

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DEL DESARROLLO DEL TRANVÍA COMO
MEDIO COMPLEMENTARIO DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE SAN JUAN
DE PASTO**

JUAN JOSÉ SANTACRUZ RODRIGUEZ

**UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y BELLAS ARTES
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
SAN JUAN DE PASTO
2024**

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DEL DESARROLLO DEL TRANVÍA COMO
MEDIO COMPLEMENTARIO DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE SAN JUAN
DE PASTO**

JUAN JOSÉ SANTACRUZ RODRIGUEZ

Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de Arquitecto

Asesor:
ARQ. FRANCO DANIEL RODRIGUEZ VILLOTA

**UNIVERSIDAD CESMAG
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y BELLAS ARTES
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
SAN JUAN DE PASTO
2024**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, 20 de agosto del 2024

El pensamiento que se expresa
en esta obra es de exclusiva
responsabilidad del autor
y no compromete la ideología
de la Universidad CESMAG.

Dedicatoria:

A mi madre, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ella.

Lema:

“La arquitectura es una manera de pensar sobre el mundo muy similar en estructura a escribir un libro, ya que ambas disciplinas representan el mismo campo y dominio.”

Rem Koolhaas.

AGRADECIMIENTOS

Al arquitecto Franco Daniel Rodríguez Villota, asesor del trabajo de grado, por su invaluable apoyo y orientación a lo largo de este proyecto. Su experiencia, dedicación y paciencia han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de mi investigación.

A la Universidad Cesmag, por el conocimiento brindado durante estos años de estudio, gracias a su preparación con un nivel satisfactorio para culminar mi carrera profesional.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE CUADROS	16
LISTA DE ANEXOS	16
RESUMEN	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	20
1. ASPECTOS GENERALES DEL TRABAJO DE GRADO	21
1.1 OBJETO O TEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.2 CONTEXTUALIZACIÓN	21
1.2.1 Macro contexto.	21
1.2.2 Micro contexto.	21
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
1.3.1 Planteamiento del problema.	22
1.3.2 Formulación del problema.	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	22
1.5 OBJETIVOS	24
1.5.1 Objetivo general.	24
1.5.2 Objetivos específicos.	24
1.6 ÁREA DE INVESTIGACIÓN	24
1.7 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	24
1.8 ANTECEDENTES	25
INVESTIGACIONES INTERNACIONALES	26

1.8.1	26
1.8.2	27
INVESTIGACIONES NACIONALES	27
1.8.3	27
Tranvía:	28
1.9 ESTADO DEL ARTE	29
San Juan de Pasto:	¡Error! Marcador no definido.
Transporte público en Pasto	29
¿Modelo de tranvía para Pasto es viable?	30
1.10 MARCO TEÓRICO	32
1.10.1.2 Modelos de movilidad	33
1.10.1.3 Modelo de movilidad circulatoria	33
1.10.1.4 Modelo de clasificación de transporte	33
1.10.1.5 Modelo de movilidad multimodal	33
1.10.2 Tranvía	34
1.10.2.1 Definición	34
1.10.2.2 Tipos de tranvía	34
1.10.2.3 Tranvitrén	34
1.10.2.4 Tren-tranvía	35
1.11 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	35
VARIABLES:	35
1.11.1: Tiempo de viaje en el transporte público.	35
1.11.2: Valor del transporte público.	35

1.11.3 Satisfacción de calidad del usuario al acceder al transporte público.	35
1.12 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	36
1.13 METODOLOGÍA	36
1.13.1 Paradigma.	36
1.13.2 Enfoque.	36
1.13.3 Método.	36
1.13.4 Población.	36
1.13.5 Muestra.	36
1.13.6 Tipo de investigación	37
1.13.7 Diseño de investigación	37
1.13.8 Técnicas de recolección de la información.	37
1.13.9 Instrumentos de recolección de la información.	37
1.13.10 Procesamiento de la información.	37
2. CAPITULO I: DESARROLLO PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO	38
2.1 Estudiar los sistemas de tranvía como modelos de transporte, en diversas escalas de implementación a nivel mundial, desde un enfoque global hasta uno local, con el propósito de determinar su operatividad y los beneficios inherentes que conllevan.	38
2.2 Conceptos relevantes:	38
2.2.1 Tranvía	38
2.2.2 Tren-tranvía	38
2.2.3 Tren ligero	38

2.2.4 Los tranvías en la historia	38
2.2.5 Rivalidad con el autobús	39
2.3 Revisión Bibliográfica: Investigar estudios previos y literatura académica relacionada con sistemas de tranvía como modelos de transporte, considerando diversas escalas de implementación.	39
2.3.1 PRIMER CASO DE ESTUDIO: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?	41
2.3.2 Auge del tranvía	42
2.3.3 Las características de los nuevos tranvías	42
2.3.4 Plataforma segregada	42
2.3.5 Características del material móvil	44
DIFERENTES VERSIONES EXISTENTES	47
BALANCE TÉCNICO	47
2.4 SEGUNDO CASO DE ESTUDIO: El mejoramiento del sistema de transporte y el espacio público en ciudades intermedias. Estudio de la oportunidad de implantación de un tranvía en Antofagasta (Santiago de Chile)	49
Condiciones de Antofagasta para la implementación de un tranvía	50
Velocidad:	50
Congestión	50
Paraderos	50
Afluencia peatonal	51
Impacto en el espacio público	51

Comparación en cifras con otros modos de transporte público	52
Inserción urbana del tranvía	52
3. CAPITULO II: DESARROLLO SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO	55
3.1 Analizar la infraestructura y rutas del SETP con el propósito de comprender su alcance y eficacia, evaluando su desempeño en términos de cobertura y accesibilidad, considerando la viabilidad de incorporar un sistema de tranvía.	55
3.1.2 Recopilación de datos: Investigar la entidad responsable del sistema de transporte público actual (SETP), su propósito de implementación y otros datos pertinentes para el análisis.	55
3.1.3 ¿Por qué nace el SETP Pasto?	55
3.1.4 ¿Cuál es el objetivo del SETP Pasto?	55
3.1.5 ¿Cuál es su ente gestor?	56
3.1.6 Programa ciudadana del SETP	56
3.2 Análisis de datos relevantes del SETP: Recolectar datos estadísticos sobre las rutas, horarios que maneja el SETP en la ciudad, además de entender los términos de cobertura y accesibilidad.	56
3.2.1 Rutas y horarios	56
3.2.2 Término de cobertura:	59
3.2.3 Término de accesibilidad:	59
3.3 Análisis de datos geospaciales: Utilizar herramientas de análisis geográfico para evaluar la cobertura del SETP en términos de alcance y	

distribución geográfica, identificando áreas con mayor y menor cobertura.	59
3.3.1 CAPACIDAD MEDIDA EN CUANTO A RANGO POR RUTAS SEGÚN EL MODELO DE TRANSPORTE EMPLEADO EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO (SETP)	59
3.3.2 PERIMETRO URBANO	61
3.4 Determinar la accesibilidad y cobertura en relación con el SETP: Según la información recopilada y los análisis llevados a cabo, se busca evaluar el nivel de accesibilidad en la ciudad de Pasto considerando las rutas utilizadas por el (SETP). Intentando identificar las rutas con distintos niveles de cobertura en función de la accesibilidad, categorizando dichas rutas según la densidad poblacional en las zonas que abarcan.	62
3.4.1 COBERTURA DEL SETP POR RANGO DE ACCESIBILIDAD PEATONAL POR RUTAS (Rango 400mt)	63
4. CAPITULO III: DESARROLLO DEL TERCER OBJETIVO ESTPECIFICO	78
4.1 Evaluar la viabilidad del tranvía en la ciudad de San Juan de Pasto.	78
4.1.1 Comparativo referente: Presentar un análisis de referente práctico, comparándolo con la situación actual de la ciudad de San Juan de Pasto.	78

4.1.2 Interpretación de datos: Analizar la cobertura poblacional del transporte público por comuna, la saturación de rutas y las emisiones de CO2 en comparación con otros medios de transporte. Identificar áreas de mejora y proponer soluciones para optimizar el sistema, evaluando la necesidad de implementar un tranvía en San Juan de Pasto.	82
4.1.2.1 COMPARACIÓN DE EMISIONES EN KG DE C02 POR VIAJE Y MODO DE TRANSPORTE	84
4.1.2.2 Estudio eje principal: Según el análisis de las rutas dentro de las comunas de Pasto, determinar un eje a nivel de línea de deseo que muestre la importancia de un eje en la Ciudad.	85
4.1.2.3 Sintetizar análisis: De acuerdo a los análisis de accesibilidad y cobertura del sistema de transporte público vigente, evaluar la factibilidad de introducir un sistema de tranvía en el entorno urbano.	87
4.1.2.4 Presentar recomendaciones: Presentar recomendaciones basadas en el análisis, destacando los factores que respaldan o cuestionan la introducción del sistema de tranvía en la ciudad.	89
BIBLIOGRAFIA	91

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. TRANVÍA DE AYACUCHO, MEDELLÍN, COLOMBIA.	28
FIGURA 2. TRANVÍA DE BARCELONA	42
FIGURA 3. TRANVÍA DE BARCELONA (LÍNEA TRAMBAIX) EN UN TRAMO DE LA AV. DIAGONAL DÓNDE COMPARTIÓ ESPACIO CON EL TRÁFICO MOTORIZADO	43
FIGURA 4. TRANVÍA EN VÍA COMPARTIDA CON EL TRÁFICO RODADO EN DÜSSELDORF (ALEMANIA)	44
FIGURA 5. TRANVÍA DE DARMSTADT (ALEMANIA) EQUIPADO CON 3 MÓDULOS	45
FIGURA 6. AMPLIOS INTERIORES DEL TREN LIGERO DE ATENAS (GRECIA)	46
FIGURA 7. TRANVÍA DE PISO BAJO EN BILBAO (EUSKOTRAN)	46
FIGURA 8. VEHÍCULOS, TRANVÍA, CICLISTAS Y PEATONES EN PLATAFORMA COMPARTIDA EN ZARAGOZA	53
FIGURA 9. PLATAFORMA EN ZONA PEATONAL, BURDEOS.	53
FIGURA 10. PLATAFORMA RESERVADA, ESTRASBURGO.	54
FIGURA 11 PERIMETRO URBANO	61
FIGURA 12. RUTAS MÁS UTILIZADAS POR EL SISTEMA DE TRANSPORTE SETP	75
FIGURA 13. CANTIDAD DE RUTAS SETP POR COMUNA EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO	76

FIGURA 14. TRANVÍA EN CUENCA-ECUADOR	78
FIGURA 15. SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO SETP EN PASTO	79
FIGURA 16. COMPARATIVA TRANVÍA CUENCA (ECUADOR) VS SETP PASTO	81
FIGURA 17. CANTIDAD DE VIAJES POR PERSONA EN TRANSPORTE PÚBLICO EN PASTO.	83
FIGURA 18. COMPARACIÓN DE EMISIONES EN KG DE C02 POR VIAJE Y MODO DE TRANSPORTE	84
FIGURA 19. CALLE 18 Y SU INFLUENCIA COMO ARTICULADOR DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE PASTO	85
FIGURA 20. CALLE 18 COMO EJE ARTICULADOR	86
FIGURA 21. PRODUCCIÓN DE VIAJES DIARIOS DIRECTOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO POR EJES MÁS IMPORTANTES DE PASTO	87

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. ÁREAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE ARQUITECTURA.	24
CUADRO 2. COMPARACIÓN MEDIO DE TRANSPORTE	52
CUADRO 3. RUTAS Y HORARIOS QUE MANEJA AVANTE SOBRE EL SETP	58
CUADRO 4. COBERTURA Y DÉFICIT POBLACIONAL POR RUTA AL TRANSPORTE PÚBLICO SETP DE PASTO (RANGO 400 METROS)	75
CUADRO 5. COBERTURA Y DÉFICIT POBLACIONAL POR RUTA AL TRANSPORTE PÚBLICO SETP DE PASTO.	77
CUADRO 6. COBERTURA DE TRANSPORTE PÚBLICO POR COMUNAS	82

GLOSARIO

Viabilidad: Posibilidad de acceder a los recursos técnicos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Tranvía: Vehículo de transporte público urbano que circula sobre raíles incrustados en el pavimento de las calles.

Movilidad: Actividad que involucra el desplazamiento de personas de un sitio a otro, ya sea a través de sus propios medios de locomoción o utilizando algún tipo de transporte.

Sistemas de transporte público: Conjunto de infraestructura, equipos, sistemas, señales, paraderos, vehículos, estaciones e infraestructura vial destinadas y utilizadas para la eficiente y continua prestación del servicio público de transporte de pasajeros en un área específica.

Implementación: Poner en funcionamiento o aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo.

Accesibilidad: Condición que deben cumplir los entornos, productos y servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables por todos los ciudadanos, incluidas las personas con discapacidad.

Desarrollo urbano: El desarrollo urbano se refiere al proceso de planificación, diseño y construcción de áreas urbanas con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los habitantes y promover un crecimiento sostenible en términos ideales, pero a su vez encontramos en la práctica un desarrollo urbano espontáneo.

Movilidad sostenible: Conjunto de procesos y acciones orientados a conseguir el uso racional de los medios de transporte tanto particulares como públicos. El objetivo último es cubrir las necesidades de transporte con el mínimo impacto ambiental y económico.

RESUMEN

Los sistemas de tranvía en ciudades intermedias han sido considerados como una solución efectiva a varios desafíos urbanos y han demostrado aportar beneficios significativos en diversos aspectos en donde se incluyen, el desarrollo urbano, la movilidad sostenible, la accesibilidad, entre otros. La ciudad de San Juan de Pasto puede entrar a consideración o no, en la implementación de un sistema como este; esta tesis aborda un análisis de la viabilidad a nivel técnico de cobertura del sistema de transporte público, analizando oportunidades y desafíos que surgirían al considerar la implementación del tranvía con el propósito de mejorar y complementar el sistema de transporte público existente.

Este análisis se llevará a cabo en la ciudad de San Juan de Pasto, tendrá como objetivo establecer la viabilidad de la implementación del tranvía y entender cómo podría generar puntos de conexión que optimicen los tiempos de viaje para los usuarios que elijan este medio de transporte público alternativo.

Palabras clave: Viabilidad, tranvía, movilidad, sistema de transporte.

ABSTRACT

Tram systems in intermediate cities have been regarded as an effective solution to various urban challenges, demonstrating significant benefits in diverse aspects, including urban development, sustainable mobility, accessibility, among others. The city of San Juan de Pasto may or may not be considered for the implementation of such a system; this thesis addresses an analysis of the technical feasibility of the coverage of the public transportation system, examining opportunities and challenges that would arise when considering the implementation of the tram with the purpose of enhancing and complementing the existing public transportation system.

This analysis will be carried out in the city of San Juan de Pasto, aiming to establish the feasibility of tram implementation and understand how it could create connection points to optimize travel times for users choosing this alternative public transportation mode.

Keywords: Viability, tram, mobility, transportation system.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo, evaluar la viabilidad de implementar el tranvía como un complemento de movilidad en la ciudad de San Juan de Pasto. Esta propuesta busca complementar el sistema actual de transporte público (SETP), enfatizando su funcionalidad y realizando un análisis comparativo de los beneficios y desventajas inherentes al sistema de transporte público existente.

El impulso para emprender esta investigación analítica surge de los desafíos evidentes dentro del marco actual de transporte público, caracterizado por un desequilibrio organizacional notable. Este análisis está orientado a identificar fortalezas que puedan mejorar el sistema de transporte público de la ciudad, estableciendo así una integración posible entre el tranvía y el SETP.

Para llevar a cabo este estudio, se realizará un análisis cuantitativo y territorial, en donde se trabajará con el sistema actual de transporte público en Pasto. Utilizando la red vial ya establecida como base según el sistema SETP, identificando nodos clave para determinar la viabilidad de la implementación del tranvía en la ciudad. El estudio tiene como objetivo proporcionar conclusiones sobre cómo se puede mejorar el sistema de transporte público actual, considerando la integración del tranvía como una posible vía para el mejoramiento de movilidad.

1. ASPECTOS GENERALES DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 OBJETO O TEMA DE INVESTIGACIÓN

El objeto de investigación del presente trabajo de grado es la implementación del Tranvía dentro de una ciudad intermedia como lo es San Juan de Pasto. El propósito es identificar los beneficios que puede traer consigo la implementación del tranvía como complemento al actual sistema de movilidad conocido como SETP (sistema estratégico de transporte público). El resultado será proporcionar conclusiones sobre cómo se puede mejorar el sistema de transporte público actual, y un conjunto de recomendaciones sobre como considerar la integración del tranvía como una posible vía para el mejoramiento de movilidad.

1.2 CONTEXTUALIZACIÓN

El proyecto para el análisis de viabilidad en la implementación de un sistema de transporte mediante el tranvía, se localiza en la ciudad de San Juan de Pasto, en el departamento de Nariño, Colombia. El crecimiento de la ciudad de Pasto, ha evidenciado que el actual sistema de transporte público SETP no da abasto para una óptima movilidad urbana, o eso se presume; El trabajo de grado, ayudará a esclarecer que tan oportuno es la implementación de un tranvía dentro de la ciudad como complemento del actual sistema de transporte público.

1.2.1 Macro contexto.

En el contexto de ciudad en expansión, la ciudad de Pasto, capital del departamento de Nariño, en el suroccidente de Colombia en medio de la cordillera de los Andes, ha enmarcado una evidente necesidad en la evolución en cuanto a accesibilidad en la cobertura de la movilidad del transporte público. Tomando datos proporcionados por el DANE, donde se muestra la cantidad de población estimada en el año actual 2024, la cual fue de 410.835 con base en el último censo en el año 2018 y comparándola con la población que se había registrado para el año 2020, con una cantidad de 392.589 habitantes, demostrando el crecimiento exponencial cada año transcurrido; con esto se evidencia la necesidad de evolución o crecimiento del sistema actual de transporte público, la manera de movilizarse, la capacidad de cobertura, y como el sistema de transporte funciona y se relaciona con otros sistemas complementarios, con el fin de contemplar como este podría funcionar como una red de manera integral en un nuevo sistema de transporte, como lo es el tranvía.

1.2.2 Micro contexto.

La investigación y análisis de viabilidad de una posible implementación del tranvía estará destinada en el casco urbano de la ciudad de San Juan de Pasto.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Planteamiento del problema.

En el contexto de la rápida expansión urbana y el crecimiento demográfico sostenido que experimenta la ciudad de San Juan de Pasto, se identifica una problemática crucial relacionada con la eficacia y cohesión del sistema de transporte público. A medida que la ciudad se expande, la oferta de servicios de transporte público no ha evolucionado de manera proporcional, resultando en una falta significativa de integración y coordinación entre los diversos modos de transporte. Esta carencia se traduce en ineficiencias operativas, tiempos de viaje prolongados, falta de integración con el valor de un boleto que no ocupa la cobertura entre las rutas que ofrece el SETP, y una experiencia de movilidad insatisfactoria para los ciudadanos.

La falta de integración en el sistema de transporte público no solo afecta la calidad de vida de los residentes, sino que además incide directamente en el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental de la ciudad de San Juan de Pasto que se considera en crecimiento. La ineficacia en la movilidad urbana plantea desafíos que van más allá de la comodidad individual, impactando negativamente en la productividad, la accesibilidad a oportunidades y la emisión de gases contaminantes.

