente peatonal

Con el propósito de evaluar el nivel de satisfacción de los peatones respecto al puente peatonal y los factores que los predisponen a usar o evitar esta instalación se formularon 6 preguntas. Las primeras 4 evaluaron la respuesta de los participantes ante enunciados evaluados en la escala de Likert. De estas, la primera recolectó la opinión de los encuestados respecto al siguiente enunciado: Cruza por el puente peatonal con la tranquilidad de no ser asaltado. El resultado que se visualiza en la figura 35, revela que el 40.6 % afirma estar totalmente en desacuerdo y le sigue el grupo de personas que admiten estar en desacuerdo con el 19.8%. Por el contrario, el 16.3 % indica estar de acuerdo con la premisa y el 14.9% aceptó estar totalmente de acuerdo. Para terminar, el 8.4 % representa a aquellos que dudan de su respuesta.

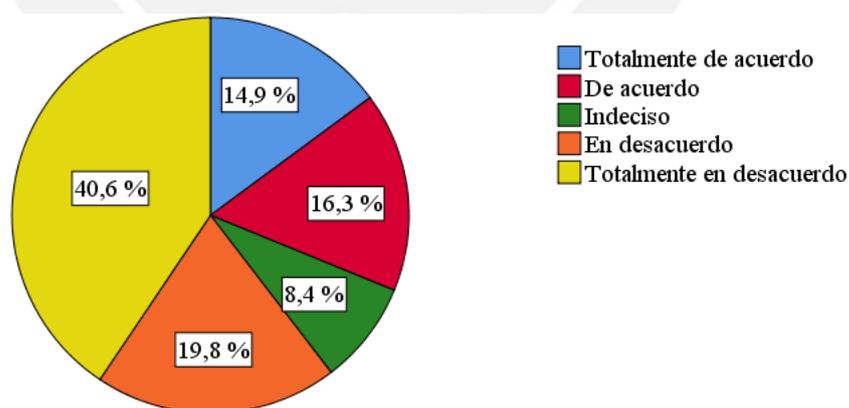


Figura 35 Cruza por el puente peatonal con la tranquilidad de no ser asaltado

Fuente: Propia

No cabe duda que, para la mayoría de participantes, la idea de ser víctima de ese acto delincuencia les impide el disfrute del espacio público cuando deciden usar el puente peatonal, el cual no cuenta con vigilancia e iluminación en el horario nocturno.

El segundo enunciado evaluado fue el siguiente: Es adecuada la distancia y el tiempo que se debe caminar cuando se usa el puente peatonal. Tal como se aprecia en la figura 36, la mayoría de los peatones (53%) está totalmente en desacuerdo con el enunciado y le sigue el 22.8% de participantes afirmando estar en desacuerdo. En contraposición, se encuentran aquellos que están de acuerdo con la demanda de tiempo y distancia que exige recorrer el puente (11.9 %) y el 7.9% está totalmente de acuerdo.

Los peatones se muestran inconformes con el total de tramos que deben de recorrer: tres tramos inclinados de rampas para llegar a la pasarela del puente y otros tres tramos para salir de esta. Como consecuencia, les toma más tiempo culminar su recorrido de cruzar al otro lado de la Av. Néstor Gambetta.

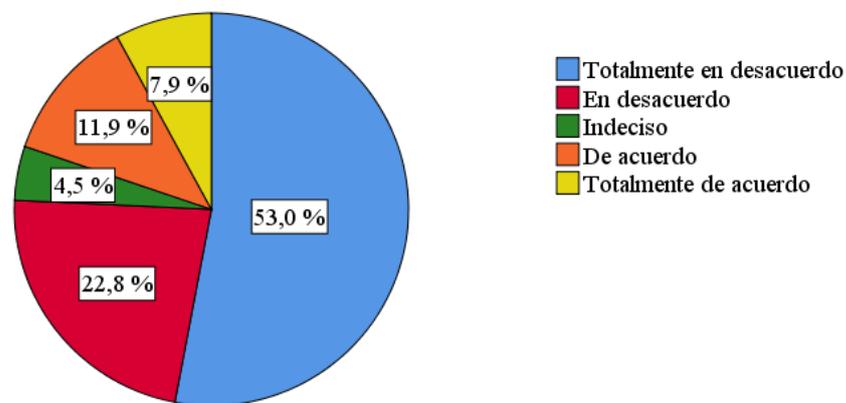


Figura 36 Es adecuada la distancia y tiempo que se debe caminar cuando se usa el puente peatonal

Fuente: Propia

El tercer enunciado fue el siguiente: Recorrer los tramos de rampas del puente le demanda un esfuerzo extra. Acorde a los resultados que se muestran en la figura 37, existen opiniones enfrentadas. Por un lado, están las personas que indican estar totalmente de acuerdo (19.8%) y de acuerdo (24.8%) con la premisa de que recorrer el puente les demanda esfuerzo extra. Por otro lado, está el grupo que no concuerda (29.2%) y totalmente no concuerda con la frase (20.8%).

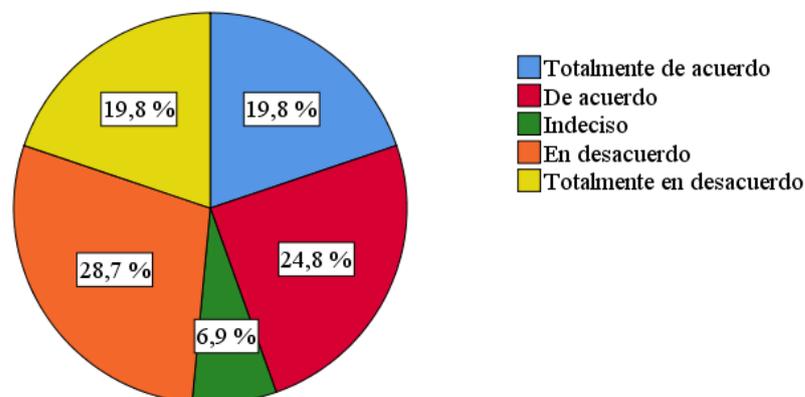


Figura 37 Recorrer los tramos de rampas del puente le demanda un esfuerzo extra

Fuente: Propia

Ahora bien, si evaluamos las respuestas acordes al tipo de peatón (figura 38), se revela que los porcentajes expuestos sobre las personas en desacuerdo y totalmente en desacuerdo corresponde, en su mayoría, a los peatones sin limitaciones para desplazarse, quienes representan el 75.2% de participantes. Resulta lógico pensar que estas personas no perciben que hacen algún esfuerzo extra al recorrer el puente, a pesar de que admitieron que cruzar por esta opción les demanda caminar una mayor distancia. Por el contrario, las personas con limitación motriz son las que confirman que emplear el puente peatonal sí les exige hacer esfuerzo extra.

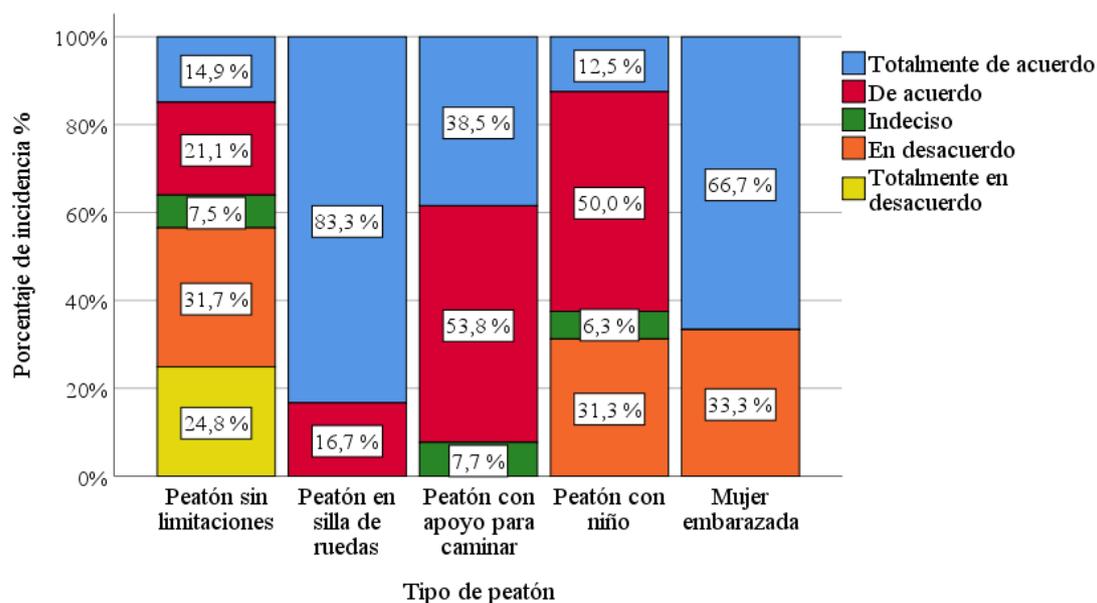


Figura 38 Respuesta según tipo de peatón al enunciado: Recorrer los tramos de rampas del puente le implica le demanda un esfuerzo extra

Fuente: Propia

La figura 39 ilustra cómo, al ir avanzando en las etapas del ciclo de vida, aumenta el porcentaje de peatones que concuerdan en que recorrer los tramos de rampas del puente le implica le demanda un esfuerzo extra. En la suma de personas totalmente de acuerdo y de acuerdo con el enunciado se observa el incremento porcentual al iniciar por lo jóvenes con el 32.9%, pasar a la etapa adulta con el 46.5% y llegar a ser adultos mayores con el 88.8%.

El último enunciado evaluado fue el siguiente: Independientemente de su distancia al puente peatonal, elige cruzar por el puente. El resultado ilustrado en la figura 40, indica que existen opiniones encontradas. El 35.1% afirmó estar totalmente en desacuerdo y el 20.8% estuvo en desacuerdo con la sentencia. Este grupo está fuertemente influenciado por su distancia al puente peatonal, de modo que, si perciben estar más cerca a la opción de crucero peatonal, no están dispuestos a caminar la distancia extra hasta alcanzar uno de los accesos al puente. Además, dentro del porcentaje que admitió estar totalmente en desacuerdo, se encuentra el total de personas

en silla de ruedas, pues ellos, incluso en condiciones de estar próximos al acceso al puente, elegiría en cruceo semaforizado.

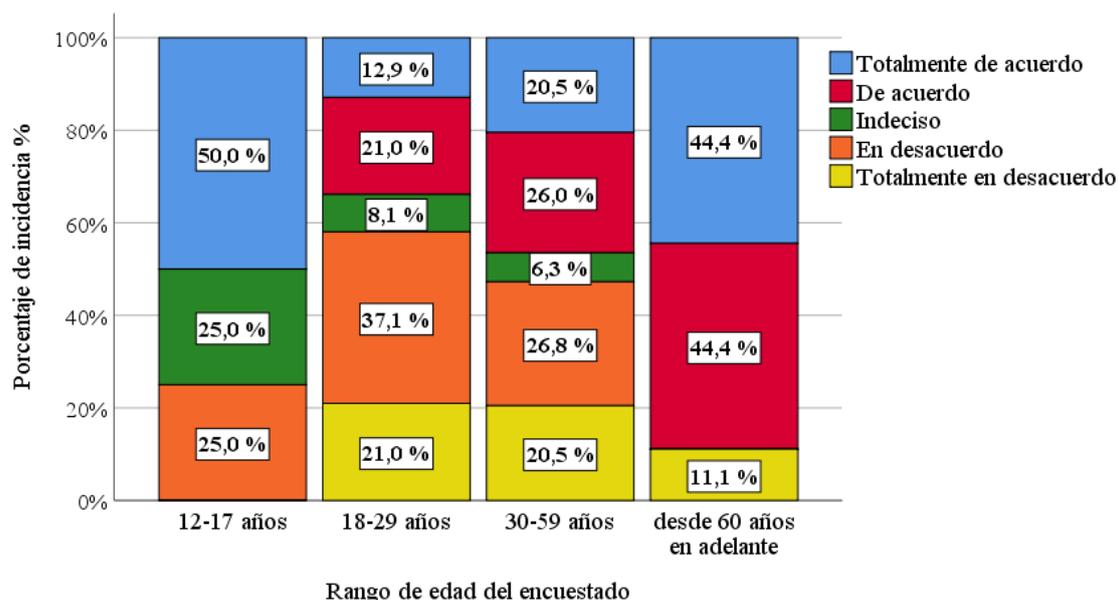


Figura 39 Respuesta según rango de edad del encuestado al enunciado: Recorrer los tramos de rampas del puente le implica le demanda un esfuerzo extra

Fuente: Propia

En cambio, el 27.2% y 12.4% admitió estar totalmente de acuerdo y de acuerdo, respectivamente. Este grupo de personas consideran que, a pesar la distancia para llegar al puente, sumado al recorrido que debe hacer para atravesarlo, están dispuestos a preferir esta opción por el encima del cruceo semaforizado. Dentro de este grupo de personas, puede que se encuentren aquellos con una preferencia clara por usar constantemente el puente. También, es posible que se sumen a este grupo aquellos que, tras evaluar su punto de destino, determinen que el acceso de salida del puente los acercará más a su destino y elijan recorrer la distancia hasta llegar al puente y luego atravesarlo.

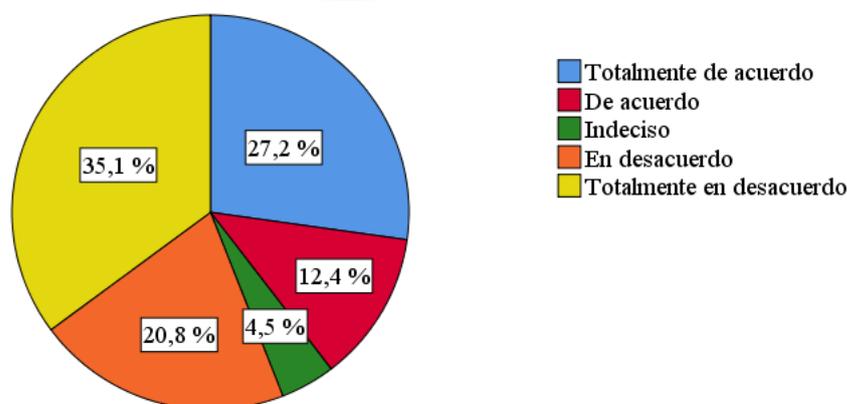


Figura 40 Independientemente de su distancia al puente peatonal, elige cruzar por el puente peatonal

Fuente: Propia

Culminada la descripción de los resultados de los enunciados, se muestran las respuestas a dos preguntas realizadas como parte de esta sección. En la primera, se pidió a los participantes identificar la principal razón que los motiva a usar el puente peatonal. Acorde a la figura 41, la mayoría de personas considera que el principal motivo es que se evitan los conflictos con los vehículos (46.5%). Esta respuesta concuerda con el estudio de revisión de literatura de Hasan y Naphia (2017). Al organizar la información de 19 artículos académicos que estudiaron el comportamiento peatonal frente al uso del puente peatonal, encontró que la causa más citada que alentaba a los peatones a usar esta instalación de cruce es la seguridad que brinda el puente. Esto se debe a que el puente peatonal es una estructura que separa y evita la interferencia del flujo vehicular con el flujo peatonal, al encontrarse a diferentes niveles.

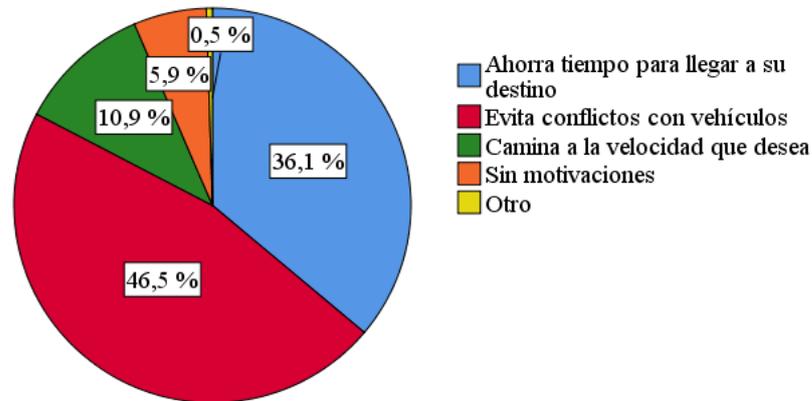


Figura 41 Principal motivo de uso del puente peatonal

Fuente: Propia

Sigue el motivo de ahorro tiempo para llegar al destino con el 36.1% de respuestas. Si las personas identifican que al usar el puente peatonal llegarán más rápido a su destino, pueden sentirse más motivadas a optar por esta opción. Por ejemplo, en el caso de que una persona se encuentre en el paradero 2 y tenga que cruzar para dirigirse al norte, más allá del paradero 3, debe evaluar la opción más eficiente y decidir entre usar el cruceo semaforizado, ruta amarilla, o el puente peatonal, ruta roja (figura 42). La elección de estas personas es influenciada por el tiempo, sumado al hecho que es posible acelerar el paso o correr cuando se usa el puente.



Figura 42 Ejemplo de evaluación de eficiencia de rutas acorde al punto de origen y destino

Fuente: Adaptado de Google Earth

Sin embargo, evaluar la eficiencia de las opciones de rutas con el fin de elegir el camino más corto no es una opción para todos. Tal como se observa en la figura 43, en el caso de las personas en silla de ruedas, el 100% marcó la opción de no tener motivaciones para usar el cruce, pues es una opción descartada de antemano. Esta opinión es compartida por el 38.5% de personas con apoyo para caminar.

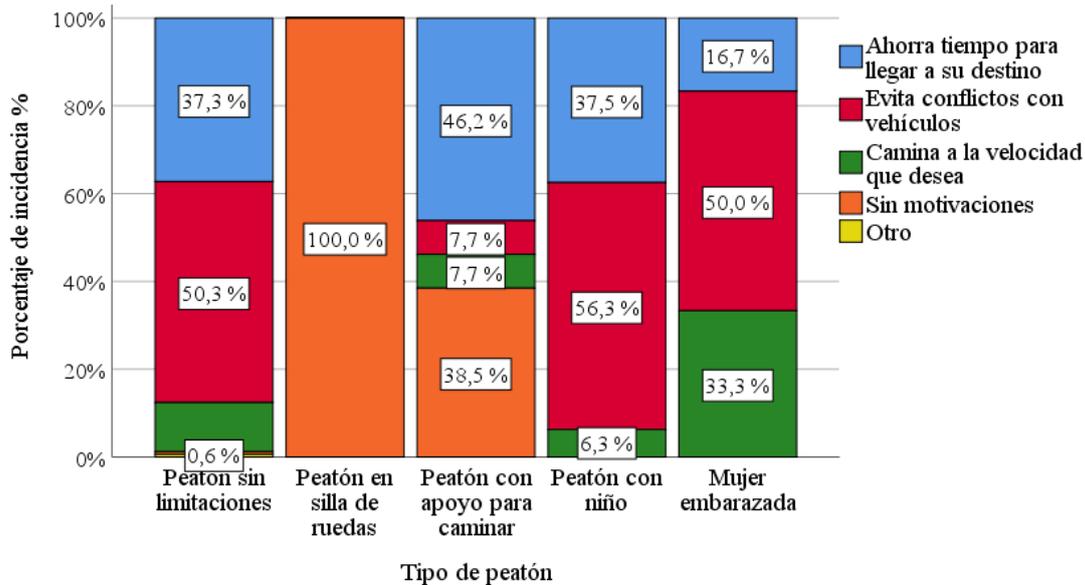


Figura 43 Principal motivación para el uso del puente peatonal según el tipo de usuario

Fuente: Propia

Además, al catalogar los motivos de uso del puente peatonal según el rango de edad (figura 44), se encontró que el 55.6% de los adultos mayores afirma no tener motivaciones que los predispongan a usar el puente peatonal. El 44.4% restante, marcó como principal motivo ahorrar tiempo para llegar al destino. Esto puede ser producto del análisis de eficiencia de rutas para al destino mencionado. Con respecto a los adolescentes, el 100% optó como principal motivo el de evitar conflictos con vehículos, es decir, procurar por su seguridad. De igual forma, los jóvenes y adultos marcaron como primera opción evitar la interferencia con vehículos con 40.3% y 51.2% respectivamente. Como segundo motivo, marcaron el ahorro de tiempo con 35.5% y 37%, respectivamente.

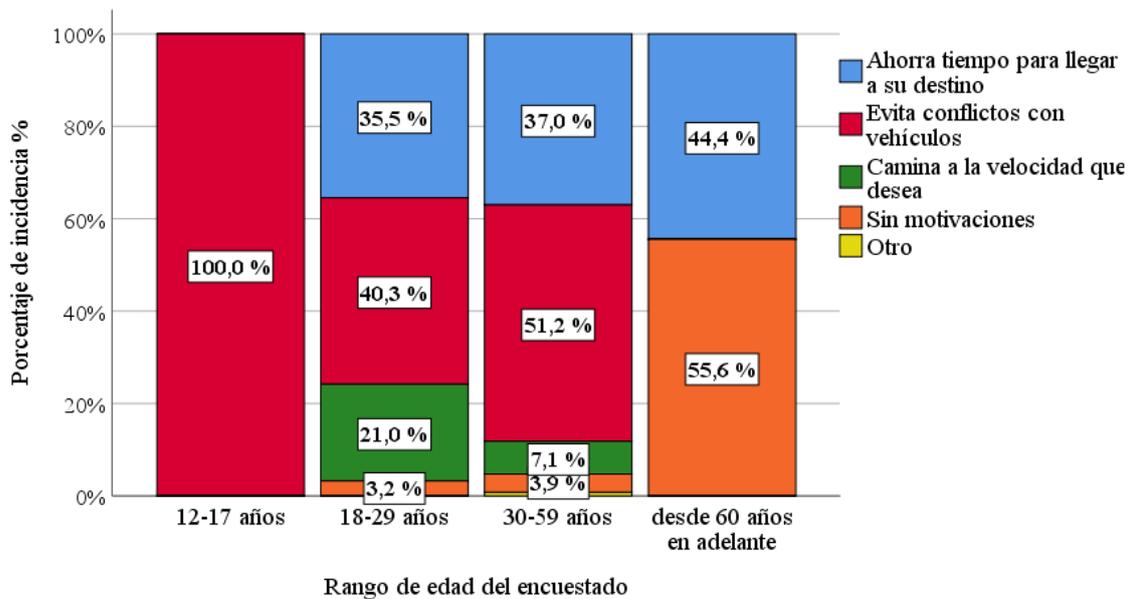


Figura 44 Principal motivación para el uso del puente peatonal según el tipo de usuario

Fuente: Propia

Entonces, para las personas sin limitaciones de diferentes rangos de edad que participaron, el principal motivo que los impulsa a usar el puente es evitar ser víctima de accidentes, ósea salvaguardar su bienestar físico. Sin embargo, el resultado es completamente distinto en caso de los peatones más vulnerables. El total de personas en silla de ruedas, más de la mitad de los adultos mayores y más de la tercera parte de las personas con apoyo para desplazarse no identifican razones que los incite a usar el puente peatonal. Puede que a estas personas no les sea posible elogiar la característica de brindar seguridad del puente, pues, a cambio de este beneficio deben sobre exigirse físicamente (adultos mayores y personas con apoyo para caminar) o por el hecho de no poder acceder a ellos (personas en silla de ruedas).

