

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Análisis de circulación de ciclistas: el caso de conexión
de la Av. La Cultura y el distrito de San Sebastián en
Cusco**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Gian Franco Carazas Sanchez

ASESOR:

Félix Israel Cabrera Vega


Lima, mayo , 2024

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 “Análisis de circulación de ciclistas: el caso de conexión de la Av. La Cultura y el distrito de San Sebastián en Cusco”, del autor Gian Franco Carazas Sanchez, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 11%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 31/05/2024.
- 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, 31 de mayo 2024

Apellidos y nombres del asesor <u>Cabrera Vega Felix Israel</u>	
DNI: 22309049	Firma 

RESUMEN

La presente tesis de investigación se enfoca en el tema de ciclovías en la ciudad de Cusco, y en particular a la que se encuentra en la Av., La Cultura. Estas fueron improvisadas, sin tomar en cuenta los parámetros de tipo climático ya que la ciudad presenta niveles de precipitación altos, a partir de la emergencia sanitaria. Se analizarán los aspectos técnicos de su implementación mediante técnicas de ciencias sociales como encuestas las cuales se realizaron a los usuarios de las ciclovías, las cuales tomaban en cuenta principalmente los siguientes aspectos: señalización, percepción de seguridad vial e infraestructura ciclovial. Además, se analiza el rol del Municipio distrital en la ciudad de Cusco como agente de promoción para el uso de bicicletas y la falta de regulaciones para ciclistas. Se obtuvieron los siguientes resultados el 54% de ciclistas no se desplaza durante lluvias, el 54.4% de ciclistas se siente inseguros, el 57% de usuarios no usan estacionamientos, solo el 20% considera que la señalización es eficiente y solo el 14.3% considera que la infraestructura ciclovial es eficiente. El 70% piensa que el Municipio no promueve el uso de bicicletas y el 92% de ciclistas está de acuerdo en que este medio de transporte sea regulado. Se concluye que existe una limitada infraestructura ciclovial, también existen factores sociales y técnicos que afectan la seguridad vial de los ciclistas y la señalización que existe para ciclistas y conductores no es eficiente

Índice

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Preguntas de investigación.....	5
1.2.1 Pregunta de investigación general	5
1.2.2 Preguntas de investigación específicas	5
1.3 Hipótesis	5
1.3.1 Hipótesis general.....	5
1.3.2 Hipótesis específicas	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Justificación	6
1.6 Limitaciones.....	7
CAPITULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
2.1 Conceptos generales	8
2.1.1 Espacio público	8
2.1.2 Pirámide de modos.....	8
2.1.3 Red ciclovial.....	9
2.1.4 Vías no segregadas.....	11
2.1.4.1 .Vías compartidas	12
2.1.4.2 Ciclocarril.....	13
2.1.5 Vías segregadas.....	14
2.1.5.1 Ciclovías.....	15
2.1.5.2 Cicloacera y ciclosenda	16
2.2 Escorrentía de aguas pluviales	17
2.3 Elementos de escorrentía pluvial	19
2.3.1 Jardín para bioretención	19
2.3.2 Concreto permeable	22
2.3.3 Infraestructura para escorrentía de aguas pluviales	24
2.3.4 Estacionamientos para bicicletas.....	25
2.4 Regulaciones para ciclistas	27

2.4.1	Uso de cascos	27
2.5	Señalización	28
2.5.1	Control de señalización eléctrica	29
2.5.2	Señalización intermitente	29
2.5.3	Señalización híbrida	31
2.5.4	Cajas de señalización	32
CAPITULO 3: METODOLOGIA DEL TRABAJO		34
3.1	Contexto de la investigación	34
3.2	Diseño de la investigación	34
3.3	Enfoque cuantitativo	34
3.4	Enfoque cualitativo	35
3.5	Enfoque de la investigación	36
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.6.1	Encuesta	37
3.6.2	Software de procesamiento	39
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....		40
4.1	Descripción	40
4.2	Aspectos y características de la muestra.....	40
4.2.1	Encuesta	40
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		51
Referencias:		56

Lista de figuras

Figura 1: Riesgo personal	3
Figura 2: Precipitaciones mensuales en Cusco	4
Figura 3: Pirámide de modos	9
Figura 4: Red de estructura ciclovial	10
Figura 5: Tabla de segregación vial	11
Figura 6: Vía compartida	13
Figura 7: Ciclocarril	14
Figura 8: Ciclovía bidireccional	16
Figura 9: Cicloacera	17
Figura 10: Ciclosenda	17
Figura 11: Calle principal pre intervención	18
Figura 12: Calle post intervención	18
Figura 13: Esquema de bioretención	22
Figura 14: Tipos de concreto permeable	23
Figura 15: Medianas para escurrientías	25
Figura 16: Efectos del uso de casco	28
Figura 17: Señalización electrónica	29
Figura 18: Señalización activa	30
Figura 19: Señalización híbrida	31
Figura 21: Tiempo usando bicicleta	40
Figura 22: Frecuencia de tránsito con bicicleta	41
Figura 23; Cantidad de ciclistas que se desplazan durante las lluvias	41
Figura 24: Percepción de seguridad vial de los ciclistas encuestados	43
Figura 25: uso de estacionamientos para bicicletas	45
Figura 26: Señalización en las intersecciones	46
Figura 27: Infraestructura ciclovial	47
Figura 28: Rol de la Municipalidad del Cusco como promotor del ciclismo	47
Figura 29: Regulaciones a ciclistas	48
Figura 30: Desplazamiento de acuerdo a ubicación de ciclovía	49

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El sistema de transportes peruano se caracteriza por tener un diseño orientado para dar prioridad al vehículo. La presencia de un modelo urbano que privilegia el uso de vehículos a motor por encima de peatones y ciclistas, careciendo de adaptación a las variadas necesidades y particularidades de la población, conlleva una serie de consecuencias adversas en términos de medio ambiente, economía, acceso a la ciudad, justicia social y seguridad en las vías. (MLM, 2017).

En Lima y Callao, se está llevando a cabo un proceso de modernización del sistema de transporte con el objetivo de establecer un Sistema Integrado de Transporte (SIT). Junto con iniciativas como El Metropolitano y el Metro de Lima, se están delineando corredores viales y se está planificando una estructura de ejes para el transporte masivo. Se ha introducido un nuevo reglamento de transporte que incluye el concepto de bus patrón para equilibrar la oferta y reducir las emisiones. Se están licitando nuevas rutas en corredores prioritarios y formalizando a los operadores, mientras que también se ha puesto en marcha el programa de chatarreo. Se está promoviendo la reorganización de las principales vías y se está reformando el sistema de taxis. Estos son los primeros pasos esenciales de una reforma que se considera crucial. No obstante, se reconoce que llevar a cabo reformas en Perú, y en los países en desarrollo en general, es altamente complejo. Se debe tener en cuenta la enormidad del desafío. En esta ocasión, la reforma truncada fue la del transporte. El ministro Juan Silva convocó a varios representantes del sector y les propuso la reestructuración y el cambio de liderazgo en la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao, así como en la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías. Sin embargo, este actor político parece no ser consciente de sus propios límites como agente de reforma o, si lo es, no le da importancia (Dargent Eduardo, 2021).

En Cusco, la realidad no es distinta a la descrita. Además, existe una limitada educación vial por parte de los conductores, peatones y pasajeros. En dicho escenario, se encuentra involucrado el ciclista, sujeto que se ve perjudicado por una serie de factores, los cuales serán detallados a continuación.

La falta de inclusión del ciclista en el sistema de transporte es evidente, ya que las autoridades no han regulado este medio de transporte ni a sus usuarios. Es necesario revisar y consolidar las diversas normativas en un marco legal coherente, claro y bien estructurado, basado en un enfoque de movilidad urbana sostenible y de fácil acceso y comprensión. Además, es crucial que las diferentes entidades estatales con competencias en movilidad urbana y transporte, a nivel nacional, regional y local, coordinen sus esfuerzos para garantizar el cumplimiento de los objetivos y acciones establecidos en la Ley 29593, que declara de interés nacional el uso de la bicicleta y promueve su utilización como medio de transporte sostenible (MLM, 2017). En Cusco, no existe una red ciclovial. El cual se refiere a un sistema integrado de vías, intersecciones y espacios urbanos diseñados específicamente para facilitar una circulación segura y eficiente de bicicletas. (MLM, 2017). No hay conexión entre puntos estratégicos que promuevan el uso de este medio de transporte. Además, las ciclovías se encuentran aisladas, ya que no hay articulación entre las que han sido improvisadas, durante la pandemia, y las que existían. Adicionalmente, los estacionamientos para los ciclistas son escasos, no son fáciles de encontrar y son inseguros, no poseen un espacio claramente delimitado y señalizado. La dificultad que se presenta en el momento de estacionar el hecho de no contar con un lugar cómodo y seguro para estacionar la bicicleta cuando no está en uso es uno de los principales factores que desalientan su utilización como medio de transporte para desplazamientos diarios en la ciudad. (MTC, 2016).

Las ciclovías carecen de una adecuada segregación vial. Estas no cuentan con espacios claramente delimitados y son constantemente invadidas tanto por vehículos como por

peatones. Una de las consecuencias, que se genera en los usuarios de las ciclovías, del mencionado efecto es una percepción de seguridad vial baja. La razón principal que la población menciona para no optar por la bicicleta como medio de transporte es la percepción de que no es lo suficientemente seguro, especialmente debido a la vulnerabilidad ante posibles accidentes (MTC, 2016). En la figura 1 se muestra la cantidad de accidentes fatales que ha habido por año para peatones y conductores a nivel nacional.

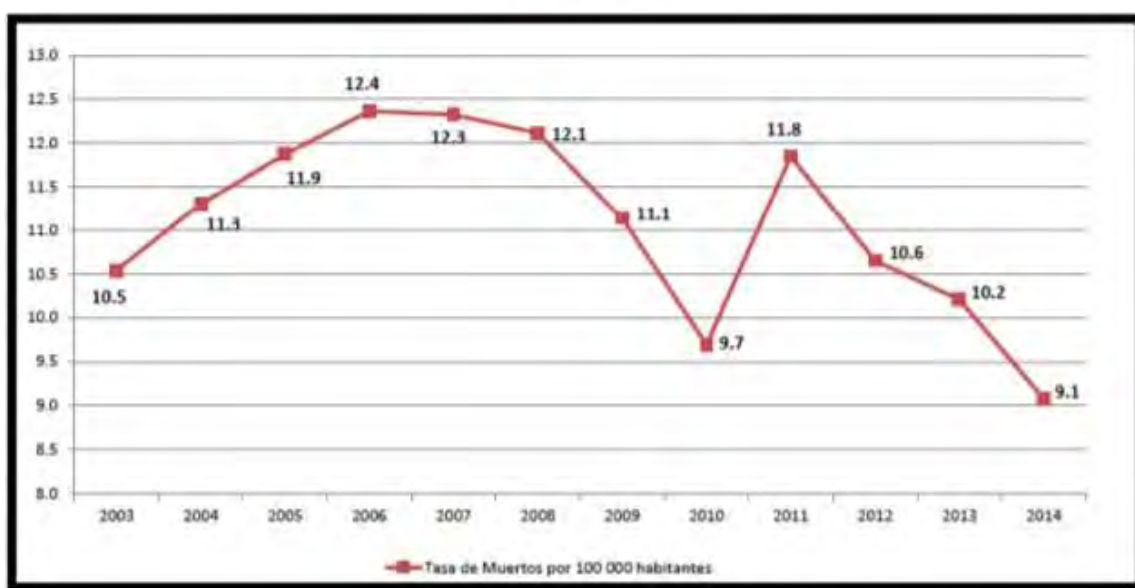


Figura 1: Riesgo personal

Fuente: MTC (2014)

Las condiciones climáticas de Cusco se caracterizan por tener un nivel alto de precipitaciones por año. En la figura 2, se observan las precipitaciones mensuales de las 5 estaciones hidrometeorológicas más representativas del Cusco. El rango de precipitaciones más intensas se encuentra desde noviembre hasta marzo. En este contexto, no existe ninguna protección frente a factores meteorológicos.

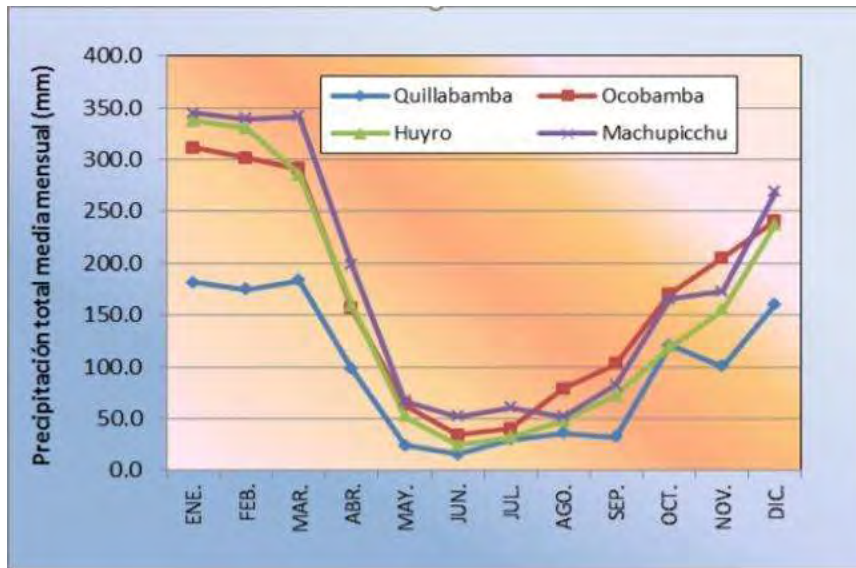


Figura 2: Precipitaciones mensuales en Cusco

Fuente: SENAHMI

A pesar de los desafíos mencionados, la bicicleta sigue siendo un medio de transporte ampliamente utilizado en la ciudad del Cusco. Este estudio tiene como objetivo examinar, desde la perspectiva de la movilidad y la seguridad vial, uno de los tramos más importantes de la ciudad, ubicado en la Avenida de la Cultura. Específicamente, se centra en la intersección entre las ciclovías de la Avenida de la Cultura y su prolongación hasta el distrito de San Sebastián.

