

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS		Código	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):
 NOMBRE(S): KATTYA ZERIMAR APELLIDOS: RAMIREZ MENDEZ
 NOMBRE(S): JOHANNA CAMILA APELLIDOS: CASTILLO RUBIO
 FACULTAD: EDUCACIÓN ARTES Y HUMANIDADES

PLAN DE ESTUDIOS: ARQUITECTURA

DIRECTOR:
 NOMBRE(S): LUZ KARIME APELLIDOS: CORONEL RUIZ
 NOMBRE(S): LUIS ARMANDO APELLIDOS: JAIMES MARTÍNEZ

CO-DIRECTOR:
 NOMBRE(S): MILTON JESÚS APELLIDOS: VERA CONTRERAS

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTRATEGIA DE MONITOREO DE VARIABLES DE MOVILIDAD EN EL BARRIO SAN MARTÍN MEDIANTE EL APOYO DE TIC EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA

RESUMEN

Este proyecto se basó en la estrategia de monitoreo de variables de movilidad. Para ello, se realizó una investigación tipo multi metodológica. La información se obtuvo mediante la observación directa, entrevistas, encuestas, tablas de aforo y las fichas de chequeo. La población correspondió a los habitantes del barrio San Martín. La muestra estuvo conformada por 68 habitantes del barrio San Martín. Se lograron identificar los problemas de movilidad. Seguidamente, se formularon las variables asociadas al monitoreo de movilidad en el sector de San Martín. Posteriormente, se implementó una solución tecnológica para automatizar la captura de datos y se planteó una estrategia para el mejoramiento urbano y arquitectónico.

PALABRAS CLAVE: tablas de aforo, monitoreo de movilidad, captura de datos.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 177 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM: 1

Copia No Controlada

ESTRATEGIA DE MONITOREO DE VARIABLES DE MOVILIDAD MEDIANTE EN EL
BARRIO SAN MARTÍN MEDIANTE EL APOYO DE TIC EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ
DE CÚCUTA

KATTYA ZERIMAR RAMIREZ MENDEZ

JOHANNA CAMILA CASTILLO RUBIO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS DE ARQUITECTURA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

ESTRATEGIA DE MONITOREO DE VARIABLES DE MOVILIDAD MEDIANTE EN EL
BARRIO SAN MARTÍN MEDIANTE EL APOYO DE TIC EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ
DE CÚCUTA

KATTYA ZERIMAR RAMIREZ MENDEZ

JOHANNA CAMILA CASTILLO RUBIO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Arquitecto

Directora:

LUZ KARIME CORONEL RUIZ

Arquitecta

LUIS ARMANDO JAIMES MARTÍNEZ

Arquitecto

Codirector:

MILTON JESÚS VERA CONTRERAS

Ingeniero de Sistemas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE EDUCACIÓN ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
PLAN DE ESTUDIOS DE ARQUITECTURA**

Fecha: marzo 15 de 2021

TITULO: ESTRATEGIA DE MONITOREO DE VARIABLES DE MOVILIDAD EN EL BARRIO SAN MARTÍN MEDIANTE EL APOYO DE TIC EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.

Presentado por: KATTYA ZERIMAR RAMIREZ MENDEZ Código: 1500868
JOHANNA CAMILA CASTILLO RUBIO Código: 1500879

Modalidad: Proyecto Investigación.

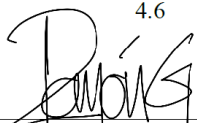
JURADO NELLY ROSANA DIAZ LEAL
RAMON GALVIS CENTURION
JAVIER ALBERTO MARIÑO DIAZ

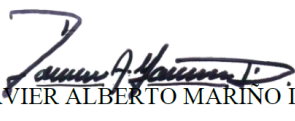
DIRECTORES: LUZ KARIME CORONEL RUIZ
LUIS ARMANDO JAIMES MARTINEZ


CO – DIRECTOR: MILTON JESÚS VERA CONTRERAS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	A. M. L.
KATTYA ZERIMAR RAMIREZ MENDEZ	4.6	MERITORIA
JOHANNA CAMILA CASTILLO RUBIO	4.6	MERITORIA


NELLY ROSANA DIAZ LEAL


RAMON GALVIS CENTURION


JAVIER ALBERTO MARINO DIAZ


YANNETTE DIAZ UMAÑA
Coordinadora Comité Curricular

Agradecimientos

Dedico este trabajo de con todo cariño y amor a:

A mis padres quienes, con su esfuerzo, amor, y paciencia me han ayudado a cumplir hoy una gran meta, gracias por inculcar un gran ejemplo de valentía, esfuerzo y creer en mí siempre, por enseñarme a no temer a las adversidades porque Dios está conmigo siempre, y al cual agradezco infinitamente darme la oportunidad de hacer realidad este objetivo.

A mis hermanos por su amistad, alegría y apoyo único, por estar conmigo en todo momento gracias.

A Cam gracias por esta increíble amistad, Amiga ¡lo logramos!

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Milton, a la Arq. Luz Karime y al Arq. Luis Armando, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes, con su dirección, enseñanza, apoyo, conocimiento y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

Espera lo mejor, planea para lo peor y prepárate para sorprenderte. Denis Waitley

Kattya Ramírez.

Dedicatoria

A Dios, por la vida y el privilegio de despertar cada mañana a perseguir mis sueños. A mis padres, que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona, por los valores inculcados que hoy me llevan a cumplir una meta

A los directores y co-directores de este gran proyecto, cada uno ha sembrado en mi las ganas de seguir cuestionando e investigando, para crecer profesionalmente y como persona.

A mi compañera incondicional de la Universidad, a la co-autora de este proyecto, que espectacular cumplir los sueños juntas. A ti, gracias por tu apoyo diario.

Camila Castillo.

Contenido

	pág.
Introducción	19
1. Problema	21
1.1 Título	21
1.2 Planteamiento del Problema	22
1.3 Formulación del Problema	26
1.4 Sistematización del Problema	26
1.5 Justificación del Problema	26
1.6 Objetivos	29
1.6.1 Objetivo general	29
1.6.2 Objetivos específicos	29
1.7 Alcances y Limitaciones	30
1.7.1 Alcances	30
1.7.2 Delimitaciones	30
1.7.3 Limitaciones	31
2. Marco Referencial	32
2.1 Antecedentes	32
2.1.1 A nivel internacional	32
2.1.2 A nivel nacional	36
2.1.3 A nivel regional	40
2.2 Marco Teórico	43
2.2.1 Teorías y paradigmas de arquitectura	43
2.2.2 Teorías y paradigmas en TIC	47
2.3 Marco Conceptual	49

2.4 Marco Conceptual de Arquitectura	50
2.4.1 Transporte público	50
2.4.2 Parada de autobús	50
2.4.3 Espacio público	50
2.4.4 Estrategia	51
2.4.5 Simulación	51
2.4.6 Yolo	52
2.5 Marco Conceptual en TIC	52
2.5.1 Tecnologías de la información y comunicación	52
2.5.2 Ciudades inteligentes	53
2.5.3 Software	53
2.5.4 Conectividad	54
2.5.5 Solución tecnológica	55
2.5.6 Bases de datos	55
2.5.7 Automatización	55
2.5.8 Implementar	56
2.6 Marco Contextual	56
2.6.1 Medio socio-demográfico	58
2.6.2 Medio histórico	63
2.6.3 Medio geográfico	65
2.6.4 Medio bioclimático	66
2.7 Marco Legal	70
3. Marco Metodológico	73
3.1 Flujo de la Metodología	74
3.1.1 Identificación del problema	74