Ante este escenario, resulta importante abordar de manera integral y sistemática las deficiencias en la integración del transporte público, considerando soluciones que se adapten a la dinámica de expansión de la ciudad y promuevan una movilidad eficiente, sostenible e inclusiva. El presente trabajo de grado propone investigar las causas de esta falta de integración, identificar mejores prácticas a nivel nacional e internacional, y proponer estrategias viables y sostenibles que permitan optimizar la conectividad del sistema de transporte público en una ciudad en crecimiento como lo es San Juan de Pasto, analizando la viabilidad de implementar el tranvía como medio complementario.

1.3.2 Formulación del problema.

¿Cómo puede abordarse de manera efectiva la carencia de integración en el sistema de transporte público en la ciudad de San Juan de Pasto, considerando la posible implementación de un sistema de tranvía como parte integral de la solución?

1.4 JUSTIFICACIÓN

Conforme la ciudad de San Juan de Pasto experimenta un crecimiento, la disponibilidad de servicios de transporte público no ha experimentado un desarrollo acorde, generando una marcada carencia de integración y coordinación entre los diferentes modos de transporte. Se analiza la posibilidad de la implementación del

tranvía como medio complementario que ayude a brindar beneficios en términos de calidad de transporte y reducir los tiempos de desplazamiento.

Esta investigación contribuirá a identificar áreas de oportunidad que puedan enriquecer el trabajo del sistema de transporte público, demostrando mejoras en aspectos como la eficiencia del tiempo de viaje, fluidez en la circulación y la optimización global del sistema público de transporte.

A través de la propuesta de investigación de viabilidad del tranvía, se aspira a profundizar en la comprensión de los puntos de beneficio y desafío que actualmente caracterizan el sistema de transporte público (SETP). La propuesta se basaría en varios aspectos fundamentales:

- Necesidad de mejora en la movilidad urbana:

El crecimiento urbano acelerado ha evidenciado los desafíos de movilidad, afectando la calidad de vida de los residentes y generando ineficiencias en el sistema de transporte público actual.

- Impacto potencial del tranvía:

La consideración de un sistema de tranvía se justifica por su capacidad para proporcionar una solución integrada y eficiente, especialmente en ciudades en crecimiento como lo es San Juan de Pasto, donde la movilidad es un factor crítico.

- Experiencias exitosas a nivel nacional e internacional:

La exploración de experiencias exitosas con sistemas de tranvía en otras ciudades, tanto a nivel nacional como internacional, justifica la posibilidad de implementar una solución que ha demostrado ser efectiva en contextos similares.

- Enfoque en eficiencia, accesibilidad y sostenibilidad:

La búsqueda de estrategias para maximizar la eficiencia, accesibilidad y sostenibilidad del sistema de transporte público es esencial para abordar la problemática integralmente, considerando no solo la comodidad de los usuarios, sino también los aspectos económicos y ambientales.

- Contribución al desarrollo integral de la ciudad:

La propuesta de una solución que aborde la falta de integración en el sistema de transporte público no solo mejora la movilidad, sino que también contribuye al desarrollo económico y sostenible de la ciudad en crecimiento, fortaleciendo su infraestructura y promoviendo un entorno más habitable.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general.

Realizar un análisis de viabilidad para la implementación del tranvía como una alternativa de movilidad en la ciudad de San Juan de Pasto, que sirva como complemento al sistema de transporte público actual, conocido como el SETP (Sistema Estratégico de Transporte Público).

1.5.2 Objetivos específicos.

- Estudiar algunos sistemas de tranvía como modelos de transporte, en diversas escalas de implementación a nivel mundial, desde un enfoque global hasta uno local, con el propósito de determinar su operatividad y los beneficios inherentes que conllevan.
- Analizar la infraestructura y rutas del SETP en la ciudad de San Juan de Pasto con el propósito de comprender su alcance y eficacia, evaluando su desempeño en términos de cobertura y accesibilidad, considerando la viabilidad de incorporar un sistema de tranvía.
- Evaluar la viabilidad de introducir el tranvía en la ciudad de San Juan de Pasto.

1.6 ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Cuadro 1. Áreas y líneas de investigación del Programa de Arquitectura.

LÍNEA	ÁREA	TEMATICAS	PFC
Ciudad, Paisaje y territorio	Proyectual	El área proyectual define la formulación y consecución de un proyecto arquitectónico y/o urbano, en un territorio determinado, como respuesta a una problemática identificada; esta área puede desarrollarse como opción de grado desde las modalidades de proyecto arquitectónico, urbanístico.	Proyecto investigación
	Medio ambiente	Estudia las variables ambientales del Proyecto arquitectónico y/o urbano y las problemáticas referentes al impacto ambiental, la energía, la sostenibilidad, los sistemas ecológicos, los materiales, con el fin de dar soluciones en los ámbitos de la planificación urbana y la edificación; esta área puede desarrollarse como opción de grado desde las modalidades de monografía e investigación.	Investigación Monografía
	Urbanismo y planificación territorial	El tema central de discusión profundiza en el entendimiento de cómo a través de ejercicios de ordenamiento y desarrollo urbano sustentable se aborda la construcción de la nueva ciudad – sociedad en respuesta a fenómenos y dinámicas territoriales contemporáneas reconociendo la íntima relación entre ciudad-hombre-sociedad como aporte al fortalecimiento de la dignidad de la persona humana al servicio del nuevo humanismo en un escenario a 2100. Esta área puede desarrollarse como opción de grado desde las modalidades de proyecto arquitectónico, urbanístico e investigación	Proyecto investigación

Fuente: COMITÉ CURRICULAR DEL PROGRAMA DE ARQUITECTURA. Proyecto educativo del programa de Arquitectura. San Juan de Pasto: inédito, 2020. p. 55.

1.7 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La propuesta para el trabajo final de carrera, se establece según una línea investigativa de Ciudad, paisaje y territorio. El proyecto estará encaminado en el área urbanismo y planificación territorial, en donde se trabaja el análisis de viabilidad

de desarrollo del tranvía como complemento al sistema de transporte público en la ciudad de San Juan de Pasto; logrando una alternativa de solución al problema de movilidad que atraviesa la ciudad en general.

1.8 ANTECEDENTES

El Sistema de Transporte Terrestre Masivo de Pasajeros, de acuerdo al artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 se define como: El conjunto de infraestructura, equipos, sistemas, señales, paraderos, vehículos, estaciones e infraestructura vial destinadas y utilizadas para la eficiente y continua prestación del servicio público de transporte de pasajeros en un área específica. El sistema de transporte público es una necesidad básica para muchas personas que viven en ciudades y áreas urbanas. Sin embargo, es común que las rutas existentes de un sistema de transporte público no cubran todo el territorio en el que trabajan, lo que puede dificultar el acceso a lugares importantes para los usuarios.

Las rutas de transporte público son determinadas por una variedad de factores, incluyendo la densidad de población, los patrones de tráfico y las limitaciones físicas, como los obstáculos naturales o las carreteras que no pueden ser modificadas. En muchos casos, estas limitaciones pueden hacer que sea difícil para los servicios de transporte público llegar a ciertas áreas, especialmente si se trata de zonas remotas o poco pobladas, siendo evidente las dificultades topográficas, económicas que esta pueda conllevar para el aumento de rutas del sistema de transporte público.

Como resultado, muchas personas que dependen del transporte público pueden enfrentar dificultades para acceder a lugares importantes, como trabajos, centros de salud, centros educativos, y otros servicios públicos. Esto puede ser especialmente problemático para aquellos que no tienen acceso a un automóvil o que no pueden pagar el costo de la gasolina y otros gastos asociados con la propiedad de un vehículo. Además, la falta de acceso a un sistema de transporte público puede limitar las oportunidades económicas y educativas para las personas que viven en áreas mal atendidas. Esto se debe a que el transporte público es a menudo la única opción para aquellos que no tienen acceso a un automóvil, lo que significa que los empleos y oportunidades educativas fuera de su zona pueden ser inalcanzables.

Para abordar este problema, es importante que los encargados del transporte público trabajen en colaboración con las comunidades locales para identificar las necesidades de transporte y desarrollar soluciones efectivas para llegar a áreas mal atendidas. Esto podría incluir la expansión de las rutas de autobuses existentes, la creación de nuevas rutas para llegar a áreas remotas, y la mejora de la conectividad entre las diferentes formas de transporte público. En términos de cobertura, Vuchic (2005) describe la cobertura en términos de la densidad y distribución de las estaciones y paradas del sistema de transporte público en relación con la demanda

de viajes. Considera tanto la disponibilidad física como la frecuencia del servicio en un área determinada.¹

Según la información recolectada sobre las rutas que maneja el sistema integrado de transporte público conocido por sus siglas como SETP que trabaja la ciudad de Pasto, se puede concluir como el rango de accesibilidad, entendida según Geurs y Van Wee (2004) como la facilidad con la que los individuos pueden llegar a destinos deseados o necesarios, considerando la influencia de la infraestructura de transporte y las características de la movilidad personal², para los usuarios quienes requieran y utilicen este medio de transporte para viajar de un punto A, a un punto B, no cuenta con una cobertura total al no ser considerado ni ser ejecutado como un sistema integrado; lo que quiere decir que la cantidad de rutas las cuales están divididas por el SETP no cubren la totalidad del territorio de la ciudad de San Juan de Pasto.

INVESTIGACIONES INTERNACIONALES

1.8.1 En el ámbito internacional se han llevado a cabo diferentes investigaciones, como la denominada “*ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE SERVICIO MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TRANVÍA EN LA CIUDAD DE CUENCA*”

El gobierno de la Ciudad de Cuenca en procura de mejorar una problemática como es el congestionamiento vehicular, planteó la construcción de un sistema de transporte público denominado Tranvía de los 4 ríos de Cuenca.

La implementación de este sistema trae múltiples desafíos para el gobierno local como para las empresas encargadas del control de tránsito, ya que es un proceso que debe ser guiado en todo momento, desde el diseño hasta el momento en el que esté en funcionamiento; En donde se conoce y describe la evolución del transporte público hasta la actualidad, definiendo el tranvía como medio de transporte, destacando cuál es su infraestructura, las vialidades urbanas y sus características que deben presentar las infraestructuras para el transporte público, así mismo determinar los cambios en la movilidad vehicular urbana, mejorar una problemática como es el congestionamiento vehicular, donde se planteó la construcción de un sistema de transporte público denominado Tranvía de los 4 ríos de Cuenca. Estos sistemas deben ir de la mano con la planeación urbana ya que los cambios en la movilidad tienen efectos en las vialidades que se van a utilizar y la calidad del servicio de transporte público para los ciudadanos, en donde Se determinará el estado de los niveles de servicio mediante la implementación del tranvía.³

¹Vuchic (2005). Concepto de cobertura.

²Geurs y van Wee (2004). Concepto de accesibilidad.

³ MONTEZDEOCA, Romel; VÁZCONES, Esteban. “Análisis de los niveles de servicio mediante la implementación del tranvía en la ciudad de cuenca” (Cuenca, Ecuador): febrero, 2015. Disponible en la dirección electrónica [https:// https://dSPACE.UPS.EDU.EC/bitstream/123456789/7642/1/UPS-CT004528.pdf](https://dSPACE.UPS.EDU.EC/bitstream/123456789/7642/1/UPS-CT004528.pdf)

1.8.2 Otra investigación en el ámbito internacional podemos encontrar, como la denominada “ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE UNA LÍNEA DE TRANVÍA EN LA CIUDAD DE SAN JUAN, ARGENTINA ”

El trabajo tiene como objetivo desarrollar una opción de mejora en la movilidad urbana de la Ciudad de San Juan, Argentina. Concretamente, se planea y se establecen las bases para la implementación de una línea de tranvía que brinde un sistema de transporte público y masivo, de calidad, seguro y responsable con el medio ambiente. Como muestra para su elaboración se recurre al análisis de la situación actual de la ciudad en materia de movilidad, para así identificar la problemática y sus factores que perjudican a los desplazamientos a nivel metropolitano.

Movilidad:

“La movilidad en el AM-SJ se sustenta en una estructura radial del sistema de transporte con pocas alternativas de conectividad transversal entre los departamentos y una demanda creciente del uso del automóvil particular y la motocicleta.” (“PLAM SJ,” 2015).

Se concluye en el siguiente desarrollo, de características de estudio previo y anteproyecto, se alcanza a elaborar los lineamientos que definen el corredor ferroviario citado optando por el trazado más conveniente, y se definen sus características más representativas como diseño geométrico, configuraciones urbanas de plataforma y estaciones, entre otros. En el presente se brinda una base de trabajo para futuros proyectos exhaustivos en la temática.⁴

INVESTIGACIONES NACIONALES

1.8.3 En el ámbito nacional se han llevado a cabo diferentes investigaciones, como la denominada “*EL TRANVÍA EN LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE Y LA GESTIÓN DE CIUDADES: PROPUESTA DE LÍNEA DE TREN LIGERO EN LA AVENIDA CARRERA 7ª EN BOGOTÁ D.C.*”

El trabajo realizado tiene como finalidad formular los argumentos que señalan a los sistemas tranviarios como un medio de transporte factible en las ciudades latinoamericanas. Como muestra se estudia su origen y actualidad; se realiza una reflexión crítica de su aporte a la movilidad urbana sostenible en contraste con otros medios de transporte, y de su relación con la gestión de ciudades; asimismo, se

⁴ Jimenes Andrés, “ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE UNA LÍNEA DE TRANVÍA EN LA CIUDAD DE SAN JUAN, ARGENTINA”. Trabajo final de MASTER, Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo, San Juan, Argentina, 2020.

desarrolla una propuesta de una línea de tren ligero sobre la Avenida Carrera 7ª en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia, a partir del análisis de aspectos operativos y de movilidad en contraste con el sistema de transporte actual.

Tranvía:

Es un sistema de transporte que se desplaza sobre rieles en áreas urbanas, para lo cual se soporta sobre la superficie de pavimento de las calles y emplea los rieles para dirigir su movimiento; aquel es alimentado por energía eléctrica, la cual obtiene de cables suspendidos a lo largo de las calles por las cuales se moviliza. De acuerdo con González (2007:30) el tranvía es un ferrocarril de superficie, de carácter urbano y metropolitano, de menores dimensiones respecto al ferrocarril interurbano o tren de cercanías; su configuración física se ilustra en la Figura 1. Una definición más formal y consonante con el propósito del presente trabajo la proporciona la legislación de Colombia, a través del Artículo 2 del Decreto 1.008 de 2015 del Ministerio de Transporte (2015:5), el cual señala que:

Tranvía: “Sistema de transporte ferroviario urbano de pasajeros que se caracteriza por ser guiado, así como por tener componentes de inserción urbana que promueven la convivencia del ciudadano con los medios de transporte y se clasifica como tranvía con ruedas neumáticas y tranvía convencional con ruedas de acero.”

Figura 1. Tranvía de Ayacucho, Medellín, Colombia.



Fuente: <https://www.publimetro.co/co/Medellín/2016/11/10/atento-estara-cerrado-tranvia-ayacucho.html>.

Se concluye la necesidad de una mayor inclusión de los sistemas tranviarios en los planes, proyectos y programas nacionales; asimismo, la aplicabilidad de dichos sistemas en los modelos de transporte público urbano sostenible en las ciudades de América Latina.⁵

1.9 ESTADO DEL ARTE

San Juan de Pasto, capital del departamento de Nariño, enfrenta desafíos significativos en el ámbito de la movilidad urbana debido a su topografía montañosa, calles angostas y crecimiento poblacional. Este estado del arte explora las soluciones implementadas y propuestas para abordar estas problemáticas, destacando el Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP) y la viabilidad de un modelo de tranvía como alternativa sostenible.

La movilidad en San Juan de Pasto refleja las dinámicas propias de una ciudad intermedia de Colombia. La falta de infraestructura vial adecuada, la presencia de transporte informal y la creciente congestión vehicular son problemas recurrentes. Adicionalmente, los patrones de urbanización y el desarrollo desigual de las zonas periféricas han incrementado las demandas sobre el transporte público.

Transporte público en Pasto

El Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP) representa un avance significativo en la movilidad urbana de San Juan de Pasto. Este sistema busca mejorar la eficiencia del transporte público mediante la reorganización de rutas, la integración de modos de transporte y la incorporación de tecnología avanzada para garantizar seguridad y accesibilidad. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos, como la competencia del transporte informal y la adaptación de la infraestructura existente.

El SETP se erige como un cambio paradigmático en la prestación de servicios públicos de transporte en la ciudad. A través de la implementación de este sistema, se busca no solo ofrecer un servicio de transporte público más eficiente, sino también integrar de manera completa y armoniosa todos los modos de movilidad. Esta integración tiene como finalidad facilitar el tránsito tanto dentro como fuera de la ciudad, creando un sistema de transporte fluido y accesible para todos.

Un aspecto distintivo del SETP es su enfoque en la vanguardia tecnológica. Al adoptar tecnologías de última generación, el sistema busca prevenir accidentes y

⁵ Quintero Julián, “EL TRANVÍA EN LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE Y LA GESTIÓN DE CIUDADES: PROPUESTA DE LÍNEA DE TREN LIGERO EN LA AVENIDA CARRERA 7ª EN BOGOTÁ D.C”. Grupo de Estudios e Investigación en Recursos Ambientales y Urbanos [RAU], Ahcttum, Tunja, Colombia, 2020.

mejorar la seguridad en el transporte público. Este compromiso con la innovación no solo eleva los estándares de seguridad, sino que también contribuye a hacer del sistema integrado de transporte una referencia en eficiencia y modernidad.

En síntesis, el Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP) no solo redefine la movilidad en Pasto, sino que también establece un estándar más alto para la calidad del servicio público. Al integrar modos de movilidad, mejorar la accesibilidad y adoptar tecnologías avanzadas, el SETP se posiciona como una iniciativa integral y visionaria para optimizar la experiencia de transporte en la ciudad, el cual busca reorganizar las rutas de transporte público, integrar modos de movilidad y adoptar tecnologías avanzadas para mejorar la seguridad y accesibilidad. Entre sus logros destacan:

- Mejoras en infraestructura vial y estaciones.
- Organización de rutas para reducir tiempos de desplazamiento.

No obstante, enfrenta desafíos como la resistencia de los transportadores informales, la limitada cobertura en áreas rurales y periurbanas, y la necesidad de mayor financiación para su completa implementación.

¿Modelo de tranvía para Pasto es viable?

Melo Trigo, Francisco arquitecto y docente universitario, estudia dentro de los procesos Urbanos y contemporáneos que deben contemplarse para una acertada transformación arquitectónica y de movilización en las ciudades, es pertinente realizar un estudio coherente, en el amplio tema de la «Movilidad»; es ahí donde dicho aspecto, se vuelve interesante por toda la carga conceptual, investigativa, analítica y proyectual, que contienen esos elementos epistemológicos.

“Hay que puntualizar que todos esos cambios físicos, espaciales, estructurales, migratorios, repercuten para que existan esas directrices y dinámicas evolutivas de cualquier Ciudad o Metrópoli. Por consiguiente, dentro de los procesos de crecimiento, en los que están inmersas las ciudades, hemos llegado a considerar, que debe realizarse un exhaustivo análisis y estudio, de aquellos importantes sistemas de transporte, ya sean públicos o privados; puesto que estos elementos paulatinamente, se van integrando y articulando a esa sinergia y complejidad que contiene los diversos sistemas de Movilidad, en las ciudades.