La última pregunta en esta sección fue la contraparte de la pregunta previa. Los participantes identificaron la principal razón que los desmotiva a usar el puente peatonal. De acuerdo a los resultados que se visualizan en la figura 45, la mayoría de los participan identificó que la principal causa es el tiempo que demanda recorrello (53.4%). Nuevamente, el resultado concuerda con el encontrado en la investigación de Hasan y Naphia (2017) como el principal porqué más citado. Como se mencionó, el puente está compuesto por tres tramos de rampas en cada acceso que se suman al tramo de la pasarela.

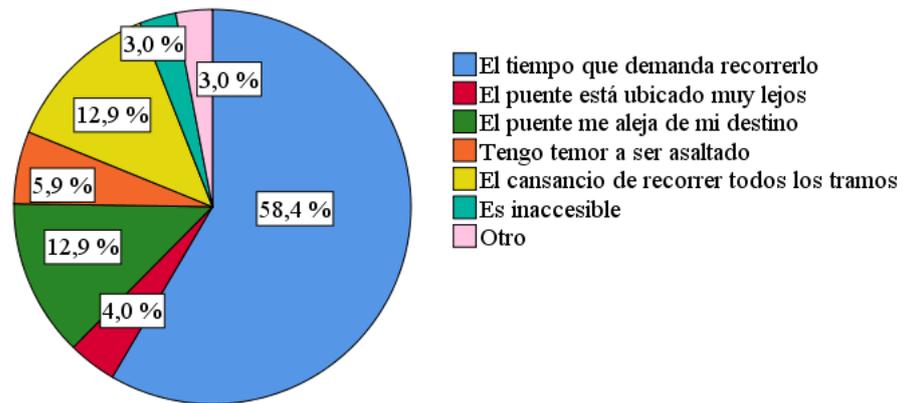


Figura 45 Principal razón que desmotiva el uso del puente peatonal

Fuente: Propia

Aunque las demás razones alcanzaron porcentajes similares, vale la pena hacer el análisis de las motivaciones de acuerdo al tipo de usuario. En la figura 46 se encuentran los resultados. El total de las personas en silla de ruedas se siente disuadido a evitar el uso del puente peatonal debido a que lo consideran inaccesible. En el caso de las personas con apoyo para desplazarse, aunque puede que no consideren al puente como inaccesible, el 61.5% de ellos los desalienta el cansancio que les produce recorrer todos los tramos del puente peatonal. Para el caso de las mujeres embarazadas y las personas acompañadas de niños, la mayoría escogió como principal desmotivador el tiempo a invertir en recorrer el puente. Un menor porcentaje, 16.7% y 6.3%, respectivamente, marcó la opción de cansancio mencionada. En estos casos, la causa puede ser atribuida al cansancio de recorrer todo el puente con el peso extra que se gana durante el periodo de gestación o por cargar en brazos a un bebé.

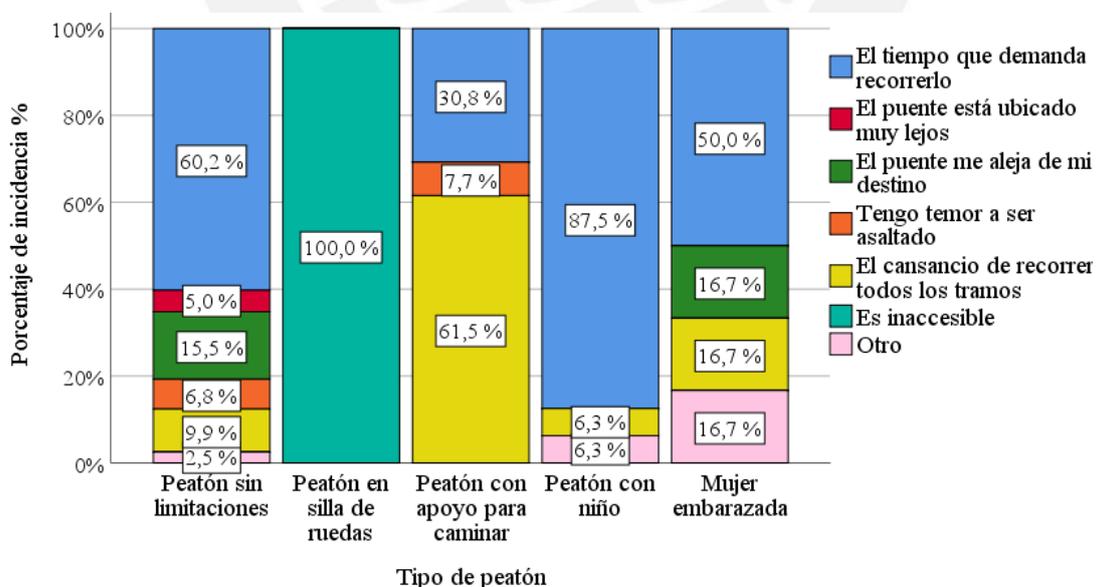


Figura 46 Principal razón que desmotiva el uso del puente peatonal según el tipo de usuario

Fuente: Propia

Al realizar el análisis según las etapas del ciclo de vida (figura 47), todas concuerdan con que el principal motivo que desalienta el uso del puente es la demanda de tiempo en recorrerlo.

Sin embargo, en el caso de los adultos mayores, existe un empate. El cansancio de recorrer todos los tramos comparte compite por el primer puesto.

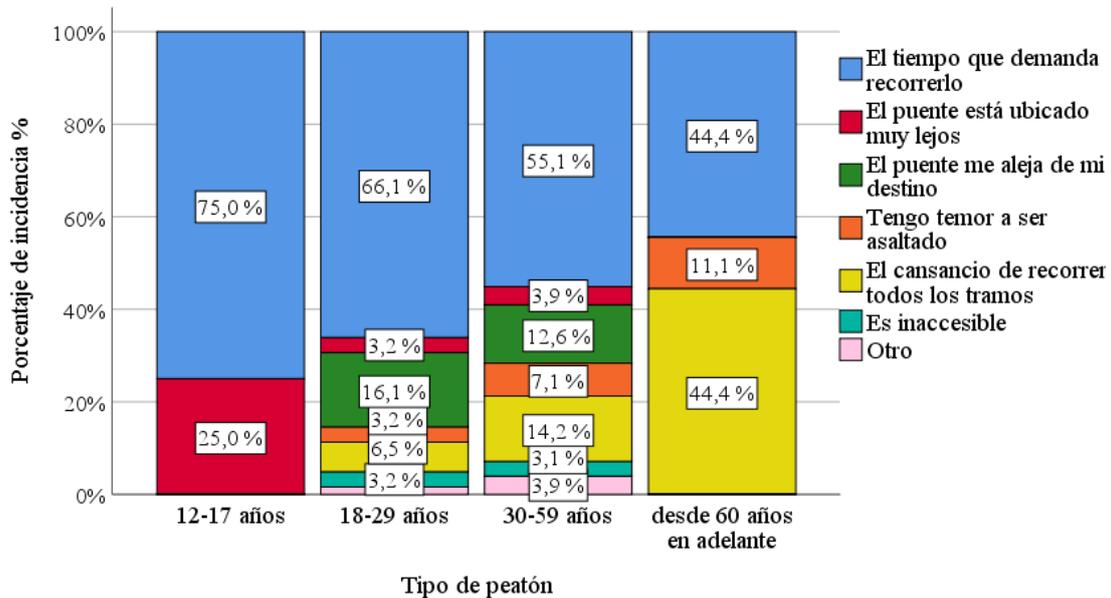


Figura 47 Principal razón que desmotiva el uso del puente peatonal según el tipo de usuario
Fuente: Propia

Entonces, mientras que las personas sin limitaciones para desplazarse identificaron como la principal razón que los desmotiva al tiempo para recorrer el puente, las personas con limitaciones para desplazarse identificaron otras razones. En primer lugar, los adultos mayores eran influenciados, por igual, por el tiempo de caminata, como por el cansancio generado al recorrer cada tramo, ambos efectos provocados por la longitud del puente. Luego, respecto a los peatones con apoyo para desplazarse, el principal motivo era el cansancio. Por último, las personas en silla de ruedas afirmaron que el puente les resultaba inaccesibles.

De los descrito en las dos últimas preguntas, para las personas sin limitaciones, las razones que propician el uso puente peatonal no son llegan a ser suficientes. Tal como se comentó, el tipo de cruce con mayor frecuencia de uso es el cruce peatonal (figura 30). Parece ser que las razones que desalientan el uso del puente prevalecen e influyen, aún más, en la conducta peatonal del grupo de personas con limitaciones para desplazarse encuestadas.

4.3.5 Recomendaciones para el rediseño urbano

En esta última sección, se incluyeron cuatro preguntas con el objetivo de recolectar la opinión de los participantes sobre la prioridad en el diseño del espacio urbano y sus apreciaciones sobre el nivel de accesibilidad que brinda cada opción de cruce. En la primera pregunta, los peatones indicaron el modo de transporte que debería ser priorizado en el diseño del espacio vial urbano. Se pidió elegir entre el vehículo motorizado y la caminata. El resultado fue que el 81.2%

opinó que la prioridad la debe tener la caminata, mientras que el 18.8% indicó que el diseño debe ser enfocado en brindar más facilidades a los vehículos. De acuerdo a lo descrito, la mayoría de las personas posee una mentalidad enfocada en brindar más beneficios al usuario más vulnerable: el peatón.

En la segunda pregunta, se le solicitó al participante identificar todos los grupos de personas que, desde su perspectiva, pudiesen tener dificultades para usar el pueste peatonal. Los tipos de peatón a evaluar fueron agrupados en 5 categorías: el primero conformado por los adolescente, jóvenes y adultos, el segundo, por los adultos mayores, el tercero, por los niños, el cuarto por las personas con discapacidad permanente y, el último, por las personas con lesiones temporales, embarazadas o llevando carga. Los resultados de esta pregunta de opción múltiple se hallan en la tabla 2. Curiosamente, las personas con discapacidad, grupo que incluye a las personas en silla de ruedas, no obtuvo el primer puesto. Esto puede deberse a que cierto grupo de personas cree que el diseño de rampas del puente es adecuado para ser utilizadas de forma independiente.

Acorde a la tabla, el grupo con mayores dificultades para usar el puente peatonal son los adultos mayores al ser señalados por el 80.7% de los 202 participantes. Con el 72.3%, le sigue el grupo de personas con discapacidad permanente y con el 66.8%, las personas con lesiones temporales, embarazadas o llevando carga. Luego, están los niños con el 25.7% de respuestas, y los adolescente, jóvenes y adultos solo el 1%.

Tabla 2 Grupos con dificultad para usar el puente peatonal

Grupos con dificultad para usar el puente peatonal	Recuento	Porcentaje de casos
Adolescentes, Jóvenes y Adultos	2	1.0%
Adultos Mayores	163	80.7%
Niños	52	25.7%
Personas con discapacidad permanente	146	72.3%
Personas lesionadas, embarazadas o llevando carga	135	66.8%
Total	498	246.5%

Fuente: Propia

Entonces, es posible establecer una jerarquía de los tipos de peatones y ordenarlos acorde a su grado de dificultad para usar el puente peatonal con rampas analizado. El resultado es el que se observa en la figura 48. En la cúspide de la pirámide están aquellos con mínima dificultad y en la base están los adultos mayores, aquellos que fueron identificados como el grupo con mayor dificultad para usar el puente.



Figura 48 Jerarquía de los tipos de peatones con mayor y menor dificultad al usar el puente peatonal con rampas analizado

Fuente: Propia

La siguiente pregunta fue pedirles a los participantes elegir la mejor opción de cruce para un adulto mayor, personas discapacitadas de forma permanente o temporal. En otras palabras, se les solicitó que identificaran la opción de cruce más accesible. El resultado fue que 138 peatones eligieron al cruce semaforzado (68.3%), mientras que 64 eligieron al puente peatonal con rampas (31.7%). En la figura 49 se encuentran los resultados acordes al tipo de peatón. Salvo por las peatonas embarazadas, el resto de peatones eligió al cruce semaforzado como la opción más accesible. Específicamente, el total de peatones en silla de ruedas concordó en su respuesta, a la que suma el 92.3% de los participantes con apoyo para caminar encuestados.

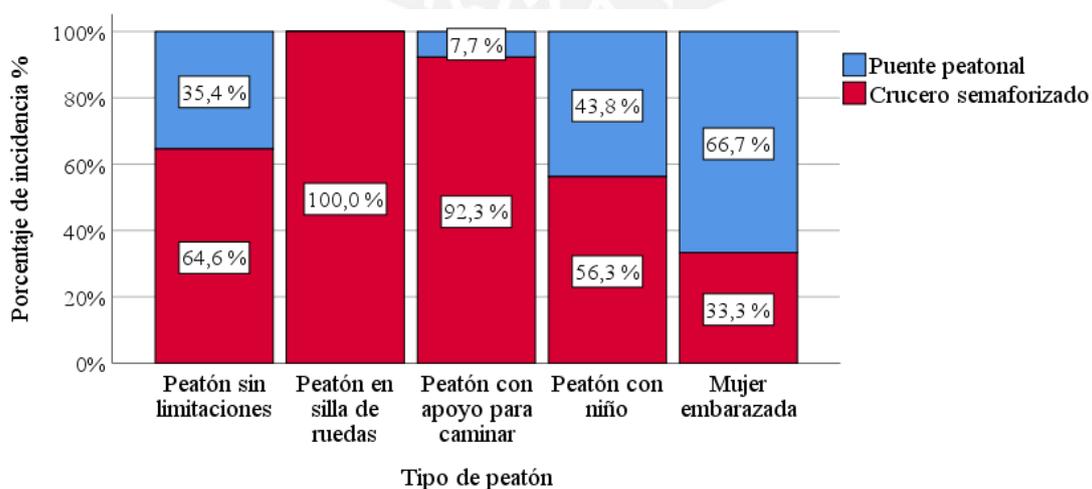


Figura 49 Elección de tipo de cruce peatonal más accesible según el tipo de peatón

Fuente: Propia

Ahora, al relacionar los resultados de elección del tipo de cruce más accesible según el rango de edad, se obtuvo la figura 50. Salvo por el grupo de adolescente que obtuvo un empate en la respuesta, el resto de peatones eligió al cruce semaforizado como la opción más accesible. Al comparar los resultados entre etapas secuenciales como es de adulto a adulto mayor, el porcentaje de encuestados que eligieron al cruce semaforizado pasó de 59.8% al 100%. Esto puede deberse al deterioro degenerativo de sus funciones motoras, sensoriales y cognitivas que atraviesa una persona con el paso del tiempo y llegar a esta etapa de vida (Duran-Badillo et al., 2020).

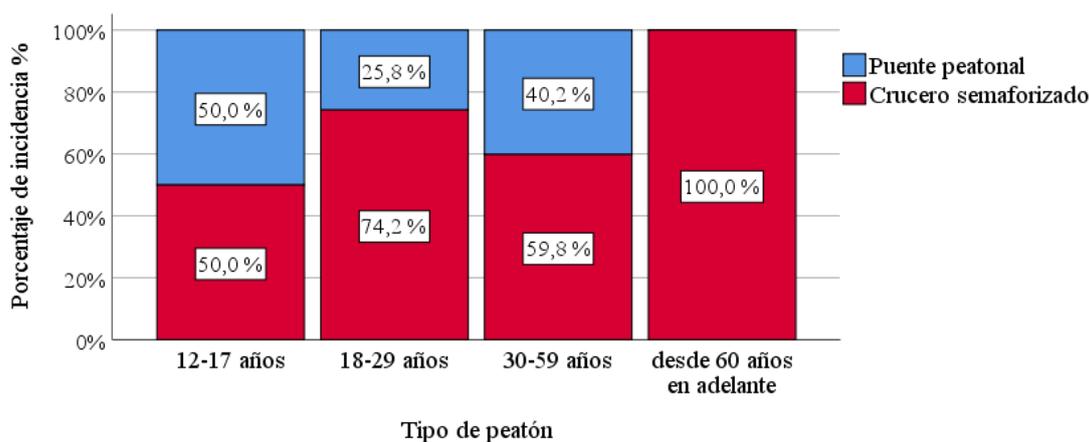


Figura 50 Elección de tipo de cruce peatonal más accesible según el rango de edad del encuestado

Fuente: Propia

Como complemento a la pregunta previa, se les pidió fundamentar su elección. Al tratarse de una pregunta abierta, las respuestas fueron agrupadas por categorías. Las razones por las que el cruce semaforizado fue elegido como la opción más adecuada se encuentra en la tabla 3. El fundamento de que la distancia a cruzar evita el sobre esfuerzo fue mencionada 90 veces (65.2%). Esto puede indicar que los peatones relacionan la idea de accesibilidad con opciones de ruta que acorten las distancias de recorrido. Es posible que identifiquen que para los peatones más vulnerables es importante evitar el sobre esfuerzo que les genera cansancio.

La siguiente razón más repetida fue que las personas pueden recibir apoyo para cruzar (38.4%). Los participantes mencionaron que la policía de tránsito ubicada en el cruce semaforizado brinda apoyo al controlar los tiempos semafóricos en caso de que requieran tiempo extra. Además, comentaron que otros peatones pueden brindar ayuda para cruzar. En contraposición a este argumento, está aquel que fue mencionado por 28 personas (20.3%) sobre que la ventaja del cruce semaforizado es que los peatones vulnerables no requieren de apoyo extra para cruzar. La tercera razón más mencionada es que el diseño de las rampas es adecuado (30.4%).

Tabla 3 Razones por las que el cruce semaforizado es accesible

Razones	Recuento	Porcentaje
Se brinda apoyo para cruzar	53	38.4%
La distancia a cruzar evita el sobre esfuerzo	90	65.2%
Las rampas del cruce son adecuadas	42	30.4%
No necesitan apoyo extra para cruzar	28	20.3%
Es seguro para que crucen	9	6.5%

Fuente: Propia

En la tabla 4 están ordenadas las respuestas que respaldan la elección del cruce semaforizado según la perspectiva de cada tipo de peatón. Acorde a esta, todos los tipos de peatones coincidieron con los resultados generales de la tabla 3 al indicar que el principal fundamento es que la distancia es adecuada para evitar el sobre esfuerzo. Al evaluar la segunda razón más mencionada, se observa que, en el caso de las personas en silla de ruedas y de los peatones con apoyo para caminar, sus resultados difieren a la de la jerarquía general.

Por un lado, la segunda razón más mencionada por los participantes en silla de ruedas fue que no se requería de apoyo extra para cruzar (33.5%). Este resultado refleja la importancia de poder desplazarse de forma independiente por el itinerario urbano para estas personas, lo que difiere con la respuesta de las personas con apoyo para caminar, las cuales parece valorar más el apoyo externo al cruzar. Por otro lado, la segunda razón más mencionada por los peatones acompañados de niños fue que las rampas del cruce son adecuadas (44.4%).

Tabla 4 Razones por las que el cruce semaforizado es accesible según el tipo de peatón

Razones	Peatón sin limitaciones	Peatón en silla de ruedas	Peatón con apoyo para caminar	Peatón con niño	Mujer embarazada
Se brinda apoyo para cruzar	37.6%	16.7%	58.3%	22.2%	100.0%
La distancia a cruzar evita el sobre esfuerzo	60.6%	83.3%	75.0%	88.9%	100.0%
Las rampas del cruce son adecuadas	29.4%	16.7%	41.7%	44.4%	0.0%
No necesitan apoyo extra para cruzar	21.1%	33.3%	8.3%	22.2%	0.0%
Es seguro para que crucen	7.3%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%
Recuento de peatones	109	6	12	9	2

Fuente: Propia

Ahora, con el fin de organizar las respuestas y analizar las razones que respaldaron la elección del puente peatonal como la opción más conveniente para un adulto mayor, personas discapacitadas de forma permanente o temporal, se construyó la tabla 5. Acorde a la tabla, la principal razón fue la seguridad que brindan los puentes para evitar accidentes (66.7%), la tercera fue que permite a este grupo de personas moderar la velocidad de cruce (39.1%) y en los últimos puestos está el motivo de que la inclinación de las rampas es adecuada (13%) y que están despejados libre de obstáculos (10.1%).

Tabla 5 Razones por las que el puente peatonal es accesible

Razones	Recuento	Porcentaje
Son seguros para evitar accidentes de tránsito	46	66.7%
Permite moderar la velocidad de cruce	27	39.1%
La inclinación de las rampas es adecuada	9	13.0%
Están despejados/sin obstáculos	7	10.1%

Fuente: Propia

Al analizar las respuestas acordes al tipo de peatón (tabla 6), fue revelado que las dos principales razones que identificaron cada tipo de peatón concuerdan con el resultado general expuesto en la tabla 5. Cabe mencionar que en la tabla 6 no se analizó a las personas en silla de ruedas pues ninguna de los encuestados eligió al puente peatonal y, en el caso de las personas con apoyo para caminar, solo uno escogió a esta opción de cruce.

Tabla 6 Razones por las que el puente peatonal es accesible según el tipo de peatón

Razones	Peatón sin limitaciones	Peatón con apoyo para caminar	Peatón con niño	Mujer embarazada
Son seguros para evitar accidentes de tránsito	63.5%	100.0%	85.7%	75.0%
Permite moderar la velocidad de cruce	36.5%	100.0%	42.9%	50.0%
La inclinación de las rampas es adecuada	13.5%	0.0%	0.0%	25.0%
Están despejados/sin obstáculos	9.6%	0.0%	14.3%	0.0%
Recuento de peatones	52	1	7	4

Fuente: Propia

Finalmente, la última pregunta del cuestionario fue la elección de una propuesta de rediseño que mejore las condiciones de circulación peatonal en el puente analizado. De acuerdo

con la figura 51, la propuesta de mejora que más se repitió fue la de continuar con el puente de rampas, pero disminuir a distancia de los tramos (29.2%). Esta opción apunta a crear un puente que logre ser recorrido en menor tiempo; sin embargo, para lograrlo, se tendría que incrementar la pendiente del puente, lo que redundaría en una demanda extra de esfuerzo para poder atravesarlo. El segundo escenario planteado fue la adición de un elevador en cada punto de acceso al puente peatonal (23.8%). En tercer lugar, le sigue la propuesta de reemplazar el puente peatonal por un cruce peatonal a nivel (13.9%) y, en cuarto lugar, está la opción de no realizar modificaciones al puente pues su diseño es totalmente adecuado (10.4%).