3.1.2	Apreciación	75
3.1.3	Retroducción	75
3.1.4	Evaluación	76
3.1.5	Acción	76
3.2	Población y Muestra	76
3.2.1	Población	77
3.2.2	Muestra	77
3.3	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	78
3.3.1	Matriz general de percepción	78
3.3.2	Matriz Aforos del sistema de transporte en el Barrio San Martin	79
3.3.3	Matriz origen - destino de las rutas del transporte público del Barrio San Martin	82
3.3.4	Matriz general de evaluación del mobiliario urbano	83
3.3.5	Matriz de las rutas del transporte público en el barrio San Martin	84
3.3.6	Herramientas tecnológías de información y comunicación	86
4.	TIC Aplicadas a la Movilidad	87
4.1	Revisión de Herramientas Tecnológicas Detección de Objetos	87
4.1.1	Supersense	87
4.1.2	Google Vision AI	88
4.1.3	Sullivan +	88
4.1.4	Envision AI App	89
4.1.5	Algoritmo SSD	89
4.1.6	YOLO	90
4.2	Revisión de Herramientas Tecnológicas Simuladores de Movilidad	92
4.2.1	PVT Visium	92
4.2.2	Infraworks	93

4.2.3 Intersection Controller	93
4.2.4 Trafixx 3D	94
4.2.5 TransModeler	95
4.2.6 Aimsun	95
4.3 Diseño de la Estrategia Tecnológica	99
5. Instrumentos y Análisis de Datos	100
5.1 Matriz General de Percepción	100
5.2 Matriz Aforos del Sistema de Transporte en el Barrio San Martín	104
5.3 Matriz Origen - Destino de las Rutas del Transporte Público del Barrio San Martín	110
5.4 Matriz General de Evaluación del Mobiliario Urbano	114
5.5 Matriz de las Rutas del Transporte Público en el Barrio San Martín	115
5.6 Indicadores de Movilidad	118
5.6.1 Indicador reparto modal	119
5.6.2 Indicador del nivel de demanda	119
5.6.3 Indicador tiempo de traslado promedio	120
5.6.4 Indicador de espacio público	121
5.6.5 Indicador de velocidad comercial	121
5.7 Uso de las TIC para la Recolección, Procesamiento y Publicación	122
6. Architecture: Estrategia de Movilidad	125
6.1 Componentes de la Estrategia Movilidad y TIC	127
6.1.1 Estrategia de movilidad urbana y conectada	129
6.1.2 Estrategia de monitoreo de movilidad	129
6.1.3 Estrategia de georreferenciación de la movilidad	130
6.1.4 Estrategia de Co-Working	131
6.2 Estrategia Trabajo Interdisciplinaria Arquitectura + Ingeniería de Sistemas	131

6.3 Análisis PESTEL para el Macro Contexto	134
6.3.1 Político y legal	134
6.3.2 Económico	135
6.3.3 Social	136
6.3.4 Tecnológico	137
6.3.5 Ecológico	138
6.4 Integración Tecnológica de los Resultados en un Sitio Web	139
6.4.1 Diseño Web	139
7. Conclusiones	149
8. Recomendaciones	153
Referencias Bibliografía	155
Anexos	164

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Marco de investigación Design Science	48
Figura 2. Conceptos interrelacionados Arquitectura e Ingeniería de Sistemas	49
Figura 3. Foto panorámica del barrio San Martin	57
Figura 4. Población de la ciudad de Cúcuta año 2005 - 2018 – 2020	58
Figura 5. Distribución de la población por género año 2018	61
Figura 6. Distribución de la población por edades año 2018	62
Figura 7. Distribución de la población por tipo de vivienda año 2018	63
Figura 8. Imagen satelital del Barrio San Martin	64
Figura 9. Imagen satelital de la ciudad de Cúcuta	65
Figura 10. Velocidades de los vientos en la ciudad de Cúcuta	66
Figura 11. Dirección de los vientos en la ciudad de Cúcuta	67
Figura 12. Carta solar en la ciudad de Cúcuta Equinoccio	68
Figura 13. Carta solar en la ciudad de Cúcuta Solsticio	69
Figura 14. Flujo de la multimetodología	74
Figura 15. Nube de palabras con base en la Matriz general de percepción	101
Figura 16. Nube de palabras percepción del género masculino	102
Figura 17. Nube de palabras percepción del género femenino	103
Figura 18. Origen de los usuarios del transporte público	110
Figura 19. Destino frecuente de los usuarios del transporte público	111
Figura 20. Horarios frecuentes por los usuarios del transporte público	112
Figura 21. Edades de los usuarios que utilizan el transporte público	113
Figura 22. Embarque y desembarque de pasajeros	116
Figura 23. Tiempo de embarque y desembarque de pasajeros	117

Figura 24. Características de las rutas de transporte público	118
Figura 25. Dimensiones de la estrategia Architecture	126
Figura 26. Architecture - Estrategia de movilidad	128
Figura 27. Influencia de las TIC en la carrera de Arquitectura	133
Figura 28. Diseño de la sección Inicio – ArchITecture	140
Figura 29. Diseño de la sección Estrategias- ArchITecture	141
Figura 30. Diseño de la sección Estrategias de Movilidad Urbana y Conectada	142
Figura 31. Diseño de la sección Estrategias de Monitoreo de Movilidad	143
Figura 32. Diseño de la sección Estrategias de georreferenciación de la movilidad	144
Figura 33. Diseño de la sección Estrategias de georreferenciación de la movilidad 2	145
Figura 34. Diseño de la sección Estrategias de georreferenciación de la movilidad 3	146
Figura 35. Diseño de la sección Estrategia de Co-Working- ArchITecture	147
Figura 36. Diseño de la sección Data	147
Figura 37. Diseño de la sección Team	148

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Distribución de la población para el año 2020	60
Tabla 2. Ubicación del Barrio San Martin	64
Tabla 3. Características Geográficas del Barrio San Martin	65
Tabla 4. Equinoccio de Primavera 21 de marzo	68
Tabla 5. Solsticio de Verano 21 de junio	69
Tabla 6. Matriz general de percepción	79
Tabla 7. Matriz Aforos del Sistema de transporte en el barrio San Martin - Recolección Manual	80
Tabla 8. Matriz Aforos del Sistema de transporte público - Recolección Digital	82
Tabla 9. Matriz Origen-Destino de las rutas de transporte público en el Barrio San Martin	83
Tabla 10. Matriz general de evaluación del mobiliario urbano	84
Tabla 11. Matriz de las rutas de transporte en el barrio San Martin	85
Tabla 12. Herramientas tecnológicas para la detección de objetos	91
Tabla 13. Herramientas tecnológicas para la simulación de movilidad	97
Tabla 14. Frecuencia de palabras con base a la Matriz general de percepción	100
Tabla 15. Frecuencia de palabras según encuesta de percepción realizada al género masculino	102
Tabla 16. Frecuencia de palabras según encuesta de percepción realizada al género femenino	103
Tabla 17. Matriz general Aforos del sistema de transporte en el barrio San Martin - Período Manual	105
Tabla 18. Matriz general Aforos - Período Manual	106
Tabla 19. Matriz general Aforos del sistema de transporte en el barrio San Martin - Período Digital	107
Tabla 20. Matriz general Aforos - Período Digital	109
Tabla 21. Matriz general de evaluación del mobiliario urbano	114
Tabla 22. Indicadores de movilidad - Reparto Modal	119

Tabla 23. Indicadores de movilidad - Nivel de demanda	120
Tabla 24. Indicadores de movilidad - Tiempo de traslado promedio	121
Tabla 25. Indicadores de movilidad - Espacio público	121
Tabla 26. Indicadores de movilidad - Velocidad Comercial	122