1.2 Preguntas de investigación

1.2.1 Pregunta de investigación general

¿Existen las condiciones necesarias y los medios necesarios para que los ciclistas circulen en la Av. La Cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián?

1.2.2 Preguntas de investigación específicas

¿Qué factores afectan la seguridad vial de los usuarios de las ciclovías?

¿Qué provoca que los ciclistas y conductores no tengan un espacio claramente organizado?

¿Qué limitaciones se presentan para que los ciclistas puedan continuar los trayectos de Av. La Cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián?

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis general

La intersección de Av. La cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián no tiene las condiciones necesarias para que sea cicloinclusiva.

1.3.2 Hipótesis específicas

Existen factores sociales y técnicos que afectan la seguridad vial de los usuarios de las ciclovías.

La señalización tanto para ciclistas como para conductores de vehículos se percibe como ineficiente..

La infraestructura ciclovial limita las condiciones de circulación de los usuarios de la ciclovía analizada.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Exponer las limitaciones de los ciclistas y mejorar las condiciones de circulación de la Av.

La cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar cuáles son los factores sociales y técnicos que limitan la seguridad vial que tienen los usuarios de las ciclovías
- Evaluar si la señalización de la ciclovía tanto para usuarios como para conductores es eficiente.
- Determinar cuáles son las limitaciones de infraestructura ciclovial que existen en el tramo analizado.

1.5 Justificación

La presente investigación explora las limitaciones que presentan los ciclistas al circular por la ciclovía de Av. La cultura. Además, le otorga valor teórico al analizar una parte de todo el sistema de transportes. Por último, se le puede agregar relevancia social porque se busca promover la circulación de los ciclistas con la seguridad vial que requieren, una adecuada señalización y segregación vial óptima. Por lo mencionado anteriormente, se busca integrar al ciclista al sistema de transportes del Cusco y la posibilidad de diversificar los medios de transporte de la región. Adicionalmente, tendrá una implicancia práctica debido a que se analizará la circulación, trayectoria, señalización y seguridad vial para los ciclistas. Los análisis mencionados son importantes porque podrán ser replicados para distintos tramos de la ciudad.

1.6 Limitaciones

Esta investigación presenta varias limitaciones. En primer lugar, hay limitaciones en términos de recursos humanos y financieros. No se cuenta con respaldo económico de instituciones públicas o privadas, y no hubo colaboradores para llevar a cabo las encuestas en el campo. Además, el tiempo disponible para realizar el trabajo de campo y la revisión documental de la investigación es limitado. Por último, se enfrentan limitaciones poblacionales, ya que algunos ciclistas no estaban dispuestos a participar en la encuesta debido al tiempo que requería.



CAPITULO 2: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Conceptos generales

El análisis y justificación de la presente investigación utilizan diversos términos, principios y conceptos que serán ilustrados y definidos a continuación.

2.1.1 Espacio público

Se define espacio público de distintas maneras. Algunos autores poseen el siguiente enfoque. La forma construida y la estructura de una ciudad se componen de espacios y lugares contruidos como calles, edificios, parques y sistemas de transporte. Las calles proporcionan una red continua que conecta una variedad de entornos contruidos, proporcionando la infraestructura para facilitar el movimiento, los servicios esenciales y la actividad humana. La escala utilizada de los edificios y las hileras de casas que enmarcan cada calle para representar su carácter y la combinación adecuada de usos (NACTO, 2016). Para otros autores, el espacio público constituye la narrativa de la ciudad. Las dinámicas entre los habitantes y entre el poder y los ciudadanos se manifiestan y se expresan a través de las estructuras urbanas como calles, plazas, parques y lugares de encuentro, así como en los monumentos que los adornan (Borja, 2003).

2.1.2 Pirámide de modos

Esta imagen ha sido utilizada durante varios años para ilustrar de manera clara las preferencias de modos de transporte y sus características asociadas. La premisa es que los modos con mayores niveles de consumo de energía, velocidad y impacto tienden a beneficiar a aquellos que poseen condiciones más vulnerables y sostenibles (MLM, 2017). Los modos de transporte priorizados son aquellos que son menos contaminantes, consumen menos energía y presentan menos riesgos: los peatones y los ciclistas. Esta conceptualización jerárquica también debe reflejarse en la prioridad en las vías: los peatones siempre deben tener prioridad sobre otros

modos de transporte, seguidos por las bicicletas. En consecuencia, el diseño, la gestión y las inversiones en infraestructura deben promover la construcción de esta nueva jerarquía (MTC, 2016).

De lo mencionado anteriormente, se establece que existe una jerarquía como se observa en la imagen 1. Se observa que se le otorga prioridad al peatón y en segundo lugar a los ciclistas y finalmente a los automóviles particulares como medio de transporte menos favorable.

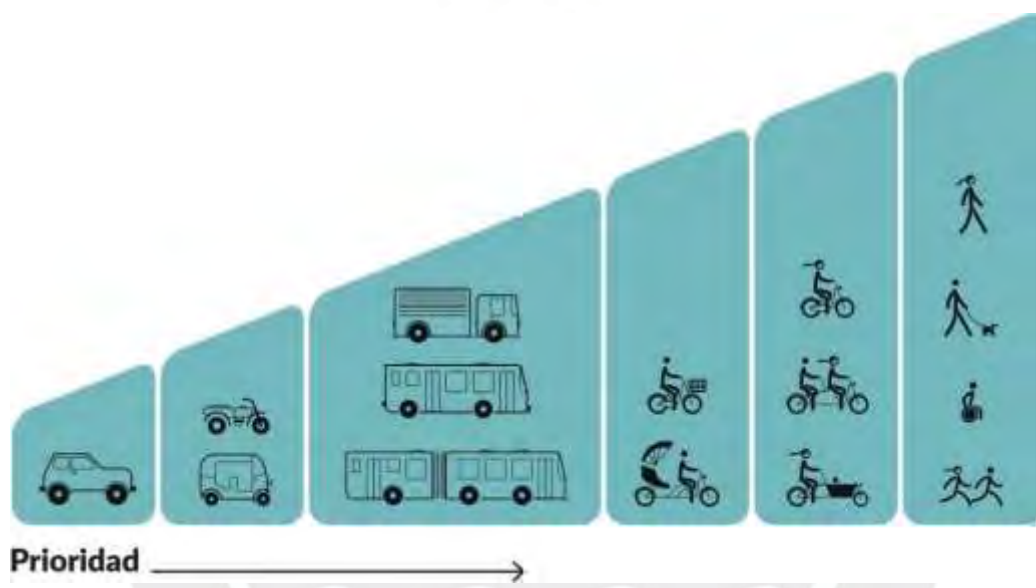


Figura 3: Pirámide de modos

Fuente: MLM 2017

2.1.3 Red ciclovial

La mayoría de carreteras, cruces y espacios urbanos que facilitan el tránsito completo de bicicletas conforman una red de infraestructura para bicicletas. Esta red abarca desde carreteras locales hasta vías arteriales y vías de recolección, conectando diversos puntos de interés en el espacio público y garantizando de esta forma una distribución equitativa de las vías para todos los ciclistas (MLM,2017).

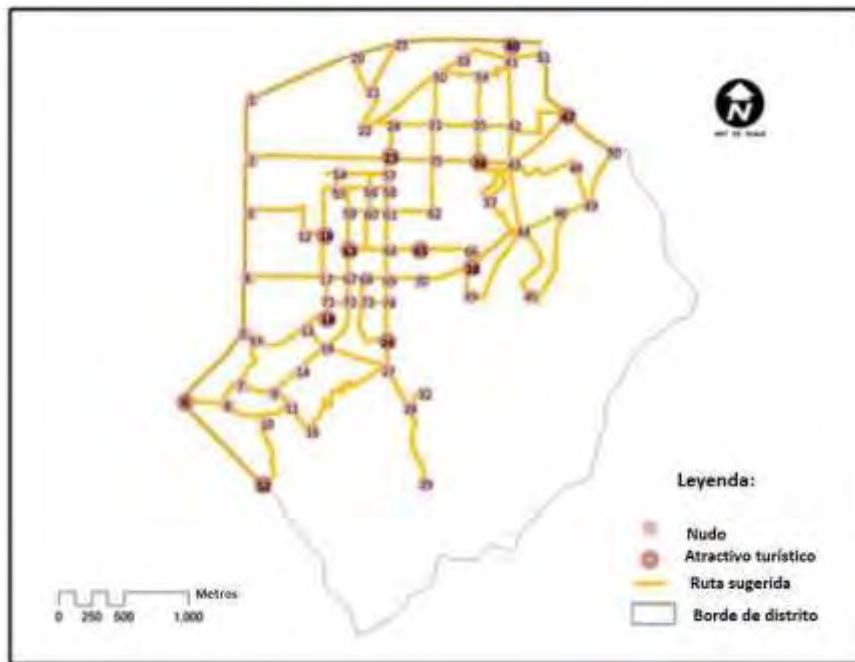


Figura 4: Red de estructura ciclovial

Fuente: adaptado de Jen-Jia Lin

Entre los parámetros de diseño para una red se deben tomar en cuenta: el número de puntos de origen y puntos de llegada (Tan et al., 2015). Modelos que optimicen el número de estaciones para ciclistas, sobre el número de estaciones y su análisis se debe tomar en cuenta: El diseño óptimo de este requiere una visión integrada que abarque el costo de viaje para los usuarios, análisis de costo de las estaciones de bicicletas, el costo de instalación de las rutas para bicicleta (Ciclovías) así como el nivel de servicio que estas podrían ofrecer (Lin & Yang Ta-Hui, 2011). Los requisitos de diseño de las ciclovías varían según el tipo de línea. Esta puede ser colectora, arterial o local. Las vías arteriales y colectoras suelen requerir tramos con infraestructura segregada o demarcada para bicicletas, debido a que tienen un mayor volumen de tráfico y velocidades más altas. Por otro lado, las carreteras locales generalmente no requieren esta separación, ya que tienden a tener velocidades más bajas (máximo 30 km/h) y un tráfico de vehículos de motor menos intenso (hasta 10,000 vehículos por día)(MLM, 2017). En esta reflexión, el factor principal para elegir un modelo de red ciclista es la velocidad y la intensidad del tráfico motorizado (Haase, 2012).

En otras palabras, una vez que se identifica la función y uso que tendrá la vía se define el diseño de perfil vial. Se considera entonces que existen dos factores a tomar en cuenta: la velocidad a la que circulan los automóviles en la vía y el volumen de vehículos que transitan en la vía. Ambos factores tienen una relación directamente proporcional con la segregación que posee la ciclovía. La figura 5 se detalla lo mencionado.



Figura 5: Tabla de segregación vial

Fuente: MLM 2017

2.1.4 Vías no segregadas

Las vías compartidas, caracterizadas por su baja velocidad y flujo de tráfico de vehículos a motor, fomentan la armonía, la seguridad y la convivencia entre peatones y ciclistas, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes y usuarios. Se consideran las más acordes con los principios de priorización establecidos en la pirámide de modos de transporte. Estas vías pueden servir como enlaces o complementos a la red principal de carriles para bicicletas. Los ciclistas pueden transitar compartiendo el espacio con otros usuarios, siempre respetando la misma dirección que los vehículos a motor (MLM, 2017). Circular en bicicleta por la calzada puede ser seguro y cómodo, convirtiéndose en una opción óptima para integrar a los ciclistas en la movilidad urbana.

Por otro lado, las calles cívicas están diseñadas para ajustar la velocidad de los vehículos a motor a los usuarios más vulnerables, como peatones y ciclistas. Se recomienda que estas

calles tengan un bajo flujo de tráfico motorizado para asegurar una circulación segura y cómoda para todos los usuarios de la calzada (MTC, 2016).

Según la figura 5, estas vías deben integrarse parcialmente con un volumen de tráfico de hasta 10,000 vehículos por día, y la velocidad de los vehículos no debe exceder los 30 kilómetros por hora. Estas vías pueden clasificarse en vías compartidas y ciclocarriles

2.1.4.1 .Vías compartidas

En este tipo de vías, se prioriza la seguridad del ciclista, quien puede transitar por el centro del carril o la calzada sin preocuparse por ser obstruido por vehículos que intenten adelantar a alta velocidad. El enfoque principal es reducir la velocidad para garantizar una mayor seguridad, disminuyendo así las posibilidades de accidentes graves y creando un entorno más seguro tanto para ciclistas como para peatones (MLM, 2017). En las vías compartidas, los ciclistas tienen el derecho de circular en paralelo o en el centro del carril, y los vehículos motorizados deben cederles el paso. La estrategia más efectiva para reducir las velocidades en estas vías es mediante la reducción de secciones de carriles o calzadas, reservando la implementación de elementos físicos para moderar la velocidad, como resaltos, solo para situaciones excepcionales. En estas calles, se privilegia a los modos no motorizados, permitiendo circular en paralelo o por el centro del carril (MTC, 2016). La Figura 6 ilustra una segregación completa que otorga una clara prioridad al ciclista.