Uno de nuestros objetivos e interés es implementar y mejorar la movilidad, para los habitantes de ciudades intermedias. Por consiguiente, le apuntamos a proponer como una solución, para ese cambio de Movilidad, El Tranvía, como un transporte público, liviano, ecológico, eficiente. Hemos considerado esa gran potencialidad que tienen los profesionales de la arquitectura, y sus diferentes especialidades como: Arquitectos Paisajistas, Urbanistas, Diseñadores, Planificadores, en la cual ellos

imaginan, sueñan, crean, plasman sus proyectos, los cuales deben ser constructivamente reales y no efímeros.

De esta manera y con la sapiencia académica y práctica que ostentan en sus diversas interdisciplinidades de saberes profesionales, podamos contribuir y posibilitar unos acertados lineamientos, para solucionar toda esa gran problemática que se concentra y se puntualiza en el aspecto de Movilidad. Si los estudios se hacen con rigor, ética, profesionalismo y con ese gran compromiso social, podemos llegar a esa verdadera cohesión y cambio en sus aspectos estructurales que están inmersos, en toda esa configuración del elemento urbano y el elemento arquitectónico.

Es pertinente puntualizar que dicha propuesta de Movilidad, se verían afectados una serie de componentes constituidos en aspectos: sociales, espaciales, culturales, históricos, paisajísticos, urbanos o arquitectónicos; pero siempre encauzados y garantizando una mejor convivencia entre Ciudad y Ciudadanía. Hay que destacar que el factor más importante para la construcción y proyección de este elemento Tranvía, está pensado para mejorar la movilidad de los habitantes, en Ciudades Contemporáneas, prosperas y de avanzada.

En el contexto urbano, esto implica crear infraestructuras y medios de transporte masivo que no solo faciliten el desplazamiento, sino que también fomenten una mejor articulación y convivencia entre los habitantes y su entorno. Desde esta perspectiva, el interés colectivo debe prevalecer sobre los intereses particulares, especialmente en el ámbito de la movilidad urbana. Por ello, proponemos el tranvía como una solución integral y sostenible para abordar los problemas de tráfico y transporte en ciudades intermedias, optimizando tanto la funcionalidad del espacio urbano como la experiencia de los usuarios.

Es necesario especificar que dicho estudio, profesional, práctico e Investigativo fue particularizado y focalizado, para la ciudad de: San Juan de Pasto, la cual está ubicada en el Sur de Colombia, cuya población oscila entre 400.000 y 450.000 habitantes".⁶

La implementación de un sistema de tranvía en Pasto es una propuesta que combina sostenibilidad, eficiencia y modernidad. Según el arquitecto Francisco Melo Trigo, esta solución podría contribuir a:

- Reducir la congestión vehicular al ser un medio de transporte masivo y ecológico.

⁶ Melo Trigo, Francisco. ¿Modelo de tranvía para Pasto es viable? Seminario de Movilidad, Bogotá febrero, 2020.

- Fomentar el desarrollo urbano sostenible al integrarse con el paisaje y la estructura urbana de la ciudad.

Sin embargo, El SETP representa un avance importante para Pasto, pero su impacto total aún está por evaluarse debido a limitaciones en su implementación. El tranvía emerge como una solución potencial, pero su desarrollo exige estudios detallados y el compromiso de actores locales y nacionales. Las áreas de investigación futura incluyen la optimización de la movilidad sostenible, la participación ciudadana y la evaluación comparativa de modelos de transporte público en ciudades con características similares.

1.10 MARCO TEÓRICO

Para comprender el modelo de tranvía como medio alternativo de transporte es necesario entender la forma como este funciona de acuerdo a las necesidades de la región donde se lo aplica. Primeramente, es importante definir algunos conceptos claves en el tema de estudio; entre los cuales se encuentran la “Movilidad”, el “Sistema de transporte” y el “Tranvía”.

1.10.1 Movilidad

1.10.1.1 Definición

La movilidad también es un fenómeno cultural, complejo y multidimensional, por lo que se lo ha analizado desde la perspectiva de diferentes disciplinas (AAG, 2002) y bajo el contexto y realidad de cada ciudad. Por ello, es posible encontrar diversos enfoques sobre su definición y evolución. Por ejemplo, desde la perspectiva del transporte se plantea que son tres las etapas de su evolución: en la primera, se persigue el desarrollo económico basado en las redes de infraestructura para automóviles; en la segunda, se plantea la necesidad de los viajes y la creación de los modelos de demanda; y en la tercera se busca gestionar la demanda (Offner, 1996).

Otro concepto de movilidad podemos entender como “fácilmente asociado con la manera como vehículos y personas fluyen por las distintas opciones que brindan las infraestructuras de transporte urbano, tiene mucho más trasfondo e involucra el estudio de la forma como nuestras ciudades se han ido materializando en el tiempo.”⁷

La movilidad ha experimentado una constante evolución a lo largo de la historia, adaptándose rápidamente a las necesidades cambiantes de la humanidad. A medida que las sociedades han avanzado, impulsadas por el desarrollo económico

⁷ Arias, Carolina. RELACIONES ENTRE EL CONCEPTO DE MOVILIDAD Y LA OCUPACIÓN TERRITORIAL DE MEDELLÍN, junio, 2010

y social, ha surgido la necesidad de conectar de manera eficiente los puntos clave para su progreso. Este proceso ha llevado al diseño de redes de infraestructura que priorizan una comunicación directa y efectiva entre diferentes regiones y espacios estratégicos.

1.10.1.2 Modelos de movilidad

1.10.1.3 Modelo de movilidad circulatoria

La movilidad se definió como el transporte seguro y eficiente de vehículos y mercancías (Radelat, 2003), lo que significó una demanda de flujos o circulación que fue analizada mediante el surgimiento de nuevas ramas especializadas como la ingeniería de tránsito (TRB, 2000), la planificación del transporte (Voorhess, 1955) y el diseño de vías (AASHTO, 1965). Todas ellas fueron destinadas a garantizar la presencia de redes viales de gran capacidad que permitieran alcanzar elevadas velocidades de circulación para vencer a la fricción de la distancia (Miralles-Guasch, 2002). Entre las ramas mencionadas, la planificación del transporte es quien cumplió un rol fundamental en la concepción y desarrollo de la infraestructura en la ciudad.

Como modelo de movilidad circulatoria, se busca fomentar la eficiencia en los desplazamientos dentro de una estructura social, garantizando una red de transporte planificada que facilite la circulación en la ciudad. Este enfoque permite recorrer largas distancias en menos tiempo, optimizando la conectividad y promoviendo un desarrollo urbano más funcional.

1.10.1.4 Modelo de clasificación de transporte

Las prioridades y la organización de la ciudad moderna pueden comprenderse a través de la descripción y análisis del modelo de planificación del transporte que se ha utilizado para pronosticar los viajes y las rutas seguidas en la ciudad. El modelo está basado en un proceso lineal inductivo constituido por las etapas de generación, distribución, partición modal y asignación de tráfico (Ortuzar y Willumsen, 1990).

La clasificación de transporte, sirve para pronosticar viajes o recorridos a escenarios futuros de la ciudad, en donde se estudia la vialidad de estos recorridos a través del tiempo y como esto, con mayor experiencia es viable o es necesario una revisión.

1.10.1.5 Modelo de movilidad multimodal

Al inicio del siglo pasado muy pocas personas imaginaron los efectos que generaría la ciudad moderna y su modelo de movilidad en la calidad de vida del ser humano (Sagaris, 2003). Con el paso de las décadas, las redes de infraestructura y la cantidad de vehículos motorizados se incrementaron paulatinamente hasta que la humanidad se enfrentó a una grave crisis económica y energética en la década de

los años 70. A partir de ese momento, se inició el cuestionamiento de si los problemas de contaminación local podrían generar complicaciones globales (Lemkow, 2002) y si el modelo de desarrollo económico vigente era compatible con la sostenibilidad.

El modelo de movilidad multimodal se relaciona como aquel que funciona utilizando varios medios de transporte en diferentes rutas y horas del día, lo que permite entender el comportamiento de su función con la cantidad de usuarios que lo utilizan, permitiendo frecuentar la necesidad de desplazarse y agilizar sus rutas obteniendo como resultado una costumbre.

1.10.2 Tranvía

1.10.2.1 Definición

“Un tranvía es un medio de transporte de pasajeros que circula sobre rieles en áreas urbanas sin separación del resto de la vía, tiene una capacidad de transporte intermedia (menos que el tren más que un autobús), es amigable con el medio ambiente ya que no emite ninguna clase de contaminantes y genera poco ruido.”⁸

El tranvía como medio de transporte se caracteriza en gran medida por tener una guía en su recorrido, por lo cual no se desvía de una trayectoria ya establecida; esto permite a este medio mantener una constante fluidez en el recorrido de ciertas distancias dentro de una ciudad, promoviendo un transporte rápido, ligero y seguro.

1.10.2.2 Tipos de tranvía

1.10.2.3 Tranvitrén

El tranvitrén es un sistema de metro ligero que circula por la ciudad de la manera habitual (sobre las vías urbanas), pero que a partir de una sección determinada entra a circular sobre vías ferroviarias existentes en el entorno de la misma, prolongando así sus servicios hacia la periferia sin necesidad de crear nuevas infraestructuras específicas para metro ligero. Esta utilización se realiza sin necesidad de eliminar los servicios de ferrocarril convencional de las vías que se van a aprovechar. (Cuaderno comisión de transportes, 2009)

⁸ MONTEZDEOCA, Romel; VÁZCONES, Esteban. “Análisis de los niveles de servicio mediante la implementación del tranvía en la ciudad de Cuenca” (Cuenca, Ecuador): febrero, 2015. Disponible en la dirección electrónica [https:// dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7642/1/UPS-CT004528.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7642/1/UPS-CT004528.pdf)

El tranvitrén, al utilizar las vías ferroviarias existentes en las ciudades (quienes cuenten con estas), potencializa un medio rápido al atravesar grandes recorridos que incluso pueden retornar en las periferias, abarcando mayores distancias.

1.10.2.4 Tren-tranvía

El tren-tranvía es un sistema en el que un vehículo ferroviario convencional, con un diseño relativamente pesado para un vehículo urbano (aunque ligero para un vehículo ferroviario convencional), penetra en la ciudad aprovechando vías urbanas existentes o de nueva creación, con operación de tipo metro ligero. (Cuaderno comisión de transportes, 2009)

El tren tranvía como sistema de transporte que atraviesa la ciudad como tal, ejerce una función de no obstaculizar al medio de transporte convencional como lo son los automóviles, al convivir con ellos por medio de las calles y funcionando al parejo.

1.11 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

VARIABLES:

1.11.1: Tiempo de viaje en el transporte público.

En términos de movilidad, el tiempo posee una clara manifestación espacial y su inclusión como variable de análisis es en la actualidad indiscutida (Wardman, 2004; Jain et al., 2008; Tseng et al., 2008). En palabras de García Palomares (2008), “Las distancias hace ya tiempo han dejado de medirse en longitud para medirse en tiempo, de forma que lo que interesa a la población no es la separación física entre residencia y trabajo sino el tiempo que supone dicho desplazamiento”.

1.11.2: Valor del transporte público.

Las tarifas de transporte son los precios que los transportistas por contrato cobran por sus servicios.

La mezcla de costos variables (varían con los servicios y volumen) y fijos (los que no lo hacen) son los que establecen la tarifa fijada. Es importante tomar en cuenta que los costos que son constantes en un volumen “normal” de operación se consideran costos fijos, es decir, adquisición o mantenimiento de terminales, equipo de transporte y administración de la línea transportista.

1.11.3 Satisfacción de calidad del usuario al acceder al transporte público.

En la actualidad, la European Foundation for Quality Management (EFQM), define el concepto de calidad como: “todas las formas a través de las cuales la organización satisface las necesidades y expectativas de sus clientes, su personal, las entidades implicadas financieramente y toda la sociedad en general”.

1.12 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Hi: El mejoramiento del uso exclusivo de transporte público en la ciudad de San Juan de Pasto, será evidente dentro de un corto periodo de tiempo después de la implementación del nuevo sistema de tranvía dentro de la ciudad.

- La economía y el turismo local será beneficiado dentro de los primeros meses de haber implementado el nuevo método de tranvía que complementa al actual sistema de transporte público.
- El transcurso del tiempo de recorrido entre distancias será menor, dando así una satisfacción alta en los usuarios que decidan utilizar este nuevo método de transporte.

1.13 METODOLOGÍA

1.13.1 Paradigma.

Positivista: Estado actual del sistema de transporte público (SETP), que se está implementando en la ciudad de San Juan de Pasto, en cuanto a la distancia recorrida y el tiempo que se emplea en esta.

1.13.2 Enfoque.

Cuantitativo- Cualitativo.

1.13.3 Método.

Método científico.

1.13.4 Población.

La población está determinada por toda la comunidad que utiliza el actual sistema de transporte público de la ciudad de San Juan de Pasto.

1.13.5 Muestra.

La muestra está determinada por los usuarios que utilizan el actual sistema de transporte público de la ciudad de San Juan de Pasto. (SETP)

1.13.6 Tipo de investigación

Explicativa. Determinar el impacto del sistema de transporte público con la ayuda de la posible implementación del tranvía, como complemento del actual sistema que se maneja en la ciudad de San Juan de Pasto.

1.13.7 Diseño de investigación

No experimental- Longitudinal:

Efectuar el monitoreo y la medición de la progresión del complemento del nuevo sistema de transporte público en la ciudad de San Juan de Pasto.

1.13.8 Técnicas de recolección de la información.

Como técnica de recolección de información se utilizará la encuesta para preguntarle a los usuarios habituales las problemáticas que ven al utilizar el actual sistema de transporte público conocido como el SETP en la ciudad de Pasto.

1.13.9 Instrumentos de recolección de la información.

Enfoque: Cuantitativo-Cualitativo.

Técnica de investigación. Encuesta.

Instrumento de recolección de información. Cuestionario de preguntas con respuestas.

1.13.10 Procesamiento de la información.

Para el procesamiento de la información se utilizaron encuestas realizadas en Word y clasificación de la información en Exel.

2. CAPITULO I: DESARROLLO PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO

2.1 Estudiar algunos sistemas de tranvía como modelos de transporte, en diversas escalas de implementación a nivel mundial, desde un enfoque global hasta uno local, con el propósito de determinar su operatividad y los beneficios inherentes que conllevan.

La historia del tranvía es un testimonio de la evolución de los sistemas de transporte público en respuesta a las necesidades cambiantes de las ciudades y la sociedad. Desde sus comienzos como tranvía de tracción animal hasta su resurgimiento en la era moderna como una solución de movilidad sostenible, el tranvía ha dejado una marca duradera en la historia del transporte urbano.

Con el objetivo de contextualizar de manera efectiva temas pertinentes y términos asociados al tranvía, así como anticipar una próxima evolución en la historia, se proporcionará una información relevante.

2.2 Conceptos relevantes:

2.2.1 Tranvía: El tranvía descrito como un ferrocarril que se desplaza por una carretera o una calle, por Pérez Porto, J., Gardey, A. además de ser descrito como un vehículo que avanza sobre raíles y cuya circulación se desarrolla en un entorno urbano. Los tranvías, como los autobuses o el metro (subterráneo), permiten trasladar pasajeros de un punto a otro de una ciudad.

2.2.2 Tren-tranvía: Según Pérez Porto, J., Gardey, A, el tren tranvía es un vehículo que deriva del tranvía. Su principal diferencia es que puede transitar por más de una ruta, gracias a contar con un sistema más versátil, es capaz de recorrer las vías de un tren y las de un tranvía, potenciando considerablemente su trayecto.

2.2.3 Tren ligero: Siendo un derivado del tranvía y descrito por Pérez Porto, J., Gardey, A. Se caracteriza por incluir segmentos que pueden estar segregados del tránsito de vehículos de manera total o parcial, con carriles específicos para su uso, a veces apartadas e incluso a través de túneles que cruzan la ciudad.

2.2.4 Los tranvías en la historia

Los primeros tranvías, creados a comienzos del siglo XIX, eran tranvías de sangre: es decir, tirados por mulas o caballos. Se trataba de carruajes creados para recorrer las ciudades sobre carriles especiales, generalmente transportando mercaderías.

En 1879, en Berlín, surgió el tranvía eléctrico. Gracias a su crecimiento, en las primeras décadas del siglo XX se convirtió en el principal medio de transporte. Sin embargo, su popularidad empezó a decaer a partir del auge de los vehículos a motor de combustión interna. En los últimos años, de todos modos, el tranvía resurgió en varias naciones europeas. Esto se debe a su menor impacto ambiental en

comparación con los automóviles y los autobuses y al colapso de tránsito provocado por el elevado número de coches en las calles.

2.2.5 Rivalidad con el autobús:

Alrededor del año 1935, los avances a nivel técnico en la fabricación del autobús pusieron en riesgo la continuidad del tranvía en varias ciudades. Algunas de las razones principales son su mayor agilidad y la ausencia de una infraestructura específica.

Pero quizás el factor que más daño causó a la imagen del tranvía en aquella época fue la idea de progreso que representaba el autobús. El ser humano no puede resistirse a avanzar, incluso si esto significa dejar atrás ideas mejores que las nuevas.

2.3 Revisión Bibliográfica: Investigar estudios previos y literatura académica relacionada con sistemas de tranvía como modelos de transporte, considerando diversas escalas de implementación.

- "Aplicaciones europeas del tren-tranvía, una nueva orientación del transporte público ferroviario"⁹: Como respuesta a las demandas de movilidad en áreas metropolitanas, se ha venido desarrollando en Europa, a partir de los años 90, un nuevo sistema de transporte denominado tren-tranvía. Dicho sistema se basa en utilizar líneas ferroviarias convencionales para prolongar, sin necesidad de cambiar de vehículo, los servicios urbanos de tranvías o metros ligeros, intercalándolos entre las circulaciones ferroviarias, obteniéndose una mayor rentabilidad de dichas líneas, a menudo infrautilizadas. De esta forma se consigue ofrecer servicios de transporte directos en un ámbito más extenso, eliminando tiempos de espera y transbordo entre diferentes modos, con un coste por kilómetro mucho menor del que se produciría si se estableciesen líneas de metro ligero de nueva construcción hacia esas zonas. Este uso de vehículos ferroviarios ligeros sobre infraestructuras ferroviarias convencionales conlleva resolver una serie de aspectos técnicos que se trataran en el presente artículo.

- "El viaje colectivo: la cultura del tranvía y del ómnibus en América del Sur"¹⁰: Este trabajo analiza la incorporación del tranvía y el autobús en las ciudades sudamericanas y su rol de facilitador de un viaje colectivo, entendido como un espacio de construcción de sentido que va cimentando una cultura metropolitana. Se busca cambiar el viaje colectivo no solo como un desplazamiento, sino como movilidad de hábitos, costumbres y preocupaciones, sobre vehículos que – aunque frutos de la industrialización – distan de ser idénticos y seriados.

⁹ Ordax, M.N., Arcay, A.O., & Bugarín, M.R. (2002). APLICACIONES EUROPEAS DEL TREN-TRANVIA, UNA NUEVA ORIENTACION DEL TRANSPORTE PUBLICO FERROVIARIO.

¹⁰ Giucci, G., & Errázuriz, T. (2021). El viaje colectivo: la cultura del tranvía y del ómnibus en América del Sur

- “La nueva era del tranvía como modo de transporte: ¿Necesidad o moda?”¹¹. El siguiente trabajo busca analizar las características del resurgimiento del tranvía en los últimos años y su conveniencia. Dado el gran número de países y sociedades que forman Europa, el retorno del tranvía se ha desarrollado con diferentes particularidades según la región, siendo de gran ayuda el espacio de sus perfiles viales dentro de sus centros urbanos como modelos óptimos para el desarrollo de estos sistemas de movilidad alternativa.