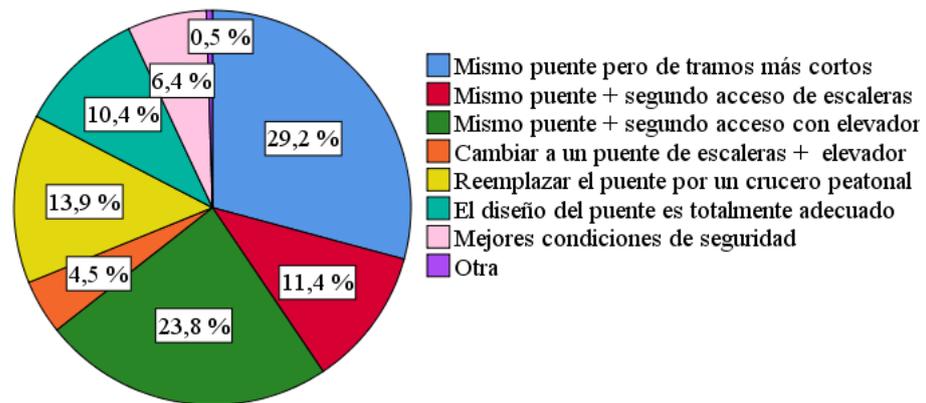


Figura 51 Elección de una propuesta de rediseño que mejore las condiciones de circulación peatonal del puente de rampas

Fuente: Propia

Se complementó el análisis, con la comparación de las respuestas según el tipo de peatón (figura 52) con el fin de revelar la opinión de los peatones más vulnerables, pues, tal como se mencionó, sus opiniones son más valiosas para plantear la propuesta más accesible. Acordando a los resultados, en los peatones sin limitaciones no se identificó una clara tendencia en la jerarquía de sus respuestas, dado que estas fueron bastante variadas. A diferencia de ellos, la mayoría de peatones en silla de ruedas escogió la opción de reemplazar el puente por un cruce a nivel (66.7%), mientras que la mayoría de personas con apoyo para caminar se inclinó por más por la opción de incluir elevadores en el puente de rampas (53.8%). En el caso de peatones acompañados de niños, en su mayoría escogió la opción de acortar los tramos del puente peatonal.

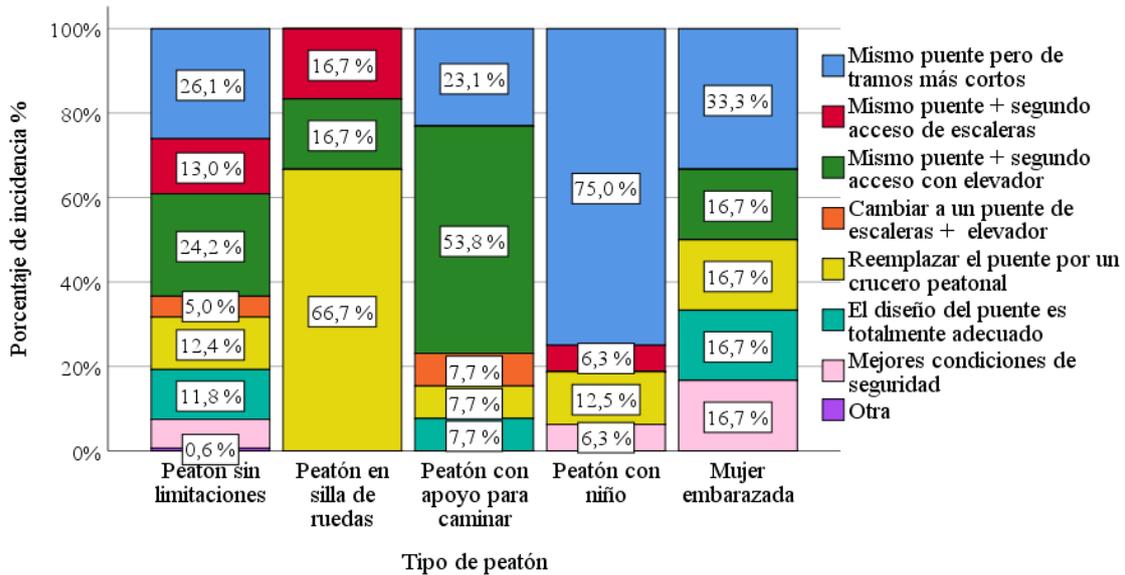


Figura 52 Propuesta de rediseño de mejora del puente de rampas según el tipo de peatón

Fuente: Propia

4.4 FLUJOS PEATONALES Y VEHICULARES

4.4.1 Regulación semaforizada

El ciclo semaforizado de la intersección que indican los postes de semáforos es el mismo durante todo el día para todos los días de la semana y es el que se indica en la figura 53. Sin embargo, en el horario nocturno, debido a la alta congestión que se origina, las fases 2 y 3, correspondientes a los movimientos del flujo vehicular que circulan por la Av. Néstor Gambetta en dirección al norte, son controlados por la policía de tránsito. Esto provoca que los ciclos sean variables. De las grabaciones, se determinó el tiempo promedio que brindan los policías para la fase 2 y 3. El resultado se encuentra en la figura 54, el cual muestra cómo el nuevo ciclo elimina el tiempo de ámbar de las fases 2 y 3,

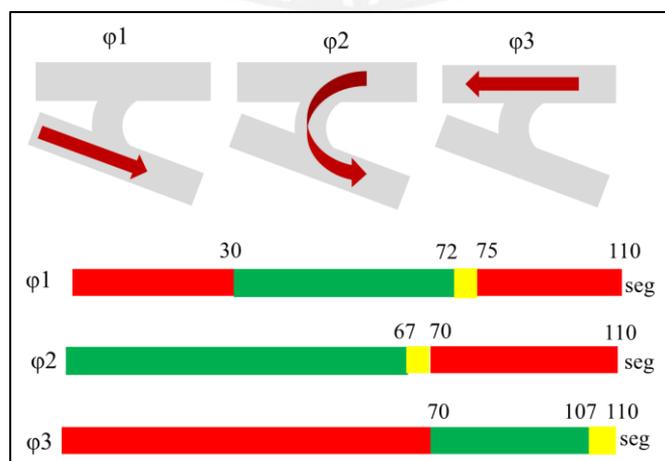


Figura 53 Fases y movimientos del ciclo semaforizado mostrado en el semáforo

Fuente: Propia

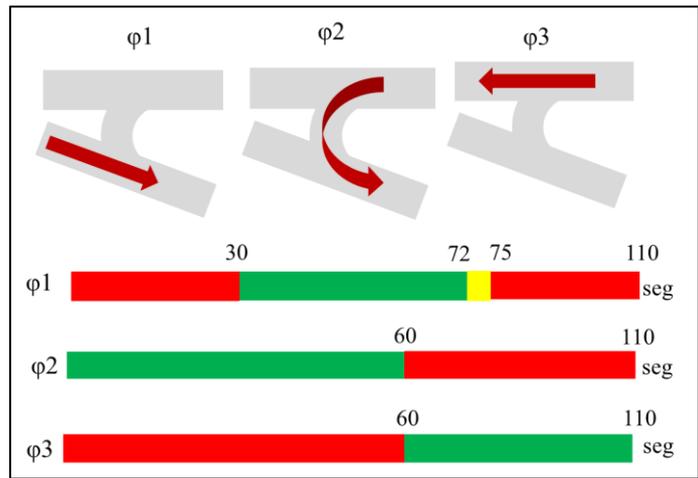


Figura 54 Fases y movimientos del ciclo semafórico establecido por la policía de tránsito en el horario nocturno

Fuente: Propia

4.4.2 Aforo vehicular

Se realizó el conteo del flujo vehicular observado en las videograbaciones hechas con el dron Mavic 2 Enterprise (figura 55). En la figura 56 y figura 57 está el resultado del conteo de los vehículos según las rutas que siguieron dentro del periodo de calibración y validación, respectivamente. Son 4 los puntos de inputs vehiculares que fueron analizados en la presente investigación.



Figura 55 Alcance de visión del dron Mavic 2 Enterprise para la video grabación de los flujos vehiculares y peatonales

Fuente: Propia

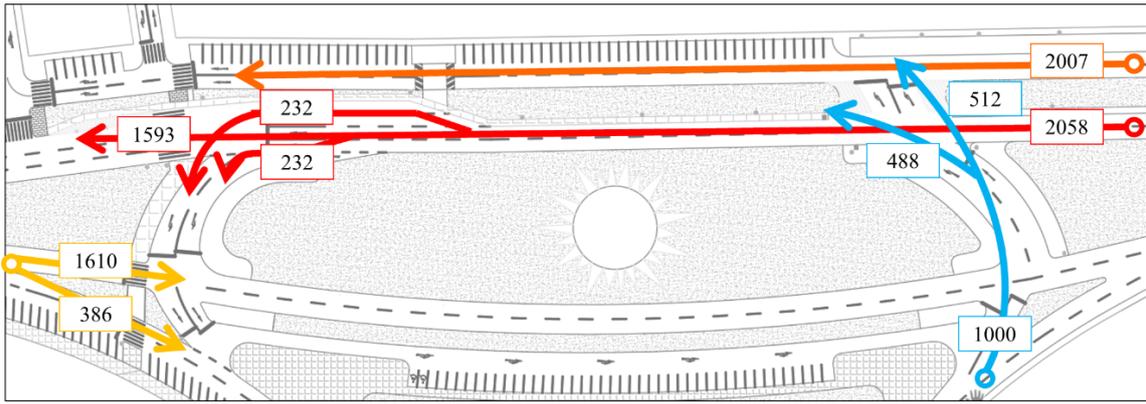


Figura 56 Flujos vehiculares del periodo más congestionado para la calibración (veh/h)

Fuente: Propia

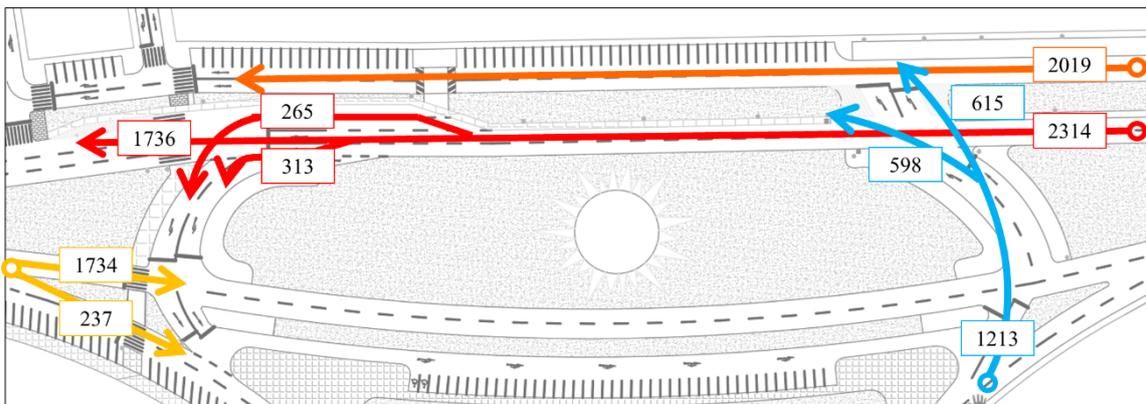


Figura 57 Flujos vehiculares del periodo más congestionado para la validación (veh/h)

Fuente: Propia

4.4.3 Aforo peatonal

Los resultados del conteo de peatones que emplearon el cruce semaforizado y el puente peatonal en los periodos indicados para la calibración y validación del modelo se muestran en la figura 58 y figura 59, respectivamente. Son 7 los puntos de inputs peatonal que fueron analizados en la presente investigación.

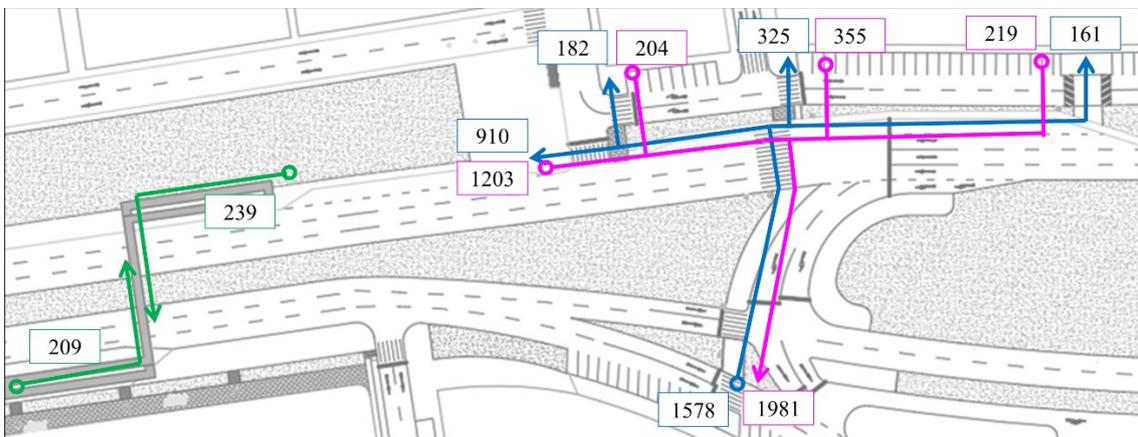


Figura 58 Flujos peatonales del periodo más congestionado para la calibración (peatones/h)

Fuente: Propia

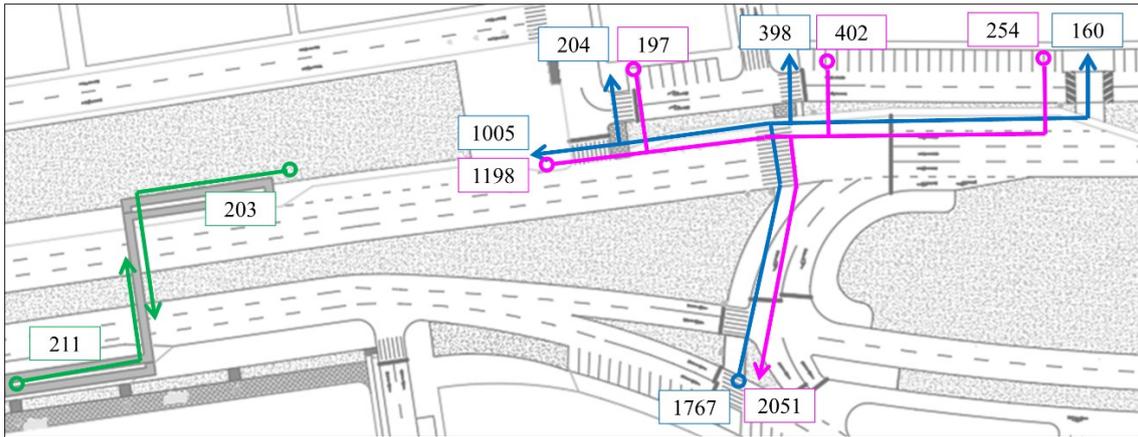


Figura 59 Flujos peatonales del periodo más congestionado para la validación (peatones/h)

Fuente: Propia

Adicionalmente, se registró la variación del flujo peatonal en el puente en el horario nocturno de los días 14 y 15 de setiembre en periodos de 15m. Se clasificó a los peatones acordes a su edad y género. Acorde a los resultados de ambos días, que se visualizan en la figura 60 y figura 61, con el transcurso de las horas, la cantidad de peatones que circula por el puente va disminuyendo. En el primer día, el flujo disminuyó de 148 peatones en los primero 15m a solo 47 en los 15m finales, lo que equivale a una disminución del 68.2%. Para el siguiente día, la variación fue de 153 a 53, lo que equivale a una reducción del 65.4% del flujo peatonal en el puente.

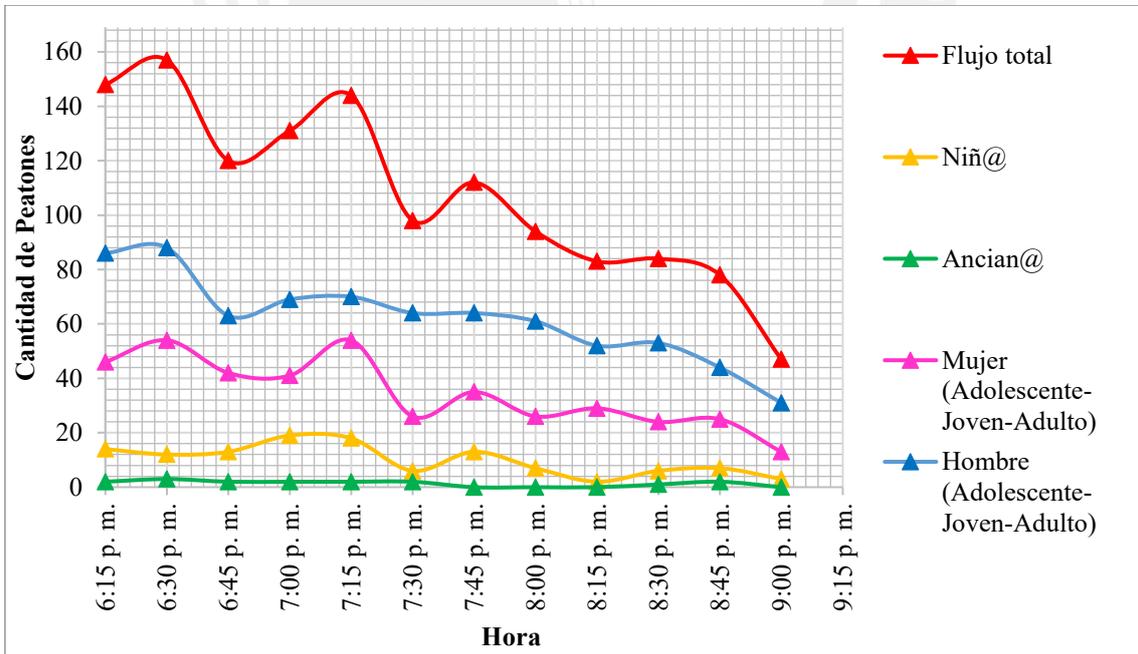


Figura 60 Variación del flujo peatonal en el puente el día 14/09/2021 durante el periodo nocturno de 6:00pm a 9:00pm.

Fuente: Propia

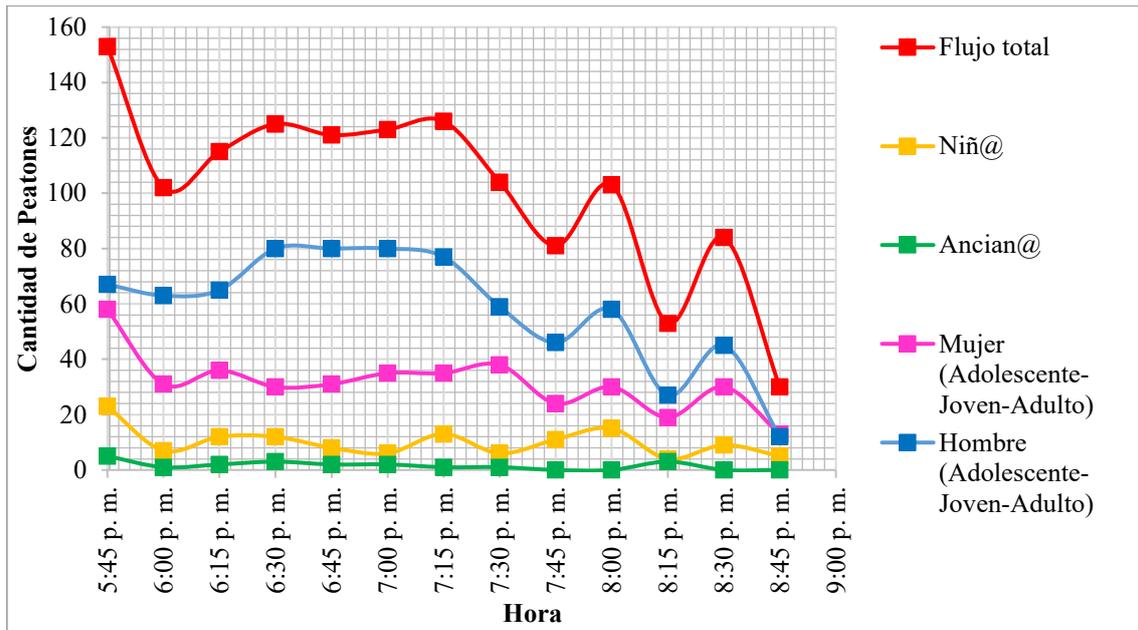


Figura 61 Variación del flujo peatonal en el puente el día 15/09/2021 durante el periodo nocturno de 5:30pm a 8:45pm.

Fuente: Propia

4.4.4 Velocidad peatonal

La velocidad en km/h peatonal fue calculada a partir del registro del tiempo que les tomó a 81 personas recorrer un tramo de 17.5 m de acera sin obstáculos. Las velocidades fueron organizadas en un gráfico de frecuencia acumulada que varía de 2.33 km/h hasta los 6.70 km/h, con velocidad promedio de 4.37 km/h o 1.21 m/s (figura 62).

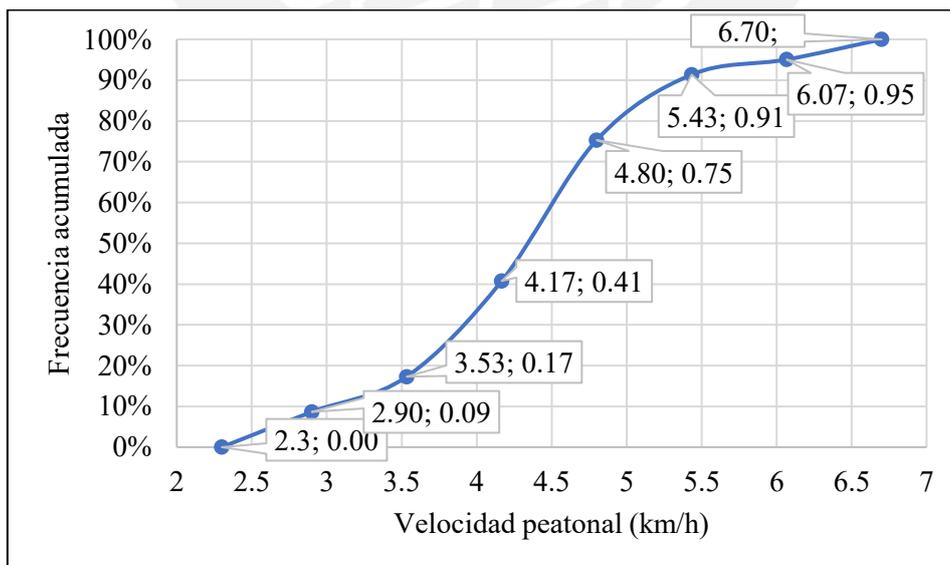


Figura 62 Frecuencia acumulada de la velocidad peatonal

Fuente: Propia

4.4.5 Parámetro de eficiencia para la calibración y validación del modelo

El parámetro empleado para la calibración y validación del modelo, en referencia a los flujos peatonales y vehiculares, fue el tiempo de viaje. En la figura 63 se muestran los sentidos de los movimientos vehiculares y peatonales de los cuales se registraron los tiempos de viaje. En el caso del flujo peatonal, se midió el tiempo que le tomó a los peatones atravesar el cruceo semaforizado en dirección este-oeste y viceversa la distancia total de 66 m. Para el flujo vehicular, se evaluó el flujo con mayor congestión vehicular, el cual es el que se dirige del sur al norte. La distancia evaluada fue de 185m.