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Website Integrador	165
Anexo 2. Reconocimiento de Imágenes usando YOLO	166
Anexo 3. Repositorio de Código Google para YOLO	167
Anexo 4. Website realizado por Ingeniería de Sistemas	168
Anexo 5. Repositorio de Videos en Youtube	169
Anexo 6. Repositorio de Georreferenciación	170
Anexo 7. Matriz general de percepción	171
Anexo 8. Matriz Aforos del Sistema de Transporte en el Barrio San Martin	172
Anexo 9. Matriz Aforos del Sistema de Transporte en el Barrio San Martin	173
Anexo 10. Matriz Origen - Destino de las rutas del transporte público del Barrio San Martin	174
Anexo 11. Matriz general de evaluación del Mobiliario Urbano	175
Anexo 12. Matriz de las Rutas del Transporte Público en el barrio San Martin	176

Resumen

Este proyecto se basó en la estrategia de monitoreo de variables de movilidad mediante el apoyo de TIC en el barrio San Martín de la ciudad de san José de Cúcuta. Para ello, se realizó una investigación tipo multi metodológica. La información se obtuvo mediante la observación directa, entrevistas, encuestas, tablas de aforo y las fichas de chequeo. La población correspondió a las personas habitantes del barrio San Martín que vivan en las avenidas principales de dicho barrio. La muestra estuvo conformada por 68 personas habitantes del barrio San Martín. Se logró, formular una estrategia de movilidad urbana y conectada orientada para el mejoramiento de la movilidad en el Barrio San Martín mediante el apoyo de la TIC. También, se identificaron los problemas de movilidad a través de la recolección de datos sobre las variables de movilidad. Seguidamente, se formularon las variables asociadas al monitoreo de movilidad en el sector de San Martín. Posteriormente, se implementó una solución tecnológica para automatizar la captura de datos sobre las variables de movilidad. Finalmente, se propuso una estrategia para el mejoramiento urbano y arquitectónico capaz de responder a las necesidades encontradas.

Abstract

This project was based on the mobility variables monitoring strategy through ICT support in the San Martín neighborhood of the city of San José de Cúcuta. For this, a multi-methodological type investigation was carried out. The information was obtained through direct observation, interviews, surveys, capacity tables and check sheets. The population corresponded to the inhabitants of the San Martín neighborhood who live on the main avenues of said neighborhood. The sample consisted of 68 inhabitants of the San Martín neighborhood. It was possible to formulate an urban and connected mobility strategy aimed at improving mobility in the San Martín neighborhood through the support of ICT. Also, mobility problems were identified through data collection on mobility variables. Next, the variables associated with the monitoring of mobility in the San Martín sector were formulated. Subsequently, a technological solution was implemented to automate data capture on mobility variables. Finally, a strategy for urban and architectural improvement capable of responding to the needs found was proposed.

Introducción

Actualmente el mundo presenta un auge en la transformación digital de todos los ámbitos de la vida cotidiana, conllevándonos a la evolución de nuestro coexistir y diario vivir en este mundo contemporáneo. El mundo actual nos obliga a proponer resultados integrales y tecnológicos capaces de brindar y ajustarse a las necesidades presentes hoy por hoy. En nuestros tiempos como habitantes y usuarios de los servicios que nos brinda nuestro entorno somos los artífices del desarrollo y crecimiento alrededor del territorio teniendo en cuenta el uso de las nuevas tecnologías y los avances que se proponen diariamente.

Incorporando la visión de la industria 4.0, La cuarta revolución industrial impulsa transformar continuamente la forma en la que el mundo opera y presiona a las entidades gubernamentales, asociaciones y habitantes a competir en la identificación de las tecnologías que satisfacen las necesidades para invertir en ellas, dicho de otro modo permite interconectar todas las partes de un proyecto dando lugar a la integración digital de la información desde diferentes fuentes y localizaciones para crear un acceso en tiempo real de los datos capturados, impulsado por el continuo flujo cíclico entre los mundos digitales y físicos.

En la búsqueda de incorporar una idea que reduzca las barreras de acercamiento a la información, se mantiene la expectativa de generar estrategias útiles que den solución a las problemáticas encontradas, como es el caso del presente proyecto conformado en primer lugar por la definición del problema, en segundo lugar la creación de un marco referencial donde se reconocieron los antecedentes y teorías necesarias para realizar el proyecto, en tercer lugar se planteó el uso de la metodología Design Research, en cuarto lugar se llevó a cabo la revisión de las herramientas TIC que se aplican a la movilidad, en quinto lugar se dan a conocer todas las

matrices, utilizadas para la recolección de data y finalmente en el sexto lugar encontramos la estrategia principal llamada Architecture - Estrategia de Movilidad.

1. Problema

1.1 Título

ESTRATEGIA DE MONITOREO DE VARIABLES DE MOVILIDAD MEDIANTE EN EL BARRIO SAN MARTÍN MEDIANTE EL APOYO DE TIC EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.

El sistema de movilidad, hace parte de los sistemas que determinan el funcionamiento y la estructura básica de una ciudad, responde al desarrollo de la misma y contribuye a la calidad de vida de sus habitantes. A lo largo de los últimos años este sistema no ha avanzado en cuestión de tecnología ni infraestructura en la ciudad, no se visualizan planes ni proyectos que permitan el desarrollo del mismo. En el caso específico desarrollado en este proyecto la información proporcionada por el mismo no responde a las obligaciones que este debe desempeñar, cabe resaltar que en el barrio San Martín posee en su mayor punto de rotura una falta de información propia que debiese ser ofrecida a los habitantes respecto al sistema de transporte público usado diariamente.

A través de la transformación digital se busca facilitar el camino a nuevas herramientas capaces de recopilar información de forma integral y permitir su acceso mediante canales de comunicación apoyados con el uso de las TIC; facilitando la automatización de la toma de información para su respectivo análisis y desarrollo de resultados capaces de responder a las necesidades del entorno.

La estrategia que se propone para este proyecto parte de un trabajo interdisciplinario que involucra la carrera de Arquitectura e Ingeniería de Sistemas con el fin de generar soluciones que

vayan a la vanguardia de las nuevas tecnologías y promuevan estrategias para las movilidades eficientes e innovadoras.

El presente proyecto se organiza en 6 capítulos ordenados de la siguiente manera: en el primer capítulo se desarrolló un estudio donde se expone el asunto en cuestión y se tiene como objetivo aclarar los planteamientos del proyecto de investigación encontrados, para el segundo capítulo se expusieron las teorías, antecedentes, conceptos, lineamientos y regulaciones necesarios a tener en cuenta en el proyecto de investigación, en el tercer capítulo se dan a conocer los mecanismos para el análisis de la investigación a través de los conceptos y fundamentos propuestos en el marco teórico, en el cuarto capítulo se realiza una revisión de las posibles herramientas tecnológicas a usar en la estrategia y la selección de la más óptima para el cumplimiento del objetivo, consecuentemente en el quinto capítulo se dan a conocer todas las matrices de recolección de datos que se utilizan en el desarrollo del proyecto, finalmente en el sexto capítulo se expone cada uno de los puntos que conforman la estrategia principal.

El proyecto permitió el desarrollo de una página web que recopiló las estrategias definidas y su respectiva información a lo largo del trabajo. Esta página es de acceso público para docentes, estudiantes, profesionales y entidades interesadas en la movilidad.