Figura 6: Vía compartida

Fuente: NACTO 2016

2.1.4.2 Ciclocarril

Un ciclocarril se define como una porción de la calzada que ha sido delimitada con franjas rectas enmarcadas en la vía, destinada exclusivamente para el uso preferencial de los ciclistas. Estos carriles permiten que los ciclistas puedan circular a la velocidad de su elección sin interferir con el tráfico vehicular, y facilitan movimientos predecibles del ciclista durante su recorrido (NACTO, 2016). Se recomienda que la sección de los ciclocarriles tenga un ancho entre 1,40m y 1,80m, y que la velocidad máxima permitida sea de 40 km/h, lo que sugiere un ancho preferido para este carril de 3,00m. (MLM, 2017). Estudios han demostrado que delimitar los ciclocarriles al lado izquierdo del lugar de parqueo para automóviles es el lugar más efectivo. Esto promueve que los vehículos se mantengan parqueados lo más cercano a la vereda e incentivan a que los ciclistas circulen con una mejor consistencia y ritmo (NACTO, 2016). La figura 7 ilustra mejor lo mencionado.



Figura 7: Ciclocarril

Fuente: NACTO 2016

2.1.5 Vías segregadas

Son áreas en el diseño vial destinadas exclusivamente a la circulación de bicicletas, las cuales pueden estar integradas en la calzada, la acera o separadores laterales o centrales. Pueden ser de una sola dirección o bidireccionales, dependiendo del contexto. Estos carriles están claramente delimitados con pintura de un color contrastante y segregados del tráfico de vehículos a motor y de los peatones. Se establece que la infraestructura para ciclistas debe tener un color diferente al de la calzada o la acera para ser visible para todos los usuarios. Se prefieren los carriles para bicicletas en vías donde la velocidad del tráfico sea superior a 40 km/h y el flujo de vehículos sea mayor a 10,000 por día (MLM, 2017).

Las vías segregadas tienen las siguientes ventajas. Conservan y protegen el espacio designado para ciclistas otorgando una mayor percepción de seguridad vial. Reducen el riesgo y el miedo a impactar vehículos durante el trayecto Comparado con las vías no segregadas estas tienen

un menor índice de 28% menor de accidentes. Evitan el parqueo de carros a diferencia de las vías compartidas. Son más atractivas para los ciclistas de distintas edades (NACTO, 2016).

2.1.5.1 Ciclovías

Este tipo de estructuras pueden situarse al nivel de la calzada, al nivel de la acera o en una posición intermedia, siempre incluyendo algún tipo de barrera física para separar el espacio de circulación de las bicicletas del resto del tráfico vehicular o peatonal (MTC, 2016). Se prefiere esta infraestructura debido a su contribución a la seguridad vial del ciclista. Estos carriles pueden clasificarse según su dirección de circulación en dos categorías: unidireccionales y bidireccionales. En los carriles unidireccionales, se busca ubicarlos en el lado derecho de la vía, lo que facilita que los ciclistas se desplacen en la misma dirección que el flujo vehicular y se integren fácilmente a una nueva calle al cambiar de dirección. Además, son los más eficientes en términos de coste, ya que son intervenciones de bajo costo, se implementan rápidamente y ofrecen seguridad y comodidad a los ciclistas.

Por otro lado, los carriles bidireccionales son más comunes en avenidas, donde cruzar de un lado al otro de la vía es complicado y se requiere viajar en ambos sentidos por el mismo lado. Suelen ubicarse en áreas donde hay pocos giros o intersecciones y los conflictos con peatones y vehículos motorizados son mínimos. En comparación con los carriles bici en la acera, que se sitúan sobre la vereda, los carriles bidireccionales reducen los conflictos en las intersecciones con peatones y vehículos a motor (MTC, 2016).



Figura 8: Ciclovía bidireccional

Fuente: Jessica Tantalaoon (2010)

2.1.5.2 Cicloacera y ciclosenda

Las ciclovías en la acera deben ser planificadas en áreas con poco tránsito peatonal o con un ancho suficiente para garantizar una circulación segura tanto para ciclistas como para peatones. Es fundamental minimizar desniveles y abordar adecuadamente las intersecciones para evitar conflictos con los peatones, quienes tienen prioridad en las veredas.

Por otro lado, las ciclosendas no siguen el trazado de vías para vehículos motorizados, sino que están asociadas a áreas como parques lineales, malecones, paseos arbolados, corredores verdes u otra infraestructura donde no circulan vehículos motorizados (MLM, 2017).

Las ventajas que poseen son las siguientes. El mantenimiento es reducido debido a la limitada circulación vehicular. Visualmente reduce el ancho de la calle cuando el sentido de circulación es paralelo a esta. Incentiva a los ciclistas a usar la infraestructura en lugar de usar las veredas (NACTO, 2014).



Figura 9: Cicloacera

Fuente: Patricia Calderón 2017



Figura 10: Ciclosenda

Fuente: Patricia Calderón 2017

2.2 Escorrentía de aguas pluviales

La infraestructura para aguas pluviales no solo es un componente clave de la infraestructura urbana de una ciudad, sino que también contribuye al fortalecimiento de los lazos sociales dentro de un vecindario mediante el embellecimiento estético y la creación de espacios públicos. Además, se puede mejorar la movilidad y la seguridad de los usuarios de las calles, al mismo tiempo en el que se resalta de manera notoria las importantes funciones hidrológicas y ambientales de las calzadas. Aunque las calles y las ciudades pueden tener diversas formas, la infraestructura vial para la gestión de aguas pluviales puede integrarse en varios tipos de calles de acuerdo con su uso y los diferentes factores de escorrentía de aguas pluviales que existen en distintos entornos urbanos. Los elementos varían de acuerdo con el tipo de calle a

la que se desea adaptar. Los elementos apropiados en contextos seleccionados brindan orientación para el diseño y la ubicación de elementos para que estos funcionen de una manera efectiva como infraestructura hidrológica, social y como infraestructura social. Los elementos se pueden clasificar según su ubicación en la sección transversal, así como su naturaleza o su función.

El tipo de calle que se acerca a la Av. La cultura y su prolongación es la que se muestra a continuación.

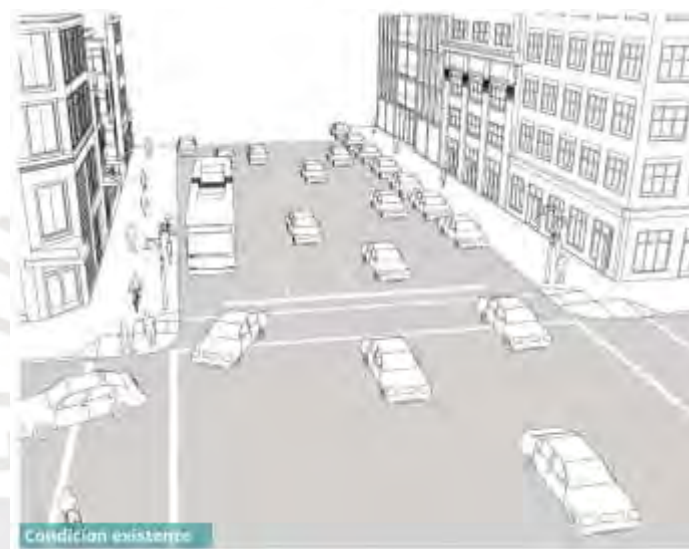


Figura 11: Calle principal pre intervención

Fuente: NACTO 2017



Figura 12: Calle post intervención

Fuente: NACTO 2017

Las opciones para poder implementar escorrentía de aguas pluviales al ecosistema denominado calle incluye una variedad de elementos que deben ser seleccionados, dimensionados y configurados para poder cumplir con su propósito. Estos elementos deben ser minuciosamente adaptados para poder cumplir con los objetivos en el sitio evaluado o propuesto. Estos pueden ir combinados en una calle para poder aprovechar todo el potencial y lograr el máximo valor performativo de la infraestructura vial (NACTO. & service, 2017).

2.3 Elementos de escorrentía pluvial

2.3.1 Jardín para bioretención

Las comunidades están incorporando cada vez más infraestructura verde como los jardines para la bioretención los cuales forman parte de los planes de gestión de aguas pluviales. La referencia a la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA) y su promoción de la bioretención como una estrategia de mitigación del desbordamiento de alcantarillado combinado es importante para resaltar la relevancia y respaldo oficial de esta técnica. Es fundamental reconocer que las regulaciones que fomentan la bioretención en nuevos proyectos son un paso positivo, pero pueden no ser suficientes para abordar completamente los desafíos de gestión de aguas pluviales en entornos urbanos densos.

En áreas urbanas densamente construidas, donde el espacio disponible es limitado, las soluciones de impacto reducido, como las macetas de bioretención de flujo continuo, pueden ser cruciales para permitir la implementación de prácticas de gestión de aguas pluviales incluso en lugares existentes. Estas macetas aprovechan el espacio poroso del medio para almacenar el agua de escorrentía, cumpliendo así con los objetivos de retención y detención necesarios para cumplir con las normativas de aguas pluviales.

La referencia a Nissen et al. (2020) sugiere que hay investigaciones recientes respaldando la eficacia potencial de las macetas de bioretención para cumplir con los objetivos de gestión de aguas pluviales. Esto destaca la importancia de la investigación continua y la innovación en el desarrollo de soluciones sostenibles para los desafíos ambientales urbanos.

El aumento del desarrollo urbano ha generado un incremento en la escorrentía de aguas pluviales debido al aumento de áreas impermeables. Para contrarrestar los efectos negativos de este aumento en la escorrentía, es común que los objetivos regulatorios limiten la tasa de descarga de aguas pluviales fuera del sitio, según lo señalado por la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (US EPA, 2009).

La bioretención se presenta como una solución efectiva para alcanzar estos objetivos de mitigación hidrológica. Consiste en un conjunto de tecnologías diseñadas para reducir el volumen de escorrentía de aguas pluviales, disminuir las tasas de flujo de escorrentía superficial, retrasar la descarga, mejorar la calidad del agua, o una combinación de estos aspectos (Hunt, Davis y Traver, 2012).

Existen numerosos beneficios documentados de la bioretención para la calidad del agua, como han señalado Brown y Hunt (2011), así como diversos estudios empíricos que demuestran la capacidad de la infraestructura verde para retener agua y retrasar la descarga máxima (Davis, 2008; Davis et al., 2012; Lucas, 2010; Voyde, Fassman y Simcock, 2010). Mucha investigación se ha centrado en el retraso de la descarga máxima y su potencial beneficio para reducir la carga en los sistemas de tratamiento de aguas residuales (Davis, 2008; Davis et al., 2012; Hunt et al., 2019). Uno de los beneficios clave de retrasar la descarga en áreas servidas por sistemas de alcantarillado combinado es que permite posponer el flujo de salida hasta que la carga hidráulica a través del alcantarillado se reduzca a un nivel dentro de la capacidad del sistema, lo que ayuda a evitar desbordamientos y sobrecargas en la infraestructura existente..

Las sembradoras de bioretención de flujo continuo generalmente se caracterizan por tener una instalación sobre el suelo sin contacto directo con el suelo subyacente, por lo que no se generan pérdidas volumétricas por exfiltración. Las sembradoras de flujo continuo cada vez son más utilizadas en ciudades como Portland, Filadelfia y Seattle (Philadelphia Water Department, 2011; Sullivan et al., 2008; Winer-Skonovd, 2010). La Oficina de Servicios Ambientales de Portland, OR (Oficina de Servicios Ambientales de la Ciudad de Portland, 2013) observó la hidrología de varias configuraciones de sembradoras. El monitoreo de una sembradora de flujo continuo revestido mostró los siguientes resultados una reducción del 90 % de los flujos máximos y una reducción del volumen del 28 % para la tormenta de diseño CSO de las sembradoras individuales. Se han encontrado investigaciones sobre sistemas de bioretención alineados que cumplen la función de una maceta de bioretención. Davis (2008) encontró un retraso en la escorrentía máxima que oscila entre 15 y 60 minutos para un drenaje insuficiente. A menudo se sugiere retener el alta como un beneficio de la técnica aplicada a la bioretención, pero si la demora no se usa estratégicamente, podría generar condiciones peores que las previas a la bioretención. Por ejemplo, los primeros estudios de las cuencas de detención sugirieron que las descargas retrasadas de la subcuenca aguas abajo pueden coincidir con las descargas máximas de las subcuencas aguas arriba, lo que exagera el caudal máximo en la salida de la cuenca (McCuen, 1974). El modelo de McCuen (1974) mostró que las superficies expuestas de drenaje completamente cubiertas por cuencas de detención tienen flujos máximos más bajos y un tiempo más largo para el flujo máximo que aquellas sin detención o con detención parcial o temporal. Por lo tanto, el retraso en la descarga de los flujos de lluvia debe cuantificarse para instalar estratégicamente

sin causar problemas a escala de aguas de alcantarillado. Asimismo, existe la necesidad de comprender los factores que controlan el retraso en la descarga de la sembradora de bioretención para poder cumplir su objetivo.



Figura 13: Esquema de bioretención

Fuente: Thompson 2017

Al respecto la (NACTO. & service), 2017) indica que en una vía poseen los siguientes beneficios Las macetas de bioretención ofrecen mayor capacidad dentro de la sección transversal para detención e infiltración de aguas pluviales que las zanjas de bioretención.

Las jardineras son altamente adaptables a la gran mayoría de contextos urbanos, y puede ser dimensionado y se modifica sin mucha dificultad para optimizar la tasa de infiltración en espacios restringidos.

2.3.2 Concreto permeable

El aumento de problemas relacionados con la gestión del agua en las ciudades, como inundaciones urbanas, escasez y contaminación del agua, ha llevado a un enfoque renovado en la adopción de prácticas de desarrollo sostenible, especialmente en el ámbito de la gestión de aguas pluviales. La rápida urbanización ha exacerbado estos problemas al aumentar la

impermeabilidad del suelo y alterar el ciclo natural del agua.

Para abordar estos desafíos, se está promoviendo el cambio de los sistemas de drenaje tradicionales hacia la adopción de sistemas de drenaje sostenibles. Estos sistemas sostenibles buscan replicar los regímenes hidrológicos previos al desarrollo de las cuencas hidrográficas mediante la infiltración, el almacenamiento, la evaporación y la detención de la escorrentía en la fuente. Esto implica adoptar tanto medidas de desarrollo de bajo impacto como sistemas de drenaje, lo que incluye el fomento de la reutilización y el reciclaje del agua de lluvia y la reducción del volumen de escorrentía sobre los sistemas de drenaje.