- “Viabilidad de un tranvía en la ciudad de Managua (Nicaragua)”¹²: Plantea un estudio de la viabilidad del proyecto de infraestructura de un tranvía en la ciudad de Managua, Nicaragua. Para ello, se analiza previamente la necesidad de construir dicha infraestructura, estudiando la situación actual de la capital y los antecedentes de su desarrollo urbano, con el objetivo de acercarnos a una proyección de futuro. Se realizan dos análisis diferentes, mediante la metodología habitual del análisis de flujos, así como el desarrollo de los indicadores en dos contextos: el financiero en el que se evalúa la rentabilidad del proyecto para los potenciales accionistas; y, por otro lado, un análisis socioeconómico con el objetivo de evaluar si la sociedad en conjunto obtendría un beneficio a través de la construcción del tranvía, más allá del beneficio que podrían obtener los inversores.

- “El mejoramiento del sistema de transporte y el espacio público en ciudades intermedias. Estudio de la oportunidad de implantación de un tranvía en Antofagasta”¹³. Esta investigación pretende contextualizar y analizar los pros y los contras de la implementación del tranvía como modo de transporte público en ciudades medias chilenas, considerando para ello la ciudad de Antofagasta. Antofagasta es una ciudad media con condiciones de morfología urbana y un escenario de gestión que ha contado con la motivación de algunas autoridades y el interés de muchos privados por implementar el proyecto. Este escenario aparece como propicio para analizar un cambio en el actual sistema de transporte, con una alternativa que propone recuperar el centro, acercar zonas periféricas de la ciudad y mejorar el transporte público generando espacios públicos de mejor calidad y una mayor integración en el transporte.

- “El tranvía en la movilidad urbana sostenible y la gestión de ciudades: propuesta de línea de tren ligero en la Avenida Carrera 7ª en Bogotá D.C.”¹⁴. El presente trabajo tiene por objeto formular los argumentos que señalan a los sistemas

¹¹ Fernandez, Oliver. (2012). “La nueva era del tranvía como modo de transporte: ¿Necesidad o moda?”

¹² Olave, S. (2018). Viabilidad de un tranvía en la ciudad de Managua (Nicaragua).

¹³ García, Paulina. (2014). El mejoramiento del sistema de transporte y el espacio público en ciudades intermedias. Estudio de la oportunidad de implantación de un tranvía en Antofagasta. Santiago de Chile.

¹⁴ Quintero, Julián R. El tranvía en la movilidad urbana sostenible y la gestión de ciudades: propuesta de línea de tren ligero en la Avenida Carrera 7ª en Bogotá D.C.

tranviarios como un medio de transporte factible en las ciudades latinoamericanas. Para tal fin se estudia su origen y actualidad; se realiza una reflexión crítica de su aporte a la movilidad urbana sostenible en contraste con otros medios de transporte, y de su relación con la gestión de ciudades; asimismo, se desarrolla una propuesta de una línea de tren ligero sobre la Avenida Carrera 7ª en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia, a partir del análisis de aspectos operativos y de movilidad en contraste con el sistema de transporte actual. Se concluye la necesidad de una mayor inclusión de los sistemas tranviarios en los planes, proyectos y programas nacionales; asimismo, la aplicabilidad de dichos sistemas en los modelos de transporte público urbano sostenible en las ciudades de América Latina.

- “Espacio público: transformación y cohesión urbana. El caso del tranvía de Ayacucho en Medellín.”¹⁵: Esta investigación analiza el espacio público en la inserción del tranvía de Ayacucho en Medellín, a través de su potencial de transformación y cohesión urbana. La metodología aplicada antepone el método cualitativo sobre los datos cuantitativos, empleando técnicas como la observación, el registro fotográfico, el análisis cartográfico y la encuesta. Se examina la situación previa y la situación posterior a la implementación del tranvía para mostrar las transformaciones generadas, y se valora la cohesión urbana a través de cuatro categorías: forma y legibilidad, accesos y conexiones, usos y actividades, y sociabilidad e identificación.

- “Efectos de la construcción y el funcionamiento del proyecto del tranvía de la ciudad de Cuenca, Ecuador”¹⁶. El objetivo general de la presente investigación fue describir el análisis literario de los efectos de la construcción y el funcionamiento del proyecto del tranvía de la ciudad de Cuenca. Se utilizó la metodología cuantitativa la cual produce información descriptiva, que se originan por la recolección de datos. Además, se aplicó el método inductivo-deductivo, el cual sugiere que para encontrar una verdad se deben buscar los hechos y no basarse en meras especulaciones. Se apoyó además desde la perspectiva documental-bibliográfica, esto en vista de que a partir de la revisión documental y el estudio de la realidad social. La información recogida permite extraer conclusiones antes, durante y después de la ejecución del proyecto, así como medir el impacto de la construcción y explotación del proyecto del Tranvía de la Ciudad. Se concluye que, durante el periodo de construcción del tranvía, las variables de empleo y producción sufrieron un impacto significativo.

2.3.1 PRIMER CASO DE ESTUDIO: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?

¹⁵ Torres, K.G. (2020). Espacio público: transformación y cohesión urbana. El caso del tranvía de Ayacucho en Medellín.

¹⁶ Romero-Solórzano, M.P. (2022). Efectos de la construcción y el funcionamiento del proyecto del tranvía de la ciudad de Cuenca, Ecuador. CIENCIAMATRIA.

Las ciudades importantes de los países impulsores del nuevo tranvía ven complicada la inserción del tranvía en su trama urbana y hoy en día, el tranvía no tiene un papel destacado en su red de transportes urbanos, como es el caso de París, Londres o Madrid. En cambio, las ciudades intermedias, sin grandes dificultades para implementar el tranvía, son las que más están aprovechando las ventajas del modo.

Las experiencias del nuevo tranvía vividas en las últimas décadas permiten asegurar que el tranvía moderno constituye un modo de transporte en superficie fiable, rápido, accesible, cómodo, seguro y respetuoso con el medio ambiente. Además, contribuye a un modelo de ciudad mucho más sostenible y humana. De este modo, cuando las demandas están adecuadamente estimadas y respaldan un rango de capacidad intermedia, se debería promover la incorporación del tranvía como un modo complementario al metro y/o autobús en la red de transporte colectivo de una ciudad. Esto se debe a que el tranvía ofrece ventajas comparativas innegables para el conjunto de la ciudad.

2.3.2 Auge del tranvía

Durante las últimas dos décadas el siglo XIX y las primeras tres décadas del siglo XX, el tranvía vivió una espectacular expansión por todo el mundo y prácticamente cualquier ciudad medianamente grande en los cinco continentes había abierto líneas de tranvía. El tranvía ofrecía un sistema de transporte barato y seguro para la población, facilitaba las relaciones socioeconómicas en las zonas urbanas y permitía una expansión física de la ciudad hacia entornos suburbanos. La falta de alternativas tan eficientes como el tranvía, en su época, lo convirtieron en el principal modo de transporte para las masas.

2.3.3 Las características de los nuevos tranvías

El nacimiento del nuevo tranvía con sus nuevas características se atribuye a la ciudad francesa de Nantes (Francia), en 1985. Desde entonces, el tranvía no ha hecho más que expandirse por todo el continente y el mundo y mejorar sus prestaciones técnicas.

2.3.4 Plataforma segregada

Habitualmente dispone de plataforma segregada. Esto facilita que aumente su velocidad comercial y, por tanto, ofrezca un mejor servicio y mayor capacidad. Por otra parte, lo convierte en un modo de transporte seguro para los demás modos y para sí mismo.

Figura 2. Tranvía de Barcelona



Fuente: Proyecto de Tesis, Cataluña: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?

En cambio, hay secciones del recorrido que resulta imposible segregarlas del resto de usuarios de la vía pública.

Figura 3. Tranvía de Barcelona (línea TramBaix) en un tramo de la Av. Diagonal dónde comparte espacio con el tráfico motorizado



Fuente: Proyecto de Tesis, Cataluña: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?

Las líneas clásicas no suelen gozar de plataforma segregada, si no que se entremezcla con el tráfico rodado en la calzada.

Figura 4. Tranvía en vía compartida con el tráfico rodado en Düsseldorf (Alemania)



Fuente: Proyecto de Tesis, Cataluña: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?

Otra característica común en cuanto al tipo de circulación observada es que suele disponer de prioridad semafórica en los pasos a nivel. También dispone de señalización propia de una red ferroviaria y no está sujeto a las reglas del tráfico rodado.

2.3.5 Características del material móvil

En cuanto al material móvil hay una serie de denominadores comunes. Las características principales compartidas por la mayoría de los trenes ligeros o tranvías de reciente implantación son:

La longitud de los tranvías oscila entre 25 y 35 metros de longitud. El ancho suele ser aproximadamente de 2,50 metros. La capacidad del tranvía depende de los módulos que lo compongan, pero suele oscilar entre 200 y 350 pasajeros de los cuales pueden llegar a estar sentados 100. Acostumbran a ir equipados con entre 3 y 6 módulos, dependiendo de su tamaño.

Disponen de una composición modular y ampliable. Esto es muy beneficioso ya que se puede aumentar la capacidad del tranvía muy fácilmente y facilita una mayor rapidez en las reparaciones gracias al tamaño de sus perfiles viales y su propia topografía.

La velocidad que pueden alcanzar suele oscilar entre 70 y 100 km/h, pero por motivos de seguridad, se suele operar en ciudad con un límite de 50 km/h. La velocidad comercial suele ser de 20 km/h aproximadamente.

Son de constitución ligera. Los módulos se suelen construir de materiales ligeros, como el aluminio, para facilitar su tracción y que requiera menos energía moverlo, tener mayor capacidad de aceleración y de frenado y, además, someter a menores esfuerzos a la infraestructura, lo que redundaría en ahorro de mantenimiento a largo plazo.

Figura 5. Tranvía de Darmstadt (Alemania) equipado con 3 módulos



Fuente: Proyecto de Tesis, Cataluña: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?

Disponen de amplios interiores. Ésta es una característica buscada en este tipo de vehículos y explica la mayoría de características citadas anteriormente. El hecho de estar compuesto de módulos, ser de piso bajo, integrar gran parte de los sistemas en el techo y ser de concepción ligera favorece la disponibilidad de un generoso gálibo y una anchura interior de 2,50 metros.

Figura 6. Amplios interiores del tren ligero de Atenas (Grecia)



Fuente: Proyecto de Tesis, Cataluña: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?

Uno de los mayores rasgos que caracterizan al tren ligero moderno es que es de piso bajo. El suelo del tranvía no suele estar a más de 35 centímetros respecto a los raíles. Esto se consigue trasladando los equipos al techo del tranvía. Esta pequeña modificación de la configuración del tranvía es muy ventajosa: permite una mejor accesibilidad a las personas con movilidad reducida, bicicletas o equipaje ya que elimina la necesidad de superar escaleras o rampas. Además, supone un ahorro en andenes ya que con elevar una simple acera se alcanza el nivel del tranvía.

Figura 7. Tranvía de piso bajo en Bilbao (Euskotran)



Fuente: Proyecto de Tesis, Cataluña: LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?
DIFERENTES VERSIONES EXISTENTES

En la actualidad nos encontramos en el escenario del tranvía con dos tipologías predominantes y otras dos que cada vez están creciendo más:

- Tranvía tradicional: Aunque el material móvil se está renovando, conserva las características del anterior tranvía. Discurre en un entorno urbano y no dispone de plataforma segregada en su amplia mayoría.
- Tren ligero moderno: Las características técnicas son las ya mencionadas. Puede discurrir tanto en entorno urbano como interurbano cercano. La característica principal es que dispone de plataforma segregada.
- Tranvitrén: (tram-train en inglés) Sistema de transporte de tren ligero que en entornos urbanos se comporta exactamente igual que el tren ligero normal, pero a partir de una cierta sección empieza a circular por vías de ferrocarril normales prolongando así sus servicios hasta la periferia sin necesidad de construir infraestructura específica para él.
- Tren-tranvía: (train-tram en inglés) Sistema inverso al tranvitrén. En este caso, es material ferroviario de cercanías tradicional que al llegar a entornos urbanos se introduce en las redes de tren ligero urbano.

BALANCE TÉCNICO

El nuevo tranvía aporta una serie de características y ventajas que hacen cambiar radicalmente la idea de implantarlo en una ciudad hoy en día. El avance tecnológico tan inmenso que ha vivido el sector ferroviario en las últimas décadas ha revolucionado enormemente todos los preceptos e ideas preconcebidas que se tenían sobre el tranvía. Es necesario analizar los beneficios que comporta este avance antes de buscar los escenarios favorables al tranvía. Se podría decir que

sólo dos grandes características han sobrevivido a esta revolución: sigue circulando sobre raíles y la fuente de energía de sus motores es la electricidad.

1. **Fiabilidad:** El avance principal del nuevo tranvía, con respecto al antiguo, es que discurre en la mayoría de su recorrido en vía segregada. Por tanto, la interacción del tranvía con otros modos de transporte se reduce a las intersecciones, donde es inevitable que otros vehículos motorizados, peatones y bicicletas crucen de un lado a otro la vía. En estas intersecciones, se le suele dotar al tranvía de prioridad semafórica y, por tanto, no depende su tiempo de recorrido del estado del tráfico motorizado, ya que es independiente.
2. **Rapidez:** La rapidez es otra consecuencia directa de lo comentado en el apartado anterior. La vía segregada del tráfico motorizado posibilita alcanzar altas velocidades entre estaciones. La infraestructura y el material móvil permiten que se alcancen velocidades de 70 u 80 kilómetros/hora manteniendo la comodidad del usuario del tranvía, pero como suele discurrir en ambiente urbano por seguridad tiene un límite de velocidad que ronda los 50 kilómetros/hora en la mayoría de ciudades. Por otra parte, la prioridad semafórica de la que goza le hace perder poco tiempo en las intersecciones. La mayoría de estudios cifran entre 20 y 25 kilómetros/hora la velocidad comercial del tranvía. Es bastante mayor que la del autobús que encuentra entre 10 y 12 kilómetros/hora. Por su parte, el metro desarrolla una velocidad comercial de entre 25 y 30 kilómetros/hora, dependiendo de la ciudad.
3. **Accesibilidad:** La distancia entre paradas, la configuración tan sencilla de las paradas y la característica de piso bajo y amplios interiores de los tranvías de última generación hace que sea un medio altamente accesible y amistoso con las personas de movilidad reducida.
4. **Comodidad:** La comodidad es otra característica que tradicionalmente no se ha valorado pero que, en la actualidad, en la búsqueda de un transporte público urbano de calidad, cobra especial importancia en el intento de fomentar el cambio modal del vehículo privado al transporte público.
5. **Capacidad:** El rango de capacidades de los tranvías modernos va desde los 200 pasajeros para tranvías simples hasta 350 pasajeros en tranvías multiarticulados.
6. **Seguridad:** El tranvía es indiscutiblemente uno de los transportes urbanos más seguros. Es, en muchas veces, más seguro que el automóvil y el número de accidentes en el que está involucrado es muy bajo. En las ciudades en cuestión se producían una media de 0,4 accidentes por millón de personas/kilómetro, mientras que el tranvía solo se veía envuelto en 0,09 accidentes.

7. Respeto al medioambiente: Otra ventaja del nuevo tranvía frente de los otros modos de transporte urbano es su eficiencia energética y la no emisión de gases contaminantes a nivel de calle. Por una parte, el hecho de que sea de tracción eléctrica y circule sobre raíles lo hace más eficiente energéticamente que el automóvil o el autobús. Además, incorpora avances tecnológicos en esta dirección como la recuperación energética en las frenadas.

Las ciudades intermedias (de 100.000 habitantes a un millón) es el segmento de ciudades donde el tranvía moderno ha desplegado todo su potencial y se ha mostrado más efectivo. La principal razón es que el margen de maniobra que se tiene a la hora de diseñar la red conjunta de transportes públicos colectivos es más amplio, lo que facilita enormemente dar un papel importante al tranvía dentro de la red actual.

Las ciudades pequeñas, por su parte, han de ser cuidadosas a la hora de implementar un servicio de tranvía y las redes no pueden ser tan ambiciosas como en las ciudades antes comentadas. Se han de efectuar estudios fiables que garanticen una explotación mínimamente rentable.

Otro escenario favorable a la implantación del tranvía es la existencia de dos ciudades de tamaño reducido a poca distancia. La cercanía de dos núcleos urbanos de este tipo genera una demanda de movilidad muy concreta. Si una línea de autobuses no es suficiente para la cubrir la demanda, podría estar justificada una línea de tranvía.

2.4 SEGUNDO CASO DE ESTUDIO: El mejoramiento del sistema de transporte y el espacio público en ciudades intermedias. Estudio de la oportunidad de implantación de un tranvía en Antofagasta (Santiago de Chile)

Tomando en cuenta la ciudad de estudio, Antofagasta siendo caracterizada por su morfología lineal, con 27 kilómetros de extensión en sentido norte sur y 2,5 km. de ancho promedio, teniendo una densidad baja, que ha tenido un sostenido crecimiento económico y demográfico, que ha quedado de manifiesto en el auge de la construcción, tanto en el ámbito comercial como residencial. El aumento de la congestión y consecuente aumento de tiempo en los traslados y el deterioro del espacio público hacen que Antofagasta requiera de una solución en transporte que se haga cargo de los cambios que la ciudad ha sufrido en este proceso de crecimiento.

Esta posibilidad se considera como una oportunidad de introducir un sistema considerado como un aporte a la movilidad sustentable, que permite enfrentar de mejor modo los problemas cotidianos de contaminación, siniestralidad y congestión, entre otros. En general, el tranvía es considerado como un modo de transporte

eficaz para ciudades medias, y competitivo con respecto a los modos imperantes en nuestras ciudades medias, como los buses o los taxis colectivos. Concretamente, en Antofagasta además prima la cuestión de la morfología urbana, que se presta bien para un proyecto de esta naturaleza.

Condiciones de Antofagasta para la implementación de un tranvía

Varios antecedentes institucionales amparan esta propuesta; primeramente, existe la motivación por parte de las autoridades de mejorar el transporte en la ciudad; en segundo lugar, se ha desarrollado un proyecto por parte de una empresa francesa (estudio que es considerado más adelante en la investigación) para analizar la factibilidad técnica, socio-económica, financiera e institucional para la implementación de una línea de tranvía.

Desde el punto de vista urbano, se considera que la morfología de la ciudad, su desarrollo urbano y sus necesidades de crecimiento y de valorización de los espacios urbanos son coherentes con una demanda de un sistema de tranvía. Algo similar sucede con las condiciones de transporte, pues la ciudad requiere de renovación y modernización y la estructura y funcionamiento de un tranvía parece ser una buena solución para combatir los efectos depredadores del automóvil y la poca influencia de los buses y taxis colectivos para modificar esa condición. Por último, el nivel socioeconómico de la ciudad exige soluciones de mejor calidad, que estén a la altura del crecimiento económico y de los niveles de desarrollo que está alcanzando la ciudad y la región.

Velocidad:

Las velocidades de operación la mayoría de las vías urbanas oscila entre los 30 y 50 km/hr. Un porcentaje menor presenta velocidades bajo los 15 km/hr siendo fundamentalmente las vías de servicio céntricas. La estimación de flujo vehicular identifica alta utilización de las vías colectoras para llegar o salir del centro.