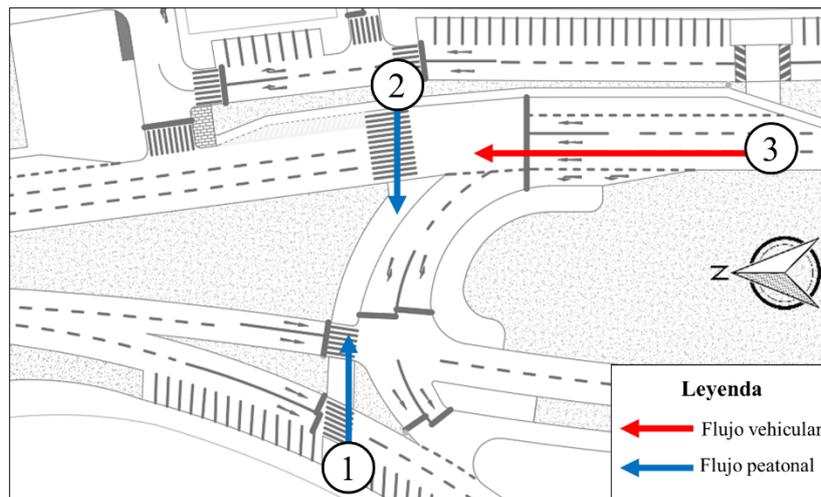


Figura 63 Sentidos de flujos definidos para la calibración y validación

Fuente: Propia

Se registró un total de 35 datos de tiempo de viaje para cada uno de los 4 sentidos de los flujos. En la tabla 7 tabla 8 están las verificaciones de muestra mínima de los tiempos de viaje empleados para la calibración y validación del modelo, para una distribución normal y un nivel de confianza de 95%.

Tabla 7 Verificación de muestra mínima para los tiempos de viaje de los 3 sentidos de flujos empleados para la calibración

	Flujo peatonal		Flujo vehicular
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3
Nº datos recolectados	35	35	35
Promedio (\bar{x})	113.25	94.55	93.24
Des. Estándar (σ)	15.23	11.59	8.8
Error aceptado ($0.05\bar{x}$)	5.66	4.73	4.66
Nº datos mínimos	28	23	14

Fuente: Propia

Tabla 8 Verificación de muestra mínima para los tiempos de viaje de los 3 sentidos de flujos empleados para la validación

	Flujo peatonal		Flujo vehicular
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3
N° datos recolectados	35	35	35
Promedio (\bar{x})	114.64	96.45	96.19
Des. Estándar (σ)	17.26	12.76	11.21
Error aceptado ($0.05\bar{x}$)	5.73	4.82	4.81
N° datos mínimos	35	27	21

Fuente: Propia

4.4.6 Líneas de movimiento peatonal

De la observación, se identificaron las líneas de movimiento que siguen los peatones que cruzan por el cruceo semaforizado en el periodo de mayor congestión vehicular de 7:00pm a 8:00 pm (figura 64). En la figura 65, se aprecia el movimiento imprudente por el que optan ciertos peatones y que ponen en riesgo el bienestar físico.

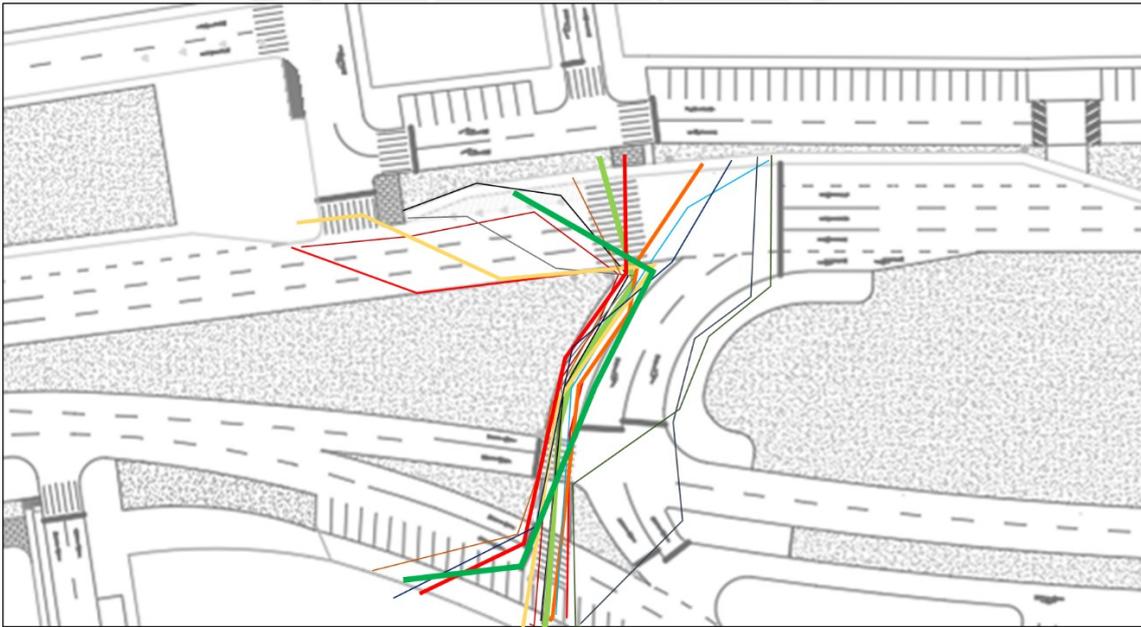


Figura 64 Líneas de movimiento peatonal en el cruceo semaforizado

Fuente: Propia

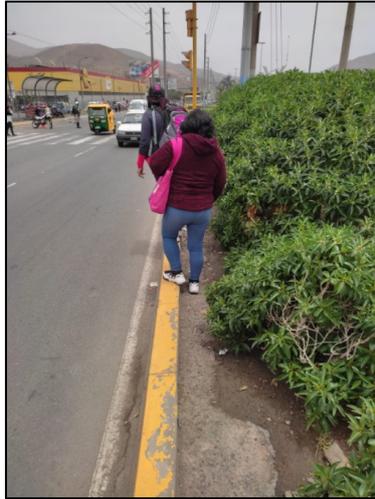


Figura 65 Línea de movimiento peatonal imprudente

Fuente: Propia

4.5 REDISEÑO VIAL Y MICRO SIMULACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Esta sección se dividió en dos partes que se desarrollaron de forma secuencial. Primero, está la descripción de la propuesta de rediseño vial para mejorar las condiciones de accesibilidad para el peatón. En una segunda parte, está la evaluación del escenario propuesta a través de la micro simulación con el fin de comprobar la eficiencia del rediseño vial en cuanto a mejoras de la circulación peatonal.

4.5.1 Propuesta de mejora

La propuesta de rediseño del área de estudio tuvo el objetivo de reducir las barreras que afectan el desarrollo autónomo e independiente de la persona con discapacidad. Se siguió las recomendaciones de manuales de diseño urbano accesible, cuyos lineamientos mínimos se resumen en el anexo 1. Se organizó las medidas en cuatro categorías: medidas de gestión del tránsito, modificaciones a la calzada, modificaciones a los itinerarios peatonales y modificaciones a las instalaciones de cruce peatonal.

4.5.1.1 Medidas de gestión del tránsito

Rediseño del ciclo semafórico

El nuevo ciclo semafórico unificó los movimientos del ciclo semafórico de la intersección 1 y 2, tal como se muestra en la figura 66. La propuesta ofrece un tiempo de verde vehicular similar al del ciclo semafórico actual de la intersección 1 (figura 53); sin embargo, se redujo el tiempo del ciclo de 110s a 80s. Esto fue con el fin de evitar la formación de largas colas y de

requerir de apoyo de la policial para el control del tránsito en el horario nocturno, pues este ciclo podrá ser usado en todo el día. Además, esta configuración del ciclo apunta a disminuir los tiempos de espera para permitir el cruce peatonal. En la figura 67 y figura 68, se muestran las distribuciones de tiempos semafóricos para cada una de las 4 fases vehiculares de la intersección 1 y 2, respectivamente.

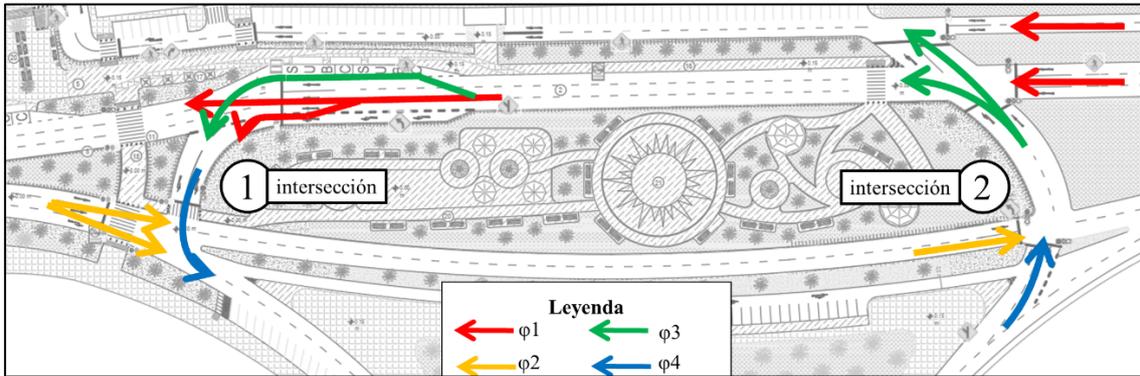


Figura 66 Fases y movimientos del ciclo semafórico de la propuesta de mejora para la intersección 1 y 2

Fuente: Propia

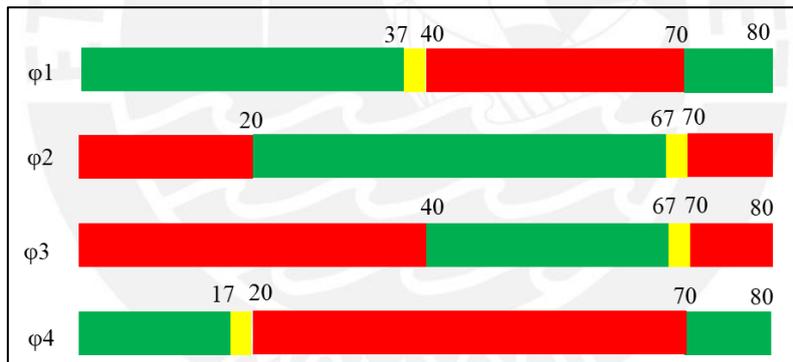


Figura 67 Ciclo semafórico de 80 segundos de la propuesta de mejora de la intersección 1

Fuente: Propia

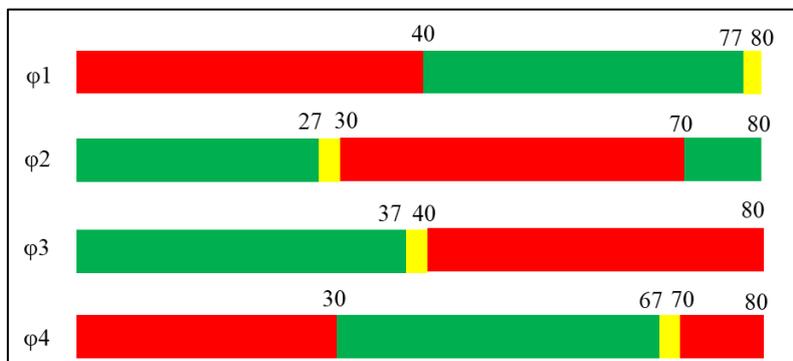


Figura 68 Ciclo semafórico de 80 segundos de la propuesta de mejora de la intersección 2

Fuente: Propia

Señalización horizontal y vertical

En concordancia con la normativa peruana se colocó la señalización horizontal y vertical adecuada (*Manual de Dispositivos de Control Del Transito Automotor Para Calles y Carreteras*, 2016). Con respecto a los postes con carteles, estos fueron ubicados de forma que no representen obstáculos que reduzcan el ancho efectivo de la franja de circulación peatonal.

4.5.1.2 Modificación geométrica de la calzada

Dada la alta congestión vehicular que se genera en la Av. Néstor Gambeta en dirección al norte, se optó por aumentar el número de carriles de 2 de 3.5m a 3 carriles de 3.3 m, figura 69. No fue posible reducir más el ancho de carriles en la vía principal, debido a que por estas circulan vehículos de carga pesada como el tráiler por ambos carriles. Sin embargo, para no afectar los anchos de aceras, se disminuyó el ancho de carriles de las vías auxiliares de 3.5m a 2.5m.

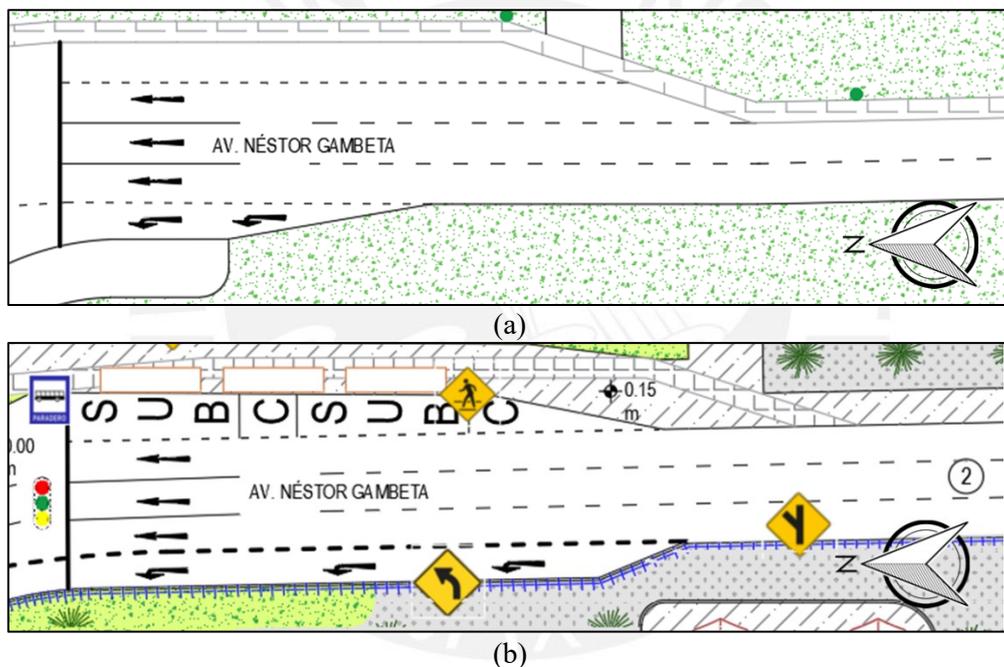


Figura 69 Cambio en el número de carriles de la vía principal Av. Néstor Gambetta: a) Situación actual con 2 carriles y b) propuesta de mejora con 3 carriles

Fuente: Propia

4.5.1.3 Modificación del itinerario peatonal

Las modificaciones planteadas a los elementos de un itinerario peatonal accesible brindan la oportunidad al peatón de desplazarse de forma continua por el entorno peatonal.

Acera

La figura 70 muestra las modificaciones propuestas. Primero, se amplió el ancho de las aceras para que, ya incluido el mobiliario urbano, áreas de vegetación, postes, puestos de comercio, paraderos de buses, etc, se mantenga un ancho mínimo de 2m en todo el recorrido. También, se peatonalizó un corto tramo de calzada, dado que las mismas autoridades de la Municipalidad Distrital de Ventanilla impedía la circulación de vehículos. Luego, se propuso el mantenimiento de la superficie de concreto de la acera con el fin de reparar huecos y completar las zonas de tierra carentes de acera. Por último, se cambió el material de adoquines por concreto, al cual se le añadirán las bruñas constructivas de forma alineada para ser usadas como guías por las personas invidentes.



Figura 70 Modificaciones a la distribución del espacio en la acera: a) Situación actual acera con obstáculos y b) propuesta de mejora con reducción de obstáculos para la accesibilidad

Fuente: Propia

Rampas peatonales

Se diseñaron rampas en ambos lados del cruce que estén alineadas y cuyos anchos coincidan con el ancho y dirección de los pasos de cebra. Además, estas rampas son de pendiente máxima de 8%, criterio de diseño que es adecuado para superar el desnivel máximo identificado en la zona de estudio de 0.75m. El ancho mínimo de las rampas es de 2 metros, dimensión que permite a los vendedores ambulantes movilizar sus puestos de negocio.

Guía podo táctil

Se colocó la guía podo táctil de advertencia de 40x40 cm en el inicio y fin de las escaleras y rampas peatonales colocadas en el entorno peatonal.

Estacionamientos para discapacitados

Se incluyó lo estacionamientos señalizados para discapacitados con una frecuencia de 1 cada 25 espacios de estacionamiento. Las dimensiones fueron de 5.0m x 2.7m más la franja de circulación de 1.2m que se conecta con la acera a través de una rampa peatonal.

4.5.1.4 Modificaciones a las instalaciones de cruce peatonal

A continuación, se describen las modificaciones hechas a las dos instalaciones de cruces peatonal dentro del área de estudio: puente peatonal y cruce semaforzado.

Puente peatonal

El puente peatonal es la opción de cruce menos usada según la respuesta de los peatones encuestados, hecho que se respalda en que el flujo peatonal que circula por él solo representa el 13.4% del total de peatones que circulan por el cruce semaforzado en el periodo con mayor congestión vehicular. A esto se le suma que el puente es una estructura poco accesible para las personas sin autonomía o nada accesible, en el caso específico de las personas en silla de ruedas. Es por ello, que se optó por la eliminación de la opción de cruce por el puente y su flujo será sumado al del cruce semaforzado.

Cruce semaforzado

Tal como se muestran en la figura 71 a) y b), se modificó el diseño del cruce semaforzado, con el fin de ser más accesible para las personas sin autonomía y seguro para todos los peatones. En primer lugar, se añadió áreas verdes en los cruces para poder canalizar el flujo peatonal, de forma que sea más ordenado y se restrinjan los movimientos de cruces imprudentes, como es el que se muestra en la figura 63. A esto se le suma que los tramos de la mediana con área verde cuentan con cerco perimetral.

Luego, se cambió la forma del cruce para que su eje sea perpendicular al de la calzada, con el fin de disminuir la distancia de cruce. Además, se eliminó la isla más corta, pues su largo era insuficiente para albergar a la demanda de peatones. De esta forma quedó solo una mediana a nivel de la calzada cuyo ancho aumentó de 5 a 7 m. Esta medida redujo la longitud total de cruce de 66 m a 40 m. También, con el fin de asegurar la continuidad de desplazamiento en el cruce, se colocaron rampas peatonales accesibles y se incluyó guía podo táctil de advertencia.

Finalmente, en la isla, se incluyó una ruta que se conecta con el parque de que alberga a la Plazuela de Ventanilla. Actualmente, su acceso a este espacio es restringido con arbustos en todo el perímetro, medida que desaprovecha un espacio que se lo puede destinar para el disfrute del peatón, ver figura 72 a. De este modo, tal como muestran la figura 72 b, se creó un espacio de libre acceso, seguro e iluminado para que el peatón se desplace por rutas accesibles con espacios y mobiliario para que juegue, haga deporte, socialice, descansa, etc.

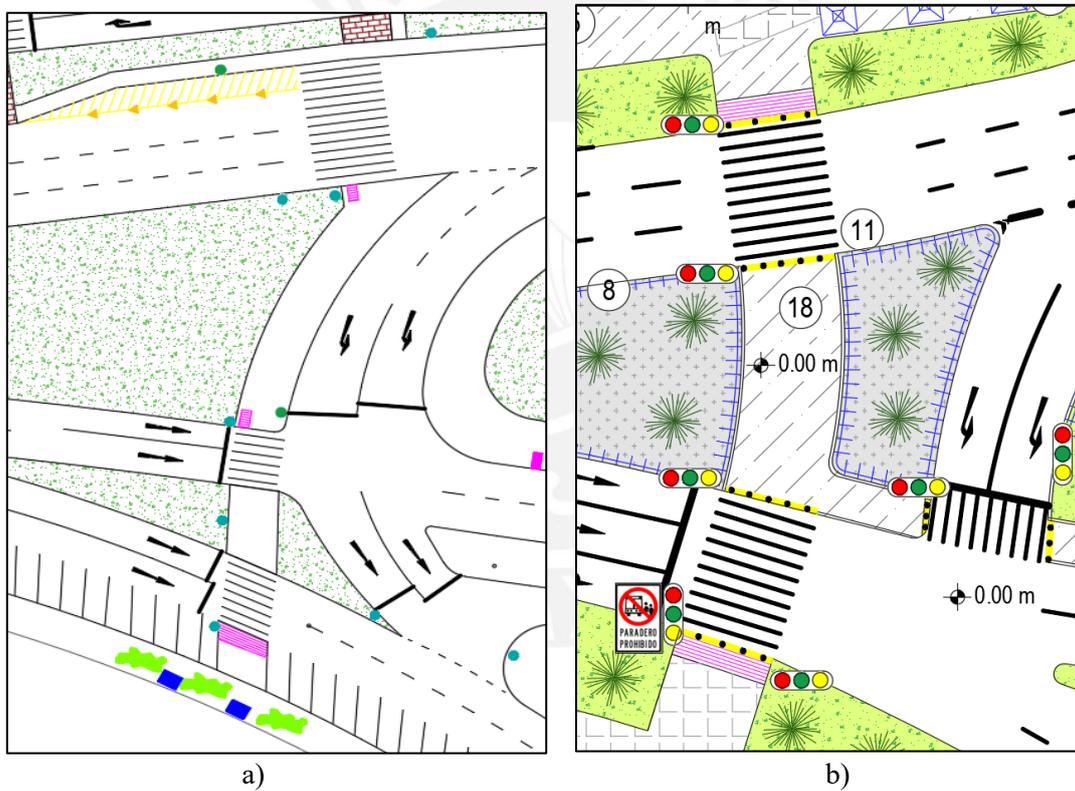


Figura 71 Modificaciones en el cruce peatonal semaforizado: a) escenario actual con dos medianas y b) propuesta de mejor más accesible y de solo una mediana

Fuente: Propia

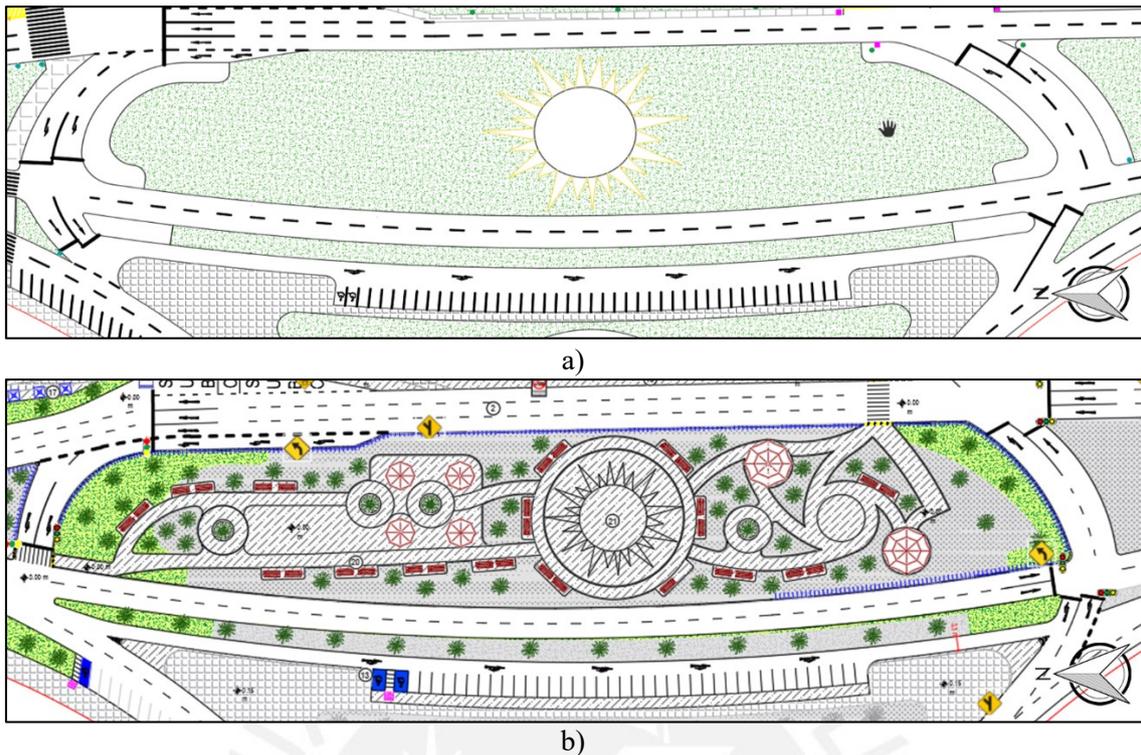


Figura 72 Aprovechamiento del parque para crear espacio para la recreación peatonal: a) escenario actual con acceso restringido al parque y b) propuesta con la distribución del espacio
Fuente: Propia

En la figura 73, se observa el estado actual de plazuela, el cual comprende un área superior a los 8000 m². Para ilustrar la propuesta de mejora, se elaboró el modelo 3D empleando el software SketchUp Pro 2021, ver figura 74. La propuesta contempla la colocación de cerco perimetral y diversidad de mobiliario de uso libre según las necesidades del público.