Entre las medidas de desarrollo de alto impacto se encuentran los pavimentos permeables, que ofrecen una serie de beneficios, como la captura de la escorrentía superficial, la mejora de la resistencia al deslizamiento, la reducción de contaminantes y la recarga de aguas subterráneas. Estos pavimentos se pueden clasificar en diferentes categorías según el tipo de material y las características de las estructuras. Aunque se reconoce que los pavimentos permeables pueden tener desafíos mecánicos, como una menor resistencia en comparación con los pavimentos convencionales, su capacidad para abordar los problemas de gestión de aguas pluviales en áreas urbanas, donde los espacios viales representan una gran proporción del área, los convierte en una medida eficaz y prometedora. Con mejoras continuas en durabilidad y funcionalidad, los pavimentos permeables tienen el potencial de desempeñar un papel crucial en la gestión sostenible del agua en entornos urbanos.

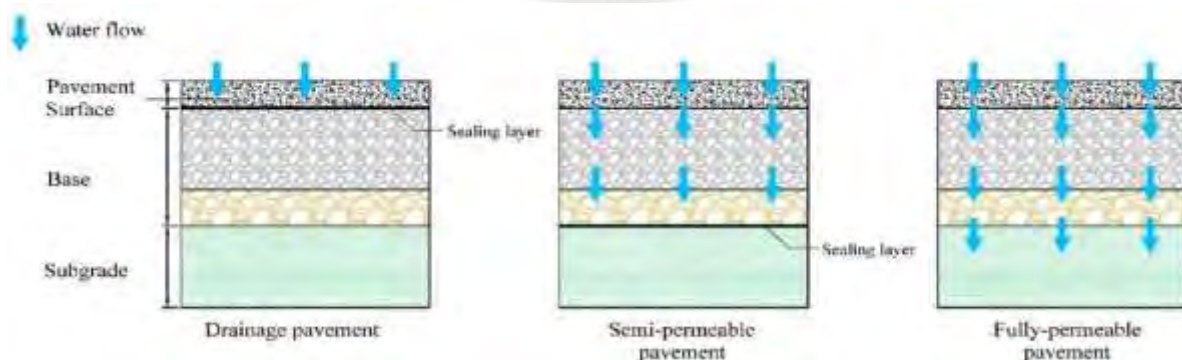


Figura 14: Tipos de concreto permeable

Fuente: Wang 2014

2.3.3 Infraestructura para escorrentía de aguas pluviales

Amplias medianas utilizadas para separar las indicaciones de tráfico pueden utilizarse para grandes cantidades de transporte de agua e infiltración. En calles de dimensiones muy anchas y avenidas, aguas pluviales verdes la infraestructura se puede acoplar con vías verdes para andar en bicicleta y caminar, proporcionando atractivo al público un espacio adyacente a la administración de aguas pluviales (NACTO. & service), 2017).

Estos elementos poseen los siguientes beneficios: las instalaciones medianas de bioretención utilizan el espacio potencialmente no utilizado en el derecho de paso y pueden reutilizar ese espacio en un espacio de calle multifuncional al proporcionar infraestructura de aguas pluviales y paisajes verdes. Las celdas medianas pueden ser instalaciones de aguas pluviales de muy alta capacidad, según el espacio del derecho de paso, ya que el acceso no es complicado para limitar (Selbig, 2015).

Al respecto se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones: Las medianas tienden a estar en el punto más alto de la pendiente transversal de una carretera; por lo tanto, la escorrentía de la calle normalmente no fluye en láminas hacia una mediana. Como resultado, las instalaciones de bioretención ubicadas en las medianas pueden requerir invertir la pendiente transversal de una calle para interceptar la escorrentía de la calle adyacente. Si no se puede modificar la sección transversal de la calle, se puede revisar las oportunidades para interceptar el agua pluvial recolectada en un sistema de transporte aguas arriba (de otras calles) y hacer que pase la luz del día a una serie de instalaciones de bioretención en la mediana (NACTO. & service), 2017).



Figura 15: Medianas para escorrentías

Fuente: Fotografía de Alice Thompson 21st Street (2016)

2.3.4 Estacionamientos para bicicletas

Durante El estacionamiento para bicicletas juega un papel crucial en la promoción del ciclismo urbano al proporcionar un espacio seguro y conveniente para estacionar las bicicletas. La disponibilidad, calidad y costo del estacionamiento pueden influir significativamente en la probabilidad de que las personas opten por utilizar la bicicleta como medio de transporte.

Investigaciones previas han demostrado que un mayor número de plazas de estacionamiento para bicicletas y un estacionamiento de mayor calidad están asociados con un aumento en el uso de la bicicleta como medio de transporte. Por ejemplo, estudios en Dinamarca han mostrado que la presencia de más lugares de estacionamiento para bicicletas, así como el acceso a estacionamientos cubiertos o casilleros para bicicletas, aumenta considerablemente la probabilidad de que las personas elijan la bicicleta como opción de transporte desde estaciones de transporte público.

La proximidad del estacionamiento también es un factor importante. Estudios han encontrado que cuando el estacionamiento para bicicletas está más cerca de la entrada de estaciones de

transporte público, existe una mayor probabilidad de que las personas opten por utilizar la bicicleta como medio de acceso. Además, la disponibilidad de estacionamiento gratuito para bicicletas se ha asociado con un mayor uso de la bicicleta en comparación con estacionamientos de pago. Aunque, se reconoce la importancia del estacionamiento para bicicletas, la provisión de estas instalaciones por parte de los empleadores o instituciones educativas puede ser heterogénea. Mientras algunas empresas y organizaciones consideran el estacionamiento para bicicletas como importante y esencial, otras pueden no proporcionarlo adecuadamente. La falta de estacionamiento para bicicletas de calidad y la prevalencia de estacionamiento ilegal pueden ser barreras para el uso de la bicicleta como medio de transporte en entornos laborales y educativos.

En resumen, el estacionamiento para bicicletas desempeña un papel clave en la promoción del ciclismo urbano al proporcionar un espacio seguro y conveniente para estacionar las bicicletas. La disponibilidad, calidad, costo y proximidad del estacionamiento son factores importantes que influyen en la elección de la bicicleta como medio de transporte, tanto en estaciones de transporte público como en entornos laborales y educativos.

2.4 Regulaciones para ciclistas

2.4.1 Uso de cascos

El uso de cascos de seguridad es fundamental para reducir el riesgo de lesiones en la cabeza y aumentar la seguridad vial para los ciclistas. Numerosos estudios han demostrado consistentemente la eficacia de los cascos en la prevención de lesiones graves en la cabeza en caso de accidentes.

Investigaciones como las de Dorschet et al. (1987) y Thompson et al. (1996) han demostrado que los cascos de bicicleta brindan protección efectiva contra golpes en la cabeza en choques reales, reduciendo significativamente el riesgo de lesiones graves e incluso la mortalidad. Estudios recientes respaldan estos hallazgos, confirmando que el uso de cascos puede reducir considerablemente el riesgo de lesiones en la cabeza y el cerebro, así como también las hospitalizaciones y los costos médicos asociados.

El informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del año 2004 resalta la importancia del uso adecuado de cascos de seguridad para motocicletas y bicicletas, señalando que puede reducir el riesgo de muerte en accidentes de tráfico en un 40% y el riesgo de lesiones graves en la cabeza en un 70%. Estos resultados respaldan la necesidad de promover el uso de cascos de seguridad en todos los ciclistas, incluidos aquellos que utilizan bicicletas eléctricas.

Las regulaciones y leyes que hacen obligatorio el uso de cascos para ciclistas eléctricos, como las implementadas en China, son fundamentales para aumentar la seguridad de los ciclistas y reducir la incidencia de lesiones graves en la cabeza. Estas regulaciones han demostrado tener un impacto positivo en el aumento del uso de cascos entre los ciclistas eléctricos, lo que a su vez contribuye a reducir la gravedad de las lesiones en caso de accidentes.

En resumen, el uso de cascos de seguridad es una medida efectiva para proteger la cabeza de los ciclistas y reducir el riesgo de lesiones graves en caso de accidentes. La implementación de regulaciones que hagan obligatorio el uso de cascos, junto con campañas de

concientización pública, son pasos importantes para promover la seguridad vial y proteger la salud de los ciclistas en todo el mundo.

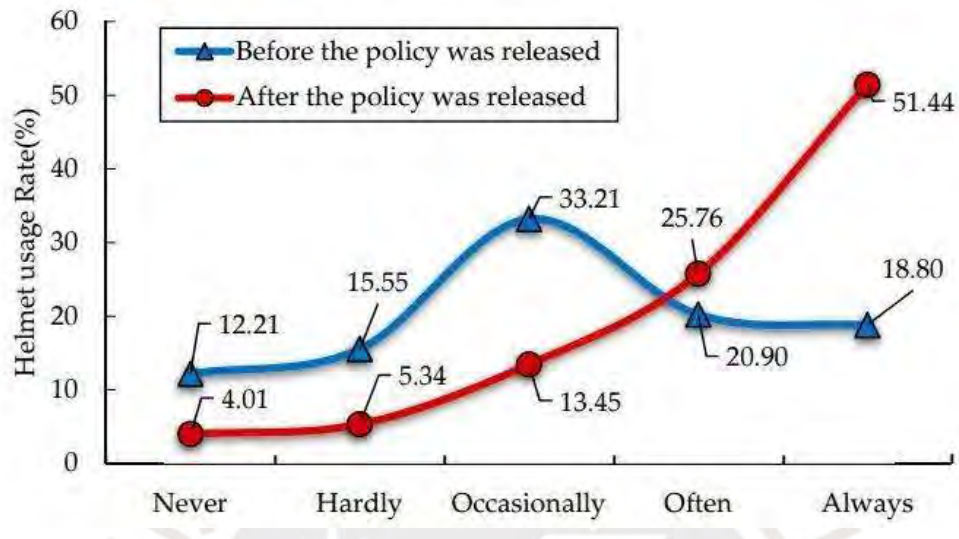


Figura 16: Efectos del uso de casco

Fuente: Zhou 2018

2.5 Señalización

La señalización para ciclistas y su inclusión en la semaforización le facilitan la circulación por las intersecciones. Además, la percepción de seguridad vial mejora con la implementación de señalización en las intersecciones (NACTO, 2014).

Determinar qué señalización y la semaforización debe tener una intersección en particular depende de diversos factores. Entre estos se encuentran: el límite de velocidad, volumen de tráfico vehicular por día, cruces anticipados para ciclistas y la configuración existente o planeada para brindar facilidades para que los ciclistas se movilen. Además, uno de los beneficios que puede tener la señalización es que reduce los tiempos de cruce en una intersección y también reduce los posibles conflictos que se pueden generar entre los motorizados, ciclistas y peatones. A continuación, se detallan los diversos tipos de señalización existentes.

2.5.1 Control de señalización eléctrica

Es un dispositivo de control de tráfico alimentado eléctricamente que solo debe usarse acompañado de un semáforo. Se utilizan típicamente para mejorar la seguridad vial o los problemas que involucran transitar por una intersección. Además, orientan a los ciclistas en las intersecciones donde pueden tener necesidades diferentes a las de otros usuarios de la carretera. Los semáforos para bicicletas pueden instalarse en intersecciones señalizadas para indicar las fases de los semáforos para bicicletas y otras estrategias de cronometraje específicas para ciclistas (NACTO, 2014).



Figura 17: Señalización electrónica

Fuente: NACTO (2014)

2.5.2 Señalización intermitente

Se caracteriza por complementar la semaforización en los cruces se puede instalar en vías unidireccionales o bidireccionales. Se deben utilizar para alertar a los conductores que deben ceder o dar preferencia a los ciclistas que están transitando. Entre sus ventajas destacan alternativas de bajo costo en comparación a otras (NACTO, 2014).



Figura 18: Señalización activa

Fuente: Anderson (2014)

Investigación a priori ha demostrado que la señalización intermitente puede mejorar la tendencia a ceder el paso a los transeúntes y ciclistas, pero esas mejoras no han sido una constante. Se colocaron dos en distintos lugares para evaluar el comportamiento en distintas ciudades. En Los Ángeles no ha tenido el mismo impacto en la tendencia de parte de los conductores de ceder el paso. Lo cual conlleva a realizar ajustes. Se debe promover educando a los conductores para que interpreten mejor estas señales y mejoren sus reacciones para saber cómo y en qué momento priorizar a los ciclistas y peatones. Además, se ve una clara necesidad de acompañar estas señales intermitentes de incluir reductores de velocidad para optimizar su efectividad (Anderson et al., 2019). Se probó adicionando el efecto de dispositivos LIDAR (dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un láser pulsado) para probar mejoras en la señal intermitente. El caso estudiado ha demostrado que hubo una notoria mejoría en la seguridad de peatones y ciclistas en las intersecciones. Debe mencionarse que el sistema sirve como función auxiliar a la señalización intermitente. Resalta un cambio tanto en el comportamiento del peatón y del conductor. Los

conductores no solo se tienen que fijar en los peatones si no que se enfocan en las luces intermitentes una vez que saben que esta sistematizado (Cui et al., 2019).

2.5.3 Señalización híbrida

Conocida por sus siglas en inglés (HAWK) High-intensity activated crosswalk que traducido significa cruce peatonal de alta intensidad. Consiste en una señal triangular con dos lentes rojos superiores y un lente inferior amarillo. Fueron desarrollados específicamente para mejorar la transitabilidad de los peatones en las intersecciones de calles principales. Sin embargo, en Europa se está empezando a incorporar a los ciclistas dentro de este mecanismo (NACTO, 2014).