Congestión

Como en toda ciudad, los puntos complejos durante la punta mañana y tarde los representa el área de influencia de colegios, no obstante, los colegios de mayor tamaño de Antofagasta están ubicados en la periferia, ya sea sector norte o sur. Otro problema detectado es la gran cantidad de taxis colectivos circulando, que se detienen en cualquier lugar (al igual que la locomoción colectiva mayor), factores que producen demoras a los todos usuarios.

Paraderos

La ciudad presenta escasez de dispositivos peatonales y vehiculares, tales como estacionamientos, paraderos con refugio, soleras rebajadas, entre otros. Dado que

la locomoción colectiva se detiene en cualquier lugar, no hay paraderos únicos con una carga alta.

Afluencia peatonal

En síntesis, lo propio de Antofagasta reside en su morfología y su nivel de ingreso, lo que ocasiona particularidades en su estructura de viajes, sobre todo en las condiciones de desplazamientos en el área central. En otros aspectos, revela condiciones similares a las de otras ciudades medias del país, en términos de modos de transporte predominantes, creciente uso del automóvil y grados de congestión. Entre unos y otros aspectos se buscan entonces validar la introducción de tecnologías nuevas como el tranvía.

Impacto en el espacio público

Una de las características más significativas de los sistemas de tranvías y que lo diferencia radicalmente de otros modos de movilización, es su potencial de renovación urbana. Estos sistemas tienen la ventaja de presentar una alta capacidad para revitalizar áreas deterioradas, desarrollar o fomentar nuevas áreas y mejorar tanto física como ambientalmente el espacio público (Metro ligero, 1995). La especificidad del proyecto de tranvía está determinada por el necesario desarrollo de un trabajo de concepción del entorno que lo rodea. Es decir, que, para la implantación de un tranvía en la ciudad, se deben considerar varios elementos que forman parte de ese entorno: el trazado, los rieles, la producción de los espacios contiguos, la red de estaciones, el mobiliario urbano, la señalética, los pavimentos, aislamientos, etc.

Comparación en cifras con otros modos de transporte público

Cuadro 2. Comparación medio de transporte

Elementos de comparación	Autobús	BRT liviano	Tranvía moderno	BRT pesado	Metro ligero	Metro pesado
Energía	petróleo	petróleo	eléctrico	petróleo	eléctrico	eléctrico
Inserción	vialidad banal	vía reservada	sitio propio en vía	sitio propio en vía	sitio propio integral	sitio propio integral
Nivel de guiado	no guiado	no guiado	guiado	no guiado	guiado	guiado
Distancia interestaciones (m)	400	400 - 800	400 - 800	500 - 1000	500 - 1000	500 - 1200
Calidad de accesibilidad	buena	buena	buena	menos buena	difícil	difícil
Velocidad comercial (Km/h)	dic-18	14 - 20	15 - 25	18 - 30	25 - 35	25 - 40
Capacidad (psj/h)	hasta 4000	hasta 8000	hasta 12000	hasta 18000	hasta 25000	hasta 40000
Inversión inicial (por Km)	5 M US\$	8 M US\$	18 M US\$	15 M US\$	30 M US\$	60 M US\$
Potencial desarrollo de la red	fácil	simple	simple	intermedio	complejo	complejo
Impactos urbanos	bajos	medios, negativos	altos positivos	fuertes, negativos	nulos	nulos
Impactos en tránsito	bajo	en cruces y virajes, leve	en cruces y virajes, leve	fuerte	nulo	nulo

Fuente: Vuchic 2007; Figueroa 2013

Fuente: Tesis, Santiago de Chile: El mejoramiento del sistema de transporte y el espacio público en ciudades intermedias.

Inserción urbana del tranvía

El tranvía representa una solución amplia al tema del transporte público, que no se limita sólo a la operación, sino que también aporta con su inserción urbana. En este sentido, se espera del tranvía que la solución que aporte sea mucho más que una mejora al transporte público; que sea un aporte a la movilidad urbana buscando generar también un cambio en el territorio, en particular, hacerse cargo de la escala de las personas, el espacio público, y con ello, la calidad de vida urbana.

Los tranvías han sido la oportunidad para dar un cambio en todo el entorno para recuperar zonas deterioradas, para recuperar hábitos ciudadanos y para generar sentido de apropiación por lo público y mejorar la calidad de vida. Así entonces la inserción urbana de los sistemas de transporte se concibe como un principio que abarca no sólo la operación del sistema, sino también todos sus impactos urbanos, en especial, los del territorio inmediato. Los tranvías conciben como eje central al ser humano y al entorno que lo rodea con el que llega a convivir y a estructurarse como un actor más del contexto, teniendo gran relevancia su importancia como modelo amigable con el medio ambiente.

Figura 8. Vehículos, tranvía, ciclistas y peatones en plataforma compartida en Zaragoza



Fuente: www.heraldo.es

Plataforma compartida con peatones: en este caso más que compartir el uso de la vía, es la condición que tiene el tranvía de ser un modo menos invasivo en el espacio urbano el que permite una buena convivencia en zonas peatonales. En este caso se prioriza la seguridad de los peatones, y se adoptan medidas que van desde la reducción en la velocidad de circulación (25- 30 Km/h), hasta la definición precisa de los tipos de pavimentos (texturas) y la ubicación del mobiliario, tomando en consideración las personas con movilidad y visibilidad reducida.

Figura 9. Plataforma en zona peatonal, Burdeos.



Fuente: www.soyviajera.com

Plataforma reservada: son plataformas integradas en la vía pública únicamente ocupadas por el tranvía excepto en algunas intersecciones reguladas por donde pueden cruzar los otros vehículos. Están delimitadas mediante algún tipo de separación, que puede ser un cambio en la textura del pavimento, cambio de altura, césped, o que sean plataformas que se ubiquen en el carril central. La adopción de la plataforma reservada, se basa principalmente en la reducción de los impedimentos de circulación (congestión del tráfico). La independencia de circulación junto a otras medidas paralelas, como la prioridad de semaforización, ofrece una mayor eficiencia y explotación del sistema.

Figura 10. Plataforma reservada, Estrasburgo.



Fuente: sfurban.wordpress.com

En conclusión, diversos antecedentes institucionales respaldan de manera sólida la propuesta de implementar un sistema de tranvía en la ciudad. La voluntad de las autoridades de mejorar el transporte urbano y el análisis detallado realizado por una empresa francesa para evaluar la viabilidad técnica, socioeconómica, financiera e institucional de una línea de tranvía reflejan un compromiso serio con la mejora del sistema de movilidad. Desde la perspectiva urbana, la conformación de la ciudad, su evolución urbanística y la necesidad de optimizar los espacios urbanos se alinean con la demanda potencial de un sistema de tranvía.

En relación al transporte, las condiciones actuales requieren una modernización y transformación significativas, y un sistema de tranvía se erige como una solución efectiva para contrarrestar el impacto negativo del automóvil y la limitada influencia de los buses y taxis colectivos en esta dinámica. Además, considerando el nivel socioeconómico en ascenso de la ciudad, es pertinente buscar soluciones de transporte de mayor calidad que estén en consonancia con el desarrollo económico y el crecimiento experimentado por la ciudad y la región.

En suma, los argumentos presentados demuestran que la implementación de un sistema de tranvía no solo es respaldada por una base institucional sólida, sino que también se ajusta a las necesidades urbanas, los desafíos de transporte y las

aspiraciones socioeconómicas de la ciudad y la región. Este enfoque prometedor busca establecer un sistema de transporte más eficiente, sostenible y adecuado para las demandas actuales y futuras de la comunidad.

3. CAPITULO II: DESARROLLO SEGUNDO OBJETIVO ESPECICO

3.1 Analizar la infraestructura y rutas del SETP con el propósito de comprender su alcance y eficacia, evaluando su desempeño en términos de cobertura y accesibilidad, considerando la viabilidad de incorporar un sistema de tranvía.

3.1.2 Recopilación de datos: Investigar la entidad responsable del sistema de transporte público actual (SETP), su propósito de implementación y otros datos pertinentes para el análisis.

SETP PASTO

3.1.3 ¿Por qué nace el SETP Pasto?

Gracias a AVANTE, la entidad encargada de manejar el SETP de Pasto, es un proyecto que obedece al diagnóstico realizado en la política para mejorar el Servicio de Transporte Público Urbano de pasajeros en Colombia. En dicho diagnóstico se determinó que era necesario desarrollar sistemas de movilidad en las ciudades que tenían entre 250.000 y 500.000 habitantes porque tenían problemas similares a los de las grandes ciudades como la mala prestación del servicio de transporte público, la escasa o nula integración, ineficiente articulación y una mala estructura empresarial. Para el caso de Pasto, se expidió el documento Conpes 3549 de 2008, con el que se viabilizó la cofinanciación por parte de la Nación junto con el municipio de Pasto para la construcción del SETP.

El SETP de Pasto permitirá a la población del municipio, contar con un servicio de transporte de calidad, organizado, oportuno, seguro y confiable, en condiciones de accesibilidad, con costos acordes y eficiente en la prestación del servicio, de tal manera que permita reducir costos operacionales con tarifas integradas y reducción en las externalidades propias del transporte.

El proyecto desarrollará un nuevo esquema institucional que propenderá por armonizar y mejorar las relaciones entre el sector público y el sector privado prestador del servicio público de transporte de pasajeros, incorporando cuatro nuevos elementos en la operación: I) sistema de recaudo centralizado, II) sistema de gestión y control flota III) administrador financiero y IV) asistente tecnológico.

3.1.4 ¿Cuál es el objetivo del SETP Pasto?

El SETP del municipio fue diseñado bajo principios de eficiencia y sostenibilidad, de modo que el servicio al usuario mejore como consecuencia de una moderna y óptima estructura empresarial de los operadores, una eficaz regulación del servicio

y una mayor capacidad. La adquisición, la operación, el mantenimiento y la dotación de equipos se realizarán a través del sector privado, mientras que el sector público realizará la inversión en infraestructura y tendrá a su cargo la planificación, regulación y control del sistema.

3.1.5 ¿Cuál es su ente gestor?

El Ente Gestor del SETP Pasto es Avante y es la empresa, que planea, coordina, gestiona, desarrolla e implementa la infraestructura y operación del Sistema Estratégico de Transporte Público en la capital nariñense.

3.1.6 Programa: Cultura ciudadana del SETP

Pasto un solo actuar

El Programa de Cultura Ciudadana de Avante SETP forma parte del área de comunicaciones y tiene como objetivo incidir en el conocimiento, percepción, educación, prácticas y actitud de los ciudadanos frente a la implementación del Sistema Estratégico de Transporte Público en la ciudad de Pasto. La transición y el proceso de cambio entre el sistema de transporte colectivo y el nuevo sistema estratégico de transporte trae consigo unas implicaciones desde el imaginario de los ciudadanos, principalmente aquellas que tienen que ver con los cambios para la ciudad frente a obras de infraestructura, sistemas de operación del transporte, movilidad inteligente y sostenible, apropiación por lo urbano y sentido de pertenencia.

Cuando hablamos de movilidad inteligente “se refiere a utilizar modos de transporte al lado de, o en lugar de, poseer un vehículo que utiliza gasolina. Esto puede tomar muchas formas diferentes, como viajes compartidos, vehículos compartidos, transporte público, caminar, andar en bicicleta y mucho más. La necesidad de movilidad inteligente surgió de la creciente congestión vehicular y sus efectos secundarios, como la contaminación, los fallecimientos y el tiempo perdido”.

Por su parte, hablar de movilidad sostenible comprende “un conjunto de procesos y de diferentes acciones que promueve el uso racional de los medios de transporte para disminuir la cantidad de contaminación ambiental que produce serios cambios climáticos”.

3.2 Análisis de datos relevantes del SETP: Recolectar datos estadísticos sobre las rutas, horarios que maneja el SETP en la ciudad, además de entender los términos de cobertura y accesibilidad.

3.2.1 Rutas y horarios

Existen actualmente 23 rutas directas que maneja el sistema estratégico de transporte público en la ciudad de Pasto, siete rutas estratégicas y dieciséis complementarias. Algunos términos que se deben conocer son los siguientes:

Ruta: Recorrido que realiza el bus durante un trayecto desde su punto de inicio hacia su punto final o viceversa.

Inicio: Recorrido desde el punto inicial.

Retorno: Recorrido hacia el punto de origen de la ruta.

Siglas usadas:

C (N°): Ruta Complementaria.

E (N°): Ruta Estratégica.

Se elabora una tabla que presenta la cantidad de rutas operadas por el “SETP” en la ciudad de San Juan de Pasto en la actualidad. Además, se incluyen los horarios correspondientes a los diferentes días de la semana, incluyendo domingos y festivos. Esta información se ha obtenido de la página oficial de AVANTE, la entidad encargada de llevar a cabo la implementación y construcción del Sistema Estratégico de Transporte Público “SETP”.

Cuadro 3. Rutas y horarios que maneja Avante sobre el SETP

C1	Obonuco-Obonuco		C8	Cujacal-Puente tabla		C16	Cabrera-Laguna	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:55-18:20	05:55-18:20	06:20-18:00	06:00-18:00	06:00-18:00	06:40-17:40	05:40-19:00	05:40-19:00	06:30-18:00
C2	Altavista-Altavista		C8	Cujacal-Cujacal		C16	Laguna-Cabrera	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
06:00-19:20	06:00-19:20	07:00-18:30	05:50-18:30	05:50-18:30	07:00-18:20	05:40-19:00	05:40-19:00	06:30-18:00
C3	Gilberto Pabón-Gilberto Pabón		C9	Villa nueva-Villa nueva		E1	Dolores-Dolores	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:55-18:20	05:55-18:20	06:50-18:10	06:00-19:00	06:00-19:00	-	05:50-20:00	05:50-20:00	06:20-19:00
C4	Gualmatán-Jongovito		C10	Jamondino- Jamondino		E2	Altos de chapalito-Altos de chapalito	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
06:00-18:30	06:00-18:30	06:20-18:00	05:50-20:00	05:50-20:00	06:30-19:00	05:50-20:00	05:50-20:00	07:00-18:30
C4	Jongovito-Gualmatán		C11	Villa nueva-Mocondino		E3	Altamira-Altamira	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
06:00-18:40	06:00-18:40	06:30-18:00	17:30-19:30	17:30-19:30	17:30-18:50	06:00-19:00	06:00-19:00	07:00-18:30
C5	Puente tabla- Puente tabla		C11	Villa nueva-Villa nueva		E4	Genoy-Genoy	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
06:40-18:00	-	-	05:50-18:30	05:50-18:30	06:30-17:30	05:40-18:00	05:40-18:00	06:20-17:30
C5	Puente tabla- Variante Daza		C12	Briceño-Ancianato-Briceño		E5	Catambuco-Catambuco	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:40-19:00	05:40-19:00	-	05:50-19:00	05:50-19:00	06:30-18:30	05:50-18:50	05:50-18:50	06:20-17:00
C5	Variante Daza-Variante Daza		C12	Briceño-Alcaldia-Briceño		E6	Sindagua-Corponariño	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:50-19:20	05:50-19:20	-	05:50-19:00	05:50-19:00	06:30-18:30	06:00-19:40	06:00-19:40	-
C6	Coba negra-Catambuco		C12	Briceño-Villa Colombia		E6	Sindagua-Sindagua	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
06:00-19:00	06:00-19:00	06:30-18:40	19:00-19:30	19:00-19:30	-	06:30-18:30	-	-
C6	Catambuco-Catambuco		C12	Briceño-San martin		E7	Sol de oriente-Sol de oriente	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:50-19:20	05:50-19:20	06:10-18:30	19:00-19:30	19:00-19:30	-	06:00-20:00	06:00-20:00	06:30-18:00
C6	Catambuco-Coba negra		C13	Santa monica-Santa monica		E7	Sol de oriente-Tescual	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:50-19:00	05:50-19:00	06:10-18:30	06:00-20:00	06:00-20:00	06:20-19:00	06:00-20:00	06:00-20:00	06:30-18:10
C7	Anganoy- Anganoy		C14	Daza-Daza		E7	Tescual-Sol de oriente	
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST
05:50-19:00	05:50-19:00	06:50-18:30	06:00-18:40	06:00-18:40	06:30-18:30	06:00-20:00	06:00-20:00	08:00-18:30
C8	Puente tabla- Cujacal		C15	Villa nueva-Villa nueva				
LUN-VIE	SAB	DOM-FEST	LUN-VIE	SAB	DOM-FEST			
06:00-15:00	06:00-15:00	06:20-18:20	06:00-19:20	06:00-19:20	06:30-18:30			

Fuente: Elaboración propia según las rutas y horarios establecidos por el SETP

3.2.2 Término de cobertura:

- Según Cervero y Kockelman (1997) definen la cobertura como la medida en que un sistema de transporte público es capaz de proporcionar acceso a personas y destinos dentro de una determinada área geográfica. Esto implica no solo la presencia de rutas o estaciones, sino también la proximidad y disponibilidad adecuada para los usuarios.¹⁷
- Vuchic (2005) describe la cobertura en términos de la densidad y distribución de las estaciones y paradas del sistema de transporte público en relación con la demanda de viajes. Considera tanto la disponibilidad física como la frecuencia del servicio en un área determinada.¹⁸

3.2.3 Término de accesibilidad:

- Hansen (1959), uno de los pioneros en el estudio de la accesibilidad, la definió como la facilidad con la que las personas pueden alcanzar los destinos que les interesan. En su trabajo, estableció la idea fundamental de que la accesibilidad es más importante que la movilidad.¹⁹
- Según Geurs y van Wee (2004), estos autores definen la accesibilidad como la facilidad con la que los individuos pueden llegar a destinos deseados o necesarios, considerando la influencia de la infraestructura de transporte y las características de la movilidad personal.²⁰

3.3 Análisis de datos geospaciales: Utilizar herramientas de análisis geográfico para evaluar la cobertura del SETP en términos de alcance y distribución geográfica, identificando áreas con mayor y menor cobertura.

3.3.1 CAPACIDAD MEDIDA EN CUANTO A RANGO POR RUTAS SEGÚN EL MODELO DE TRANSPORTE EMPLEADO EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO (SETP)

Se procede a analizar el rango de accesibilidad en un radio de 400 metros a cada lado, entendiendo 400 metros una medida práctica para promover entornos urbanos más habitables y sostenibles siguiendo las rutas utilizadas por el SETP. Para llevar a cabo este análisis, se emplea el programa QGIS, una herramienta de sistemas de información geográfica que garantiza la obtención de información precisa y confiable. Esto se realiza dentro del perímetro de la ciudad de San Juan de Pasto,

¹⁷ Cervero y Kockelman (1997). Concepto de cobertura para el sistema de transporte.

¹⁸ Vuchic (2005). Concepto de cobertura.

¹⁹ Hansen (1959). Concepto de accesibilidad.

²⁰ Geurs y van Wee (2004). Concepto de accesibilidad.

con el propósito de comprender la capacidad total de la población, desglosada por género, en comparación con la capacidad total de la ciudad.

De igual manera se lleva a cabo el análisis de cobertura por población a partir de las rutas trazadas en el perímetro de la ciudad de Pasto. Con esto, se llevará a cabo una comparación entre las rutas utilizadas, para determinar cuáles son las más y las menos frecuentadas por los usuarios.

3.3.2 PERIMETRO URBANO

PERIMETRO URBANO: 45 KM2

ÁREA URBANA: 23.791 KM2

FIGURA 11 PERIMETRO URBANO



El transporte público es una necesidad básica para muchas personas que viven en ciudades y áreas urbanas. Sin embargo, es común que las rutas existentes de un sistema de transporte público no cubran todo el territorio en el que trabajan, lo que puede dificultar el acceso a lugares importantes para los usuarios.