1.2 Planteamiento del Problema

La creciente población urbana ha convertido a las ciudades en puntos estratégicos para la búsqueda de oportunidades y retos que se enmarcan en la habitabilidad y el desarrollo en temas de movilidad, una ciudad dinámica es aquella que posee gran desarrollo económico y ofrece ventajas competitivas en un margen global priorizando su movilidad. Bajo este esquema de proyección es bien sabido que un traslado en condiciones deplorables genera desgaste mental y

físico, además de generar baja productividad laboral y altos costos a sus habitantes, avalando la importancia de este aspecto en el crecimiento de un territorio. Los países que encabezan a escala global los estudios sobre investigación de movilidad urbana son Australia, España, Estados Unidos, Italia, Inglaterra y Francia, dentro de los cuales Brasil permanece como representante latinoamericano como mayor producción de conocimiento sobre la movilidad urbana sobresaliendo en aspectos de ingeniería y ámbitos académicos de este tema (Isunza, 2017).

A diferencia de Colombia que actualmente presenta en la mayoría de sus ciudades principales inconvenientes comunes de movilidad y en su sistema de transporte público, en gran parte debido a la ausencia de planeación e instalación de espacios adecuados para el sistema de transporte. Gibsone (2011), en su artículo menciona que la Constitución Política de Colombia genera un espacio que obliga a ver la movilidad urbana como parte del desarrollo urbano sostenible como un punto de vista para la creación de ciudades amables, pero actualmente la legislación vigente se centra únicamente en el manejo de sub sistemas de transportes, subsistemas viales peatonales, subsistemas de regulación y control de tráfico. Una ciudad amable es la que permite la sensibilización, formación y realización de planes de movilidad sostenible y la búsqueda de alternativas eficientes para la movilidad individual.

Un ejemplo es Medellín, donde el Sistema de Transporte Masivo: el metro, tranvía y el cable como un intento ineficaz del sistema de transporte moderno para resolver los diferentes problemas del sistema de transporte público (Universidad Nacional de Colombia, 2018). Una situación similar se presenta en Bucaramanga y puede verse reflejada a través de las protestas, dada la inconformidad por parte del gremio de transporte urbano que reclama principalmente la presencia de piratería y su constante aumento, la ausencia de reestructuración de las rutas de transporte, la falta de control por parte de las autoridades competentes, la continua presencia de

rutas trazadas insostenibles y una acelerada pérdida de pasajeros (Revista la Vanguardia, 2020).

También es evidente el caso de Bogotá con su continuo acercamiento al colapso de su sistema de transporte masivo por la reciente presencia de operadores quebrados, incremento de buses chatarra y disconformidad por parte de los usuarios, demuestra el paralelo de la problemática de movilidad que afecta a las principales ciudades del país (Revista Semana, 2017).

Cúcuta no es la excepción. Es una ciudad de medio millón de habitantes, constituida como un área metropolitana y dos puntos fronterizos con Venezuela, y no cuenta con un sistema de transporte público de mayor cobertura y competencia capaz de suplir las ya existentes problemáticas como: presencia de vehículos deteriorados, imprudencia por parte de los conductores, pasividad en las sanciones por parte de las autoridades, ausencia de control de rutas o tiempos de transporte, ausencia de acciones reales de modernización y reestructuración, Esos problemas también son causados por la gran cantidad de personas que se movilizan no solamente del territorio sino también de los municipios aledaños (Villa del Rosario, Los Patios, El Zulia, San Cayetano, Puerto Santander, etc).

Actualmente gran parte de la malla vial de la ciudad de Cúcuta se encuentra prácticamente en mal estado, con lo cual se dificulta la movilidad para todos los medios de transporte disponibles para los ciudadanos. En este caso la malla vial barrial comprende calles sin pavimento o estados lamentosos, siendo esta una situación que impide tomar medidas de gestión de tránsito en pro de la movilidad o el registro de cómo ha sido tratada y su continuo deterioro con el paso del tiempo dada la falta de acción y represalias por parte de las entidades gubernamentales (Alcaldía de San José de Cúcuta, 2020).

Cabe resaltar que la ciudad de Cúcuta reconoce el espacio público como una temática estrechamente relacionada con la movilidad que efectúan los conductores de carro, moto, personas, peatones, ciclistas, etc. Y bajo la dirección del Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana reglamenta el comportamiento en el espacio público (Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana, artículo 141 – 145). Todas las estrategias que brindan la institución deben ser dirigidas siempre a la materialización del concepto de espacio público por medio de políticas urbanas que a largo plazo generen culturas de respeto donde se permita el uso eficiente a todos los ciudadanos.

El problema de Cúcuta se replica en las distintas comunas de la ciudad. Tal es el caso de la comuna 4, barrio San Martín, que según el trabajo de campo realizado, tiene problemáticas que comprenden: la ausencia de organización de la movilidad urbana en el territorio, inexistencia de equipo de monitoreo, disposición de paradas de transporte público improvisadas con nulo mobiliario adecuado para las mismas, ausencia de un eficiente control de tiempos de las rutas del sector sumado a la inconsistencia de estas, ausencia de senderos peatonales, y espacios de informalidad en determinados periodos de tiempo. Por ello, en este trabajo se busca generar una estrategia que pueda ser implementada para el mejoramiento del problema de movilidad urbana que inquieta a los habitantes de esta zona, este sector se ha venido analizando desde octavo semestre donde comenzó la iniciativa para mejorar la movilidad de la Ciudad.

Estrategias que involucren la interdisciplinariedad entre la carrera de Arquitectura y Ingeniería de Sistemas capaces de trabajar integralmente en el desarrollo de soluciones tecnológicas que respondan a las necesidades de los usuarios y el sector. Ofreciendo así efectos competentes y de calidad adaptativa capaces de satisfacer las necesidades colectivas, empresariales e individuales, etc en relación con el problema a atacar y todos aquellos que se

encuentren interesados en el desarrollo de la movilidad del territorio. En vista que el presente proyecto responde a un prototipo totalmente replicable en otro espacio, se provee la facilidad de ser totalmente accesible y con la capacidad de transformar al mundo y hacer parte de este cambio.

1.3 Formulación del Problema

¿Qué estrategia se puede implementar mediante el apoyo TIC en el mejoramiento del problema de movilidad en el barrio San Martín?

1.4 Sistematización del Problema

¿Qué percepción poseen los habitantes del sector con base en la actual movilidad que presenta el barrio San Martín?

¿Qué estrategias se pueden aplicar para la mejora de la movilidad en el barrio San Martín mediante el uso de TIC?

¿Cómo se podría mejorar la movilidad en el territorio del barrio San Martín mediante los datos obtenidos en el proceso de recolección del proyecto?

1.5 Justificación del Problema

En primer lugar, existe una motivación personal de las estudiantes autoras del presente proyecto, debido a su experiencia en el uso del sistema de transporte público en el barrio San Martín durante los 10 semestres de la carrera de Arquitectura. Su continuo uso del sistema de transporte para las actividades cotidianas, motivó a la elección de dicho tema de investigación, buscando conocer el flujo del transporte en el barrio San Martín de Cúcuta y proponer una mejora.

Según el estudio realizado por Obregon & Betanzo (2013), se obtuvo que dentro de los resultados un alto porcentaje (87.91%) de los usuarios que usan el automóvil como su medio de transporte son individuos que poseen un salario fijo, por el contrario, con los usuarios del Transporte Público esta tasa decrece (63.8%) y muestra que la mayoría de las personas sin salario estable emplean dicho medio de transporte. el cual puede ser; medios no motorizados, o desplazamientos a pie. una situación que manifiesta la preferencia por el automóvil y como el uso del transporte público posee una alta relación con la economía de los usuarios.

Otro estudio realizado por García (2014), ayuda a entender que la exclusión social se presenta como uno de los principales problemas en las ciudades modernas, y un modo para disminuir esta exclusión es mejorando la movilidad y el acceso a los servicios de transporte público; consecuente con la población de Cúcuta vemos que la mayoría de los usuarios potenciales prefieren no tomar el transporte público por falta de conocimiento de las rutas del mismo.