La imagen muestra cómo se han adaptado los ciclistas a los sistemas mencionados.

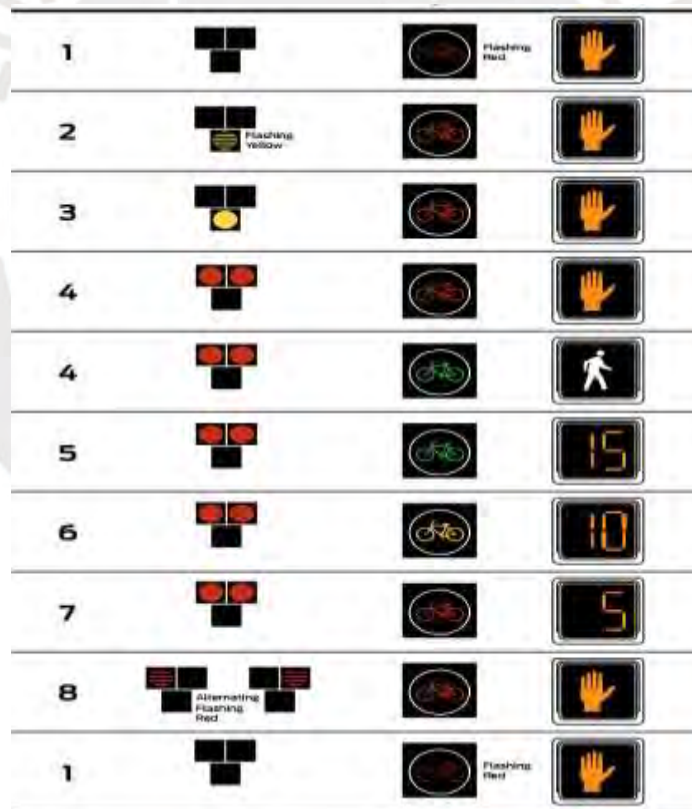


Figura 19: Señalización híbrida

Fuente: Pulugurtha & Self (2018)

Se realizaron estudios acerca de su efectividad, óptima ubicación y ventajas los resultados fueron los siguientes: Los análisis han demostrado estadísticamente al 95% de confiabilidad. Una reducción de velocidad vehicular en los tres sitios analizados en los que se colocaron señalización híbrida. Una tendencia creciente de motorizados que ceden el paso a los peatones atrapados en la mitad de las vías. Se ha observado una tendencia decreciente en los conflictos entre vehículos y peatones. Sin embargo, en uno de los sitios evaluados, no se replicó el comportamiento de dar preferencia a los peatones en la intersección con señalización híbrida. Este punto observado fue una residencial donde predominantemente habitaban ciudadanos afrodescendientes. Posiblemente, otro tipo de señalización sería más efectiva. Finalmente, se observó que los cambios mencionados empezaron a producirse 2-3 meses después de haber iniciado el estudio. Podría concluirse que se necesita un periodo de adaptación del tiempo mencionado (Pulugurtha & Self, 2015). Otro estudio, se evalúa la ubicación más efectiva para el uso de señalización híbrida en que se concluye que los puntos óptimos fueron a mitad de cuadra y en una intersección. Se concluye que la ubicación con mejores resultados fue la de la mitad de la cuadra debido al comportamiento de los peatones. Se desprende que para estos es más fácil y sencillo buscar el punto más cercano a sus desplazamientos (Yu et al., 2016). De lo mencionado, se desprende que su uso genera consecuencias positivas como reducción de velocidad vehicular y aumentó la tendencia a ceder el paso. Además, se redujeron los conflictos entre peatones y vehículos. Sin embargo, se puede desprender que para que este tipo de señalización híbrida funcione debe existir cultura vial en los usuarios involucrados. De lo contrario, se replicará lo observado en el vecindario de personas afrodescendientes.

2.5.4 Cajas de señalización

Una estructura destinada a bicicletas, conocida como "bike box" en inglés, se ubica al inicio de un carril de tráfico en una intersección señalizada. Su propósito es proporcionar a los ciclistas una manera segura y visible de avanzar más allá del tráfico detenido durante la fase

de señal roja (Elsayed et al., 2015).

Esta iniciativa presenta una serie de ventajas: mejora la visibilidad de los ciclistas, disminuye la espera en el semáforo para estos últimos y facilita la posición de giro a la izquierda en las intersecciones cuando la señal está en rojo. Estos beneficios aplican únicamente a las cajas para bicicletas que se extienden a lo largo de toda la intersección. Además, facilita la transición de un carril derecho para bicicletas a uno izquierdo durante la fase de señal roja, siempre y cuando la estructura abarque toda la intersección. También ayuda a prevenir conflictos de "gancho derecho" con vehículos que giran al inicio de la fase verde del semáforo. Las cajas para bicicletas otorgan prioridad a los ciclistas en los cruces señalizados en bulevares desde las calles principales. Asimismo, reúnen a los ciclistas para despejar rápidamente una intersección, minimizando la obstrucción al tráfico. Esta disposición también beneficia a los peatones al reducir la invasión de vehículos en los cruces peatonales. Estudios han demostrado que estas medidas han reducido significativamente los conflictos entre peatones y vehículos, así como entre peatones y ciclistas (Capponi, 2013).

CAPITULO 3: METODOLOGIA DEL TRABAJO

3.1 Contexto de la investigación

La presente investigación se realizó en la prolongación de la ciclovía de la Av. La Cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián. En esta ubicación se observa que la Av. La Cultura es una vía principal de la ciudad del Cusco. Conecta distintos distritos en la ciudad: Cusco, Wanchaq, San Sebastián y San Jerónimo. Posee una longitud aproximada de 12 kilómetros. La zona que será evaluada se encuentra en la intersección de la Av. La Cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián.

La investigación inició a fines de julio del 2021. Donde se aprecia conflictos entre los peatones, ciclistas y vehículos motorizados que transitan por la mencionada intersección. La investigación continuó a lo largo del 2022 siguiendo los protocolos que se exigen por el contexto pandémico.

Finalmente, se realizaron encuestas a los ciclistas que transitaban por la ciclovía, así como a personas que pertenecen al colectivo de ciclistas del cusco denominado “Biciñan”.

3.2 Diseño de la investigación

Este estudio adopta un enfoque no experimental y presenta hipótesis de alcance descriptivo, ya que su objetivo es investigar y examinar el comportamiento de los ciclistas en el tramo mencionado. También incluye hipótesis de tipo correlacional, ya que busca analizar la percepción de seguridad vial y los factores que influyen en ella durante la circulación de los ciclistas en dicho tramo.

3.3 Enfoque cuantitativo

Representa El proceso de investigación sigue una secuencia ordenada y rigurosa, compuesto por etapas secuenciales y probatorias. Cada etapa precede a la siguiente y ninguna puede omitirse. Inicia con la conceptualización de una idea que se va delimitando progresivamente, dando lugar a la formulación de objetivos y preguntas de investigación. Luego, se lleva a cabo

una revisión exhaustiva de la literatura existente, construyendo un marco teórico o perspectiva. A partir de las preguntas de investigación, se derivan hipótesis y se definen las variables, desarrollando un plan para poner a prueba estas hipótesis.

Posteriormente, se procede a la medición de las variables en un contexto específico. Se recolectan datos, generalmente a través de métodos estadísticos, y se lleva a cabo un análisis de las mediciones obtenidas. Finalmente, se formulan conclusiones en relación con las hipótesis planteadas.

En este caso particular, los objetivos e hipótesis delineados, junto con la revisión de la literatura y el análisis cualitativo mediante observaciones directas y entrevistas abiertas, han conducido a la elaboración de encuestas y cuestionarios. Estos instrumentos tienen como objetivo identificar aspectos relevantes y limitaciones experimentadas por los ciclistas al desplazarse por el tramo mencionado.

3.4 Enfoque cualitativo

En contraposición al método tradicional, donde la definición clara de las preguntas de investigación e hipótesis antecede a la recolección y análisis de datos, los estudios cualitativos pueden adoptar un enfoque más flexible. En este tipo de estudios, las preguntas de investigación e hipótesis pueden ser formuladas antes, durante o después de la recolección y análisis de datos. Este enfoque permite la exploración de las preguntas de investigación más relevantes desde el inicio, y posteriormente, ajustar y responder a estas preguntas a medida que progresa el estudio.

Las fases en la investigación cualitativa no son excluyentes, sino que operan de manera indicativa e interactiva. Esto significa que el proceso puede adaptarse y ajustarse según la naturaleza de los datos y los hallazgos emergentes. En este contexto, es más sencillo describir los métodos cualitativos que definirlos, ya que se estructuran tanto las preguntas como las

respuestas durante el proceso de investigación. Este enfoque permite una mayor flexibilidad y capacidad de adaptación a medida que se avanza en la investigación cualitativa (Olabuenaga Jose Ignacio, 2003).

3.5 Enfoque de la investigación

Los métodos mixtos en investigación comprenden un conjunto de procesos sistemáticos y críticos que abarcan la recolección y análisis tanto de datos cuantitativos como cualitativos. Estos métodos buscan integrar y analizar conjuntamente ambos tipos de datos para obtener inferencias que profundicen en la comprensión del fenómeno estudiado, conocidas como metainferencias.

En la práctica, los métodos mixtos pueden ser combinados de diversas maneras. Por un lado, las aproximaciones cuantitativa y cualitativa pueden mantener sus estructuras y procedimientos originales, conservando así sus identidades distintas. Por otro lado, también es posible adaptar, modificar o combinar estos métodos para satisfacer las necesidades de la investigación y gestionar los costos asociados (Chen, 2006; Johnson et al., 2006).

En este caso específico, se ha elegido un enfoque mixto (cualitativo-cuantitativo) con mayor énfasis en el aspecto cualitativo, decisión tomada desde la formulación del problema de investigación. Esta elección se fundamenta en la realización de entrevistas y encuestas sobre la percepción de seguridad vial de los ciclistas que transitan por el tramo analizado.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Encuesta

El diseño de la encuesta parte de la premisa fundamental de que la mejor manera de obtener información sobre el comportamiento de las personas es preguntándoles directamente. Por lo tanto, se busca recopilar información de un grupo socialmente representativo de individuos sobre el problema en estudio. Posteriormente, mediante un análisis de los datos recopilados, se extraen conclusiones que reflejen la realidad observada en la muestra.

Las encuestas por muestreo se eligen utilizando procedimientos estadísticos que aseguren la representatividad de una parte significativa de la población. Las conclusiones obtenidas a partir de este grupo se extrapolan al universo más amplio, teniendo en cuenta los errores muestrales calculados para el caso específico. De esta manera, se busca garantizar que las conclusiones obtenidas sean aplicables y representativas de la población en general (Lucio, 2010).

En esta investigación, se eligieron 35 usuarios de las ciclovías. A dicha muestra se les hicieron preguntas relacionadas a la percepción de seguridad vial y los conflictos que existen mientras se desplazan por el tramo analizado. Esta se realizará de manera virtual y tendrá las siguientes características

La encuesta dirigida a los usuarios de la ciclovía en la ciudad del Cusco consta de los siguientes bloques, estos son:

- Aspectos generales del encuestado: este bloque consta de dos preguntas. Se busca conocer algunas características de la muestra, tales como, sexo, antigüedad conduciendo bicicleta, distrito de procedencia y frecuencia con la que circula usando este medio.
- Análisis de distintos aspectos de circulación: este bloque cuenta con preguntas y se busca saber si los usuarios de las ciclovías tienen

incomodidades mientras circulan durante las épocas de lluvias en la ciudad del cusco, se desea saber también la percepción de seguridad vial que tienen los ciclistas.

- Análisis del contexto actual del municipio y su gestión: este bloque cuenta con preguntas en las que se busca que el encuestado califique la gestión actual de la Municipalidad del Cusco. Además, posee preguntas abiertas en las que el encuestado puede responder por las actividades que percibe que hayan promovido el uso de bicicletas y si se pueden realizar sugerencias para seguir promoviendo su uso.

En esta etapa del proceso de investigación, se busca transformar los datos recopilados durante el trabajo de campo, que suelen estar dispersos, desordenados y en forma individual, en resultados coherentes y ordenados. El objetivo es generar datos agrupados y estructurados que sean más fáciles de analizar.

Este proceso de procesamiento de datos implica aplicar técnicas y métodos para organizar, clasificar y resumir la información recopilada. Una vez que los datos han sido agrupados y ordenados, se procede a realizar el análisis de acuerdo con los objetivos de la investigación, así como las hipótesis o preguntas planteadas. Este análisis puede involucrar diversas herramientas estadísticas, cualitativas o mixtas, dependiendo de la naturaleza de los datos y los objetivos de la investigación (Bernal, 2011).

3.6.2 Software de procesamiento

En la investigación actual, se emplearon diversos recursos para el procesamiento y análisis de la información recopilada, así como para la validación de las respuestas obtenidas. Entre los elementos utilizados se encuentran los siguientes. Excel que se utilizó para procesar los datos obtenidos de las encuestas y cuestionarios realizados. Además, se empleó para validar los cuestionarios mediante el Alpha de Cronbach. Además, se utilizaron los formularios de Google, mediante esta herramienta, se formularon preguntas para los usuarios de las ciclovías, con el fin de determinar su percepción de seguridad vial y obtener sus opiniones sobre la señalización y otras variables relevantes del estudio.

En la Avenida La Cultura, se llevaron a cabo encuestas tipo escala de Likert en cada ítem, junto con preguntas abiertas para identificar los problemas experimentados por los usuarios al transitar por las ciclovías en el tramo analizado y en general en las ciclovías de Cusco. Asimismo, se buscó recoger sugerencias para mejorar la seguridad y accesibilidad del tránsito. Para un diseño óptimo, se requiere una visión integrada que considere el costo de viaje para los usuarios, el análisis del costo de las estaciones de bicicletas, el costo de instalación de las rutas para bicicleta (ciclovías), así como el nivel de servicio que estas podrían ofrecer.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1 Descripción

Se realizó una encuesta mediante Google Forms, la cual fue aplicada a ciclistas de la ciudad de Cusco. Se validaron los resultados mediante el Alpha de Cronbach y se obtuvo un valor de 0.64.