Figura 73 Estado actual de la Plazuela de Ventanilla operando como parque al que se limita el acceso libre

Fuente: Google Maps



Figura 74 Propuesta del modelo 3D elaborado con SketchUp para el aprovechamiento del espacio público

Fuente: Propia

4.5.2 Micro simulación

En esta sección se describe el proceso de calibración y validación del modelo actual, para, luego, pasar a la evaluación de la propuesta de rediseño vial de mejora. En la tabla 9 están los parámetros de simulación elegidos.

Tabla 9 Valores de los parámetros empleados en el modelo

Parámetro	Valor
Periodo de simulación	4200 s
Tiempo warm-up	600 s
Resolución de la simulación	10
Número de semilla	42
Número de corridas	15
Incremento de semilla	1
Tiempo de recolección de datos	600s-4200s

Fuente: Propia

4.5.2.1 Calibración del modelo

Con el fin de que el modelo construido en PTV Vissim represente el compartimento actual de los flujos, se modificaron los siguientes parámetros: para el comportamiento peatonal se modificó Tau y Lambda, y para el comportamiento vehicular se modificaron los parámetros de

Wiedemann 74, la distancia promedio deseada (αx), la parte aditiva de la distancia de seguridad (βx_{Add}) y la parte multiplicativa de la distancia de seguridad (βx_{Mult}).

En primer lugar, una vez armado el modelo, se inició con la calibración iterando los parámetros. Los resultados para los flujos peatonales y vehiculares se muestran en las tabla 10 y tabla 11, respectivamente. Se evaluó la diferencia entre las medias de los datos recolectados en campo versus los datos que entrega el programa luego de las 15 corridas.

En el caso del flujo peatonal, se escogieron los valores de los parámetros de tau y lambda iguales 0.3 y 0.9, respectivamente. Para comprobar que la calibración de los sentidos de los flujos 1 y 2, se realizaron pruebas no paramétricas para evaluar la diferencia de medias y confirmar la hipótesis nula $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$ con un nivel de confianza del 95%. Los resultados que brindó el programa StatKey, para una prueba aleatoria de 10000 muestras, corresponden a la figura 75 y figura 76.

Tabla 10 Comparación de resultados de calibración obtenidos al variar los parámetros que controlan el comportamiento peatonal

Parámetro		Calibración					
Tau	LamBda	Sentido 1			Sentido 2		
		Campo	Viswalk	Diferencia	Campo	Viswalk	Diferencia
0.7	1	113.3	121.7	-8.5	94.5	105.9	-11.4
0.5	1	113.3	117.5	-4.3	94.5	96.7	-2.2
0.6	1	113.3	119.6	-6.3	94.5	101.1	-6.5
0.4	1	113.3	115.4	-2.1	94.5	93.5	1.1
0.3	1	113.3	113.4	-0.1	94.5	90.7	3.9
0.2	0.9	113.3	111.1	2.1	94.5	88.4	6.1
0.3	0.9	113.3	113.6	-0.4	94.5	91.3	3.3

Fuente: Propia

En ambas gráficas de distribución normal, se comprueba la calibración de los sentidos de los flujos peatonales. Para el sentido 1, de oeste a este, la diferencia de medias obtenida es 0.38s, valor que se encuentra dentro del rango que valida la hipótesis nula de [-6.993 ; 7,916]s. De forma similar, para el sentido 2, de este a oeste, la diferencia de medias fue 3.26s, valor que se encuentra dentro del rango [-7.086 ; 6.489]s.

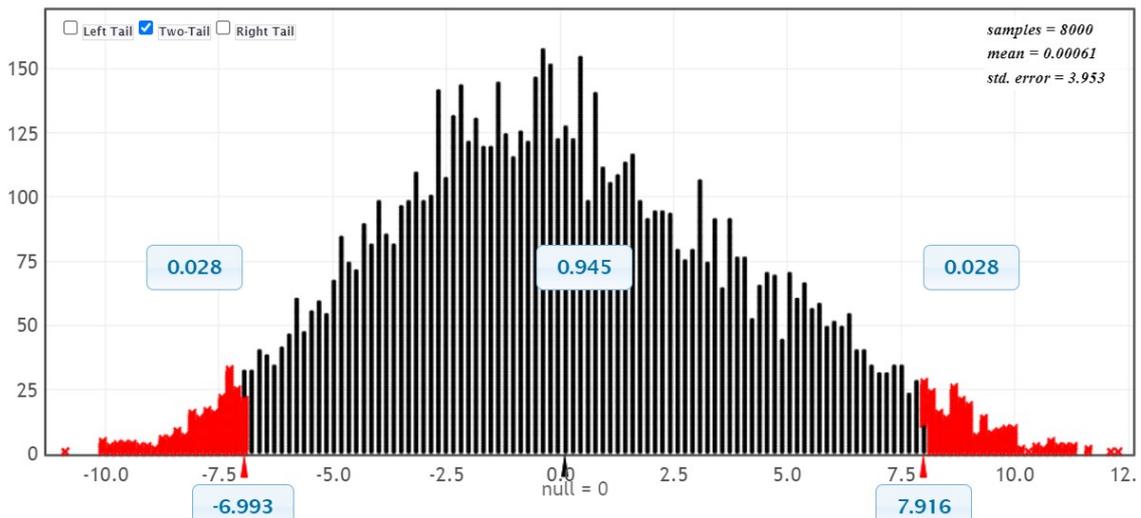


Figura 75 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 1, flujo peatonal oeste-este (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.38s$

Fuente: Propia

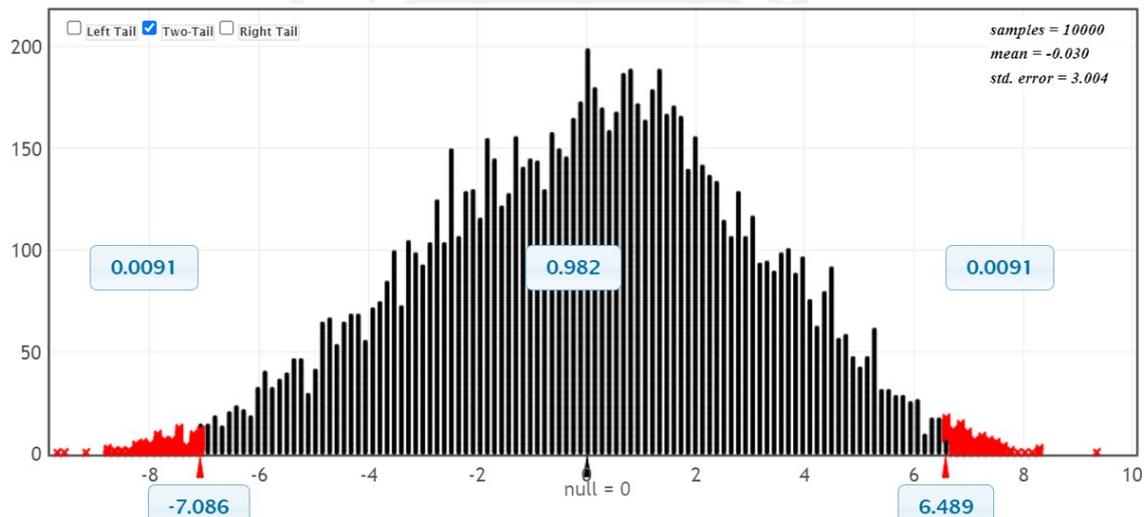


Figura 76 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 2, flujo peatonal este-oeste (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 3.26s$

Fuente: Propia

En relación al flujo vehicular del sentido 3, del sur al norte, se evaluaron de forma aleatoria combinaciones de los parámetros de Wiedemann 74 y se escogieron los siguientes parámetros: ax igual a 1, bx_Add igual a 3 y bx_Mult igual a 3. Se realizó la prueba no paramétrica de diferencia de medias y el resultado fue 4.25s, valor que se encuentra dentro del rango [-4.915 ; 4.369]s. De esta forma, se comprobó la hipótesis nula y el flujo vehicular fue calibrado (figura 77).

Tabla 11 Comparación de resultados de validación obtenidos al variar los parámetros que controlan el comportamiento peatonal

Parámetro			Calibración		
ax	bx_Add	bx_Mult	Sentido 3		
			Campo	Vissim	Diferencia
0.5	1	1.5	93.2	79.4	13.9
1	1	1.5	93.2	76.8	16.4
1	2	2	93.2	83.7	9.5
1	2	3	93.2	84.5	8.8
1	3	3	93.2	89.0	4.2
1.5	2	1	93.2	75.7	17.6
1.5	3	4	93.2	88.8	4.4

Fuente: Propia

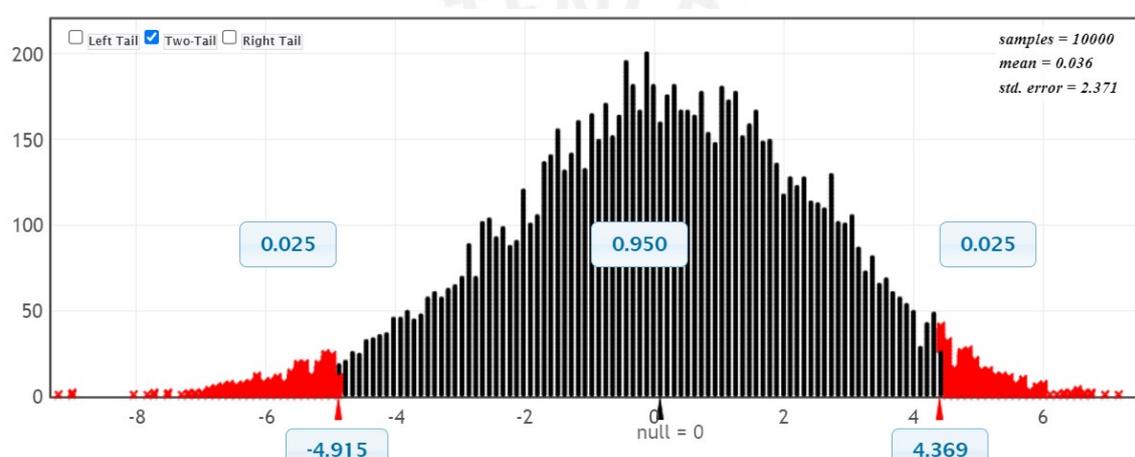


Figura 77 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 3, flujo vehicular sur-norte (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4.25s$

Fuente: Propia

4.5.2.2 Validación del modelo

Para comprobar que los parámetros que determinan el comportamiento peatonal y vehicular fueron los adecuados, los valores escogidos fueron validados bajo las condiciones de flujo registrados en la segunda fecha de recolección de datos. Dado que la data fue registrada en el mismo horario, pero en fechas distintas, los valores de tiempos de viaje son similares a los de día con mayor congestión vehicular.

Por un lado, el resultado de la prueba no parametrizada para el flujo peatonal del sentido 1, de oeste a este, se muestra en la figura 78. La diferencia de medias fue 0.98s, valor que se encuentra dentro del rango [-8.430 ; 9.072]s. Por otro lado, para el sentido del flujo peatonal 2, de este a oeste, el resultado es aquel que se visualiza en la figura 79. La diferencia de medias fue

4.59s, el cual se está dentro del rango [-7.040 ; 6.155]s. De esta forma, se aceptaron las hipótesis nulas y se validó los flujos peatonales.

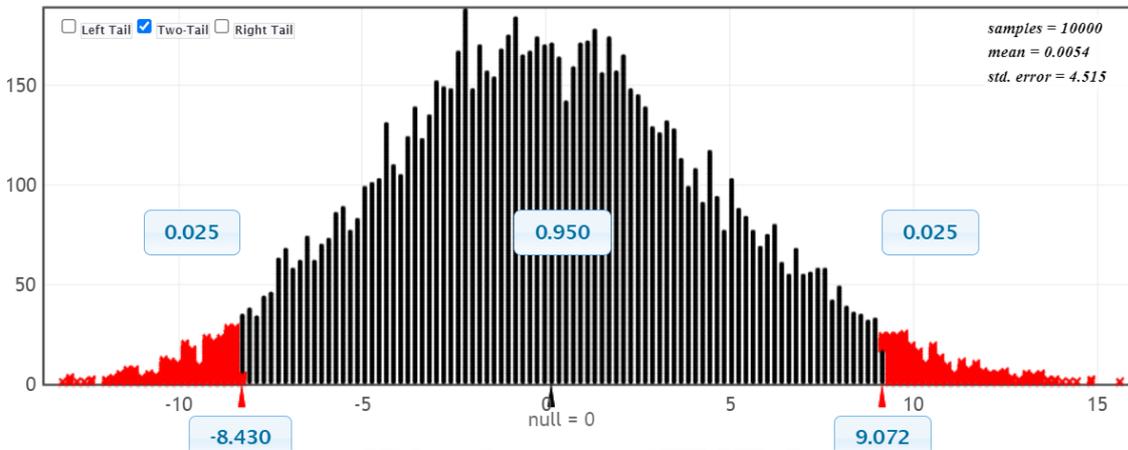


Figura 78 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 1, flujo peatonal oeste-este (proceso de validación): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 0.98s$

Fuente: Propia

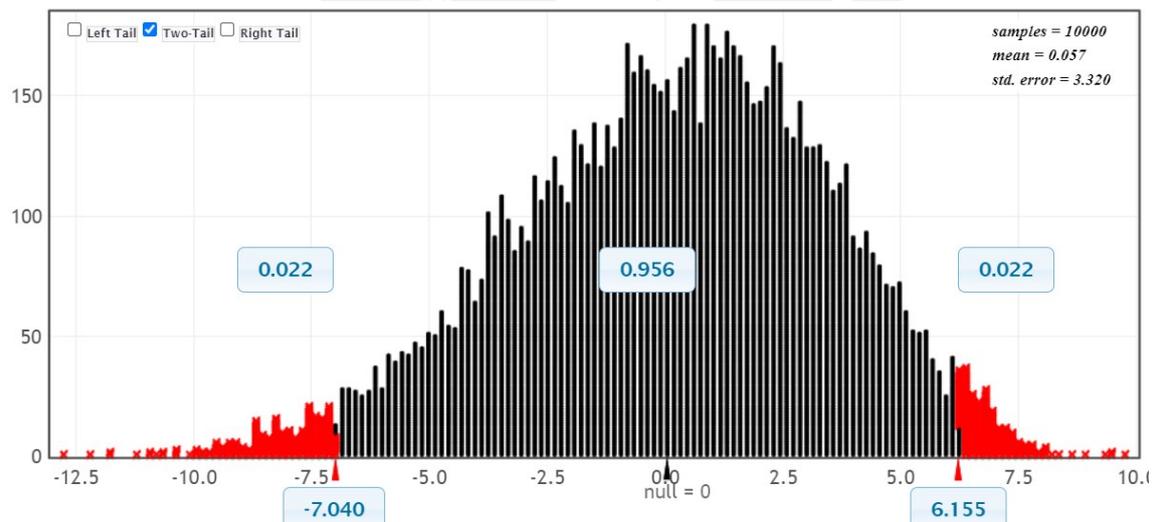


Figura 79 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 2, flujo peatonal este-oeste (proceso de validación): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4.59s$

Fuente: Propia

Para culminar, el sentido del flujo vehicular 3, del sur al norte, fue evaluado con la prueba mencionada y el resultado de diferencia de medias obtenido fue 4.25 s (figura 80). Este valor es contenido por el rango [-6.014 ; 6.225]s, por lo que se valida el flujo vehicular y, finalmente, se determina que el modelo representa adecuadamente el comportamiento peatonal y vehicular.

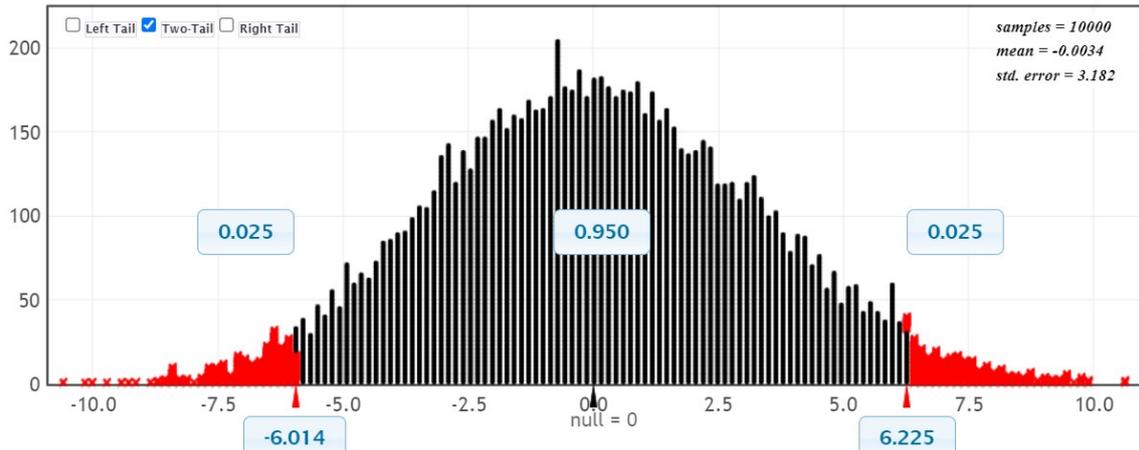


Figura 80 Prueba de hipótesis nula aceptada del modelo actual para el sentido 3, flujo vehicular sur-norte (proceso de calibración): $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 4.25s$

Fuente: Propia

4.5.2.3 Evaluación de la propuesta de mejora

En esta etapa, se analizó el impacto que tuvo la propuesta de rediseño en los tiempos de viaje vehicular y peatonal. En primer lugar, se verificó el número de corridas de corridas y se comprobó que 15 corridas cubrían el número de muestra mínima (tabla 12).

Tabla 12 Verificación de muestra mínima para los resultados de tiempos de viaje de los 3 sentidos de flujos de la propuesta de mejora

	Flujo peatonal		Flujo vehicular
	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 3
Nº datos recolectados	15	15	15
Promedio (\bar{x})	60.06	68.98	56.72
Des. Estándar (σ)	0.53	0.39	3.10
Error aceptado ($0.05\bar{x}$)	3.00	3.45	2.84
$t\alpha/2$ (95% de confianza)	2.145	2.145	2.145
Nº datos mínimos	0.14	0.06	5.49

Fuente: Propia

Para concluir que existió una mejora en los tiempos de viaje en los 3 sentidos, la evaluación de la diferencia de medias debe brindar valores de $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ que se encuentren en la cola derecha. De esta forma, se descarta la hipótesis nula $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$ y se acepta la hipótesis alternativa $\bar{x}_1 > \bar{x}_2$. Este análisis se realizó para cada sentido y se calculó el porcentaje de reducción de tiempo con respecto al escenario actual.

Para el primer sentido, el resultado se visualiza en la figura 81. El resultado fue una diferencia de medias de 53.19s, valor con el que se descarta la hipótesis nula y se verifica que

existió una considerable mejora en el tiempo de viaje por el cruceo semaforizado. La reducción fue de 113.25s a 60.06s, lo que equivale a una disminución del 47.0%.

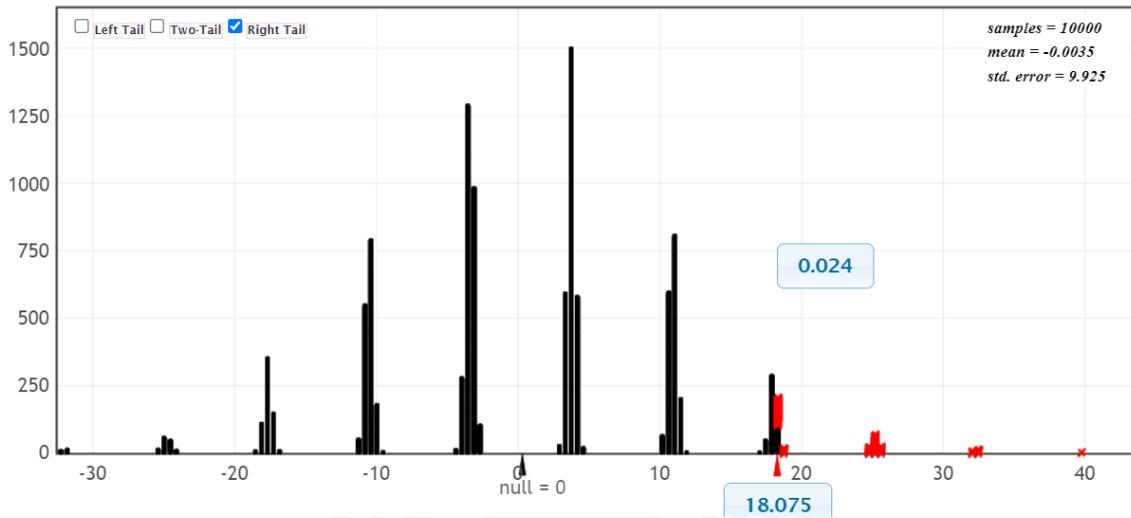


Figura 81 Prueba de hipótesis nula descartada y se acepta la hipótesis alternativa para el sentido 1, flujo peatonal oeste-este, de la propuesta de mejora: $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 53.19s$

Fuente: Propia

Para el segundo sentido, el resultado es el que se visualiza en la figura 82. La diferencia de medias fue 25.57s. De igual forma, se descartó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. El tiempo de viaje peatonal se redujo de 94.55s a 68.98s, que equivale a una reducción del 25.9%.