El problema de los paraderos en beneficio del sistema de transporte público no es exclusivamente de Cúcuta, sino que se presenta en la mayoría de las ciudades del país y a nivel internacional, por lo que es viable desarrollar estudios similares o semejantes, aplicando la metodología y sus respectivos instrumentos para la obtención de datos e información en el campo a estudiar.

Actualmente, ante la ausencia de información del transporte público (puntos de paradas, espacios de información de las rutas presentes, tiempos promedio de acceso y estudio previo de la demanda de la ruta por parte del sector), originan puntos de congestión para los usuarios que necesitan movilizarse. Además, hay desconocimiento de las rutas propias en el barrio y acumulación de usuarios en puntos improvisados de paradas del servicio de transporte público.

En general, hay un desconocimiento casi total de la movilidad y una frágil organización del sistema de transporte público y servicio a la comunidad.

Resulta de especial interés promover el uso de medios de comunicación capaces de notificar las condiciones del tránsito del barrio en tiempo real a la comunidad y habitantes externos en general y a los tomadores de decisiones. Dado que ello conlleva a una disminución de la percepción de los habitantes del barrio como parte del desorden urbano de la ciudad y el gasto infructuoso en los tiempos de espera y transcurso de las rutas de transporte.

La presente investigación se manifiesta a partir de la necesidad de poder disponer de datos e información recolectada como Sandoval (2016), en donde se estudió el uso de tecnologías sustentables con el fin de elaborar un diseño modular y hardware reconfigurable, mediante el cual se propuso una plataforma para la investigación de la movilidad sostenible, teniendo como principio el respeto medio ambiental, que permite resultados claros y la creación de diseños eco-responsable, por parte de todos los profesionales relacionados con el área.

El territorio durante un periodo de tiempo establecido, permite esclarecer las variables relevantes para el conocimiento de la movilidad del barrio San Martín. mediante el cual se propone el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, aprovechando herramientas de reconocimiento visual, capaces de identificar las distintas variables de movilidad definidas en el proceso de estudio en campo. Sumado a la identificación de características propias en las paradas de la comunidad, para un mayor entendimiento del estado actual en el territorio.

Los mayores beneficios de la investigación serán para los estudiantes de la Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil, organizaciones gubernamentales como la Alcaldía, Gobernación, Ministerios especializados en este tipo de estudios y otros. El trabajo de campo y los datos

recolectados son un primer paso para nuevas soluciones y/o alternativas y para profundizar con más estudios e investigaciones, este trabajo conlleva a un mejor conocimiento sobre el uso de los paraderos en la ciudad y posibles acciones de ordenamiento vial, a través del cual el usuario podrá viajar con mayor confort, seguridad y conocimiento. Este trabajo mantiene una connotación de interés social en búsqueda del beneficio de un alto porcentaje de la población.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general. Formular una estrategia de movilidad urbana y conectada orientada para el mejoramiento de la movilidad en el Barrio San Martín mediante el apoyo de la TIC.

1.6.2 Objetivos específicos. Como se muestra a continuación:

Identificar los problemas de movilidad a través de la recolección de datos sobre las variables de movilidad

Formular las Variables asociadas al Monitoreo de Movilidad en el sector de San Martín

Implementar una solución tecnológica para automatizar la captura de datos sobre las variables de movilidad con el apoyo del plan de estudios de Ingeniería de Sistemas en el sector.

Proponer una estrategia para el mejoramiento urbano y arquitectónico capaz de responder a las necesidades encontradas en la recolección de datos de movilidad presentes en el barrio San Martín.

1.7 Alcances y Limitaciones

1.7.1 Alcances. En el proyecto actual se plantea el estudio de variables de movilidad, que permiten reforzar el desarrollo de la estrategia principal, en el sector comprendido por el barrio San Martín, a través de un software que permita la recolección de datos de manera video gráfica y/o manual para mostrarlos previamente en un mapa de calor con toda la información de las rutas de transporte público y la movilidad del sector. Este proceso permite generar una base de datos para la comunidad y las personas que deseen estudiar la movilidad del barrio, una vez finalicemos la creación de esta aplicación quedará guardada en la nube de la universidad Francisco de Paula Santander permitiendo así que más adelante pueda seguir siendo alimentada con más datos y que los estudiantes interesados en el tema puedan aprender a generar información de manera rápida y eficaz.

1.7.2 Delimitaciones. Ubicación: El proyecto se realizará en el barrio San Martín, ubicado en la comuna 4 de la ciudad de San José de Cúcuta. Este sector colinda al norte con la urbanización Nuevo Escobal, al sur con el barrio siglo XXI, al este con la frontera del país Venezuela y al oeste con el barrio prados del este.

Tiempo: El estudio empezó a desarrollarse a partir de abril del 2019 donde surgieron las ideas y se empezó la investigación del objeto de estudio con referentes, en junio del mismo año se empezó con la toma de registro de los diferentes tipos de movilidad que se podría encontrarse en el sector. En los meses de Julio, agosto y septiembre se realizó la recolección de datos manual con la ayuda de tablas y aforos, en los meses de octubre, noviembre y diciembre se realizó la recolección de datos de movilidad con ayudas video gráficas (videos y fotos) por cada jornada de recopilación. Finalmente, en segundo semestre del año 2020 se realizará el diseño del software

con ayuda de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, teniendo todo funcional para febrero del 2021, cuando se va a poder mostrar el largo proceso de estudio y las oportunidades que ofrecen el uso de nuevas tecnologías en el desarrollo de la ciudad.

1.7.3 Limitaciones. En el proyecto actual como limitaciones encontramos: daño (factores climáticos, descuido o caídas) y/o robo de los implementos para realizar la recolección de datos (cámara y celular), complicaciones con la grabaciones en el sector por parte de la comunidad (derecho a la privacidad), desvío de las rutas de transporte público por accidentes ocasionados en las vías lo que a su vez incurre en el aumento del tiempo de espera promedio de los usuarios, falta de compromiso por parte de la comunidad al participar en las encuestas para valorar el estado de la movilidad en el sector, desconocimiento o fallas en el software después de implementado

La disposición y disponibilidad de las empresas de transporte y las entidades de gobierno para recolectar la información previa necesaria para conocer a más detalles las rutas de transporte, los tiempos estipulados y las paradas de bus.

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación sobre “Estrategia de monitoreo de variables de movilidad en el barrio San Martín mediante el apoyo TIC”. Se abordan experiencias de proyectos a nivel internacional, nacional y regional en torno a la movilidad y monitoreo de las mismas, como ha sido su gestión en las ciudades, como funcionan de acuerdo a su entorno y las soluciones que se han implementado en el ámbito.

2.1.1 A nivel internacional. El desarrollo de software para el monitoreo de acciones específicas en lugares determinados se ha popularizado en el ámbito micro ambiental debido a sus múltiples funciones y usos, así lo explican Cao, Chen, Zhang & Sun (2018), con su artículo denominado “Desarrollo de una red inalámbrica integrada de sensores con un sistema de monitoreo micro ambiental” donde muestran el desarrollo para aplicaciones específicas que se han empleado a través del tiempo. En este artículo podemos conocer el proceso de elaboración de un software utilizando tecnología inalámbrica o Wireless Sensor Network (WSN), por el cual se ejecuta un sistema de vigilancia, monitoreo y recolección de datos de manera remota y en tiempo real, este sistema también permite la modificación de los algoritmos iniciales para facilitar el análisis de la información de acuerdo al medio en el que se utilice, permite su multiplicidad y versatilidad en diferentes categorías de monitoreo.