Las rutas de transporte público son determinadas por una variedad de factores, incluyendo la densidad de población, los patrones de tráfico y las limitaciones físicas, como los obstáculos naturales o las carreteras que no pueden ser modificadas. En muchos casos, estas limitaciones pueden hacer que sea difícil para los servicios de transporte público llegar a ciertas áreas, especialmente si se trata de zonas remotas o poco pobladas.

Como resultado, muchas personas que dependen del transporte público pueden enfrentar dificultades para acceder a lugares importantes, como trabajos, centros de salud, centros educativos, y otros servicios públicos. Esto puede ser especialmente problemático para aquellos que no tienen acceso a un automóvil o que no pueden pagar el costo de la gasolina y otros gastos asociados con la

propiedad de un vehículo. Además, la falta de acceso a un sistema de transporte público puede limitar las oportunidades económicas y educativas para las personas que viven en áreas mal atendidas. Esto se debe a que el transporte público es a menudo la única opción para aquellos que no tienen acceso a un automóvil, lo que significa que los empleos y oportunidades educativas fuera de su zona pueden ser inalcanzables.

Para abordar este problema, es importante que los encargados del transporte público trabajen en colaboración con las comunidades locales para identificar las necesidades de transporte y desarrollar soluciones efectivas para llegar a áreas mal atendidas. Esto podría incluir la expansión de las rutas de autobuses existentes, la creación de nuevas rutas para llegar a áreas remotas, y la mejora de la conectividad entre las diferentes formas de transporte público.

Según la información recolectada sobre las rutas que maneja el sistema estratégico de transporte público conocido por sus siglas como SETP que trabaja la ciudad de Pasto, se puede concluir como el rango de accesibilidad para los usuarios quienes requieran y utilicen este medio de transporte para viajar de un punto A, a un punto B, no cuenta con una cobertura total al no ser considerado ni ser ejecutado como un sistema integrado; lo que quiere decir que la cantidad de rutas las cuales están divididas por el SETP no cubren la totalidad del territorio de la ciudad de San Juan de Pasto.

3.4 Determinar la accesibilidad y cobertura en relación con el SETP: Según la información recopilada y los análisis llevados a cabo, se busca evaluar el nivel de accesibilidad en la ciudad de Pasto considerando las rutas utilizadas por el (SETP). Intentando identificar las rutas con distintos niveles de cobertura en función de la accesibilidad, categorizando dichas rutas según la densidad poblacional en las zonas que abarcan.

3.4.1 COBERTURA DEL SETP POR RANGO DE ACCESIBILIDAD PEATONAL POR RUTAS (Rango 400mt)

ÁREA DE PASTO: 24km²/ Densidad DANE proyectado al año 2024 (333. 844)
Casco urbano + centros poblados

C1



Ruta C1

Obonuco – Altos de Chapalito

Longitud ida: 12,285 Km

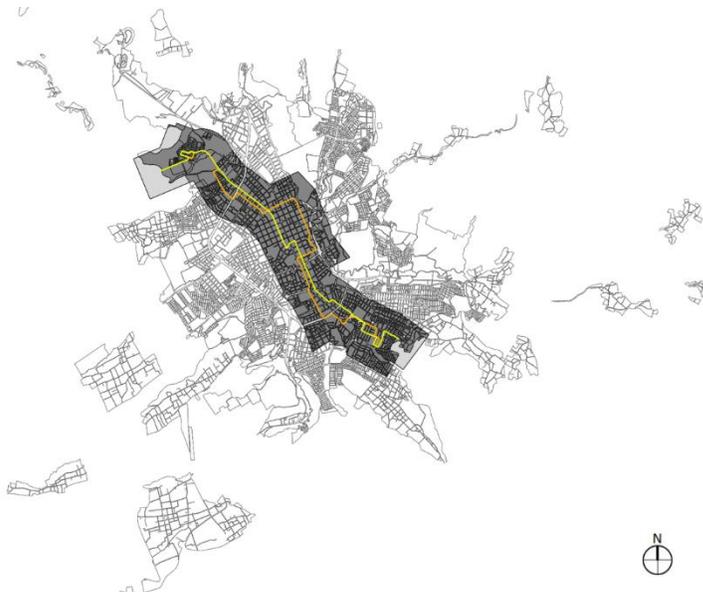
Longitud vuelta: 12,331 Km

Paradas : 45

COBERTURA POBLACIÓN **37.96 %**

la ruta **C1** en una área de accesibilidad de 400 metros tiene una cobertura de 126.749 Personas, teniendo un déficit de **62,04%** del total de la población del casco urbano y centros poblados.

C2



Ruta C2

AltaVista – La Paz

Longitud ida: 8,529 Km

Longitud vuelta: 7,404 Km

Paradas : 39

COBERTURA POBLACIÓN **28.00 %**

la ruta **C2** en una área de accesibilidad de 400 metros tiene una cobertura de 93.488 Personas, teniendo un déficit de **72,00%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C3



Ruta C3 Gilberto Pabón – Arnulfo Guerrero

Longitud ida: 10,250 Km —

Longitud vuelta: 10,828 Km —

Paradas : 39

COBERTURA POBLACIÓN **36.83 %**

la ruta **C3** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **122.964** Personas, teniendo un déficit de **63,17%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C4



Ruta C4 Miraflores – Jamondino

Longitud ida: 11,393 Km —

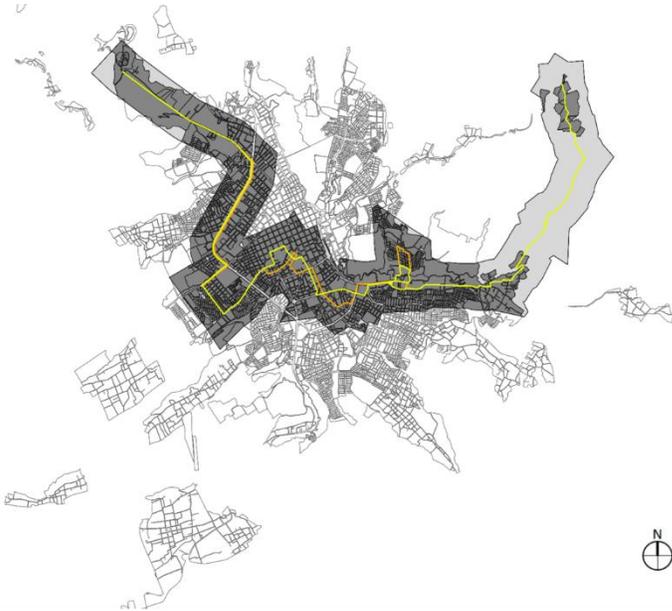
Longitud vuelta: 10,242 Km —

Paradas : 41

COBERTURA POBLACIÓN **34.78 %**

la ruta **C4** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **116.142** Personas, teniendo un déficit de **65,22%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C5



Ruta **C5** Ponte Tabla - Briseño

Longitud ida: 19,206 Km —

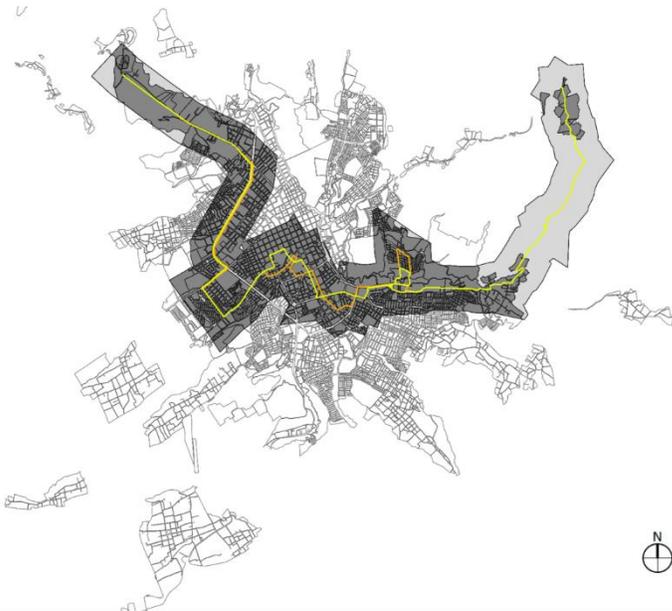
Longitud vuelta: 18,902 Km —

Paradas : 55

COBERTURA POBLACIÓN **39.83 %**

la ruta **C5** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **132.973** Personas, teniendo un déficit de **60,17%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C6



Ruta **C5** Ponte Tabla - Briseño

Longitud ida: 19,206 Km —

Longitud vuelta: 18,902 Km —

Paradas : 55

COBERTURA POBLACIÓN **39.83 %**

la ruta **C5** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **132.973** Personas, teniendo un déficit de **60,17%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C7



Ruta **C7** **Anganoy - Altos De Chapalito**

Longitud ida: 8,946 Km —

Longitud vuelta: 10,328 Km —

Paradas : 34

COBERTURA POBLACIÓN **31.30 %**

la ruta **C7** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **104,525** Personas, teniendo un déficit de **68,70%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C8



Ruta **C8** **San Martin - Cujacal**

Longitud ida: 12,173 Km —

Longitud vuelta: 13,697 Km —

Paradas : 35

COBERTURA POBLACIÓN **30.02 %**

la ruta **C8** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **100.245** Personas, teniendo un déficit de **69,98%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C9



Ruta **C9** Villa Nueva - Udenar

Longitud ida: 7,752 Km —

Longitud vuelta: 8,269 Km —

Paradas : 34

COBERTURA POBLACIÓN **22.25 %**

la ruta **C9** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **74.283** Personas, teniendo un déficit de **77,75%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C10



Ruta **C10** Jamondino - Briseño

Longitud ida: 12,032 Km —

Longitud vuelta: 12,791 Km —

Paradas : 40

COBERTURA POBLACIÓN **33.08 %**

la ruta **C10** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **132.973** Personas, teniendo un déficit de **60,17%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C11



Ruta **C11** **Villa Nueva - Mocondino**

Longitud ida: 12,213 Km —

Longitud vuelta: 14,731 Km —

Paradas : 51

COBERTURA POBLACIÓN **33.60 %**

la ruta **C11** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **112.189 Personas**, teniendo un déficit de **66,40%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C12



Ruta **C12** **Briseño - Villaflor**

Longitud ida: 26,450 Km —

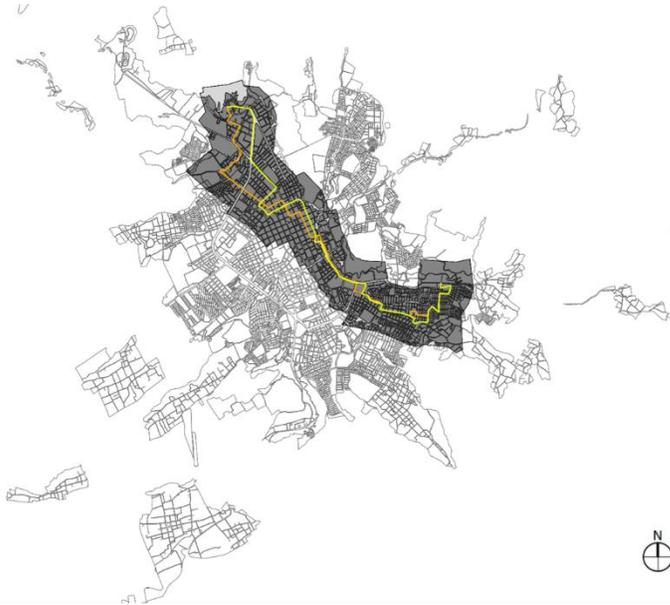
Longitud vuelta: 26,792 Km —

Paradas : 48

COBERTURA POBLACIÓN **67.79 %**

la ruta **C12** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **226.315 Personas**, teniendo un déficit de **32,21%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C13



Ruta **C13** **Santa Mónica - Santa Rita**

Longitud ida: 8,611 Km 

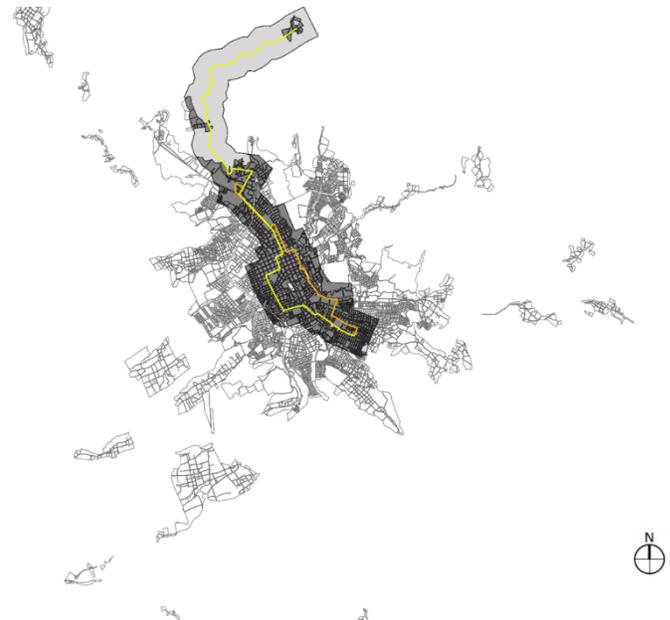
Longitud vuelta: 8,763 Km 

Paradas : 32

COBERTURA POBLACIÓN **30.25 %**

la ruta **C13** en una área de accesibilidad de 400 metros tiene una cobertura de 101.011 Personas, teniendo un déficit de **69,75%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C14



Ruta **C14** **Daza - Lorenzo**

Longitud ida: 12,612 Km 

Longitud vuelta: 12,526 Km 

Paradas : 26

COBERTURA POBLACIÓN **28.92 %**

la ruta **C14** en una área de accesibilidad de 400 metros tiene una cobertura de 96.556 Personas, teniendo un déficit de **71,08%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C15



Ruta **C15** Villa Nueva - Obonuco

Longitud ida: 10,115 Km —

Longitud vuelta: 11,249 Km —

Paradas : 46

COBERTURA POBLACIÓN **32.88 %**

la ruta **C15** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **109.794** Personas, teniendo un déficit de **67,12%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

C16



Ruta **C16** La Laguna - Anganoy

Longitud ida: 15,931 Km —

Longitud vuelta: 15,590 Km —

Paradas : 44

COBERTURA POBLACIÓN **32.88 %**

la ruta **C16** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **119.829** Personas, teniendo un déficit de **67,12%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E1



Ruta E1 Mocondino - Udenar

Longitud ida: 14,471 Km —

Longitud vuelta: 10,402 Km —

Paradas : 42

COBERTURA POBLACIÓN **28,84 %**

la ruta **E1** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **96.285** Personas, teniendo un déficit de **71,16%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E2



Ruta E2 Altos de Chapalito - Udenar

Longitud ida: 9,393 Km —

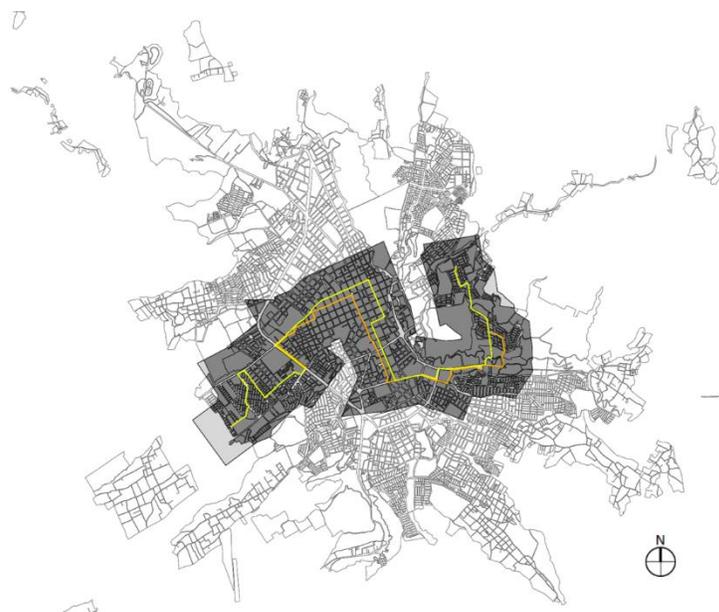
Longitud vuelta: 8,815 Km —

Paradas : 38

COBERTURA POBLACIÓN **30.65 %**

la ruta **E2** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **102.352** Personas, teniendo un déficit de **69,35%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E3



Ruta E3

Altamira – San Ezequiel

Longitud ida: 9,448 Km —

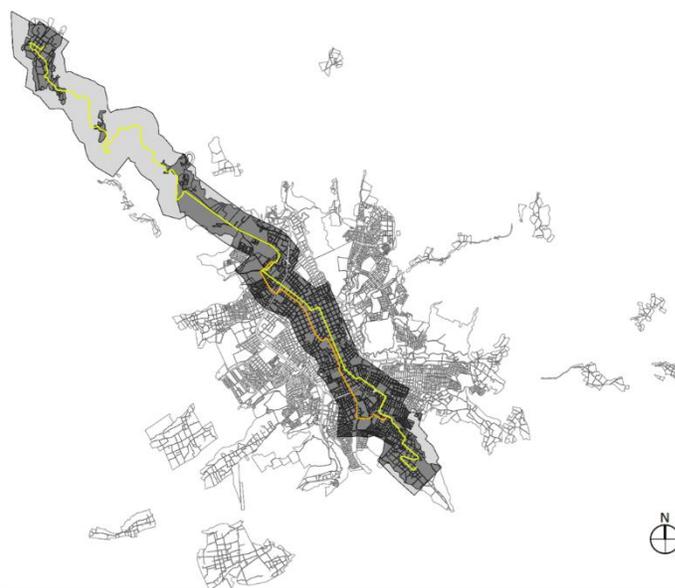
Longitud vuelta: 9,405 Km —

Paradas : 35

COBERTURA POBLACIÓN **32.19 %**

— la ruta **E3** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **107.480** Personas, teniendo un déficit de **67,81%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E4



Ruta E4

Genoy – Jamondino

Longitud ida: 18,410 Km —

Longitud vuelta: 18,021 km —

Paradas : 43

COBERTURA POBLACIÓN **31.79 %**

la ruta **E4** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **106.148** Personas, teniendo un déficit de **68,21%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E5



Ruta **E5** **Catambuco - Briseño**

Longitud ida: 14,761 Km —

Longitud vuelta: 13,523 Km —

Paradas : 34

COBERTURA POBLACIÓN **31.19 %**

la ruta **E5** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **104.133** Personas, teniendo un déficit de **68,81%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E6



Ruta **E6** **Sindagua - Mariluz**

Longitud ida: 7,915 Km —

Longitud vuelta: 9,807 Km —

Paradas : 25

COBERTURA POBLACIÓN **34.90 %**

la ruta **E6** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **116.540** Personas, teniendo un déficit de **65,10%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

E7



Ruta **E7** **Sol de Oriente - Anganoy**

Longitud ida: 9,444 Km —

Longitud vuelta: 9,582 Km —

Paradas : 34

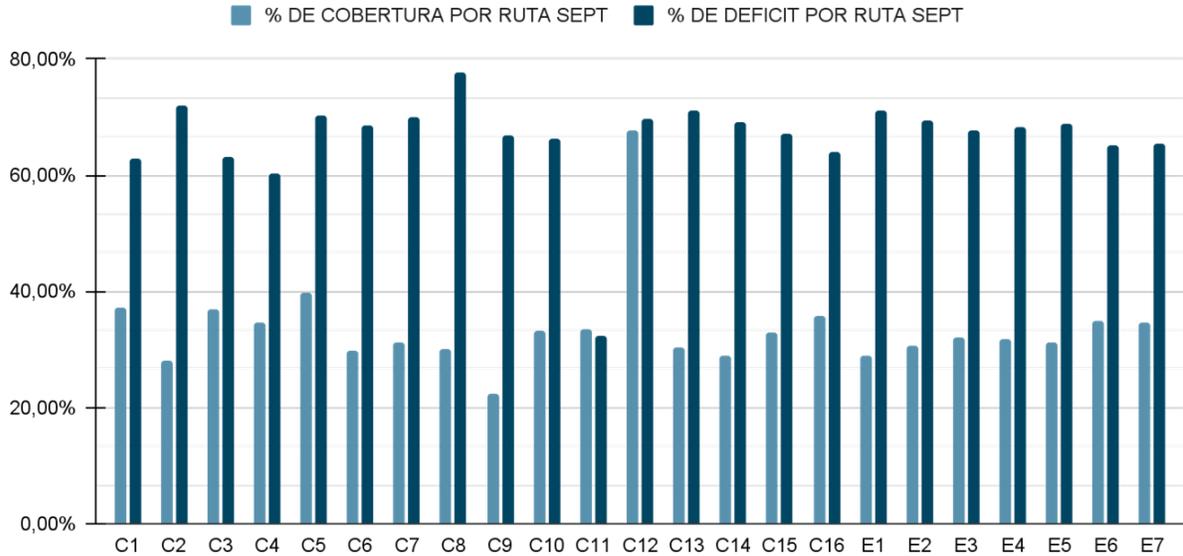
COBERTURA POBLACIÓN **34.62 %**

la ruta **E7** en una área de accesibilidad de **400 metros** tiene una cobertura de **115.608 Personas**, teniendo un déficit de **65,38%** del total de la población del casco urbano y centros poblados

Fuente: Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

Tras haber evaluado la extensión del Sistema de Transporte Público (SETP) considerando la accesibilidad peatonal en las diferentes rutas y calculado las deficiencias en cada una, se evidencia la carencia de accesibilidad para aquellos usuarios que confían en este medio de transporte como parte esencial de su rutina diaria. Se observa que las 23 rutas que conforman el SETP no están integradas de manera óptima para garantizar una cobertura completa. En lugar de presentar una red interconectada, cada ruta parece operar de forma aislada, sin facilitar la conexión eficaz entre distintos sectores de la ciudad. Esta falta de coordinación y conexión entre rutas puede limitar la eficiencia y la utilidad del sistema de transporte público para los habitantes de Pasto.