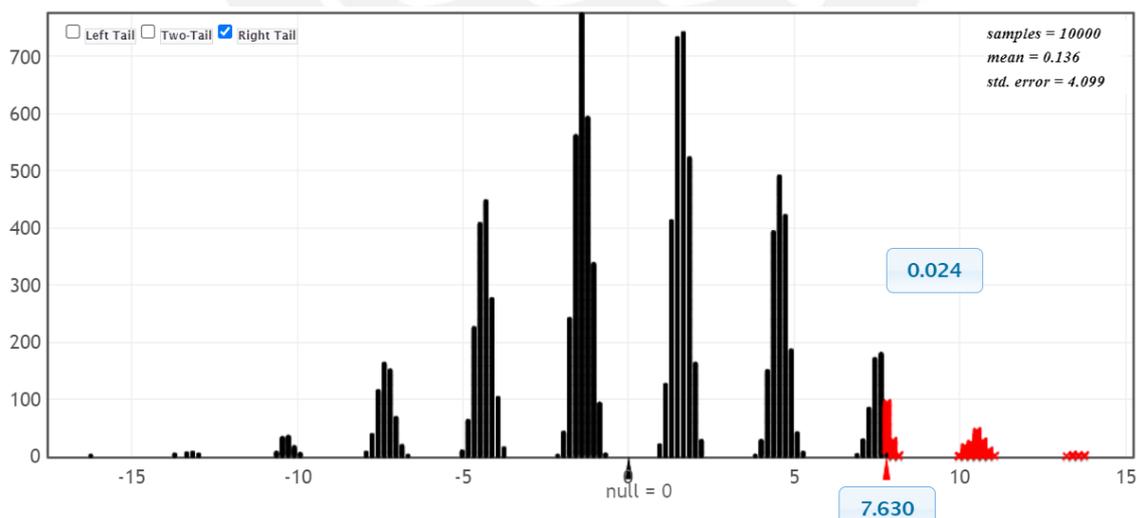


Figura 82 Prueba de hipótesis nula descartada y se acepta la hipótesis alternativa para el sentido 2, flujo peatonal este-oeste, de la propuesta de mejora; $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 25.57s$

Fuente: Propia

Para el tercer sentido, correspondiente al flujo vehicular de sur a norte, el resultado de aplicar la prueba no paramétrica se visualiza en la figura 83. Nuevamente, con una diferencia de media de 36.52s, la hipótesis nula fue descartada y se aceptó la hipótesis alternativa. Producto de las medidas de la propuesta de mejora, el tiempo de viaje se redujo de 93.24s a 56.72s, valor que equivale a una disminución del 39.2%

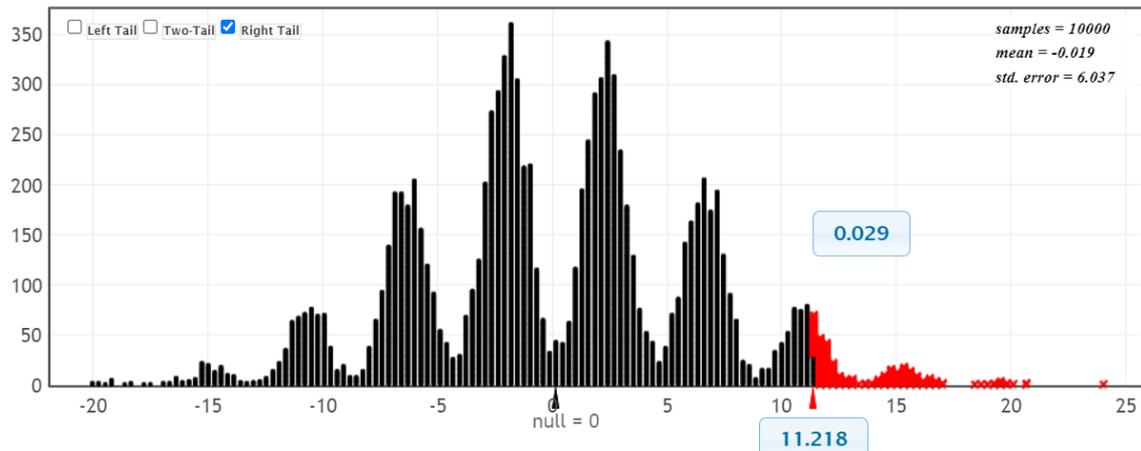


Figura 83 Prueba de hipótesis nula descartada y se acepta la hipótesis alternativa para el sentido 3, flujo vehicular sur norte, de la propuesta de mejora: $\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 36.52$

Fuente: Propia

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El principal objetivo del presente trabajo de investigación fue concluir si fue adecuada la instalación del puente peatonal con rampas en la intersección de la Av. Néstor Gambetta y la Av. La Playa. Completado el análisis de los resultados, se logró comprobar las hipótesis formuladas en respuesta a cada una de las 3 preguntas de la investigación. A continuación, se describen las conclusiones para cada objetivo.

- **Primer objetivo:** Describir la opinión de los peatones respecto al puente peatonal con rampas construido

La opinión recolectada de los peatones respecto al puente peatonal es compatible con la descrita de forma general en la hipótesis: Los peatones consideran al puente peatonal con rampas como inaccesible, y demandante de tiempo y esfuerzo extra. Se encontró que no existe una opinión que sea compartida por todos los tipos de peatones en relación a las razones que los motivan o desmotivan a usar esta instalación de cruce. Por un lado, el 60.2% de peatones sin limitaciones, opinaron que el tiempo que les demanda recorrer el puente es el principal motivo por el cual desisten de usarlo. Por otro lado, para el grupo de personas con movilidad reducida, el resultado también varía internamente. Para el 100% de peatones en silla de ruedas la principal razón que los desmotiva es la falta de accesibilidad del diseño del puente, para el 61.5% de personas con apoyo para caminar es el cansancio de recorrer todos los tramos de rampas del puente y, para el caso de los adultos mayores, hay un empate del 44.4% entre el factor del tiempo de recorrido y el cansancio que origina.

Además, con respecto a la principal razón que alienta a los peatones a usar el puente, también varía acorde a los grupos de peatones. Por una parte, el 50.3% de peatones sin limitaciones opinó que era evitar conflictos con vehículos. Por otra parte, en el grupo de personas con movilidad reducida, se reveló que el 100% personas en silla de ruedas, el 55.6% de los adultos mayores y el 38.5% de las personas con apoyo para desplazarse opinaron no haber podido encontrar razones que los incite a usar el puente peatonal.

Otro resultado interesante fue que, al ir avanzando en las etapas del ciclo de vida, aumenta el porcentaje de peatones que concuerdan en que recorrer los tramos de rampas del puente le implica le demanda un esfuerzo extra. En la suma de personas totalmente de acuerdo y de acuerdo con el enunciado, se observa el incremento porcentual al iniciar por lo jóvenes con el 32.9%, pasar a la etapa adulta con el 46.5% y llegar a ser adultos mayores con el 88.8%. Continuando con las personas con movilidad reducida, el 100% de personas en silla de ruedas, el 92.3% de las personas con apoyo para caminar, y el 66.7% de las mujeres embarazadas concordaron con el enunciado.

Una opinión compartida por el colectivo de peatones fue respecto al nivel de tranquilidad de no ser asaltados cuando recorren los tramos del puente peatonal. El 60.4% de las personas opinaron no sentirse tranquilos al atravesar el puente. Esta respuesta puede ser explicada por la falta de personal de seguridad e iluminación en el puente, que provocan la disminución de la cantidad de peatones que atraviesan el puente en el horario nocturno, llegando a reducirse en un 68.2% el flujo peatonal en esta instalación de cruce al pasar de las 6:00pm a las 9:00pm. Luego, en relación al tema de accesibilidad, los peatones concordaron al opinar que el puente peatonal es la opción menos accesible para las personas con movilidad reducida. El diseño del cruce semaforizado existente superó al puente peatonal, pues fue elegido como la opción más accesible por el 68.3% de los peatones.

Finalmente, con respecto a las recomendaciones de mejora del puente, las propuestas planteadas también variaron según el tipo de peatón y evidenciaron como un grupo de peatones antepuso el beneficio propio, por encima de las necesidades de accesibilidad de los peatones más vulnerables. El escenario de mejora ideal para las personas sin limitaciones es el diseño de un puente de tramos más cortos, lo que significa, aumentar la pendiente de las rampas, diseño que dificultaría más la circulación para los adultos mayores, mujeres embarazadas y personas con apoyo para caminar. Mientras que, para las personas con movilidad reducida, las propuestas más accesibles que mejorarían las condiciones de accesibilidad es el reemplazo del puente por un cruce a nivel, opinión de las personas en silla de ruedas, y la inclusión de accesos con elevadores en el puente, opinión compartida por las personas con apoyo para caminar y los adultos mayores. Estas dos últimas opciones, serían las propuestas más accesibles y que se responderían a las necesidades de desplazamiento de una mayor variedad de peatones.

- **Segundo objetivo:** Determinar el nivel de accesibilidad peatonal que se alcanza en el área de estudio y si se logra la integración del puente peatonal construido

En primer lugar, en el entorno peatonal analizado, se identificaron una serie de problemas que representan obstáculos para el peatón sin autonomía y que limitan su desplazamiento de forma independiente. El diseño actual evidencia que no se tomaron en cuenta las recomendaciones que brindan los manuales de diseño urbano accesibles y la capacidad de los elementos viales es insuficiente para recibir los altos flujos peatonales. A esto se le suma la falta de implementación de procesos de reparación y mantenimiento de las superficies de las aceras y de las rampas, que impiden establecer itinerarios peatonales accesible y continuos. Por todo lo descrito, se calificó al entorno peatonal con un bajo puntaje de accesibilidad.

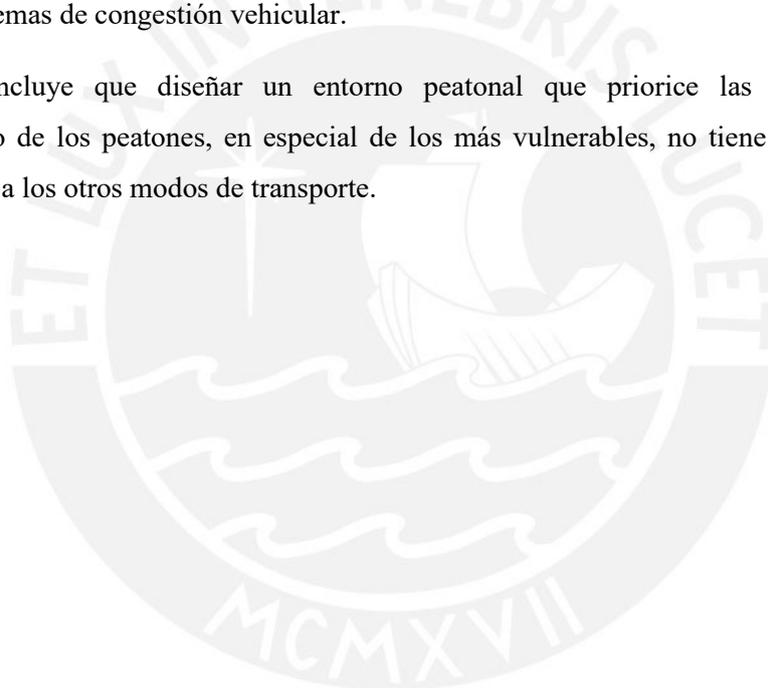
En segundo lugar, haber invertido en la construcción de un puente peatonal con rampas al que no se logre acceder debido a la falta de opciones de rutas de acceso y salida accesibles no beneficia al peatón. La infraestructura no logra integrarse como parte de un itinerario peatonal

accesible y continuo, por lo que no se mejoran las condiciones de circulación peatonal, en especial para las personas sin autonomía. Esta conclusión concuerda con la hipótesis formulada.

- **Tercer objetivo:** Diseñar una propuesta para mejorar las condiciones de circulación peatonal en la zona de estudio

La propuesta de mejora cumplió el objetivo de mejorar las condiciones de circulación peatonal y vehicular en un escenario que excluye la construcción del puente peatonal. Al reducir el tiempo del ciclo semafórico, mejorar las distribuciones de las fases y movimientos, y aumentar la capacidad de aceras y calzadas, se obtuvieron flujos más eficientes, resultado que se respalda en la reducción del tiempo de viaje. Por un lado, el tiempo de viaje que le toma al peatón para atravesar el cruce peatonal, se redujo en un 46.9% en el sentido 1 y en un 25.9% en el sentido 2. Por otro lado, se redujo en un 39,2% el tiempo de viaje vehicular en el sentido 3, sentido con mayores problemas de congestión vehicular.

Se concluye que diseñar un entorno peatonal que priorice las necesidades de desplazamiento de los peatones, en especial de los más vulnerables, no tiene por qué afectar negativamente a los otros modos de transporte.



6 RECOMENDACIONES

- En referencia al enfoque de la tesis, se evaluó y se formuló una propuesta de mejora en base a los datos extraídos en el periodo con mayores problemas de congestión del tránsito, el cual es un periodo que no concuerda con aquel con mayor demanda peatonal. Se recomienda recolectar los datos de los flujos peatonales en horarios de mayor demanda, para mejorar el diseño de los itinerarios peatonales y que alberguen adecuadamente la carga peatonal.
- Se sugiere la inclusión de ciclovías en futuras propuestas de rediseño vial que no interfieran o intimiden al flujo peatonal, en especial, a las personas sin autonomía. Esto es con el fin de impulsar modos de transporte sostenibles, pero manteniendo un enfoque que priorice la accesibilidad del peatón.
- La presente investigación apunta a brindar mejores condiciones de accesibilidad en el espacio urbano para el mayor grupo de personas posibles, en especial, de aquellos más vulnerables como son las personas sin autonomía. Dado que solo se logró recolectar datos de personas con discapacidad motriz, se recomienda recolectar la opinión de personas con discapacidad sensorial y cognitiva, con el fin de proponer soluciones que tomen en cuenta sus necesidades.
- Para futuras investigaciones que evalúen la implementación de puentes peatonales, sumado a la metodología actual para evaluar la necesidad de este tipo de instalación de cruce, se recomienda complementar con un análisis con el comparativo económico entre. De esta forma, será posible respaldar de forma cuantitativa las fallas en la distribución del presupuesto, con el fin de impulsar proyectos con medidas correctivas que apunten a mejorar tanto la circulación vehicular como de accesibilidad peatonal a un menor costo.

7 REFERENCIAS

- Abu Dhabi Urban Planning Council. (2009). *Abu Dhabi Urban Street Design Manual*.
<https://nelsonnygaard.com/wp-content/uploads/2014/04/Abu-Dhabi-StreetDesignManual.pdf>
- Ahmed, M. E. K. (2016). An Assessment Of Street Design With Universal Design Principles: Case In Aswan / As-Souq. *MEGARON / Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal*. <https://doi.org/10.5505/megaron.2016.98704>
- Americans with Disabilities Act. (2010). *ADA Standards for Accessible Design*.
https://www.ada.gov/regs2010/2010ADASTandards/2010ADASTandards_prt.pdf
- Amprasi, V., Politis, I., Nikiforiadis, A., & Basbas, S. (2020, January 1). Comparing the microsimulated pedestrian level of service with the users' perception: The case of Thessaloniki, Greece, coastal front. *Transportation Research Procedia*, 45, 572–579.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.055>
- Anciaes, P. R., & Jones, P. (2018). Estimating preferences for different types of pedestrian crossing facilities. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 52, 222–237. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.11.025>
- Arias Gallegos, W. L. (2012). Motivos del desuso de puentes peatonales en Arequipa. *Revista Cubana de Salud Publica*, 38(1), 84–97. <https://doi.org/10.1590/S0864-34662012000100009>
- Arteaga Arredondo, I., Marcela García, D., Guzmán Guzmán, C. E., & Mario Mayorga, J. (2017). El espacio público de los puentes peatonales: Lecciones del BRT de Bogotá. *Revista Urbano*, 20(36), 104–114. <https://doi.org/10.22320/07183607.2017.20.36.09>
- Asadi Shekari, Z., & Zaly Shah, M. (2011). Practical Evaluation Method for Pedestrian Level of Service in Urban Streets. *Proc., Int. Conf. OnTransport Research*, 1–12.
https://www.academia.edu/31233287/Practical_Evaluation_Method_for_Pedestrian_Level_of_Service_in_Urban_Streets
- Asadi-Shekari, Z., Moeinaddini, M., & Shah, M. Z. (2013). Disabled pedestrian level of service method for evaluating and promoting inclusive walking facilities on urban streets. *Journal of Transportation Engineering*, 139(2), 181–192. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000492](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000492)
- Asadi-Shekari, Z., Moeinaddini, M., & Zaly Shah, M. (2013). Non-motorised Level of Service: Addressing Challenges in Pedestrian and Bicycle Level of Service. *Transport Reviews*, 33(2), 166–194. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.775613>
- Asociación Automotriz del Perú. (2018). “Clasificación vehicular y estandarización de características registrables de vehículos” (pp. 1–35).
<https://aap.org.pe/descarga/conferencias/2-AAP-Estandarizaci%C3%B3n.pdf>
- Audit Commission Hong Kong. (2007). *Provision of footbridges and subways*.
<http://www.aud.gov.hk>
- Basbas, S., Konstantinidou, C., & Gogou, N. (2010, April 7). Pedestrians' needs in the urban environment: The case of the city of Trikala, Greece. *WIT Transactions on the Built Environment*, 111, 15–22. <https://doi.org/10.2495/UT100021>

- Bhuyan, P. K., & Nayak, M. S. (2013). A Review on Level of Service Analysis of Urban Streets. *Transport Reviews*, 33(2), 219–238. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.779617>
- Blanc, N., Liu, Z., Ertz, O., Rojas, D., Sandoz, R., Sokhn, M., Ingensand, J., & Loubier, J. C. (2019, February 25). Building a Crowdsourcing based Disabled Pedestrian Level of Service routing application using Computer Vision and Machine Learning. *2019 16th IEEE Annual Consumer Communications and Networking Conference, CCNC 2019*. <https://doi.org/10.1109/CCNC.2019.8651850>
- Boston Transportation Department. (2013). *Boston Complete Streets Design Guidelines 2013*. www.bostoncompletestreets.org
- Budzyński, M., Gumińska, L., Jeliński, Ł., & Kieć, M. (2017). Pedestrian safety in road traffic studies, recommendations and proposed improvements. *MATEC Web of Conferences*, 1–7.
- Cabrera, F., & Cebollada, À. (2021). EEPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima. *Documents*, 67, 243–263. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.647>
- Cabrera Vega, F. I. (2019). *Movilidad urbana, espacio público y ciudadanos sin autonomía* [Universidad Autónoma de Barcelona]. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2019/hdl_10803_667392/icv1de1.pdf
- CDMX. (2016). *Manual de Normas Técnicas de accesibilidad*.
- Chancí Ángel, V. (2012). *Análisis del comportamiento peatonal de los usuarios en Medellín con relación al uso de las cebras, los semáforos y los puentes peatonales 2011- 2012* [Universidad de Medellín]. <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/205>
- Christopoulou, P., & Pitsiava-Latinopoulou, M. (2012). Development of a Model for the Estimation of Pedestrian Level of Service in Greek Urban Areas. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 48, 1691–1701. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1144>
- Consejo de Transporte de Lima y Callao, Ministerios de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú, & Agencia de Cooperación Internacional de Japón. (2005). *Plan Maestro de Transporte Urbano para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la República del Perú (Fase I)*. https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11798261_01.pdf
- Contraloría General de la República del Perú. (2019, May 27). *Mejoramiento Av. Néstor Gambeta - Primera etapa*. ContraloríaTV. <https://www.youtube.com/watch?v=zB2p19KgFYk>
- Corporación Ciudad Accesible, & Boudeguer y Squella ARQ. (2010). *Ciudades y Espacios para Todos- Manual de Accesibilidad Universal*. https://www.ciudadaccesible.cl/wp-content/uploads/2012/06/manual_accesibilidad_universal1.pdf
- Delaney, H., Parkhurst, G., & Melia, S. (2017). Walking and cycling on shared-use paths: The user perspective. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*, 170(3), 175–184. <https://doi.org/10.1680/jmuen.16.00033>
- Demiroz, Y. I., Onelcin, P., & Alver, Y. (2015). Illegal road crossing behavior of pedestrians at overpass locations: Factors affecting gap acceptance, crossing times and overpass use. *Accident Analysis and Prevention*, 80, 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.04.018>
- Devi Sundararajan, K., Ambak, K., David Daniel, B., Zaharah Ishak, S., & Suryo Putranto, L. (2020). Pedestrian Behavioural Intention to Use Crossing Facilities Based on Extended

Theory of Planned Behaviour. *Jurnal Kejuruteraan*, 32(3), 523–530.
[https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-32\(3\)-17](https://doi.org/10.17576/jkukm-2020-32(3)-17)