En China se empezaron estudios para monitorear lugares específicos a través de la tecnología Wi-Fi, gracias al artículo publicado por Zhang, Yan, Guo, Zhang, Hu, Yang, et al. (2019) en la 11th conferencia de productos/servicios industriales, en la cual se dio a conocer un sistema basado en sensores que permiten la recolección de datos vía inalámbrica utilizando una

computadora que sirva de servidor donde se almacene toda la información, genere algoritmos y diagramas en tiempo real. Este sistema se creó de manera intuitiva, para que pueda ser usado fácilmente en otras áreas donde se necesite monitorear y recolectar datos de manera eficiente; la ejecución de dicho sistema se hace de manera eficaz puesto que su tecnología permite la conectividad a través de nodos que replican la información lo que genera una red extensa y estable.

En el ITDP (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo) de la ciudad de México, Santiago, Pedro, Gonzalo & Clara (2018), a través de su artículo investigativo titulado: “Movilidad inteligente: Buses, transporte público y el internet de las cosas en la ciudad de México”, resalta la búsqueda por encontrar estrategias de gestión de la información y su futura implementación poniendo como plan piloto la ciudad de México, desde ese proyecto se generan soluciones aprovechando las nuevas tecnologías del internet de las cosas (IoT) y como estas se aprovechan en el transporte urbano.

Este proyecto consistió en una exploración y experimentación integral de las TIC, que sirviera a su vez para transformar los sistemas urbanos y hacerlos a su vez más eficientes, limpios, equitativos y sostenibles como base de estudio las comunidades mexicanas. Para la parte exploratoria eligieron dos rutas de transporte público donde se instalaron dispositivos de monitoreo en tiempo real, conectados a una red prestadora de servicio de internet. Ya para la parte experimental se emplearon soluciones como el desarrollo de aplicaciones móviles y tableros de control apropiados para el monitoreo de las rutas, este control cuantifica el impacto potencial de la tecnología en la vida diaria y la usabilidad de los programas.

En el año 2017 ocurrieron 3.667 siniestros de tránsito, tan solo en la ciudad de México, lo que evidencia la necesidad de monitorear y controlar los patrones de conducción de las unidades de transporte público, aunado a acciones orientadas a mejorar la seguridad vial en general. (ITDP, 2018, p.11)

Afirma la investigación, dando a entender que el control y la actualización de los patrones de movilidad son necesarias para el diseño de políticas urbanas, estandarizando el monitoreo del transporte público.

Ferreras, López, Laparra, Solaz, Signes, Muñoz et al. (2016), realizaron un artículo denominado “SIMÓN: Movilidad Inclusiva. Soluciones TIC para la movilidad de personas con discapacidad.” La investigación pone a prueba un prototipo de aplicación móvil que puede ser instalada por cualquier persona y en ella muestra lugares de estacionamiento, las rutas multimodales y permite obtener horarios de transporte públicos. Este proyecto busca promover la vida independiente y la participación social de las personas con movilidad reducida en el contexto del transporte urbano y el acceso a plazas de parqueo.

La accesibilidad universal y la movilidad son algunos de los retos existentes en el urbanismo de cualquier ciudad, a través de los años con el avance tecnológico se han intentado dar soluciones más aun contamos con diferentes obstáculos que impiden la total movilidad para las personas con discapacidad; la falta de información acerca de las opciones que se pueden encontrar en la ciudad de transporte público, paradas de rutas y plazas de parqueo hace más difícil el desplazamiento independiente a través de la ciudad. Como solución para estos problemas se desarrolló SIMON, una aplicación basada en las TIC que no sirve solamente para los ciudadanos con movilidad reducida sino como apoyo a las autoridades públicas y los

operadores de transporte público a través de la información en tiempo real que permita gestionar los espacios de aparcamiento, las plazas reservadas y las zonas que usan mayores servicios de transporte tanto privado como público.

Este proyecto europeo es de carácter demostrativo que empezó en 2014, ejecutando planes pilotos en ciudades como Madrid, Lisboa, Parma y Reading. El desarrollo del proyecto se adaptó a través de las aplicaciones móviles y una tarjeta especial para las personas con movilidad reducida, la idea de los creadores es llegar a estandarizar esta idea de tal manera que el servicio se preste a nivel global y puede llegar a tener mayor acogida entre las personas que posean movilidad restringida.

Otro uso en ámbitos diferentes de las TIC pero que cumplen con el mismo objetivo. Carreras, Ardévol, Pagés & Mancini (2011), en el artículo “Análisis automatizado de la movilidad del público en los museos: el proyecto Museum-Track”, en esta investigación se muestran los comportamientos del público de un museo a través del uso de las tecnologías TIC’s por medio de webcams y de esta manera automatizar y generar datos cuantitativos.

A lo largo de todo el artículo nos muestran los implementos usados como las cámaras de detección Person Counter, perfiles, encuadres y otros datos relevantes para la realización del estudio; las variables que afectaron el estudio fueron los tiempos de visión, las entradas, número de personas al interior, género y edad de cada visitante. La combinación del trabajo de campo cualitativo con la obtención de datos cuantificados procedentes de las cámaras ha resultado complementaria y muy valiosa, con un gran potencial para el estudio.

En este proyecto el objetivo principal era evaluar la metodología y sus resultados al aplicar el uso de tecnologías para realizar un estudio que se hace normalmente analógico y que consume

mucho tiempo, a un estudio más práctico, fácil y que permite obtener resultados en tiempo real con un margen de error mínimo por no decir nulo.

Cabe destacar el trabajo de campo ejecutado por parte de los estudiantes de la Universidad Andina del Cusco con la tesis; (Análisis del nivel de servicio y propuestas de mejoras de los paraderos del transporte público de la avenida de la cultura comprendidos entre el tramo de la avenida mariscal gamarra y avenida camino real), con el cual se desarrolló una medición de volúmenes de flujo peatonal y vehicular con sus respectivos tiempos de ascenso y descenso por parte de los usuarios en las respectivas paradas de transporte, donde igualmente se efectuó un estudio de la infraestructura de los mismos. Con ello se pudieron concluir los diferentes niveles de operatividad, el nivel del servicio, las velocidades presentadas por parte del sistema de transporte y plantear nuevos diseños de paraderos más efectivos y correspondientes a las características encontradas.

De igual forma en Septiembre del 2018 se presentó el proyecto (Diseño de una parada de transporte público para movilidad urbana en Santo Domingo, basado en el concepto de movilidad inteligente) mediante el cual se impulsa el término smart mobility planteando un diseño con base a una construcción inteligente y el uso de nuevas tecnologías capaz de mejorar la calidad del transporte público, al generar un aplicativo que favorezca la accesibilidad, seguridad y organización, como referente investigativo en el caribe que en futuras circunstancias pudiese ser usado por las demás ciudades del mundo.

2.1.2 A nivel nacional. En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas ubicada en la ciudad de Bogotá se desarrolló un estudio con base en los geo-sensores como sistemas para la observación y monitoreo ambiental, elaborado por Blanco & Pérez (2012), denominado redes

inalámbricas de geosensores (GSN) aplicadas en sistemas de observación y monitoreo ambiental, el cual aborda de manera general las bases para el funcionamiento de los geo-sensores y su conexión con una red inalámbrica, además de dar cabida a una explicación de los diferentes tipos de sistema de control y observación que este prototipo permite.

Los GSN son redes inalámbricas que permiten la detección, procesamiento y transmisión de datos en un espacio geográfico (establecido), estos cumplen la función de transmitir la información a sus nodos vecinos y estos se la re-transmiten a otros nodos hasta que la información llegue a la base de datos donde se almacena y se estudian los datos recolectados, estos datos se dan en tiempo real de la actividad estudiada.