4.2 Aspectos y características de la muestra

Se organizó la muestra en un grupo de 35 ciclistas, lo cual se detalla en el acápite de metodología. La muestra mínima representativa para tomar en cuenta fue de 30 ciclistas. Por lo mencionado se realizaron encuestas virtuales mediante la herramienta Google Forms. Entre los encuestados se encuentran miembros de colectivos locales de ciclistas, ciclistas urbanos, etc.

4.2.1 Encuesta

De las 35 encuestas se observa que solo 1 de ellos recién se desplaza con la bicicleta por un tiempo aproximado de un año. Lo cual es relevante, ya que hubo cambios que se realizaron durante los últimos años en la ciclovía analizada. Por ejemplo, la ubicación de esta fue cambiada el 2021, antes se encontraba en la parte lateral derecha de la calzada. Ahora, se encuentra en la parte lateral izquierda de la calzada.



Figura 20: Tiempo usando bicicleta

Fuente: Elaboración propia

A los encuestados se les preguntó con qué frecuencia suelen usar desplazarse con bicicleta y los resultados fueron los siguientes: casi nunca el 2.9%, ocasionalmente el 31.4% casi siempre el 51.4% y finalmente siempre el 14.3%. Se observa que predomina la respuesta casi siempre con un poco más de la mitad de encuestados. En la Figura se observa el gráfico de lo descrito anteriormente.

1. ¿Con que frecuencia suele desplazarse con bicicleta ?

49 respuestas

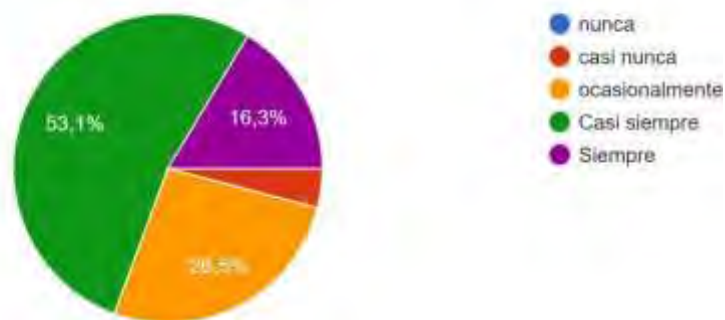


Figura 21: Frecuencia de tránsito con bicicleta

Fuente: Elaboración propia

La cuarta pregunta de la encuesta fue si los usuarios se desplazaban en bicicleta cuando hay lluvias en la ciudad del Cusco. La mayoría de ellos 51.4% lo hace a pesar de las condiciones climáticas y las limitantes que se presentan. A continuación, se muestra el resultado de dicha pregunta.

2. ¿Se deslaza en bicicleta cuando hay lluvia?

49 respuestas

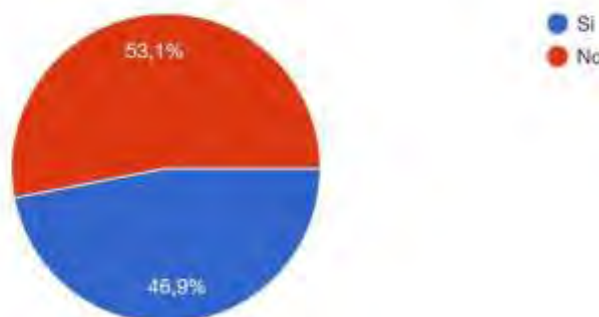


Figura 22; Cantidad de ciclistas que se desplazan durante las lluvias

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó una pregunta abierta que era dirigida a los usuarios que se desplazaban en bicicleta mientras llovía. La pregunta realizada fue si presentaban dificultades mientras se desplazaban en las condiciones mencionadas. En resumen, los ciclistas respondieron lo siguiente. Ellos tienen dificultades como una superficie resbalosa en la ciclovía, la escorrentía de aguas pluviales se acumula en la ciclovía, el agua acumulada cercana a los sumideros, los cuales están próximos a las ciclovías, limita la circulación de los ciclistas, y por último como la ciclovía se encuentra colindante a la superficie de recolección de escorrentía los carros tienden a salpicar y limitar el transporte de los ciclistas. A continuación, se detallan 3 de las respuestas.

Ciclista encuestado número 2:

Debo ir más lento, la lluvia hace resbaloso algunas zonas, las rejillas a veces no se ven por el agua, el poncho protege de la lluvia, pero sofoca, los tapabarros protegen bastante, pero me gustaría que fueran más grandes para cubrir más.

Ciclista encuestado número 11:

Me resbalo o la llanta me jala los huecos o sumideros son un desastre

Ciclista encuestado número 28:

Los baches que salpican o resbalan con la llanta y los autos que salpican chorros cuando pasa rápido.

Luego de la pregunta abierta, se les preguntó a los usuarios respecto a la seguridad que perciben mientras se desplazan en una ciclovía, sus respuestas fueron las siguientes:

El 5.7% respondió que no se sienten nada seguros, el 22.9% se siente poco seguro, 25.7% se siente neutral, 34.3% se siente seguro y finalmente el 11.4% se siente muy seguro.

A continuación, se muestran los resultados en la siguiente figura.

3. ¿Qué tan seguro/a se siente mientras se desplaza en una ciclovía?

49 respuestas

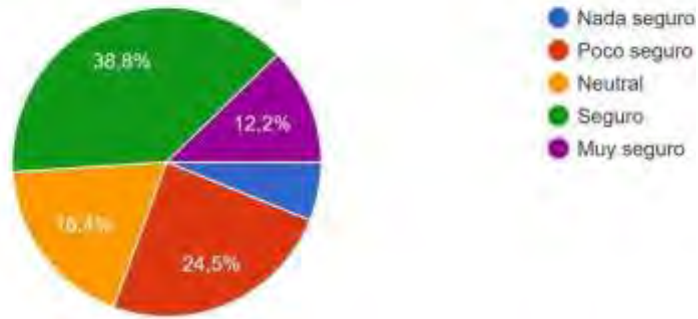


Figura 23: Percepción de seguridad vial de los ciclistas encuestados

Fuente: Elaboración propia

Luego, se les realizó una pregunta abierta la cual indicaba lo siguiente:

¿Ha tenido conflictos con vehículos/peatones en las ciclovías? ¿Cómo fueron? Las respuestas de los encuestados se muestran a continuación: Se obtuvo que a pesar de que los ciclistas han señalado sentir que transitan con una percepción de seguridad vial alta en promedio, han tenido muchos conflictos. Lo cual es contradictorio y no es acorde a las respuestas de la pregunta anterior. Es probable que se hayan confundido con el término de la pregunta inicial o este haya tenido que ser explicado con mayor detalle en la encuesta aplicada por lo que habrá que hacer unos reajustes o aplicar una nueva con parámetros más claros al respecto. En resumen, los conflictos que tuvieron los ciclistas tienen las siguientes características. Los peatones y vehículos invaden las ciclovías constantemente, en las intersecciones los vehículos no respetan la ciclovía incomodando el trayecto de los ciclistas, no se prioriza al ciclista en las intersecciones. A continuación, se detallan las respuestas de los ciclistas entrevistados.

Ciclista encuestado número 1:

Una vez me atropelló un vehículo y me mandó al hospital. Era una zona céntrica y andaba despacio, parece que el conductor estaba más preocupado por buscar pasajeros que viendo la pista. También en va ejército una vez un

carro me chocó y me pegó a la derecha de la vereda esa pista tiene jorobas y no se puede andar en línea recta, asimismo los sumideros de agua están mal hechos ya que las llantas se truncan porque no están colocados de manera diagonal. En ocasiones también hay huecos en las pistas. Pero sobre todo el exceso de tráfico y conductores temerarios sin cultura vial ni un mínimo de respeto por peatones o ciclistas parece que viven apurados y se concursan por quién toca más el claxon.

Ciclista encuestado número 2:

Algunos carros no miran atrás y a veces se meten para doblar a la izquierda o derecha, por ejemplo, en la cultura suele pasar y vi algunos accidentes de ciclistas. Los peatones también suelen caminar o por cruzar rápido se meten por las ciclovías y pueden ser propensos a que algún ciclista los atropelle.

Ciclista encuestado número 6:

Si, algunos coches adelantan y giran en los cruces obligándome a frenar, aunque tenga prioridad de paso y los peatones se paran en la ciclovía y van distraídos y hay que pasar con cuidado por ellos

La siguiente pregunta es acerca de los estacionamientos, se interrogó a los ciclistas para ver si estos los usaban. Se obtuvo que un 57.1 % no los usaba. En otras palabras, la mayoría de encuestados no los usa. A continuación, se detalla gráficamente lo mencionado.

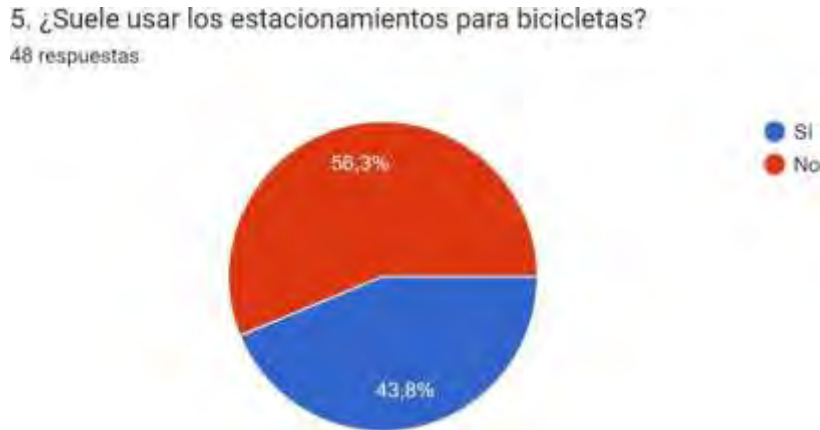


Figura 24: uso de estacionamientos para bicicletas

Fuente: Elaboración propia

Luego, se realizó una pregunta abierta a los que respondieron que no usaban los estacionamientos para bicicletas el motivo por el que no las usaban. En resumen, los ciclistas entrevistados no los usan por los siguientes motivos. En primer lugar, los estacionamientos son escasos y estos no son visibles para los ciclistas, es decir, no tienen una clara señalización. Además, los consideran inseguros y muy riesgosos para dejar sus bicicletas ahí. Señalan también que estos se encuentran a una distancia considerable de sus centros educativos o laborales. Adicionalmente, señalan que el hecho de que estos se encuentren en espacios abiertos los percibe como muy vulnerables para sus vehículos. A continuación, se detallan las respuestas de los entrevistados.

Ciclista encuestado número 2:

No los encuentro, tampoco hay una señalización clara de donde se ubican.

Ciclista encuestado número 3:

Hay escasos, no encuentro por mi zona

Ciclista encuestado número 9:

Queda lejos de mi casa o mi trabajo generalmente no los encuentro.

La siguiente pregunta realizada fue la de la señalización para ciclistas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El 17.1% de los encuestados la considera muy deficiente, el 34.3 % la considera deficiente, el 25.7% la considera neutral, el 22.9% la considera eficiente y 0% la considera muy eficiente. La representación gráfica de lo expuesto se encuentra en la siguiente figura.

6. Respecto a la señalización para ciclistas (ejemplo semáforos en intersecciones) ¿Cómo la calificaría?

49 respuestas

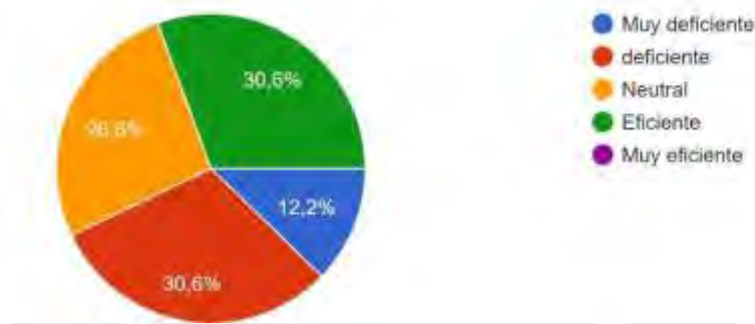


Figura 25: Señalización en las intersecciones

Fuente: Elaboración propia

La siguiente pregunta fue respecto a la infraestructura ciclovial. Los resultados fueron los siguientes: El 11.4% de los encuestados la considera muy deficiente, el 40 % la considera deficiente, el 34.3% la considera neutral, el 14.3% la considera eficiente y 0% la considera muy eficiente. La representación gráfica de lo expuesto se encuentra en la siguiente figura.

8. A nivel de infraestructura ciclovial (ejemplo calidad de ciclovías, estacionamientos para bicicletas, etc.) ¿Cómo la calificaría?

49 respuestas

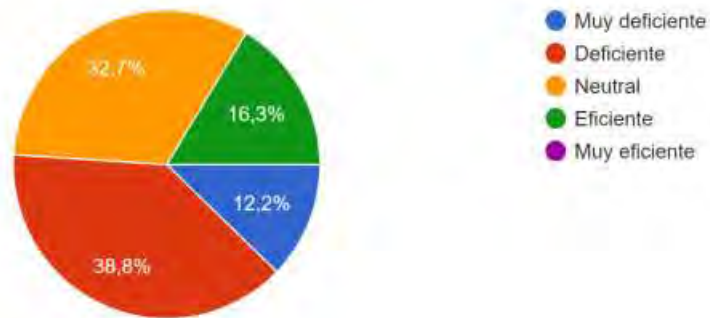


Figura 26: Infraestructura ciclovial

Fuente: Elaboración propia

La siguiente pregunta es acerca del rol que tiene la municipalidad como promotor de uso de bicicletas, se interrogó a los ciclistas para ver si estos percibían si el municipio promovía actividades relacionadas con el uso de bicicletas. Se obtuvo que un 82.9 % siente que el municipio no ejerce el rol mencionado y el 17.1% respondió que si ejercía el rol. Los resultados se detallan gráficamente en la siguiente imagen.