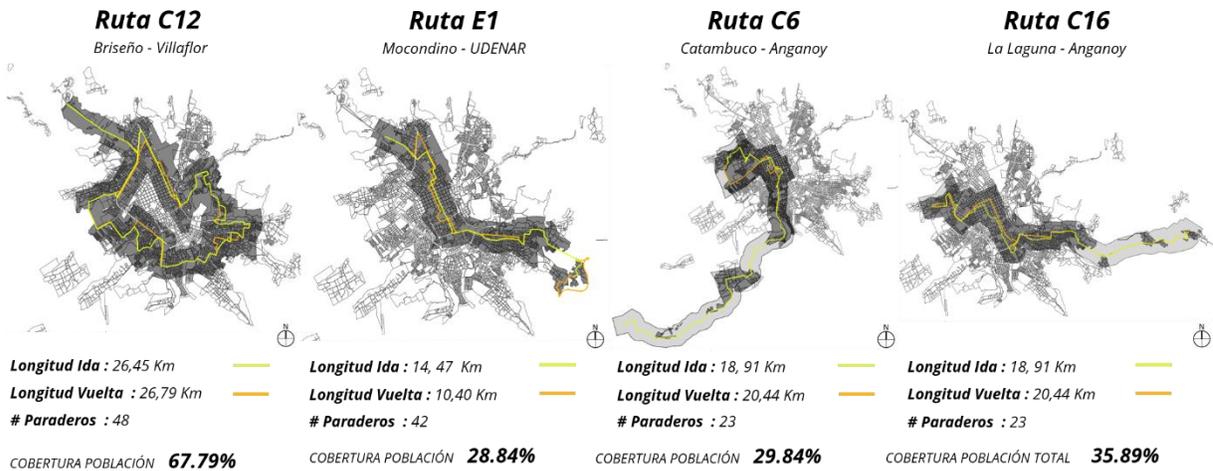
Cuadro 4. Cobertura y déficit poblacional por ruta al Transporte Público SETP de Pasto (rango 400 metros)



Fuente: Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

El análisis realizado es crucial para cuantificar el impacto de la variabilidad del crecimiento poblacional en el modo de movilización de los habitantes de Pasto en relación con el transporte público del SETP. Los resultados muestran de manera notable cómo la población está saturando el sistema de transporte público, evidenciando su incapacidad para prestar el servicio de manera adecuada.

FIGURA 12. Rutas más utilizadas por el sistema de transporte SETP



Fuente: Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

La cobertura promedio de las 4 rutas del SETP más utilizadas es del **40,59%**, teniendo así un déficit del **59,41%** del total de la población del casco urbano del municipio de Pasto.

FIGURA 13. Cantidad de rutas SETP por comuna en la ciudad de San Juan de Pasto



Fuente: Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

Se evidencia la cantidad de rutas que abarcan las comunas de la ciudad de Pasto. Evidenciando como la comuna 1 mantiene un nivel de saturación al ocupar 23 de las 23 rutas en servicio; en cambio la comuna 10 ocupa 5 de las 23 rutas lo que denota un mal manejo de proyección y organización del ente encargado de brindar el servicio público SETP dentro de la ciudad. La saturación de rutas, ocasiona malestar dentro de los usuarios, al presentar trancones, contaminación auditiva, contaminación de CO₂, bajo nivel administrativo, entre otros.

Cuadro 5. Cobertura y déficit poblacional por ruta al Transporte Público SETP de Pasto.

RUTAS	% COBERTURA POBLACIÓN POR RUTA	% DÉFICIT POBLACIÓN POR RUTA
C1	37,96%	62,04%
C2	28,00%	72,00%
C3	36,83%	63,17%
C4	34,78%	65,22%
C5	39,83%	60,17%
C6	29,84%	70,16%
C7	31,30%	68,70%
C8	30,02%	69,98%
C9	22,25%	77,75%
C10	33,08%	66,92%
C11	33,60%	66,40%
C12	67,79%	32,21%
C13	30,25%	69,75%
C14	28,92%	71,08%
C15	32,88%	67,12%
C16	35,89%	64,11%
E1	28,84%	71,16%
E2	30,65%	69,35%
E3	32,19%	67,81%
E4	31,79%	68,21%
E5	31,19%	68,81%
E6	34,90%	65,10%
E7	34,62%	65,38%
TOTAL	33,80% PROMEDIO	66,20% PROMEDIO

Fuente: Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

Densidad DANE proyectado al año 2024 (333. 844) Casco urbano + centros poblados.

El porcentaje de cobertura poblacional por ruta promedia un 33,80%, lo que evidencia un alto grado de ineficiencia en la gestión de las rutas del sistema de transporte público de Pasto. Asimismo, el porcentaje de déficit poblacional por ruta asciende al 66,20%, lo que destaca la falta de integralidad del sistema de transporte. Esta situación podría mejorar considerablemente si se implementara un sistema de pago integrado, reorganizando las rutas de los autobuses de manera que apoyen el crecimiento poblacional de la ciudad de Pasto.

4. CAPITULO III: DESARROLLO DEL TERCER OBJETIVO ESTPECIFICO

4.1 Evaluar la viabilidad del tranvía en la ciudad de San Juan de Pasto.

4.1.1 Comparativo referente: Presentar un análisis de referente práctico, comparándolo con la situación actual del sistema de transporte de la ciudad de San Juan de Pasto.

Se presenta una comparativa entre ciudades semejantes de acuerdo al número de población aproximada en el año 2024 entre las ciudades de San Juan de Pasto con una población de 333.844 habitantes y la ciudad de Cuenca en Ecuador con un número de habitantes de 361.524.

Figura 14. Tranvía en Cuenca-Ecuador



Fuente: tranvia.cuenca.gob.ec/mRA/ruta

Figura 15. Sistema de transporte público SETP en Pasto



Fuente: Avante/ServiciopúblicoSETP

Se realizan preguntas semejantes para determinar su operatividad y modo de organización para entender su trabajo y como benefician a la comunidad y los usuarios del transporte público de la siguiente manera:

Tranvía: ¿Con que fin?

Generar desarrollo gracias a la **MOVILIDAD SOSTENIBLE, EFICIENCIA, PUNTUALIDAD y EXPERIENCIA DEL USUARIO.**

SETP: ¿Con que fin?

Principios de **EFICENCIA Y SOSTENIBILIDAD PLANA, DESARROLLA, COORDINA, GESTIONA E IMPLEMENTA.**

Tranvía: **VELOCIDAD COMERCIAL**

Velocidad comercial de 25 km/h en día típico.

SETP: **VELOCIDAD COMERCIAL**

Velocidad comercial de 16,5 Km/h para las rutas en día típico.

Tranvía: **RECORRIDO**

Intervalos de prestación de servicios oscilan entre los 6 min.

SETP: RECORRIDO

Intervalos de prestación de servicios oscilan entre los 3,5 y 20 min.

Tranvía: CANTIDAD PASAJEROS

Cantidad máxima de pasajeros que puede movilizar en promedio en el tranvía de Cuenca es de 300 aprox. Incluye sillas y pasajeros de pie.

SETP: CANTIDAD PASAJEROS

Cantidad máxima de pasajeros que puede movilizar en promedio cada uno de los buses es de 50 aprox. Incluye sillas y pasajeros de pie.

Además de determinar aspectos relevantes que engrandezcan el uso del medio de transporte correspondiente como el tranvía o el uso del SETP, y sus defectos de manera comparativa.

Tranvía: PROS.

- Sistema integrado.
- Tarifa económica.
- Paraderos establecidos.
- Amigable con el medio ambiente.

CONTRAS

- Un solo recorrido.
- Costos de mantenimiento.
- Valor de infraestructura.
- Dependencia de electricidad.

SETP: PROS.

- Cobertura 100%.
- Tarifa económica.
- Cercanía del servicio.
- Tiempo de espera relativamente corto.

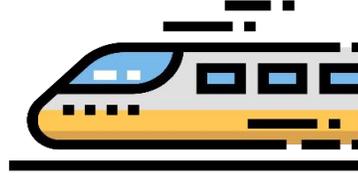
CONTRAS

- Inseguridad.
- Capacidad muy limitada.
- Contaminación auditiva y de CO₂.
- Aglomeraciones.

Figura 16. Comparativa tranvía Cuenca (Ecuador) VS SETP Pasto

TRANVIA

SISTEMA ALTERNATIVO



TRANVIA CUENCA(ECUADOR)

01 ¿CON QUE FIN?
Generar desarrollo gracias a la **MOVILIDAD SOSTENIBLE, EFICIENCIA, PUNTUALIDAD y EXPERIENCIA DEL USUARIO.**

02 VELOCIDAD COMERCIAL
Velocidad comercial de **25 km/h** en día típico.

RECORRIDO
Intervalos de prestación de servicios oscilan entre los **6 min.**

03 CANTIDAD PASAJEROS
Cantidad máxima de pasajeros que puede movilizar en promedio en el tranvía de Cuenca es de **300** aprox. Incluye sillas y pasajeros de pie.

COMPARATIVO
MOVILIDAD

VS

SETP (PASTO)

Calidad de vida

Transparencia y sostenibilidad ambiental

Velocidad

Recorrido

Cantidad de pasajeros

Sostenibilidad

Planes y el desarrollo urbano

¿CON QUE FIN?
Principios de **EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD PLANEA, DESARROLLA, COORDINA, GESTIONA E IMPLEMENTA.**

VELOCIDAD COMERCIAL
Velocidad comercial de **16,5 Km/h** para las rutas en día típico.

RECORRIDO
Intervalos de prestación de servicios oscilan entre los **3,5 y 20 min.**

CANTIDAD PASAJEROS
Cantidad máxima de pasajeros que puede movilizar en promedio cada uno de los buses es de **50** aprox. Incluye sillas y pasajeros de pie.



Fuente: tranviacuencatub.ec/mRA/Nota



Fuente: Avenir/ServicepublicsETP

PROS



CONTRAS



PROS



CONTRAS

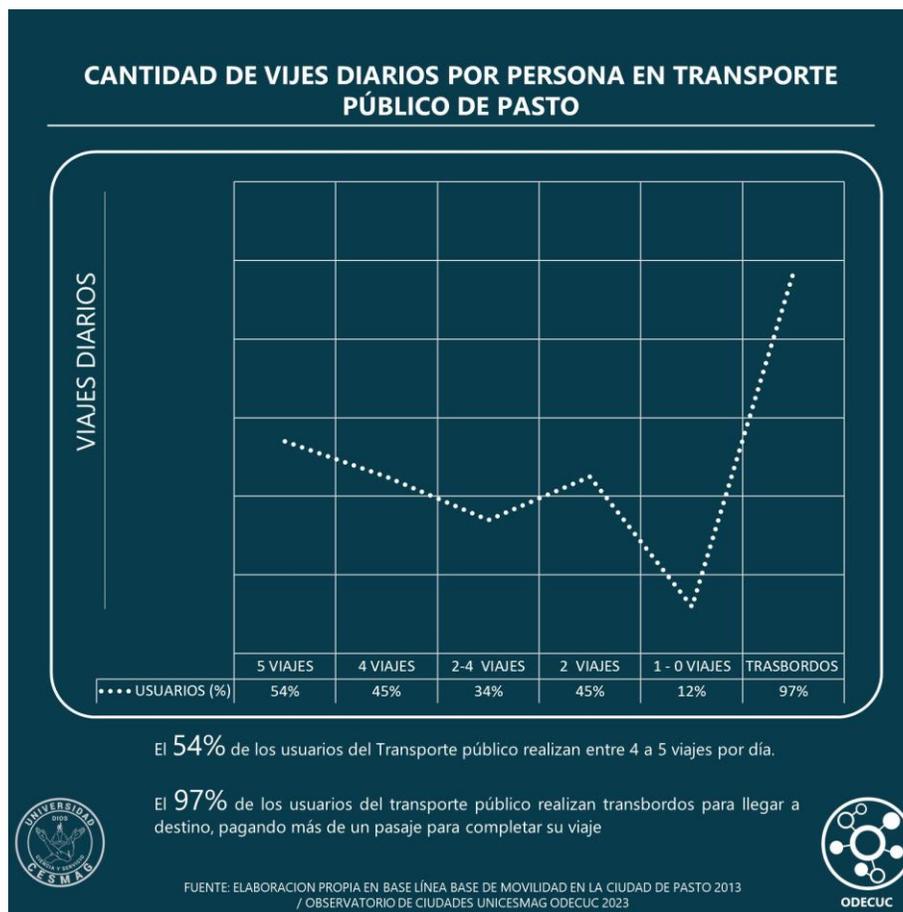


SETP

SISTEMA ESTRATÉGICO DE TRANSPORTE PÚBLICO

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Cantidad de viajes por persona en transporte público en Pasto.



Fuente: Elaboración propia en base a geovisor DANE / Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

Las estadísticas se realizan mediante polígonos de comunas, por lo tanto, el estudio fue basado con 269,060 habitantes dentro del perímetro de comunas, sin contar los centros poblados cercanos.

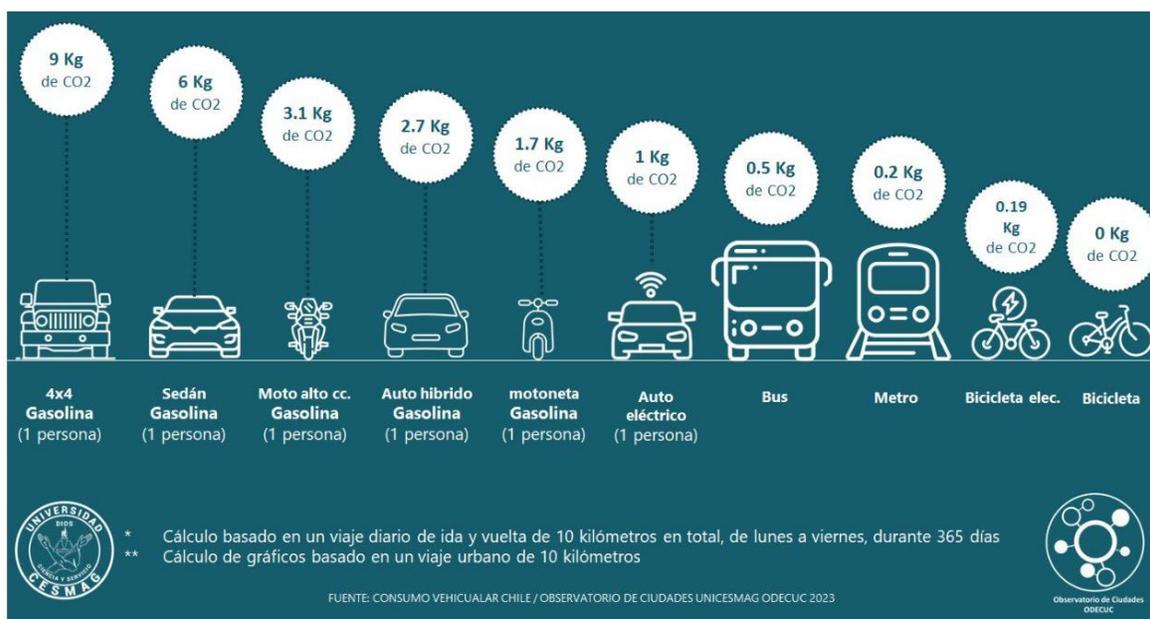
Se observa que las comunas con mayor población (comunas 3, 6 y 10) tienen una baja cobertura de rutas de transporte público (entre 5 y 7 rutas). Esto resulta en una integración limitada de servicios hacia las comunas con estratos socioeconómicos bajos, obligando a los usuarios a realizar más de un transbordo para llegar a sus destinos. Esta situación evidencia una mala organización del servicio, al no contar con un modo de pago integrado que permita a los usuarios disponer de varios trayectos con un solo pasaje, facilitando así la movilidad y mejorando la economía de quienes utilizan el servicio.

4.1.2.1 COMPARACIÓN DE EMISIONES EN KG DE CO2 POR VIAJE Y MODO DE TRANSPORTE

Una persona con un viaje promedio de 10 km al trabajo y de regreso al hogar puede llegar a producir aproximadamente 1.400 kg de CO2 al año.

Un árbol puede llegar a absorber hasta 150 kg de CO2 al año.

Figura 18. Comparación de emisiones en kg de CO2 por viaje y modo de transporte



Fuente: Consumo vehicular Chile / Observatorio de ciudades Unicesmag ODECUC 2024

La cantidad de CO2 emitida por los diferentes medios de transporte es considerablemente variable, y es un factor clave en la contaminación ambiental. Los automóviles privados, que son uno de los modos de transporte más comunes, son también uno de los mayores contaminantes, emitiendo hasta 12 veces más CO2 que un sistema de transporte público estándar, como los autobuses.