En la ciudad de Bogotá se ha incluido un Sistema Integrado de Transporte Público (2012), el cual tiene como objetivo garantizar la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos, permitiendo un transporte público eficiente y limpio. Además, este sistema ofrece nuevos subsistemas como troncales, alimentadores, urbanas y complementarias que se transitan por toda la ciudad acercando a los usuarios a las paradas más cercanas.

Esta gran empresa de transporte público se ha aliado con otras grandes empresas como Google Maps donde ofrecen una aplicación que permite conocer las rutas de los diferentes buses desde el celular y una hora aproximada de paso por la parada, de tal manera que el usuario pueda planificar sus traslados con base a estas.

El desarrollo conjunto de la tecnología y las soluciones en la vida diaria de las últimas décadas se ha venido incrementando gracias al trabajo especializado de las diferentes áreas interdisciplinarias, como ejemplo se puede referenciar a los docentes Mercado, Sepúlveda, Pedraza & Hernández (2014), en la Universidad de la Costa, donde realizaron un artículo

investigativo titulado: “Modelo de implementación de TIC en el sector transporte de la ciudad de Barranquilla utilizando dinámica de sistemas” , que se implementó a través de las tecnologías de la información y la comunicación para disminuir las falencias que posee el sistema de transporte de la ciudad.

La metodología en la que se basa el artículo es de gestión, puesto que estos buscan analizar las características del sistema real, así como la variación con incidencias externas. Por medio de encuestas y datos lograron recopilar suficientes antecedentes para el análisis de la lógica interna y de las relaciones estructurales. Teniendo eso en cuenta el artículo muestra los diferentes modelos de transporte según otro software denominado Vensim que funciona a través de relaciones y datos suministrados, también logran crear un modelo de transporte implementando las TIC que vendría siendo el sistema de transporte que requiere un recurso humano capacitado para que este pueda estar informando continuamente. Como resultados de las dinámicas y los modelos representados se puede concluir que a mayor tiempo de estudio se puede llegar a procesar más variables mediante algoritmos de Asociación A Priori y la búsqueda de las reglas que muestren relaciones entre las mismas.

En la categoría de innovación pública para servicios–territorial en la gestión de la movilidad en Medellín a través de las TIC (2017), hizo público un artículo denominado “Hardware implementado para gestionar en tiempo real la movilidad de la ciudad mediante información generada por subsistemas”, donde el principal objetivo es entregar información de movilidad a los usuarios a través de diferentes canales como redes sociales, páginas web y aplicativos. Para las autoridades de tránsito no era posible detectar inconvenientes o retrasos en las vías a menos que fueran reportados por la misma ciudadanía que a veces no contaba con los medios para hacerlo.

Para cambiar esta situación se creó el CCT (Centro de Control de Tránsito de Medellín), que tiene como tarea gestionar en tiempo real el flujo vial de los principales corredores viales de la ciudad, gestionarlos e informar a la ciudadanía a través de diferentes plataformas para que estas puedan tomar decisiones inteligentes a la hora de realizar su viaje, lo que conlleva a la creación de una cultura ciudadana y de una mejor calidad de vida. “En el 2016 se evitaron 10 mil incidentes en la ciudad. El equivalente a la cantidad de asistentes promedio a un concierto de espectáculos” (Secretaría de Movilidad de Medellín, 2017, p.1), mostrando así el beneficio que se obtuvo con la implementación de estos sistemas en la ciudad.

Otro ejemplo en la ciudad de Medellín se estudió desde una tesis elaborada por Noreña (2013) titulada: “Vigilancia tecnológica para la movilidad en las ciudades inteligentes”, la investigación se limita a realizar un proceso de vigilancia tecnológica sobre las empresas que prestan el servicio de transporte y movilidad.

Toda esa información sirve para generar unas propuestas que puedan contribuir al mejoramiento del sistema actual de vigilancia y movilidad, teniendo en cuenta los factores sociales, culturales, ambientales y económicos de la región. Los componentes que componen el Sistema de la Movilidad de Medellín (SIMM) son los paneles informativos, la optimización de los semáforos, las cámaras de foto detección, gestión de flota, software gestor y un circuito cerrado de tv para garantizar el continuo estudio del comportamiento vehicular y monitorear el estado de las vías.

A medida que avanza el proyecto se desarrollan estrategias para implementar en conjunto con el sistema inteligente de Medellín y el área metropolitana, se propone el desarrollo de planes y proyectos independientes pero que beneficien a ambas partes, además de incentivar el uso del

transporte público para empezar a cambiar la percepción de la ciudad donde opten por soluciones más ecológicas y modernas, diversas y seguras, aparte de eficientes y a bajo costo, es decir exequibles.

Del mismo modo el trabajo de tesis titulado; Diseño de infraestructura y elementos de mobiliario urbano de paraderos, para el sistema de transporte público de la ciudad de Ibagué. por parte del programa de ingeniería de la universidad de Ibagué, muestra cómo el diseño de una parada de autobús con base a las necesidades o aspectos determinantes en el sector pueden mejorar el uso del sistema de transporte y garantizar un espacio seguro, cómodo y accesible que aporte al sistema de transporte y favorezca las preferencias de los usuarios. Destacando el uso e incorporación de nuevas ideas de diseño como la instauración de carteles informativos, tecnología contra gases de efecto invernadero y tecnología de seguridad e iluminación LED.

2.1.3 A nivel regional. A nivel local podemos encontrar concursos como Hackathon (2018), donde participan ciudades principales a nivel nacional; este concurso busca combinar ideas con el uso de nuevas tecnologías, creando así soluciones innovadoras para el ámbito de transporte y movilidad desarrollando prototipos de software y hardware. La universidad Francisco de Paula Santander adecua las instalaciones para realizar el concurso y así permitir las 48 horas continuas de proceso.

La gobernación de Norte de Santander acompañado de la Secretaria de Transito son las entidades responsables de traer el concurso a la ciudad de Cúcuta, entre las soluciones que se presentaron para el año 2018 destacan dos, la primera que involucra un sistema de pago del pasaje por medio de tarjetas electrónicas, evitando así la guerra del centavo y permitiendo una mayor seguridad ya que el conductor no tendrá que recolectar el dinero personalmente sino a

través de un software, evitando distracciones mientras maneja.

La segunda solución consta de un hardware que permita detectar la cantidad de pasajeros dentro del bus, evitando así el sobrecupo y accidentes en el mismo, estaciones exclusivas para servicios colectivos donde se pueda detectar si el pasajero posee saldo para pagar el pasaje del bus. Además de formular horarios nocturnos para contrarrestar el uso de transporte informal en la ciudad.

Otro ejemplo a nivel regional está propuesto por la Alcaldía de Cúcuta a través del Consorcio de Transito y Movilidad donde se plantea la modernización de la red semafórica mediante la detección electrónica y los semáforos temporizados. Todo esto se lleva a cabo para mejorar la seguridad vial, crear cultura ciudadana y prevenir accidentes automovilísticos. Se busca una solución que involucre la tecnología para mitigar estos grandes problemas y poseer un mayor control de las vías principales de la ciudad.

La detección electrónica o foto detección es el sistema encargado de identificar el exceso de velocidad, el cruce de semáforos en rojo y los autos que bloquean las vías. A través de cámaras integradas con inteligencia artificial que reconocen las placas para realizar el respectivo comparendo, permitiendo así mayor eficiencia y la mejora de la seguridad vial. Las primeras semanas después de instaladas la foto detección fueron pedagógicas de tal manera que los ciudadanos pudieran acostumbrarse y conocer mejor el sistema.