10. ¿Siente usted que la municipalidad del Cusco promueve el transporte mediante bicicleta?

49 respuestas

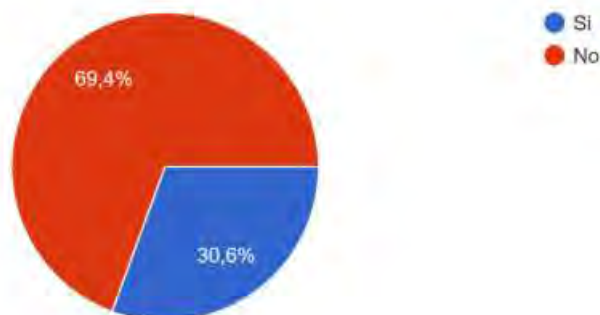


Figura 27: Rol de la Municipalidad del Cusco como promotor del ciclismo

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se preguntó a los ciclistas respecto a las regulaciones, se preguntó si estos estaban en contra o a favor de que se regulen a los usuarios de las ciclovías. El 94.3% respondió que si se encuentra a favor y el 6.7% respondió que se encuentra en contra. Los resultados se detallan en la siguiente figura.

9. Respecto a las regulaciones para ciclistas (ejemplo uso de casco) ¿se encuentra a favor/contra de estas?

49 respuestas

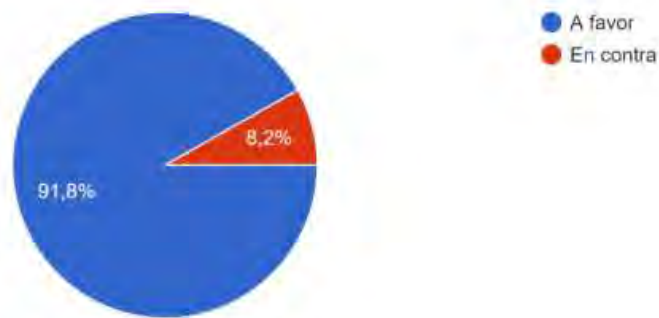


Figura 28: Regulaciones a ciclistas

Fuente: Elaboración propia

Además, se realizaron preguntas adicionales respecto al cambio de ubicación de la ciclovía, ¿Se desplazó usted cuando la ciclovía se encontraba al costado de la calzada? Las respuestas fueron las siguientes: El 82.9% respondió que sí se desplazó en su ubicación anterior y que el 17.1 % respondió que no lo hizo. Los resultados se detallan en la siguiente figura.

7. Respecto al cambio de ubicación de la ciclovía, ¿Se desplazó usted cuando la ciclovía se encontraba al costado de la calzada? (ahora se encuentra al medio)

49 respuestas

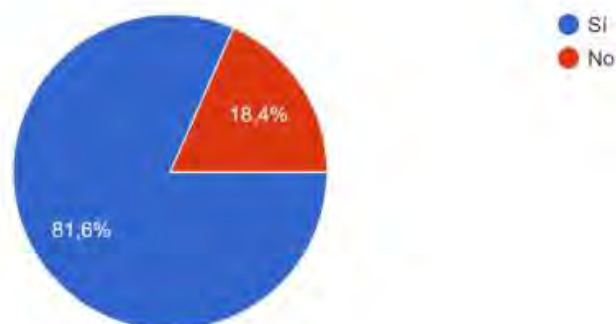


Figura 29: Desplazamiento de acuerdo a ubicación de ciclovía

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se realizó una pregunta abierta acerca de los conflictos que tuvieron los ciclistas en comparación con ambas ubicaciones y que indiquen si estos aumentaron o disminuyeron. En resumen, los ciclistas respondieron lo siguiente. En primer lugar, indican que las personas invaden con menos frecuencia que antes. En particular, en los paraderos se generaban muchos conflictos ya que la ciclovía se encontraba entre el paradero de los peatones y la zona donde recogen pasajeros los autobuses. Además, indican que, en la ubicación anterior, los vehículos estacionan invadiendo las ciclovías y los ciclistas tenían que hacer maniobras para evadirlos invadiendo las veredas o las calzadas. Adicionalmente, señalan que ahora es más complicado poder voltear a una dirección ya que no hay una señalización adecuada para los ciclistas y hay puntos ciegos que no les permiten voltear a la derecha con la facilidad que existía cuando la ubicación de la ciclovía se encontraba en el costado de la calzada. Señalan también que la percepción de seguridad vial ha aumentado ya que los vehículos circulan a mayor velocidad por los carriles del medio. A continuación, se detallan las respuestas obtenidas de los entrevistados.

Ciclista entrevistado número 11:

Disminuyeron, hay más fluidez, pero también más peligro, ya que el carril de la Izquierda es de alta velocidad para los vehículos.

Ciclista entrevistado número 17:

La ciclovía en la Berma central mejoró bastante el tránsito en Bicicleta. Cuando estaba al costado de Calzada había muchos problemas, taxistas parando a cada rato por pasajero, los buses se metían a sus paraderos, los ingresos y salidas a calles paralelas requerían estar más pendiente por los carros que giraban para ingresar por tales accesos; por último, los peatones caminaban mucho.

Ciclista entrevistado número 18:

Siempre estaba ocupada por los carros, incluso los carros de policía y obligatoriamente tenía que ir por la pista. De alguna manera la reubicación ayudó a que haya menos conflictos y mayor fluidez al momento de manejar la bicicleta.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La primera hipótesis planteada indica lo siguiente: existe una limitada infraestructura vial en la intersección de la Av. la cultura y su prolongación con el distrito de San Sebastián. De acuerdo con la encuesta descrita anteriormente en la sección de resultados, el 11.4% la considera muy deficiente y el 40% la considera deficiente. Lo cual reafirma la hipótesis planteada. Por un lado, se debe tomar en cuenta que Cusco se caracteriza por tener un nivel de precipitaciones alto. De acuerdo con (SENAMHI ,2021) el promedio anual de precipitaciones es 62 mm y en particular de diciembre a enero llega a un valor promedio mensual de 122 mm. En otras palabras, Cusco es una ciudad en la que se debe tomar en cuenta el parámetro de precipitaciones al momento de realizar el diseño. Sin embargo, para el diseño e implementación de ciclovías en esta localidad la escorrentía de aguas pluviales no fue parte del diseño mencionado. Esto se evidencia debido a que las pendientes que existen en las bermas hacen que el agua discurre hasta el costado de estas y en esta ubicación se encuentran las ciclovías. En otras palabras, la escorrentía de aguas pluviales circula por la ciclovía. A pesar de lo expuesto y con las deficiencias que existen, de acuerdo con la encuesta realizada, el 51.4% del total de encuestados se desplaza en bicicleta en épocas de lluvia. Al respecto existen algunos testimonios que detallan las limitaciones que los usuarios presentan. A continuación, se detallan una parte de estos. Por otro lado, los estacionamientos para bicicletas no garantizan ni seguridad ni una adecuada ubicación para los usuarios de las ciclovías. En la encuesta realizada, destaca que la mayoría de los ciclistas (57.1%) no los utiliza.

De acuerdo con (Heinen & Buehler, 2019) una de las consecuencias de parquear una bicicleta en un lugar no apropiado puede generar una obstrucción en las veredas y perjudicar o limitar el flujo peatonal. Finalmente (Halldórsdóttir et al., 2017) señala que se debería integrar los estacionamientos con todo el sistema de transportes. Estos deberían estar estratégicamente

ubicados. Por ejemplo, sugiere que los estacionamientos se ubican cercanos a estaciones de esta manera se promueve que las bicicletas alimenten a transportes masivos y se generan condiciones adicionales para que las personas sigan recurriendo a este medio. Otros puntos resaltantes en los que se sugiere colocar estacionamientos para bicicletas son lugares en los que la concurrencia sea considerable como un centro comercial, colegios, universidades o centros financieros por la cantidad de concurrencia de personas que engloban. La segunda hipótesis indica lo siguiente: existen factores sociales y técnicos que afectan la seguridad vial de los usuarios de la ciclo vía. Al respecto se realizó una pregunta en la encuesta. Se obtuvieron los siguientes resultados El 5.7% respondió que no se sienten nada seguros, el 22.9% se siente poco seguro, 25.7% se siente neutral. Lo cual es sorprendente, se puede concluir que la mayoría de ellos no poseen una percepción clara de seguridad vial. Debido a que la cantidad de conflictos registrados de los encuestados refleja una naturaleza distinta a la que respondieron en esta pregunta. Por un lado, se les preguntó si los ciclistas estaban a favor o en contra de las regulaciones. Y se obtuvo un que el 94.3% de ellos estaba a favor de las regulaciones. Lo mencionado podría vincularse para mejorar las condiciones de movilización de los ciclistas, ya que estos al ser regulados formarían parte oficialmente al sistema de transportes. Evidentemente, puede traer consecuencias positivas como mayor visibilizarían entre otros agentes del sistema, lo cual podría reducir en parte la cantidad de accidentes o de conflictos entre peatón, automóvil y ciclistas. Además, el hecho de que se use de manera obligatoria el casco reduce la fatalidad de accidentes que existe en notorios porcentajes (Liu et al., 2008; Thompson et al., 1990). Lo mencionado es más resaltante debido a que en el área de estudio no se aplican restricciones algunas para la circulación de ciclistas ni tampoco se les obliga a circular con casco. Por otro lado, la Municipalidad del Cusco no promueve el uso de bicicletas. De acuerdo con los resultados de la encuesta el 82.9 % siente que el municipio no ejerce el rol mencionado. En otras palabras, la promoción de circulación y de actividades

para ciclistas no forma parte de la agenda del Municipio de dicha región. Por último, la tercera hipótesis es la siguiente. La señalización que hay tanto para ciclistas como para conductores de vehículos no es eficiente. Al respecto, los encuestados respondieron lo siguiente El 17.1% de los encuestados la considera muy deficiente, el 34.3 % la considera deficiente, el 25.7% la considera neutral. Por lo que se puede concluir que existe un déficit de señalización para ciclistas o que esta es paupérrima o nula. En la ciudad del Cusco, solo existe una intersección con un semáforo para ciclistas. Las demás no tienen semáforos ni señalización para enmarcar las ciclovías. Estas no se diferencian de las calzadas.

Recomendaciones

De la primera hipótesis se puede concluir que existe una limitada infraestructura ciclovial. La mayoría de encuestados considera que esta es deficiente o muy deficiente. En particular, se presentaron problemas cuando estos se desplazan por la ciclovía mientras existe precipitaciones. Demostrando que en la infraestructura ciclovial no se toma en cuenta el diseño para poder evacuar la escorrentía de aguas pluviales. Además, los estacionamientos para bicicletas no están ni integrados al sistema de transportes ni correctamente ubicados. En primer lugar, respecto al diseño que debería plantearse de acuerdo con el nivel de precipitaciones de Cusco, se sugiere lo siguiente. Para empezar, se debe ubicar una infraestructura que no se encuentre en la misma ciclovía en la que pueda escurrir la escorrentía de las lluvias lejana a la ciclovía. Se detalla una ideal en el capítulo de metodología. Además, se puede utilizar concreto permeable para zonas donde circulen los ciclistas. Ambas propuestas implican una intervención y evaluaciones económicas considerables, pero mejorarían el confort tanto de peatones como de ciclistas. En este caso, de ambos actores debido a toda la infraestructura que conlleva este cambio, ya que como sugiere la (NACTO,2014) diseñar para climas de estas características es cómo generar todo un nuevo ecosistema por lo que representa el beneficio en los actores que forman parte del sistema de

transportes. Por otro lado, respecto a la ubicación de estacionamientos, se sugiere lo siguiente. En primer lugar, se debe buscar integrar al ciclista al sistema de transportes y los estacionamientos son una parte elemental de lo mencionado. Esto se evidencia debido a que se deben ubicar estratégicamente cerca a lugares de transporte masivo. Esto se sugiere debido a la función que cumplirían las bicicletas como alimentadoras de transporte masivo. Además, se sugiere usar este medio para viajes que no sean muy largos y prolongados. Adicionalmente, se deben ubicar los estacionamientos cerca a lugares con bastante concurrencia como centros financieros, centros comerciales o lugares en general con una concurrencia considerable para incentivar a los ciclistas a usar los estacionamientos. Lo cual cumpliría una función adicional que es generar de los estacionamientos lugares más confiables y seguros, ya que estarían constantemente concurridos y reducirían la probabilidad de robos. De la segunda hipótesis se puede concluir que existen factores sociales y técnicos que afectan la seguridad vial de los usuarios de la ciclovía. Aunque existieron resultados contradictorios en la encuesta realizada ya que el 5.7% respondió que no se sienten nada seguros, el 22.9% se siente poco seguro, 25.7% se siente neutral, 34.3% se siente seguro y finalmente el 11.4% se siente muy seguro. Sin embargo, en la pregunta abierta la mayoría indicó que presentaron conflictos recurrentemente tanto con peatones como con vehículos. Es probable que se haya necesitado un mayor detalle de lo que la seguridad vial representa para los encuestados. Frente al contexto mencionado se sugiere lo siguiente. Se sugiere en primer lugar regular las condiciones de circulación del ciclista. Es decir, incluirlo en el sistema de transportes. Un ejemplo de lo descrito sería evitar su circulación si estos no tienen los implementos necesarios para poder mitigar los efectos de un accidente de tránsito. El uso de los mencionados en especial de un caso reduce la tasa de mortalidad de manera considerable. Por otro lado, también es una forma de que se visibilicen más y los otros agentes sepan que también comparten el sistema de transportes. En este aspecto, la Municipalidad de Cusco y las