- Duran-Badillo, T., Salazar-González, B. C., Cruz-Quevedo, J. E., Sánchez-Alejo, E. J., Gutierrez-Sanchez, G., & Hernández-Cortés, P. L. (2020). Sensory and cognitive functions, gait ability and functionality of older adults. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 28, 1–8. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.3499.3282>
- Elvik, R. (2000). Which are the relevant costs and benefits of road safety measures designed for pedestrians and cyclists? *Accident Analysis and Prevention*, 32(1), 37–45.
[https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00046-9](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00046-9)
- Fernández, R., Juan, A., & Dextre, C. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*.
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/173103>
- Fundación ONCE, & Fundación Arquitectura COAM. (2011). *Accesibilidad universal y diseño para todos: Arquitectura y urbanismo*. <https://sid-inico.usal.es/documentacion/accesibilidad-universal-y-diseno-para-todos-arquitectura-y-urbanismo/>
- Gallin, N. (2001). Quantifying pedestrian friendliness - Guidelines for assessing pedestrian level of service. *Road and Transport Research*, 10(1), 47–55. <https://trid.trb.org/view/732751>
- Decreto Supremo N° 025-2021-MTC | Gobierno del Perú, MTC (2021).
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-del-sistema-de-con-decreto-supremo-no-025-2021-mtc-1974058-2/>
- Gobierno Regional del Callao. (2011, May 23). *INICIAN TRABAJOS DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE AVENIDA NESTOR GAMBETTA - Gobierno Regional del Callao*. Gobierno Regional Del Callao. <http://www.regioncallao.gob.pe/inician-trabajos-de-mejoramiento-y-ampliacion-de-avenida-nestor-gambetta/>
- Gob.pe. (2021, September 30). *Coronavirus: grupos más vulnerables ante la COVID-19 - Gobierno del Perú*. Plataforma Digital Única Del Estado Peruano.
<https://www.gob.pe/14878-coronavirus-grupos-mas-vulnerables-ante-la-covid-19>
- Hasan, R., & Napiah, M. (2017a). Pedestrians' behavior towards the use of footbridges under the impact of motivational alerting posters: the case of Ipoh city, Malaysia. *Advances in Transportation Studies an International Journal*, 42, 117–128.
<http://web.a.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/ehost/detail/detail?vid=0&sid=c6aa8c36-22fc-4e00-bd18-60528a3c51c6%40sdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxbmc9ZXMmc210ZT1laG9zdC1saXZl#db=egs&AN=123785390>
- Hasan, R., & Napiah, M. (2017b). Utilization of footbridges: Influential factors and improvement proposals. In *Advances in Transportation Studies* (Vol. 43, pp. 43–60). Aracne Ed. <https://doi.org/10.4399/97888255077374>
- Hełdak, M., Konakoglu, S. S. K., Kurdoglu, B. C., Goksal, H., Przybyła, B., & Kazak, J. K. (2021). The role and importance of a footbridge suspended over a highway in the opinion of its users-trabzon (Turkey). *Land*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/land10040340>
- Hernández Villa, I. (2018, February 14). *La funcionalidad de los puentes peatonales - IMPLAN Torreón*. IMPLAN. <http://www.trcimplan.gob.mx/blog/puentes-peatonales.html>
- Hidalgo Solórzano, E., Campuzano Rincón, J., Chias Becerril, L., Reséndiz López, H., Baranda Sepúlveda, B., & Franco Arias, C. (2010). Motivos de uso y no uso de puentes peatonales

- en la Ciudad de México: la perspectiva de los peatones. *Revista de Salud Pública de México*, 52(6), 1–9. <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2010/sal106d.pdf>
- Hidayat, N., Kishi, K., & Choocharukul, K. (2011). Pedestrian Level of Service Model Incorporating Pedestrian Perception for Sidewalk with Vendor Activities. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9, 1012–1023. <https://doi.org/10.11175/easts.9.1012>
- Highways Department of The Hong Kong Government. (2014). Footbridges and Subways of Hong Kong. *Governmenton-Line Fact Sheet*. https://www.hyd.gov.hk/en/publications_and_publicity/publications/hyd_factsheets/doc/e_Footbridges_and_Subways.pdf
- Hijar, M. (2003). El crecimiento urbano y sus consecuencias no planeadas. El caso de los atropellamientos. *Caleidoscopio de La Salud*, 89–97.
- Huerta P, J. (2006). *Discapacidad y Accesibilidad: La dimensión desconocida* (L. Peñaherrera, Ed.). Fondo Editorial del Congreso del Perú. <http://www.congreso.gob.pe>
- Huerta Peralta, J. (2007). *Discapacidad y Diseño Accesible. Diseño urbano y arquitectónico para personas con discapacidad*. http://www.jaimehuerta.com/discapacidadydisenoaccesible_versionpdf.pdf
- INEI. (2017). *Perfil Sociodemográfico de la Población con Discapacidad*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1675/cap03.pdf
- INEI. (2021a). *Flujo vehicular por unidades de peaje*. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/09-informe-tecnico-flujo-vehicular-jul-2021.pdf>
- INEI. (2021b). *Perú: Estado de la Población en el año del Bicentenario, 2021*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1803/libro.pdf
- Jaskiewicz, F. (2000). *Pedestrian Level of Service Based on Trip Quality*. 1–14.
- Kadzim, H. N. (2012). A study on effectiveness of pedestrian bridge utilization. In *undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-study-on-effectiveness-of-pedestrian-bridge-Hidayah/ca0e6573b901de7f010d351b24b722648790c974>
- Landis, B. W., Vattikuti, V. R., Ottenberg, R. M., McLeod, D. S., & Guttenplan, M. (2001). Modeling the roadside walking environment: Pedestrian level of service. *Transportation Research Record*, 1773, 82–88. <https://doi.org/10.3141/1773-10>
- Lazou, O., Sakellariou, A., Basbas, S., Paschalidis, E., & Politis, I. (2015). *Assessment of LOS at pedestrian streets and qualitative factors. A pedestrians' perception approach*.
- Li, L., Cai, M., & Liu, Y. (2012). Integrated Benefit Evaluation of Pedestrian Bridge. *Environmental Modeling and Assessment*, 17(3), 301–313. <https://doi.org/10.1007/s10666-011-9292-0>
- López Reséndiz, H. D. (2005). *Georeferenciación de puentes peatonales en Ciudad de México y su relación con peatones atropellados*.
- Maiseloff, S. (2016). Cataloguing Detroit's 71 Pedestrian Bridges: Where from Here? *Journal of Transport & Health*, 3(2), S14–S15. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.05.048>

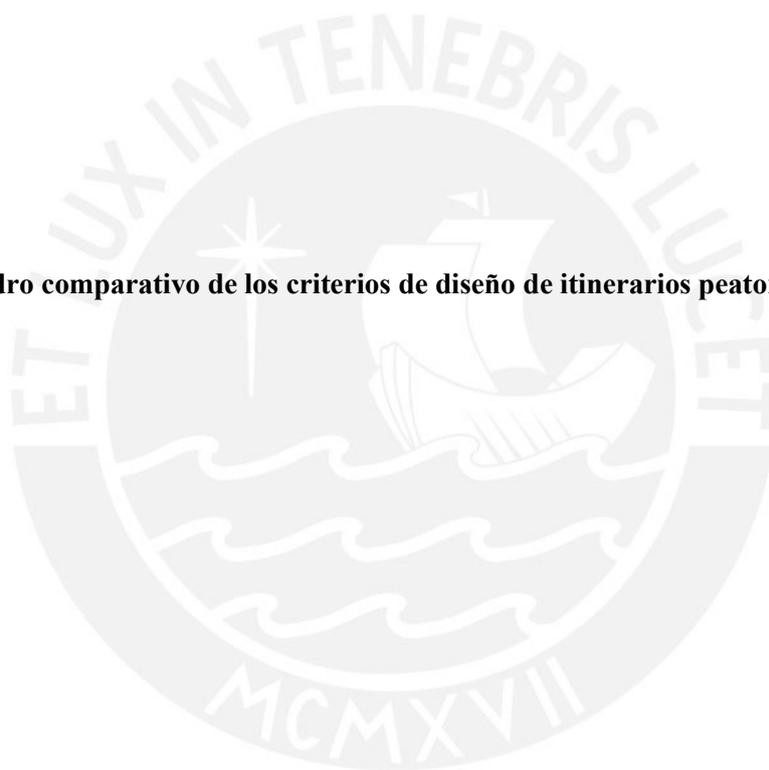
- Malik, I. A., Alwi, S. K. K., & Gul, N. (2017). A Survey to Understand People Perception of Pedestrian Bridges Usage on Shahrah-e-Faisal Road, Karachi-Pakistan. *New Horizons*, 11, 111–123.
<http://web.a.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=c67faecc-7acf-42ae-8d02-68275d690722%40sessionmgr4006>
- Márquez, L. (2015). Análisis de la percepción de seguridad en puentes peatonales: una aproximación mediante modelación híbrida *. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 93–110. <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v14n27/v14n27a07.pdf>
- Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social. (2009). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1147_GOB497.pdf
- Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 1 (2016) (testimony of Ministerio de Transportes y Comunicaciones).
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-09-16%20Manual%20de%20Dispositivos%20de%20Control%20del%20Tránsito%20FINALIZADO_24%20Mayo_2016.pdf
- Miśkiewicz, M., Pyrzowski, Ł., & Okraszewska, R. (2017). Pedestrian and bicycle bridges as examples of safe collision-free road crossings. *MATEC Web of Conferences*, 1–7.
www.google.pl/maps.
- Mohamad Nor, S. N., David Daniel, B., Hamidun, R., Al Bargi, W. A., Rohani, M. M., Prasetijo, J., Aman, M. Y., & Ambak, K. (2017). Analysis of Pedestrian Gap Acceptance and Crossing Decision in Kuala Lumpur. *MATEC Web of Conferences*, 103.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201710308014>
- Mori, M., & Tsukaguchi, H. (1987). A new method for evaluation of level of service in pedestrian facilities. *Transportation Research Part A: General*, 21(3), 223–234.
[https://doi.org/10.1016/0191-2607\(87\)90016-1](https://doi.org/10.1016/0191-2607(87)90016-1)
- Move Trips. (2020, February 26). *¿QUÉ ES UNA VÍA EXPRESA?* - YouTube. Move Trips.
<https://www.youtube.com/watch?v=hUdAeAkeqJE>
- Decreto Supremo N° 033-2001-MTC | Gobierno del Perú, 1 (2001) (testimony of MTC).
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/343919-033-2001-mtc>
- MTC. (2018). *MANUAL DE PUENTES*.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/13370.pdf
- Municipalidad Provincial del Callao. (2010). *Reglamento de la Actualización del Plan Vial del 2010*.
https://www.academia.edu/4959601/REGLAMENTO_DE_LA_ACTUALIZACION_DE_LA_ACTUALIZACION_DEL_PLAN_VIAL_2010_LIMA
- Municipio de Guadalajara. (2011). *Manual de Lineamientos y Estándares para Vías Peatonales y Ciclistas*.
- Muraleetharan, T., Adachi, T., Uchida, K.-E., Hagiwara, T., & Kagaya, S. (2003). *A Study on Evaluation of Pedestrian Level of Service along Sidewalks and at Intersections Using Conjoint Analysis*.

- Mutto, M., Kobusingye, O. C., & Lett, R. R. (2002). The effect of an overpass on pedestrian injuries on a major highway in Kampala - Uganda. *African Health Sciences*, 2(3), 89–93. <https://doi.org/10.4314/ahs.v2i3.6784>
- Norma Técnica A.120 “Accesibilidad Universal en Edificaciones,” (2019) (testimony of MVCS). <https://dgadt.vivienda.gob.pe/Uploads/Norma-A120-Accesibilidad-Universal-en-Edificaciones.pdf>
- Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo*.
- Naciones Unidas. (2016a). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities (CRPD) | United Nations Enable*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Discapacidad. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>
- Naciones Unidas. (2016b). *CRPD and Optional Protocol Signatures and Ratifications*. https://www.un.org/disabilities/documents/2016/Map/DESA-Enable_4496R6_May16.jpg
- Nikiforiadis, A., & Basbas, S. (2019). Can pedestrians and cyclists share the same space? The case of a city with low cycling levels and experience. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101453. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101453>
- OMS. (2018). *Global status report on road safety 2018*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>
- OMS. (2020). *Road traffic injuries*. Organización Mundial de La Salud. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Ontario Traffic Manual. (2010). *Pedestrian Crossing Facilities*.
- OPS/OMS. (2018). *Speed and road crashes*. https://www.paho.org/sites/default/files/2018-SpeedRoadCrashes_ENGLISH_FINAL.pdf
- Otak, Inc., & Department of Transportation of Washington. (1997). *Pedestrian Facilities Guidebook*.
- Oviedo-Trespalacios, O., & Scott-Parker, B. (2017). Footbridge usage in high-traffic flow highways: The intersection of safety and security in pedestrian decision-making. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 49, 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.06.010>
- Pasha, M. M., Rifaat, S. M., Hasnat, A., & Rahman, I. (2015). Pedestrian’s behaviour on road crossing facilities. *Jurnal Teknologi*, 73(4), 77–83. <https://doi.org/10.11113/jt.v73.4292>
- Petritsch, T. A., Landis, B. W., McLeod, P. S., Huang, H. F., Challa, S., & Guttenplan, M. (2005). Level-of-service model for pedestrians at signalized intersections. *Transportation Research Record*, 1939, 55–62. <https://doi.org/10.1177/0361198105193900107>
- Petritsch, T. A., Landis, B. W., McLeod, P. S., Huang, H. F., Challa, S., Skaggs, C. L., Guttenplan, M., & Vattikuti, V. (2006). Pedestrian level-of-service model for urban arterial facilities with sidewalks. *Transportation Research Record*, 1982, 84–89. <https://doi.org/10.3141/1982-12>
- Ramadani, H. N., Rahmani, H., & Gazali, A. (2018). Study of efficiency pedestrian bridge crossing in the road of Pangerang Antasari, Banjarmasin. *MATEC Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818106009>

- Räsänen, M., Lajunen, T., Alticafarbay, F., & Aydin, C. (2007). Pedestrian self-reports of factors influencing the use of pedestrian bridges. *Accident Analysis and Prevention*, 39(5), 969–973. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.01.004>
- Raslan, R. A., Bakr, A. F., & Ayad, H. A. (2011). Simulation of Pedestrian Behaviour in Urban Spaces. A Case Study of “Sidi Gaber” Public Space, Alexandria, Egypt. *REAL CORP 2011 Tagungsband*, 863–872. https://www.academia.edu/663658/Simulation_of_Pedestrian_Behaviour_in_Urban_Space_s_A_Case_Study_of_Sidi_Gaber_Public_Space_Alexandria_Egypt
- Rizati, H., Ishak, S. Z., & Endut, I. R. (2013). The utilization rates of pedestrian bridges in. *BEIAC 2013 - 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium*, 646–650. <https://doi.org/10.1109/BEIAC.2013.6560210>
- Sahani, R., & Bhuyan, P. K. (2019). Pedestrian service quality models at un-signalized crossings. *Advances in Transportation Studies*, 47, 61–74. <https://doi.org/10.4399/9788255233485>
- Sangphong, O., & Siridhara, S. (2014). A Study of Footbridge Utilization Behavior in Nakhon Ratchasima. *Integrative Business & Economics*, 93–100. www.sibresearch.org
- Skandami, M. O., Anapali, I. S., & Basbas, S. (2020). Choosing footbridge or signalized crossing in an urban area: What triggers pedestrians? *Transactions on Transport Sciences*, 11(3), 37–51. <https://doi.org/10.5507/TOTS.2020.013>
- Soltani, A., & Mozayeni, S. (2013). Factors Affecting The Citizen’S Trends To Use The Pedestrian Bridges In Iran. *Management Research and Practice*, 5(4), 5–18. <https://ideas.repec.org/a/rom/mrpase/v5y2013i4p5-18.html>
- Sukor, N. S. A., & Fisal, S. F. M. (2020). Safety, Connectivity, and Comfortability as Improvement Indicators of Walkability to the Bus Stops in Penang Island. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10(6), 6450–6455. <https://doi.org/10.48084/etasr.3849>
- Talevska, J., & Todorova, M. (2012). Contribution to Sidewalk Pedestrian Level of Service. *Transport Problems: An International Scientific Journal.*, 7, 5–13. <http://web.b.ebscohost.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/ehost/detail/detail?vid=0&sid=5a0d3528-fb2d-4778-88fc-4dd307764986%40pdc-v-sessmgr01&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=85911933>
- Tan, D., Wang, W., Lu, J., & Bian, Y. (2007). Research on Methods of Assessing Pedestrian Level of Service for Sidewalk. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 7(5), 74–79. [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(07\)60041-5](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(07)60041-5)
- Tanaboriboon, Y., & Jing, Q. (1994). *Chinese Pedestrians and Their Walking Characteristics: Case Study in Beijing*. 16–26. <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1994/1441/1441-003.pdf>
- The Center for Universal Design. (1991). *Accessible Environments: Toward Universal Desing* (R. Mace, G. Hardie, & J. Place, Eds.). NC State University. https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/pubs_p/docs/ACC%20Environments.pdf
- The Center for Universal Design. (1998). *The universal design file. Designing for all ages and abilities*.

- The Government of Western Australia. (2016). *Planning and designing for pedestrians: guidelines*. https://www.transport.wa.gov.au/mediaFiles/active-transport/AT_WALK_P_plan_design_pedestrians_guidelines.pdf
- Tuydes-Yaman, H., & Karatas, P. (2018). Evaluation of walkability and pedestrian level of service. *Intelligent Transportation and Planning: Breakthroughs in Research and Practice*, 264–291. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5210-9.ch012>
- Ujjwal, J., & Ranja Bandyopadhyaya, . (2021). Development of Pedestrian Level of Service Assessment Guidelines for Mixed Land Use Areas Considering Quality of Service Parameters. *Transportation in Developing Economies*, 7, 7. <https://doi.org/10.1007/s40890-021-00113-8>
- Universidad Nacional de Colombia. (2000). *Accesibilidad al medio físico y al transporte- Manual de referencia* (L. F. Pinto, D. Ceron Saenz, A. M. Rojas Erazo, & N. Morales, Eds.).
- U.S. Department of Transportation. (2002). *Pedestrian Facilities Users Guide-Providing Safety and Mobility*. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/01102/01102.pdf>
- Wang, W., Siu, K. W. M., & Wong, K. C. K. (2016). The pedestrian bridge as everyday place in high-density cities: An urban reference for necessity and sufficiency of placemaking. *Urban Design International*, 21(3), 236–253. <https://doi.org/10.1057/udi.2016.3>
- Yılmaz Çakmak, B., & Alkan Meşhur, H. F. (2018). Universal Design in Urban Public Spaces: The Case of Zafer Pedestrian Zone / Konya -Turkey. *Iconarp International J. of Architecture and Planning*, 6(Special Issue), 15–40. <https://doi.org/10.15320/iconarp.2018.47>
- Zhuang, X., & Wu, C. (2011). Pedestrians' crossing behaviors and safety at unmarked roadway in China. *Accident Analysis and Prevention*, 43(6), 1927–1936. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.005>

8.1 Cuadro comparativo de los criterios de diseño de itinerarios peatonales accesibles



Leyenda:
<input checked="" type="checkbox"/> Brinda información
<input type="checkbox"/> No brinda información
Obs: Información extra sobre...

Manual	Antropometría de la persona en silla de ruedas	Rampa	Escalera	Pasamanos	Vereda: Franja de circulación	Isla de Refugio	Crucero Peatonal	Estacionamiento para discapacitados	Puente peatonal	Apoyo visual
"Manual de Accesibilidad Universal" Chile	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho : 0.80m <input checked="" type="checkbox"/> Largo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.50m	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.90m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12% max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.5x1.5m Obs: Tablas para variar pediente según longitud de desarrollo	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input checked="" type="checkbox"/> Paso : 0.28m min <input checked="" type="checkbox"/> Contrapaso : 0.18m max <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.95,0.75,0.1-0.2m <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 3.5-4.5cm <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del muro : 5cm <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : no indica <input type="checkbox"/> Bordillo : -	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.10m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input type="checkbox"/> Pend. longitudinal : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12-8% max Obs: Criterios para cada tipo de rampa	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.50m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.00m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.10m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : variado Obs: Tabla para cantidad de estacionamientos	<input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Guía podotáctil <input checked="" type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Colocado en inicio/fin de escaleras y rampas, cruces peatonales, franja de guarnición, isla de refugio
"Abu Dhabi Urban Street Design Manual" Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos	<input type="checkbox"/> Ancho : - <input type="checkbox"/> Largo : - <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.80m	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.9m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 8.33% max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.30m Obs:	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input type="checkbox"/> Paso : - <input type="checkbox"/> Contrapaso : - <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.7m mín <input type="checkbox"/> Diametro : - <input type="checkbox"/> Distancia del muro : - <input type="checkbox"/> Extensión : - <input type="checkbox"/> Bordillo : -	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.1m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 5% Obs: Obs: Información de anchos por zona, sobre la ubicación, bolardos	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 2m <input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - Obs:	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 8.33% Obs: Frecuencia de la ubicación de cruces	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.50m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.00m <input type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : - <input type="checkbox"/> Criterio de cantidad : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input type="checkbox"/> Guía podotáctil <input checked="" type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Colocado en cruces peatonales, franja de guarnición
"ADA-Standards for Accessible Design" Estados Unidos	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho : 0.76m <input checked="" type="checkbox"/> Largo : 1.22m <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.525m	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.915m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 8.33% max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.525x1.525m Obs:	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input checked="" type="checkbox"/> Paso : 0.28m min <input checked="" type="checkbox"/> Contrapaso : 0.1-0.18m <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.865-0.965,0.71,0.10m <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 5.7cm <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del muro : 3.8cm <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : 0.305m <input type="checkbox"/> Bordillo : -	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.03m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.22m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 5% max Obs:	<input type="checkbox"/> Longitud mínima : 1.22m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.915m Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.915m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 8.33% max Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.44m <input type="checkbox"/> Largo de cajón : - <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.525m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : 1@25 Obs:	<input type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input type="checkbox"/> Guía podotáctil <input type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Escalera, cruces, rampas
"Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad" Ciudad de México, México	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho : 0.80m <input checked="" type="checkbox"/> Largo : 1.37m <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.60m	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 8% max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.50m Obs: Tablas para variar pediente según longitud de desarrollo	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input type="checkbox"/> Paso : - <input type="checkbox"/> Contrapaso : - <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.90, 0.75m <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 3.4cm <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del muro : 4cm <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : 0.30m <input checked="" type="checkbox"/> Bordillo : 0.10m	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.20m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 4% max Obs: Información de anchos por zona, ampliaciones para giro	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 2.00m <input type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m Obs: Diseño con rampas	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : - Obs: Colocar bolardos	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.40m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.00m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : 1@25 Obs: Criterios para ubicación perpendicular, diagonal y cordón	<input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Guía podotáctil <input checked="" type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Colocado en inicio/fin rampa, franja de circulación, cruces peatonales
"Accesibilidad al medio físico y al transporte" Colombia	<input type="checkbox"/> Ancho : - <input type="checkbox"/> Largo : - <input type="checkbox"/> Radio de giro : -	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12% max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.50m Obs: Tablas para variar pediente según longitud de desarrollo	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Paso : 0.30m min <input checked="" type="checkbox"/> Contrapaso : 0.16m max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.50m Obs: 2contrapasos+1paso=64cm, información sobre rampa escalera	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.90, 0.75m <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 4-4.5cm <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del muro : 4-4.5cm <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : 0.30m <input checked="" type="checkbox"/> Bordillo : 0.10m	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.10m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2-1% <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 5% Obs: Información de anchos por zona	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.50m Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.50m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12% max Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.50m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.00m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.25m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : 1@50 Obs: Criterios para ubicación perpendicular, diagonal y cordón	<input type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input type="checkbox"/> Guía podotáctil <input checked="" type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Colocado al inicio/fin de rampas y escaleras, islas de refugio, cruces peatonales
"Discapacidad y Diseño Accesible. Diseño urbano y arquitectónico para personas con discapacidad" Perú	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho : 0.90m <input checked="" type="checkbox"/> Largo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.50m	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.90m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12% max <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.20mx1.50m Obs: Tablas para variar pediente según longitud de desarrollo	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input type="checkbox"/> Paso : - <input type="checkbox"/> Contrapaso : - <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.80,0.65-0.75,0.10-0.25cm <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 3-4.5cm <input type="checkbox"/> Distancia del muro : - <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : 0.45m <input type="checkbox"/> Bordillo : -	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.10m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 5% max Obs:	<input type="checkbox"/> Longitud mínima : - <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 0.90cm Obs:	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input type="checkbox"/> Pend. longitudinal : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.50m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.00m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.30m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : 1@25 Obs: Criterios para ubicación perpendicular, diagonal y cordón	<input type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input type="checkbox"/> Guía podotáctil <input checked="" type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs:
"Manual de Lineamientos y Estándares para Vías Peatonales y ciclovías" Guadalajara, México	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho : 0.85m <input checked="" type="checkbox"/> Largo : 1.25m <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.50m	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.90 m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 8.33% <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.90m <input type="checkbox"/> Paso : - <input type="checkbox"/> Contrapaso : - <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs: 2contrapasos+1paso=64cm	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.90,0.75m <input type="checkbox"/> Diametro : - <input type="checkbox"/> Distancia del muro : - <input type="checkbox"/> Extensión : - <input type="checkbox"/> Bordillo : -	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.10m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2%-1% <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 4% max Obs: Información de anchos por zona	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 2.50m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m Obs: Ancho de cruce para ser necesario colocarlos	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12% max Obs:	<input type="checkbox"/> Ancho de cajón : - <input type="checkbox"/> Largo de cajón : - <input type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : - <input type="checkbox"/> Criterio de cantidad : - Obs:	<input type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input type="checkbox"/> Guía podotáctil <input type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs:
"Accesibilidad y Diseño Universal para todos" España	<input type="checkbox"/> Ancho : - <input type="checkbox"/> Largo : - <input type="checkbox"/> Radio de giro : -	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 10% <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.50x1.50m Obs: Tablas para variar pediente según longitud de desarrollo	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Paso : 0.30m min <input checked="" type="checkbox"/> Contrapaso : 0.16m max <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.95-1.05,0.65-0.75,0.15m <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 4.5-5cm <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del muro : 3.5cm <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : 0.20-0.30m <input type="checkbox"/> Bordillo : -	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.20m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 6% max Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m Obs:	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m <input type="checkbox"/> Pend. transversal : - <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 10% max Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.20m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.00m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : 1@40 Obs: Criterios para ubicación perpendicular, diagonal y cordón	<input type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Guía podotáctil <input type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Islas, franja de circulación, cruces peatonales y rampas
"Planning and Designing for Pedestrian" Western Australia, Australia	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho : 0.8m <input checked="" type="checkbox"/> Largo : 1.30m <input checked="" type="checkbox"/> Radio de giro : 1.50m	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.50m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2.5% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 7.10% <input checked="" type="checkbox"/> Descanso : 1.50x1.50m Obs: Tablas para variar pediente según longitud de desarrollo	<input type="checkbox"/> Ancho mínimo : - <input checked="" type="checkbox"/> Paso : 0.30m min <input checked="" type="checkbox"/> Contrapaso : 0.15-0.165m <input type="checkbox"/> Descanso : - Obs:	<input checked="" type="checkbox"/> Alturas : 0.86-1.00, 0.70m <input checked="" type="checkbox"/> Diametro : 3-5cm <input checked="" type="checkbox"/> Distancia del muro : 5cm <input checked="" type="checkbox"/> Extensión : 0.30m <input checked="" type="checkbox"/> Bordillo : 0.075-0.15m	<input checked="" type="checkbox"/> Altura libre mín : 2.00m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2.5% max <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 5% max Obs: Información de anchos por zona, bolardos	<input checked="" type="checkbox"/> Longitud mínima : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.80m Obs: Espacio para bicicleta, bolardos	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho mínimo : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Pend. transversal : 2.50% <input checked="" type="checkbox"/> Pend. longitudinal : 12.50% Obs: Criterios para cada tipo de rampa, bolardos	<input checked="" type="checkbox"/> Ancho de cajón : 2.40m <input checked="" type="checkbox"/> Largo de cajón : 5.40m <input checked="" type="checkbox"/> Ancho franja de circulación : 1.20m <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cantidad : 1@50 Obs: Criterios para ubicación perpendicular, diagonal y cordón	<input checked="" type="checkbox"/> Criterio de cuando emplearlos <input checked="" type="checkbox"/> Criterio de dimensionamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Guía podotáctil <input type="checkbox"/> Cambio de textura/color Obs: Colocado al inicio&fin de escaleras y rampas, crucero peatonal