En contraste, el sistema de tranvía se presenta como una alternativa mucho más ecológica, emitiendo aproximadamente 0.2 kg de CO2. Este nivel de emisiones es significativamente menor en comparación con los vehículos privados, lo que convierte al tranvía en una opción más sostenible y adecuada para mitigar la contaminación acelerada que enfrentamos en las áreas urbanas.

Adoptar sistemas de transporte más limpios, como el tranvía, y mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte público, puede ser un paso crucial hacia la creación

de ciudades más sostenibles. Además, la implementación de políticas que fomenten el uso de medios de transporte con bajas emisiones de CO2 puede acelerar la transición hacia una movilidad urbana más ecológica y saludable. Esto incluye no solo la modernización de los buses de transporte público, sino también la promoción de prácticas como el uso compartido de vehículos y el desarrollo de infraestructuras para la movilidad eléctrica.

4.1.2.2 Estudio eje principal: Según el análisis de las rutas dentro de las comunas de Pasto, determinar un eje a nivel de línea de deseo que muestre la importancia de un eje en la Ciudad.

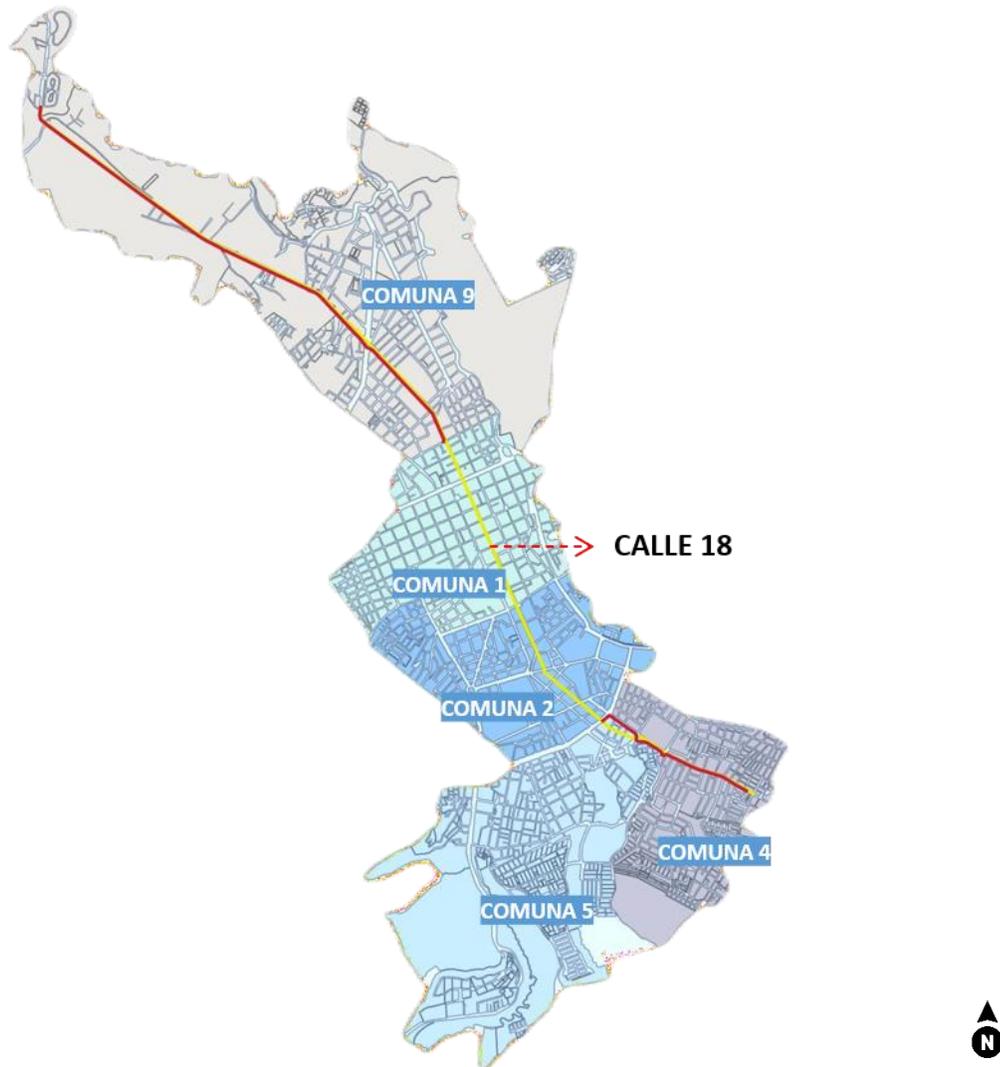
Figura 19. CALLE 18 y su influencia como articulador del transporte público de Pasto



Fuente: ELABORACION PROPIA EN BASE A PMMEP 2017 / OBSERVATORIO DE CIUDADES UNICESMAG ODECUC 2024

Longitud: 7,43 KILÓMETROS

Figura 20. Calle 18 como eje articulador

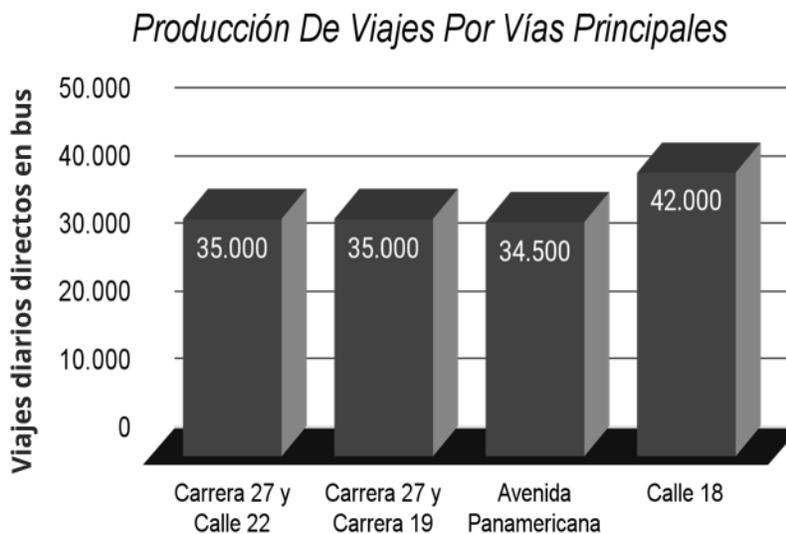


Fuente: ELABORACION PROPIA EN BASE A PMMEP 2017 / OBSERVATORIO DE CIUDADES UNICESMAG ODECUC 2024

La Calle 18 comunica las comunas 1,2,4,5 y 9 y es de los pocos ejes continuos de la ciudad.

- Rutas SETP con paso directo sobre la calle 18 = 20 de 23
- Rutas SETP con paso indirecto sobre la calle 18= 2 de 23
- Rutas SETP sin influencia sobre la calle 18 = 1 de 23

Figura 21. Producción de viajes diarios directos del transporte público por ejes más importantes de pasto



Fuente: ELABORACION PROPIA CON BASE A PMMEP 2017 / OBSERVATORIO DE CIUDADES UNICESMAG ODECUC 2024

La calle 18 registra un promedio de viajes en bus un 17% superior al de otras vías principales, como la 27, la 19, la 22 y la Avenida Panamericana.

De 289.773 habitantes de la cabecera municipal de Pasto; El 21% de la población tiene accesibilidad por rango de cercanía a la Calle 18 (400 metros).

En el área urbana de Pasto, se realizan aproximadamente 146,500 viajes en autobús diariamente, lo que subraya la significativa utilización del transporte público que conecta y atraviesa un eje principal en la ciudad. La identificación de este eje es crucial, ya que permite tanto una mejor organización de las rutas para abordar la saturación existente en la comuna 1, donde las 23 rutas actuales convergen, como la consideración de la posible implementación de un tranvía a lo largo de este eje. Este tranvía podría conectar y atravesar dos extremos de la ciudad, ofreciendo una solución integral para mejorar la movilidad urbana en Pasto.

4.1.2.3 Sintetizar análisis: De acuerdo con los análisis de accesibilidad y cobertura del sistema de transporte público vigente, evaluar la factibilidad de introducir un sistema de tranvía en el entorno urbano.

La introducción de un sistema de tranvía en el entorno urbano de Pasto podría ser una medida factible y beneficiosa para mejorar y complementar la accesibilidad y la cobertura del transporte público en la ciudad, siguiendo algunas consideraciones.

- Baja cobertura y alto déficit poblacional: Los datos muestran que el sistema de transporte público actual tiene una cobertura poblacional deficiente y un alto déficit de cobertura. Introducir un nuevo modo de transporte como el tranvía podría ayudar a cerrar esta brecha al proporcionar nuevas rutas y opciones de viaje para los residentes.
- Sistema de pago integrado: La implementación de un sistema de pago integrado facilitaría el acceso al transporte público y aumentaría la eficiencia del sistema en general. Los usuarios podrían usar una tarjeta de pago para acceder tanto al tranvía como a los autobuses, lo que simplificaría el proceso de viaje y podría alentar a más personas a utilizar el transporte público.
- Reorganización de rutas: Es importante reorganizar las rutas de los autobuses para que complementen el sistema de tranvía y apoyen el crecimiento poblacional de la ciudad. Esto podría implicar ajustes en las rutas existentes para conectar de manera efectiva con las estaciones de tranvía y maximizar la cobertura del sistema en su conjunto.
- Impacto en el crecimiento urbano: La introducción de un sistema de tranvía podría tener un impacto positivo en el crecimiento urbano al mejorar la movilidad dentro de la ciudad. Un transporte público eficiente y bien conectado puede hacer que áreas anteriormente menos accesibles sean más atractivas para la inversión y el desarrollo, lo que a su vez podría estimular el crecimiento poblacional.

Sin embargo, es crucial tener en cuenta que el progreso constante del Sistema de Transporte Público de Pasto (SETP) constituye la opción más efectiva y segura para abordar las necesidades de cobertura y accesibilidad. La reestructuración de las rutas existentes y la implementación de un sistema de pago integrado podrían generar mejoras sustanciales en el transporte cotidiano de la ciudad.

4.1.2.4 Presentar recomendaciones: Presentar recomendaciones basadas en el análisis, destacando los factores que respaldan o cuestionan la introducción del sistema de tranvía en la ciudad.

Tras completar un estudio del Sistema de Transporte Público de Pasto (SETP), se ha identificado sus puntos fuertes y áreas de mejora. Considerando el constante crecimiento poblacional de la ciudad y su notable proyección de desarrollo urbano, es evidente la necesidad de proponer mejoras significativas en la operatividad y organización del sistema de transporte. Además, la implementación de un modelo integrado de pago podría representar un avance considerable en la modernización y eficiencia del transporte público en Pasto, entendiendo que con un sistema de pago integrado el sistema podría cubrir 5.7 veces la población de la ciudad evidenciando un avance significativo en la movilidad urbana.

Recomendaciones para mejorar el sistema de transporte público en Pasto

- Implementar un sistema de pago integrado: Introducir un sistema de pago único que permita a los usuarios cambiar de una ruta a otra sin tener que pagar tarifas adicionales. Esto facilitará una mayor integración y conectividad entre las diferentes rutas del SETP.
- Reorganizar y expandir las rutas existentes: Realizar un análisis exhaustivo de las rutas actuales para identificar áreas mal atendidas y ajustar las rutas para cubrir mejor el territorio de la ciudad.
- Optimizar la frecuencia y coordinación de rutas: Aumentar la frecuencia de los autobuses en las rutas más concurridas para reducir la saturación y los tiempos de espera.
- Coordinar los horarios de las diferentes rutas para minimizar los tiempos de transferencia y mejorar la eficiencia del sistema.
- Desarrollar infraestructura de apoyo: Construir y mejorar paradas de autobús con adecuada señalización, para mayor comodidad y seguridad de los usuarios.
- Implementar carriles exclusivos para autobuses en las zonas más congestionadas para reducir el tiempo de viaje y mejorar la puntualidad.
- Instalar sistemas de monitoreo GPS en los autobuses para una mejor gestión y optimización de las rutas.

- Fomentar la participación comunitaria: Establecer canales de comunicación con las comunidades locales para recibir retroalimentación continua sobre el desempeño del sistema de transporte y sus necesidades.
- Realizar consultas y encuestas periódicas para evaluar la satisfacción de los usuarios y ajustar los servicios en consecuencia.
- Mejorar la accesibilidad y la inclusión: Asegurar que todas las rutas y paradas sean accesibles para personas con movilidad reducida.
- Fomentar la implementación de tarifas reducidas o gratuitas para grupos prioritarios, como estudiantes, personas mayores y personas con discapacidad.
- Reducir el impacto ambiental: Introducir autobuses eléctricos o híbridos para reducir las emisiones de CO2 y la contaminación auditiva.
- Implementar políticas de sostenibilidad que fomenten el uso del transporte público sobre el uso de vehículos particulares.

Estas recomendaciones tienen como objetivo abordar de manera integral las deficiencias actuales del sistema de transporte público de Pasto, promoviendo mejoras significativas en la accesibilidad, la eficiencia y la satisfacción de los usuarios. Además, buscan apoyar el crecimiento poblacional de la ciudad de manera sostenible, organizada y acorde con las necesidades de desarrollo urbano.

En este contexto, se concluye que no es necesaria, por el momento, la incorporación de un sistema de tranvía como complemento al Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP) existente. Esta decisión se fundamenta en diversos factores, como los altos costos económicos asociados, las demandas de infraestructura especializada, los requerimientos técnicos de instalación y el mantenimiento continuo que implicaría su implementación.

En lugar de destinar recursos a un proyecto de esta magnitud, se propone priorizar acciones que optimicen el sistema actual, tales como la reorganización de rutas que presentan superposición o interferencias, el diseño de un modelo de pago integrado que facilite la experiencia de los usuarios y mejore la conectividad, y el fortalecimiento de la infraestructura existente para garantizar un servicio más eficiente, accesible y sostenible a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

Vuchic (2005). Concepto de cobertura.

Geurs y van Wee (2004). Concepto de accesibilidad.

MONTEZDEOCA, Romel; VÁZCONES, Esteban. “Análisis de los niveles de servicio mediante la implementación del tranvía en la ciudad de Cuenca” (Cuenca, Ecuador): febrero, 2015. Disponible en la dirección electrónica

[https:// https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7642/1/UPS-CT004528.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7642/1/UPS-CT004528.pdf)

Jimenes Andrés, “ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD DE UNA LÍNEA DE TRANVÍA EN LA CIUDAD DE SAN JUAN, ARGENTINA”. Trabajo final de MASTER, Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo, San Juan, Argentina, 2020.

Quintero Julián, ““EL TRANVÍA EN LA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE Y LA GESTIÓN DE CIUDADES: PROPUESTA DE LÍNEA DE TREN LIGERO EN LA AVENIDA CARRERA 7ª EN BOGOTÁ D.C”. Grupo de Estudios e Investigación en Recursos Ambientales y Urbanos [RAU], Ahcttum, Tunja, Colombia, 2020.

Pérez Silva, Vicente, Universidad del Cauca. Escritor e investigador. Miembro de la Academia de Historia de Nariño, Colombia, 2020, disponible en la web: <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-226/san-juan-de-pasto>.

Melo Trigo, Francisco. ¿Modelo de tranvía para Pasto es viable? Seminario de Movilidad, Bogotá febrero, 2020.

Arias, Carolina. RELACIONES ENTRE EL CONCEPTO DE MOVILIDAD Y LA OCUPACIÓN TERRITORIAL DE MEDELLÍN, junio, 2010

Ordax, M.N., Arcay, A.O., & Bugarín, M.R. (2002). APLICACIONES EUROPEAS DEL TREN-TRANVIA, UNA NUEVA ORIENTACION DEL TRANSPORTE PUBLICO FERROVIARIO.

Giucci, G., & Errázuriz, T. (2021). El viaje colectivo: la cultura del tranvía y del ómnibus en América del Sur.

Fernandez, Oliver. (2012). “La nueva era del tranvía como modo de transporte: ¿Necesidad o moda?

Olave, S. (2018). Viabilidad de un tranvía en la ciudad de Managua (Nicaragua).

García, Paulina. (2014). El mejoramiento del sistema de transporte y el espacio público en ciudades intermedias. Estudio de la oportunidad de implantación de un tranvía en Antofagasta. Santiago de Chile.

Quintero, Julián R. El tranvía en la movilidad urbana sostenible y la gestión de ciudades: propuesta de línea de tren ligero en la Avenida Carrera 7ª en Bogotá D.C.

Torres, K.G. (2020). Espacio público: transformación y cohesión urbana. El caso del tranvía de Ayacucho en Medellín.

Romero-Solórzano, M.P. (2022). Efectos de la construcción y el funcionamiento del proyecto del tranvía de la ciudad de Cuenca, Ecuador. CIENCIAMATRIA.

Cervero y Kockelman (1997). Concepto de cobertura para el sistema de transporte.

Hansen (1959). Concepto de accesibilidad.

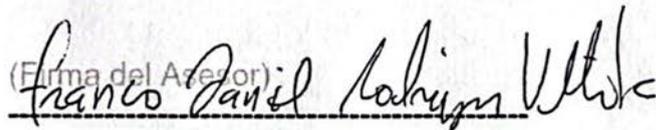
San Juan de Pasto, 17/02/25

Biblioteca
REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.
Universidad CESMAG
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado / Trabajo de Aplicación denominado: “Análisis de la viabilidad del desarrollo del tranvía como medio complementario de movilidad en la ciudad de San Juan de Pasto”, presentado por el (los) autor(es) Juan José Santacruz Rodríguez, del Programa Académico Arquitectura al correo electrónico biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,

(Firma del Asesor):


NOMBRE Y APELLIDOS DEL ASESOR(A) Franco Daniel Rodríguez Villota

Número de documento: 12754481

Programa académico: Arquitectura

Teléfono de contacto: 3145891990

Correo electrónico: fdrodriguez@unicesmag.edu.co

INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)

Nombres y apellidos del autor: JUAN JOSE SANTACRUZ RODRIGUEZ	Documento de identidad: 1.233.192.143
Correo electrónico: jjsr_mcm@hotmail.com	Número de contacto: 3013263851
Nombres y apellidos del autor:	Documento de identidad:
Correo electrónico:	Número de contacto:
Nombres y apellidos del autor:	Documento de identidad:
Correo electrónico:	Número de contacto:
Nombres y apellidos del autor:	Documento de identidad:
Correo electrónico:	Número de contacto:
Nombres y apellidos del asesor: FRANCO DANIEL RODRIGUEZ VILLOTA	Documento de identidad: 1.275.4481
Correo electrónico: fdrodriguez@unicesmag.edu.co	Número de contacto: 3145891990
Título del trabajo de grado: ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DEL DESARROLLO DEL TRANVÍA COMO MEDIO COMPLEMENTARIO DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO.	
Facultad y Programa Académico: Arquitectura y Bellas Artes: Programa de Arquitectura.	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

- a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.

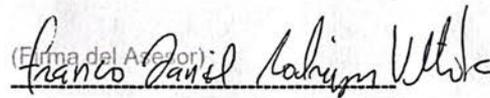
- b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.
- c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.
- d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
- e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permiso(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG, por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 17 días del mes de febrero del año 2025.

<i>Juan José Santacruz Rodríguez</i> Firma del autor	Firma del autor
Nombre del autor: Juan José Santacruz Rodríguez	Nombre del autor:
Firma del autor	Firma del autor
Nombre del autor:	Nombre del autor:
 (Firma del Asesor)	
Nombre del asesor: Franco Daniel Rodríguez Villota.	