autoridades cumplen un rol esencial. Se sugiere que estos actores promuevan el uso de bicicletas mediante actividades a mediana escala. Por ejemplo, promover su uso o un día a la semana, se sugiere un domingo, donde sea libre de vehículos. Colombia ha podido implementar lo mencionado con éxito y ha obtenido resultados notorios. Finalmente, en la tercera hipótesis se indica lo siguiente. La señalización que hay tanto para ciclistas como para conductores de vehículos no es eficiente. Al respecto, los encuestados respondieron lo siguiente: El 17.1% de los encuestados la considera muy deficiente, el 34.3 % la considera deficiente, el 25.7% la considera neutral. Por lo que se puede concluir que la señalización de ciclovías no es eficiente en Cusco. Respecto a lo expuesto, se sugiere lo siguiente. En primer lugar, las ciclovías no se diferencian de la calzada, se recomienda pintarlas ya que se ha demostrado que se han obtenido buenos resultados y una mejor distinción para que los vehículos los distingan con facilidad y por ejemplo en un cruce no invadan el espacio mencionado. Además, podrían implementarse los denominados cajas para ciclistas, bike box en inglés, las cuales proveen al ciclista de mayor visibilidad ante los vehículos y peatones y además se les otorga una preferencia y facilita el giro de los ciclistas. Finalmente, aparte de incrementar los semáforos para los ciclistas ya que estos son escasos en las intersecciones, se sugiere complementar la semaforización y señalización intermitente se puede instalar en vías unidireccionales o bidireccionales. Se deben utilizar para alertar a los conductores que deben ceder o dar preferencia a los ciclistas que están transitando. Entre sus ventajas destacan alternativas de bajo costo en comparación a otras. Estas han tenido buenos resultados, ya que incrementa la tendencia a que el conductor ceda el paso tanto a peatones como a ciclistas. Por ejemplo, en Los Ángeles los resultados fueron satisfactorios.

Referencias:

- Anderson, C. E., Zimmerman, A., Lewis, S., Marmion, J., & Gustat, J. (2019). Patterns of cyclist and pedestrian street crossing behavior and safety on an urban greenway. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph16020201>
- Bakhtari Aghdam, F., Sadeghi-Bazargani, H., Azami-Aghdash, S., Esmaeili, A., Panahi, H., Khazaei-Pool, M., & Golestani, M. (2020). Developing a national road traffic safety education program in Iran. *BMC Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09142-1>
- Bernal, C. A. (2011). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*.
- Borja, J. (2003). *El espacio público, ciudad y ciudadanía*. <https://www.researchgate.net/publication/31731154>
- Capponi, G., B. V., P. F., R. L., & R. L. (2013). *Wireless battery chargers for portable applications: Design and test of a high-efficiency power receiver*. *IET Power Electronics*.
- Cui, Y., Wu, J., Xu, H., Lv, B., Yuan, C., Tian, S., & Tian, Y. (2019). An Automatic Triggered Rectangular Rapid Flashing Beacons (RRFB) System Using the Roadside LiDAR Sensor. *IEEE Access*, 7, 163831–163839. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2950713>
- Dargent Eduardo, 1974-. (2021). *El páramo reformista: un ensayo pesimista sobre la posibilidad de reformar al Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial.
- Davis, A. P. (2008). Field Performance of Bioretention: Hydrology Impacts. *Journal of Hydrologic Engineering*, 13(2), 90–95. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2008\)13:2\(90\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:2(90))
- Davis, A. P., Traver, R. G., Hunt, W. F., Lee, R., Brown, R. A., & Olszewski, J. M. (2012). Hydrologic Performance of Bioretention Storm-Water Control Measures. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(5), 604–614. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000467](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000467)
- Dietz, M. E. (2007). Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions. *Water, Air, and Soil Pollution*, 186(1–4), 351–363. <https://doi.org/10.1007/s11270-007-9484-z>
- Drake, J. A. P., Bradford, A., & Marsalek, J. (2013). Review of environmental performance of permeable pavement systems: state of the knowledge. *Water Quality Research Journal*, 48(3), 203–222. <https://doi.org/10.2166/wqrjc.2013.055>
- Dresner, S. (2012). *The Principles of Sustainability*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849773249>
- Eckart, K., McPhee, Z., & Bolisetti, T. (2017). Performance and implementation of low impact development – A review. *Science of The Total Environment*, 607–608, 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.254>

- Elsayed, K., Elessawy, N., & El-Shenawy, A. (2015, May). Wireless Power transfer system modelling based on neural Network with adaptive filtering. <https://doi.org/10.1109/HPCSim.2015.7237054>
- Gogate, N. G., Kalbar, P. P., & Raval, P. M. (2017). Assessment of stormwater management options in urban contexts using Multiple Attribute Decision-Making. *Journal of Cleaner Production*, 142, 2046–2059. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.079>
- Gonzales, P., & Ajami, N. K. (2017). An integrative regional resilience framework for the changing urban water paradigm. *Sustainable Cities and Society*, 30, 128–138.
- Guerrero Davila, G. (2014). *Metodología de la Investigación*.
- Halldórsdóttir, K., Nielsen, O. A., & Prato, C. G. (2017). Home-end and activity-end preferences for access to and egress from train stations in the Copenhagen region. <http://ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login?url=https://resolver.ebscohost.com/openurl?sid=E>
BSCO:a9h&genre=article&issn=15568318&ISBN=&volume=11&issue=10&date=20171201&spage=776&pages=776-786&title=International
- Heinen, E., & Buehler, R. (2019). Bicycle parking: a systematic review of scientific literature on parking behaviour, parking preferences, and their influence on cycling and travel behaviour. *Transport Reviews*, 39(5), 630–656. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1590477>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & del Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metología de la investigación*.
- Ki Young Kim. (2018). *Wireless Power Transfer - Principles and Engineering Explorations*.
- Klaus Bruhn Jensen. (2014). *La comunicación y los medios: Metodologías de investigación cualitativa y cuantitativa*.
- Labi Samuel. (2014). *Introduction to civil engineering systems: A systems perspective to the development of civil engineering facilities*.
- Larsen, T. A., Hoffmann, S., Lüthi, C., Truffer, B., & Maurer, M. (2016). Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world. *Science*, 352(6288), 928–933. <https://doi.org/10.1126/science.aad8641>
- Li, F., & Zhang, J. (2022). A review of the progress in Chinese Sponge City programme: challenges and opportunities for urban stormwater management. *Water Supply*, 22(2), 1638–1651. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.327>
- Li, Q., Li, K., Zhao, K., Sun, G., & Luo, S. (2019). Fuel oil corrosion resistance of asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 220, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.186>
- Lin, J. R., & Yang Ta-Hui, T. H. (2011). Strategic design of public bicycle sharing systems with service level constraints. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(2), 284–294. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2010.09.004>

- Liu, B. C., Ivers, R., Norton, R., Boufous, S., Blows, S., & Lo, S. K. (2008). Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004333.pub3>
- Manohar, M., Lathabai, H. H., George, S., & Prabhakaran, T. (2018). Wire-free electricity: Insights from a techno-futuristic exploration. *Utilities Policy*, 53, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2018.06.003>
- MINEDU. (2008). *GUÍA DE EDUCACIÓN EN SEGURIDAD VIAL*.
- MLM. (2017). *Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista*.
- Mohammed S, S., K., R., & Shanmuganatham, T. (2010). Wireless Power Transmission - A Next Generation Power Transmission System. *International Journal of Computer Applications*, 1. <https://doi.org/10.5120/274-434>
- MTC. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*.
- MTC. (2022). *Desde hoy se aplicarán sanciones graduales por exceder límites de velocidad*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/576307-desde-hoy-se-aplicaran-sanciones-graduales-por-exceder-limites-de-velocidad>
- NACTO. (2013). *Design Street Urban Guide National Association of City Transportation Officials*.
- NACTO. (2014). *National Association of City Transportation Officials Second Edition Urban Bikeway Design Guide*.
- NACTO. (2016). *Global Designing Cities Initiative Global Street Design Guide*.
- NACTO., & service), S. (Online. (2017). *Urban Street Stormwater Guide [recurso electrónico]* .
- Nie, L., Lindholm, O., Lindholm, G., & Syversen, E. (2009). Impacts of climate change on urban drainage systems – a case study in Fredrikstad, Norway. *Urban Water Journal*, 6(4), 323– 332. <https://doi.org/10.1080/15730620802600924>
- Nissen, K. A., Borst, M., & Fassman-Beck, E. (2020). Bioretention planter performance measured by lag and capture. *Hydrological Processes*, 34(25), 5176–5184. <https://doi.org/10.1002/hyp.13927>
- O’hern, S., Oxley, J., & Stevenson, M. (2018). A simulator examination of bicycle lane width. *Advances in Transportation Studies*, 1(Special Issue), 137–148. <https://doi.org/10.4399/978882551688312>
- Olabuenaga Jose Ignacio. (2003). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. OMS. (2018). *GLOBAL STATUS REPORT ON ROAD SAFETY*.
- Paule-Mercado, M. A., Lee, B. Y., Memon, S. A., Umer, S. R., Salim, I., & Lee, C.-H. (2017). Influence of land development on stormwater runoff from a mixed land use and land cover catchment. *Science of The Total Environment*, 599–600, 2142–2155. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.081>

- Peden, M. M., & Khayesi, M. (2018). Save LIVES technical package: 22 interventions that could make a difference. *Injury Prevention*, 24(5), 381. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1136/injuryprev-2018-042873>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4). <https://doi.org/10.1080/01441640701806612>
- Pulugurtha, S. S., & Self, D. R. (2015). Pedestrian and motorists' actions at pedestrian hybrid beacon sites: findings from a pilot study. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 22(2), 143–152. <https://doi.org/10.1080/17457300.2013.857694>
- Quezada Lucio, Nel. (2010). Metodología de la investigación : estadística aplicada en la investigación. Macro.
- Quintero-González, J. R. (2019). Sustainable transit-oriented development (STOD). A prospective for Colombia. *Bitacora Urbano Territorial*, 29(3), 59–68. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.65979>
- Radinja, M., Comas, J., Corominas, L., & Atanasova, N. (2019). Assessing stormwater control measures using modelling and a multi-criteria approach. *Journal of Environmental Management*, 243, 257–268. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.102>
- Radio Programas del Perú. (2021, January 13). Cusco en bicicleta: más ciclistas, pero pocas ciclovías. <https://rpp.pe/peru/actualidad/cusco-en-bicicleta-aumentan-los-ciclistas-en-la-capital-turistica-del-pais-noticia-1314800?ref=rpp>
- Roger Aguilar Mendieta. (2021, November 4). Titular del MTC petardea la reforma del transporte en Lima y Callao.
- Saurí, D., & Palau-Rof, L. (2017). Urban drainage in Barcelona: from hazard to resource? *Water Alternatives*, 10, 475–492.
- Selbig, W. R. (2015). Characterizing the distribution of particles in urban stormwater: advancements through improved sampling technology. *Urban Water Journal*, 12(2), 111–119. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2013.820334>
- Tan, R., Adnan, M., Lee, D. H., & Ben-Akiva, M. E. (2015). New path size formulation in path size logit for route choice modeling in public transport networks. In *Transportation Research Record* (Vol. 2538, pp. 11–18). National Research Council. <https://doi.org/10.3141/2538-02>
- Tavakol-Davani, H., Goharian, E., Hansen, C. H., Tavakol-Davani, H., Apul, D., & Burian, S. J. (2016). How does climate change affect combined sewer overflow in a system benefiting from rainwater harvesting systems? *Sustainable Cities and Society*, 27, 430–438. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.07.003>
- Thompson, D. C., Thompson, R. S., Rivera, F. P., & Wolf, M. E. (1990). A Case-Control Study of the Effectiveness of Bicycle Safety Helmets in Preventing Facial Injury. <http://ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/login?url=https://resolver.ebscohost.com/openurl?sid=E>
BSCO:eih&genre=article&issn=00900036&ISBN=&volume=80&issue=12&date=19901201&spage=1471&pages=1471-1474&title=American
- Transitemos., F. (n.d.). *Hacia una ciudad para las personas : propuesta hoja de ruta para una movilidad y un transporte sostenibles en Lima y Callao al 2025* .
- Vadeby, A., & Forsman, Å. (2018). Traffic safety effects of new speed limits in Sweden. *Accident Analysis & Prevention*, 114, 34–39.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.003>

- Voyde, E., Fassman, E., & Simcock, R. (2010). Hydrology of an extensive living roof under sub-tropical climate conditions in Auckland, New Zealand. *Journal of Hydrology*, 394(3–4), 384–395. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.09.013>
- Yu, C., Ma, W., & Yang, X. (2016). Integrated optimization of location and signal timings for midblock pedestrian crosswalk. *Journal of Advanced Transportation*, 50(4), 552–569. <https://doi.org/10.1002/atr.1360>
- Zhou, J., Zheng, T., Dong, S., Mao, X., & Ma, C. (2022). Impact of Helmet-Wearing Policy on E-Bike Safety Riding Behavior: A Bivariate Ordered Probit Analysis in Ningbo, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph19052830>
- Zhu, Y., Li, H., Yang, B., Zhang, X., Mahmud, S., Zhang, X., Yu, B., & Zhu, Y. (2021a). Permeable pavement design framework for urban stormwater management considering multiple criteria and uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 293, 126114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126114>
- Zhu, Y., Li, H., Yang, B., Zhang, X., Mahmud, S., Zhang, X., Yu, B., & Zhu, Y. (2021b). Permeable pavement design framework for urban stormwater management considering multiple criteria and uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126114>