8.2 Encuesta de opinión a los peatones sobre sus preferencias de cruce

Buenas tardes (noches)

Estoy trabajando en un estudio para elaborar una tesis de Movilidad y Transporte acerca de las facilidades que se le brinda al peatón al momento de cruzar la Av. Néstor Gambetta en el paradero “Teléfono”, las cuales se limitan al cruce semaforizado por la pista o el uso del puente peatonal. La finalidad de la tesis es plantear mejorar para brindar la caminata y que sea accesible para el mayor número de personas: adulto mayor, niños, personas con discapacidad visual y motriz.

Solicitamos de su apoyo voluntario para contestar las preguntas del cuestionario que no requerirá de más de 5 minutos de su tiempo. Sus respuestas serán confidenciales y anónimas.

Finalmente, solicitamos su máxima sinceridad posible. Muchas gracias por su colaboración.

Preguntas del Cuestionario

Tabla 13 Descripción del perfil del encuestado

Género del encuestado	1)	Hombre
	2)	Mujer
	3)	Otro
¿En qué rango de edad se encuentra?	1)	12-17 años
	2)	18-29 años
	3)	30-59 años
	4)	desde 60 años en adelante
¿Cuál es su condición física actual?	1)	Peatón sin limitaciones
	2)	Peatón en silla de ruedas
	3)	Peatón con apoyo para caminar
	4)	Persona invidente
	5)	Peatón con niño
	6)	Peatón con carga, cochecito
	7)	Mujer embarazada
	8)	Otro
¿Por qué motivo está en el paradero teléfono?	1)	Voy a hacer compras
	2)	Por motivos de trabajo
	3)	Regreso a casa
	4)	Estudios
	5)	Fines recreativos (pasear, salir con amigos, etc)
	6)	Asunto médico
	7)	Venta

¿Con qué frecuencia cruza por el paradero "Teléfono"

- 1) Casi nunca transito
- 2) Transito 3 veces por semana
- 3) Transito 5 veces por semana
- 4) Transito 1 vez todos los días
- 5) Transito 2 veces al día
- 6) Transito más de dos veces al día

¿Qué opción de cruce acaba de elegir o elegirá?

- 1) Cruzar por la pista (cruce semaforzado)
- 2) Cruzar por el puente peatonal

Fuente: Propia a partir de Skandami (2020)

Tabla 14 Opinión sobre la congestión vehicular

¿Cuál es la principal causa del congestión vehicular?

- 1) Insuficiente tiempo del semáforo
- 2) Falta de carriles extras de pista
- 3) Invasión de carriles por paraderos saturados
- 4) Exceso de semáforos que obligan a detenerse
- 5) La circulación de los vehículos de carga
- 6) La circulación de mototaxis
- 7) Maniobras imprudentes de los choferes
- 8) Otro

Fuente: Propia a partir de Skandami (2020)

Tabla 15 Opinión sobre el cruce semaforzado

¿Con qué frecuencia decide cruzar por el cruce semaforzado?

- 1) Siempre cruzo por el cruce semaforzado
- 2) La mayoría de veces cruzo por el cruce semaforzado
- 3) La mitad de veces cruzo por el cruce semaforzado
- 4) La mayoría de veces cruzo por el puente peatonal
- 5) Siempre cruzo por el puente peatonal

¿Cuál es la principal razón que afecta su decisión de cruzar por el cruce semaforzado?

- 1) La gran cantidad de vehículos que se acercan
- 2) La velocidad de los vehículos que se acercan
- 3) La cantidad de peatones que también esperan cruzar
- 4) El tiempo de espera en rojo hasta poder cruzar
- 5) Otro

¿Cuál es la principal razón que me lo motiva a cruzar por el cruce semaforzado?

- 1) La distancia a caminar es conveniente
- 2) Ahora tiempo para llegar a su destino
- 3) Es un hábito
- 4) El puente peatonal está lejos
- 5) Otro

Cruzo por el cruce semaforzado con la

- 1) Totalmente de acuerdo
- 2) De acuerdo
- 3) Indeciso

tranquilidad de no sufrir accidentes o ser asaltado

4) En desacuerdo
5) Totalmente en desacuerdo

¿El tiempo de verde para que yo cruce es suficiente?

1) Sí
2) No

Fuente: Propia a partir de Skandami (2020)

Tabla 16 Opinión sobre el puente peatonal

Independientemente de su distancia al puente peatonal, elige cruzar por el puente peatonal	1) Totalmente de acuerdo 2) De acuerdo 3) Indeciso 4) En desacuerdo 5) Totalmente en desacuerdo
Cruzo por el puente peatonal con la tranquilidad de no ser asaltado	1) Totalmente de acuerdo 2) De acuerdo 3) Indeciso 4) En desacuerdo 5) Totalmente en desacuerdo
Es adecuada la distancia y tiempo que se debe caminar cuando usa el puente peatonal	1) Totalmente de acuerdo 2) De acuerdo 3) Indeciso 4) En desacuerdo 5) Totalmente en desacuerdo
Recorrer los tramos de rampas del puente implica un esfuerzo extra	1) Totalmente de acuerdo 2) De acuerdo 3) Indeciso 4) En desacuerdo 5) Totalmente en desacuerdo
¿Cuál es la principal razón que lo motiva a usar el puente peatonal	1) La distancia a caminar es conveniente 2) Ahorra tiempo para llegar a su destino 3) Evita conflictos con vehículos 4) Es 'ta despejados 5) Camina a la velocidad que desea 6) El cruce semaforizado está lejos 7) Es un hábito 8) Otro
¿Cuál es la principal razón que lo desmotiva a usar el puente peatonal?	1) El tiempo que demanda recorrerlo 2) El puente está ubicado muy lejos 3) El puente me aleja de mi destino 4) Tengo temor a ser asaltado 5) El cansancio de recorrer todos los tramos

- 6) Es un hábito
- 7) Otro

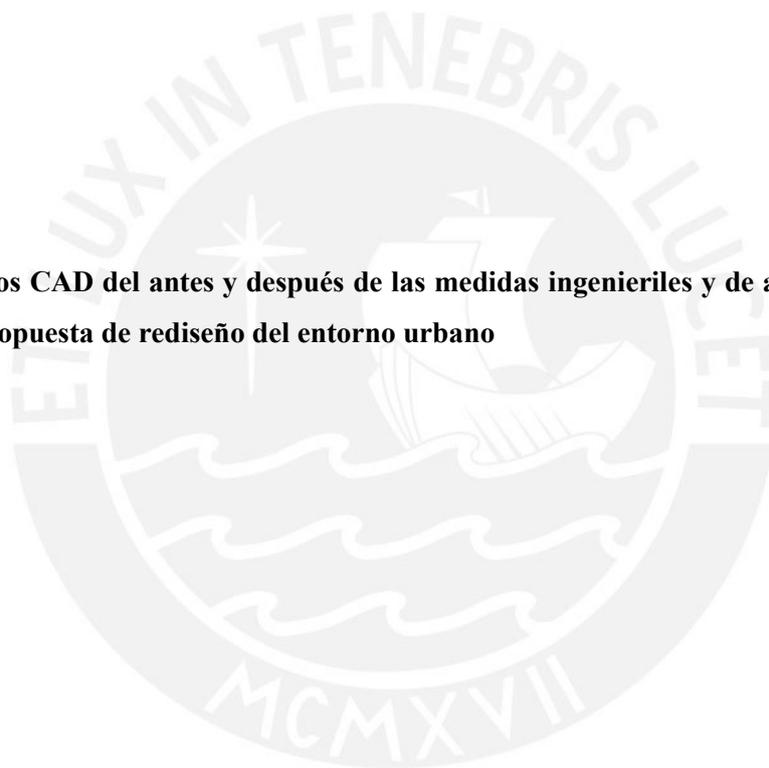
Fuente: Propia a partir de Skandami (2020)

Tabla 17 Recomendaciones para el rediseño urbano

¿El diseño de las calles a quién debe priorizar?	1) Al peatón
	2) Al vehículo
Marque los grupos de las personas que considere que pueden tener dificultades al cruzar por el puente peatonal	1) Adolescente, jóvenes y adultos
	2) Adulto mayor
	3) Niños
	4) Personas con discapacidad permanente
	5) Personas con discapacidad temporal
Según su percepción ¿cuál es la mejor opción de cruce para un adulto mayor, persona con discapacidad temporal o permanente? Y ¿Por qué?	() Puente peatonal
	1) Son seguros para evitar accidentes de tránsito
	2) Permite moderar la velocidad de cruce
	3) La inclinación de las rampas es adecuada
	4) Están despejados/sin obstáculos
	() Crucero semaforizado
	1) Se brinda apoyo para cruzar
	2) La distancia a cruzar evita el sobre esfuerzo
	3) Las rampas del crucero son adecuadas
	4) No necesitan apoyo extra para cruzar
	5) Es seguro para que crucen
¿Cómo mejoraría el diseño del puente peatonal actual?	1) Mismo puente, pero de tramos más cortos
	2) Cambiar a un puente de escaleras
	3) Mismo puente+segundo acceso de escaleras
	4) Mismo puente+segundo acceso con elevador
	5) Reemplazar el puente por un crucero peatonal
	6) El diseño del puente es totalmente adecuado
	7) Más seguridad
	8) Otro

Fuente: Propia a partir de Skandami (2020)

8.3 Planos CAD del antes y después de las medidas ingenieriles y de accesibilidad de la propuesta de rediseño del entorno urbano



LEYENDA DE SÍMBOLOS

	Paradero de buses		Estacionamiento para personas con discapacidad		Rotonda con techo de protección
	Rampa peatonal (7.5%-8%)		Árbol añadido		Moviliario de mesa, asiento y techo de protección
	Escalera (30cm de paso y 15cm de contrapaso)		Árbol existente		Señalización horizontal
	Guía podo táctil de advertencia		Pasto añadido		Demarcación
	Puesto de comercio/Kiosca		Pasto existente		Crucero peatonal elevado
	Banca de madera		Acera añadida		Nivel de referencia con respecto a la calzada
	Baranda		Acera existente		Semáforo

MEDIDAS INGENIERILES

1. Eliminación de puente peatonal
2. Aumentar el número de carriles de 2 a 3
3. Modificación del ciclo semaforico de la intersección
4. Desplazamiento de posición de paraderos
5. Peatonalización de espacio muerto no empleado por vehículos
6. Proveer señales preventivas en las intersecciones y cruces peatonales
7. Disminución de 2 medianas a 1 sola de mayor ancho y eje recto
8. Colocación de barandas para impedir el cruce negligente y protección de vegetación

MEDIDAS DE ACCESIBILIDAD

9. Instalación de rampas anchas y con pendiente máxima de 8%
10. Instalación de escaleras de 0.3m de paso y 0.16m de contrapaso
11. Instalación de guía podo táctil de advertencia en rampas, escaleras y mediana
12. Colocación de barandas en rampas largas y escaleras con pasamanos a altura de 0.1,0.7 0.9m con prolongación de 0.30m al inicio y fin
13. Inclusión de estacionamientos para discapacitados
14. Cambio de superficie de adoquines por acera de concreto
15. Dar mantenimiento a la calzada y acera
16. Ensanchamiento de acera con ancho efectivo mínimo de 2m
17. Reubicación de los quioscos y puestos de vendedores ambulantes
18. Mediana a nivel de la calzada
19. Aumento del número de paradero de autobuses con protección climática
20. Inclusión de mobiliario para el descanso
21. Creación de espacio de recreación y descanso en parque de la Plaza Cívica de Ventanilla

PROYECTO:
REDISEÑO DEL ENTORNO URBANO DE LA INTERSECCIÓN AV. NÉSTOR GAMBETTA Y LA AV. LA PLAYA

PLANO:
MEDIDAS DE REDISEÑO - PARTE 1

UBICACIÓN:
VENTANILLA - CALLAO

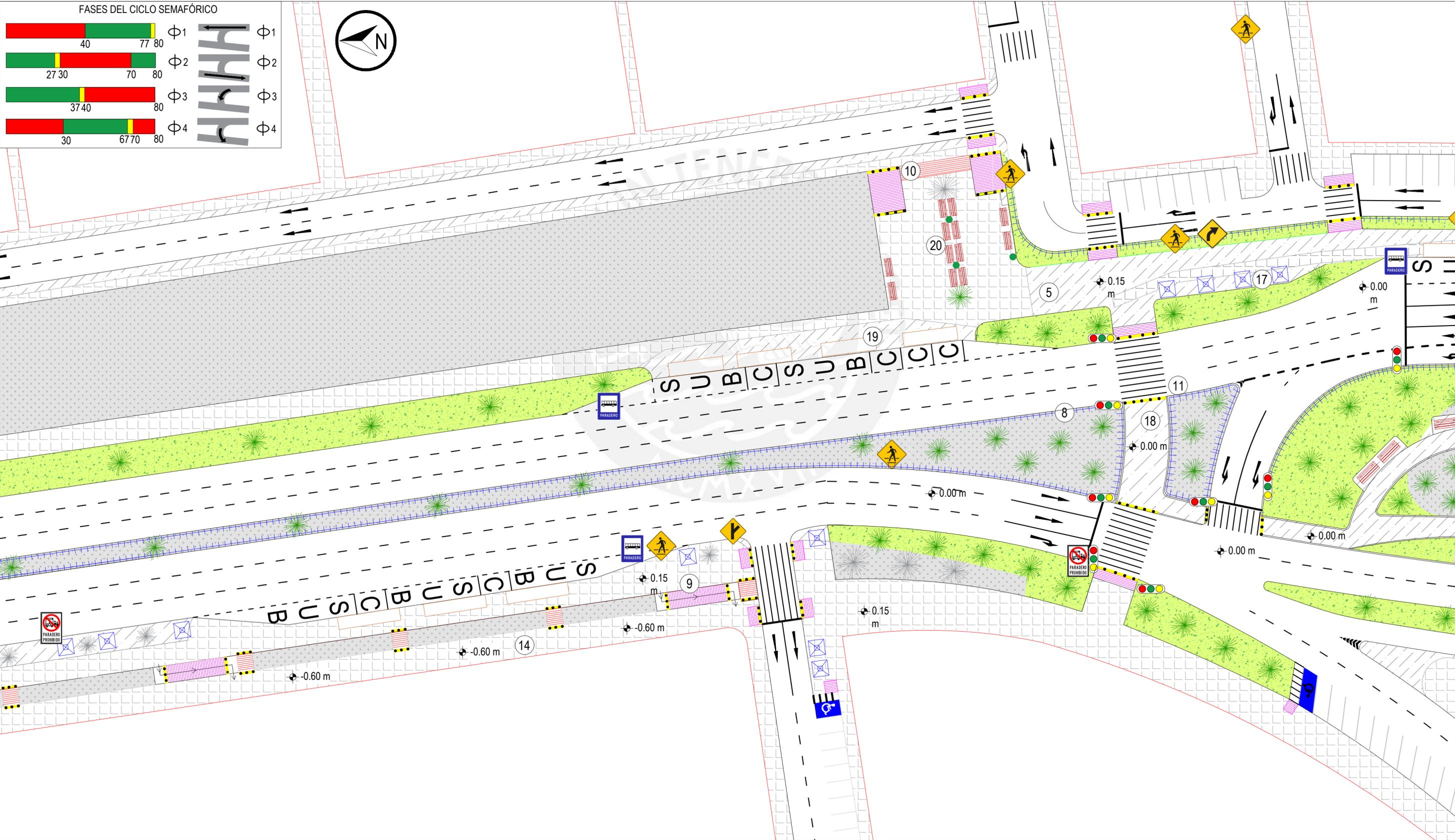
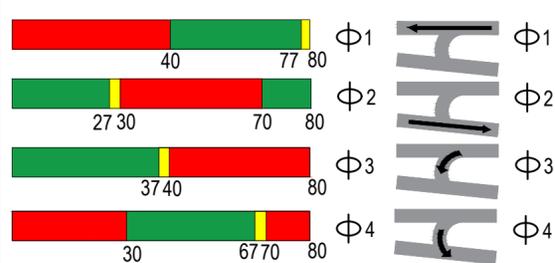
RESPONSABLE:
MARÍA ALEJANDRA DEL PILAR CASTILLO ROJAS

ESCALA: 1/400

FECHA: 14-11-2021

T-01

FASES DEL CICLO SEMAFÓRICO



LEYENDA DE SIMBOLOS

	Paradero de buses		Estacionamiento para personas con discapacidad		Rotonda con techo de protección
	Rampa peatonal (7.5%-8%)		Árbol añadido		Moviliario de mesa, asiento y techo de protección
	Escalera (30cm de paso y 15cm de contrapaso)		Árbol existente		Señalización horizontal
	Guía podo táctil de advertencia		Pasto añadido		Demarcación
	Puesto de comercio/Kiosca		Pasto existente		Crucero peatonal elevado
	Banca de madera		Acera añadida		Nivel de referencia con respecto a la calzada
	Baranda		Acera existente		Semáforo

MEDIDAS INGENIERILES

1. Eliminación de puente peatonal
2. Aumentar el número de carriles de 2 a 3
3. Modificación del ciclo semafórico de la intersección
4. Desplazamiento de posición de paraderos
5. Peatonalización de espacio muerto no empleado por vehículos
6. Proveer señales preventivas en las intersecciones y cruces peatonales
7. Disminución de 2 medianas a 1 sola de mayor ancho y eje recto
8. Colocación de barandas para impedir el cruce negligente y protección de vegetación

MEDIDAS DE ACCESIBILIDAD

9. Instalación de rampas anchas y con pendiente máxima de 8%
10. Instalación de escaleras de 0.3m de paso y 0.16m de contrapaso
11. Instalación de guía podo táctil de advertencia en rampas, escaleras y mediana
12. Colocación de barandas en rampas largas y escaleras con pasamanos a altura de 0.1, 0.7 0.9m con prolongación de 0.30m al inicio y fin
13. Inclusión de estacionamientos para discapacitados
14. Cambio de superficie de adoquines por acera de concreto
15. Dar mantenimiento a la calzada y acera
16. Ensanchamiento de acera con ancho efectivo mínimo de 2m
17. Reubicación de los quioscos y puestos de vendedores ambulantes
18. Mediana a nivel de la calzada
19. Aumento del número de paradero de autobuses con protección climática
20. Inclusión de mobiliario para el descanso
21. Creación de espacio de recreación y descanso en parque de la Plaza Cívica de Ventanilla

PROYECTO:
REDISEÑO DEL ENTORNO URBANO DE LA INTERSECCIÓN AV. NÉSTOR GAMBETTA Y LA AV. LA PLAYA

PLANO:
MEDIDAS DE REDISEÑO - PARTE 2

UBICACIÓN:
VENTANILLA - CALLAO

RESPONSABLE:
MARÍA ALEJANDRA DEL PILAR CASTILLO ROJAS

ESCALA: 1/400

FECHA: 14-11-2021

T-02

PUCP

FASES DEL CICLO SEMAFÓRICO