Los semáforos temporizados permiten un mayor control a la hora de cruzar las calles, evitando las imprudencias, sin embargo, desde que se empezaron a implementar no han tenido buena acogida por parte de los conductores ya que protestan una movilidad más lenta y más congestionada, pero para los peatones ha sido una gran solución ya que se les facilita saber si

pueden cruzar la calle a tiempo y no arriesgar la vida por falta de conocimiento. Ello significa que habrá mucha más prosperidad para el departamento al aumentar el aporte al producto interno bruto de la región y la capacidad de generar empleos con más capacidad de ingreso.

Como una última iniciativa la ciudad de Cúcuta realiza un lanzamiento hacia una ciudad inteligente, la estrategia NorTIC clúster TIC de Norte de Santander, genera un proceso de transformación digital conformado por un laboratorio de comunidades inteligentes ,en búsqueda de la evolución y contribución a la ciudad como ayudantes de la construcción de identidad y cultura ciudadana, patrocinado palmente por la Gobernación de Norte de Santander, la Alcaldía de la ciudad, la Cámara de Comercio, la Universidad Francisco de Paula Santander, la Universidad de Santander y la universidad Libre, están siendo pioneros en la transformación digital institucional, comprometidos a generar una competitividad con mucha más velocidad que los demás sectores, ya que desde el factor tecnológico se puede competir fácilmente en el mercado de valor agregado del orden global (Clúster NorTIC, 2020).

La secretaría TIC de la Gobernación Norte de Santander busca crear un Gobierno Digital en la ciudad de Cúcuta que permita afrontar los cambios y transformarse a las nuevas tecnologías, pudiendo así responder activamente a la nueva situación de pandemia y emergencia sanitaria que nos pone a prueba en estos momentos, transformando el estado actual en una oportunidad de revolución digital, así como lo fue la revolución industrial al generar un ecosistema de innovación y emprendimiento. Todas estas acciones también están comprometidas en llevar a las instituciones educativas la innovación tecnológica para realizar un acercamiento hacia una ciudad inteligente.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Teorías y paradigmas de arquitectura. En la disciplina de Arquitectura y en el contexto específico de pregrado, el profesional de Arquitectura se enfoca principalmente en la resolución de problemas prácticos a través del diseño y soluciones concretas. Actualmente existe una limitada cantidad de teorización de los fenómenos relacionados con la Arquitectura. Esto genera una carencia teórica que es necesaria para complementar un trabajo de investigación. Se realizó una búsqueda bibliográfica con las palabras (en inglés) “theory | theories” y “mobility & transport” encontrando algunos artículos y tesis en bases de datos indexadas que ayudan a orientar el sustento teórico:

En el presente documento Salazar (2018), se da a conocer la nula existencia un modelo único o de una teoría que permita explicar la complejidad de la movilidad, ciertamente no a escala global. Los estudios de movilidad necesitan obligatoriamente “herramientas metodológicas y paradigmas que puedan responder a los sistemas modernos de movilidad pero que no necesariamente cosifiquen por sí mismos tales sistemas” (Salazar, 2018, p.23). De hecho, algunos significados y valores culturales asociados a la in-movilidad deben problematizarse empíricamente en vez de asumirse. Los valores ideológicos ligados a la movilidad humana no se limitan solo al mundo académico o social y las personas no necesariamente aceptan el discurso de movilidad dominante que se les impone.

Por otra parte, Pardo (2016), propone que las ideas de políticas de transporte sostenible deben incluir una amplia gama de intervenciones en infraestructura y mejoras regulatorias. Parte de este tipo de esta estrategia es diseñada por profesionales que conocen la teoría del cambio de comportamiento con la cual se podrá obtener mejores resultados. En esta se implementa La teoría

de las actitudes que describe componentes principales de la actitud y los canales que contienen información y datos duros sobre el transporte. en un primer lugar un canal afectivo: se refiere al canal que contiene información emocional, que se puede utilizar para persuadir a las personas para que cambien comportamientos hacia el transporte sostenible. Suele utilizarse en campañas promocionales, con imágenes y mensajes persuasivos que no necesariamente tienen contenido racional o informativo. y Otro canal de acción (físico): el cual incluye todo lo que involucre acciones específicas como son actividades que promueven las bicicletas como forma de transporte.

Siguiendo con documentos que resalten teorías de movilidad encontramos el artículo de Wuhong (2015) donde explica que el progreso en el tráfico y la movilidad se ilustra claramente en el rápido desarrollo de la industria del transporte; este progreso explica los principales desafíos que tienen las ciencias de la información y la tecnología inteligente, pues hoy en día el transporte es un componente integral en la vida del ser humano. Por más que se pueda modelar la interacción entre vehículos, conductores e infraestructura (incluye carreteras, dispositivos de control y señalización) los fenómenos del tráfico son complicados y no lineales, dependiendo siempre de la coacción de un gran número de vehículos.

Gunnarson (2014), propone la “movilística” como disciplina científica especial dedicada al estudio del movimiento de personas, análoga a la logística para la manipulación de materiales y el transporte de mercancías, esta idea surge desde la gran cantidad de conocimientos sobre experiencia en gestión de tráfico, control del flujo de tráfico, soluciones y gestión de la movilidad. La movilística cumpliría con los criterios para convertirse en una disciplina científica, ya que representa un nicho definido que involucra aspectos de la realidad. La movilidad no está directamente relacionada con la investigación y el desarrollo en tecnología de transporte o con la

construcción de instalaciones de tráfico. La idea es estudiar las posibilidades de gestionar la demanda de viajes dentro de una infraestructura existente.

Adicionalmente, además del acervo bibliográfico anterior, es importante agregar lo siguiente:

La ley 105 de 1993 del Ministerio de transporte establece en el artículo 1º: Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.

Los habitantes tienen la necesidad de trasladarse en espacios concretos por tiempos definidos y a una velocidad conveniente. El término movilidad hace alusión a la recopilación de los desplazamientos individuales, por ser el punto de partida de todas las políticas públicas del sistema de transporte. por consiguiente, la movilidad actual es el resultado de los desplazamientos individuales con una velocidad previa que permiten el acceso al trabajo, mercado, servicios y bienes. En el momento que los desplazamientos de los usuarios se encuentran directamente vinculados con la uso de distintos medios de transportes, se introduce una disparidad emergente en la ciudad a consecuencia de que aquellos habitantes con mayor facilidad para emplear los medios de transporte mecánicos se trasladan con mayor comodidad, por lo que tienen más facilidad de acceso a las distintas actividades urbanas.

En el trabajo de Miralles (2002), como mencionan Vittadini (1990),

Establece necesario adecuar las políticas de transporte estructurantes de la movilidad a las regularizaciones individuales más variadas: género, capacidad intelectual, edad, niveles de renta, etc., pero además a los distintos ritmos temporales y ambientes propios de la ciudad:

día laborable - día festivo, centro - periferia, día-noche. Todo ello respaldado enteramente en el nivel de equidad que los habitantes tienen acerca de la ciudad, tanto en el entorno territorial como en el económico y social. (p.23)

En una considerable parte del mundo y por medio de políticas de transporte que potencian el uso del coche privado, los usuarios menos aptos para usar esta vía de transporte se ven perjudicados y incomprendidos a la hora de movilizarse. por consiguiente existe una alta posibilidad de movimiento que asegura la eficacia funcional y productiva del apartado territorial urbano. así pues la movilidad se ha transformado en una de las primeras estipulaciones que deben complacer el sistema social para el territorio en la ciudad sea habitable.

La movilidad urbana como actividad esencial para el desarrollo de las ciudades va evolucionando a medida que incrementan las distancias de los recorridos y el tiempo entre estos, esto repercute como un aumento en los recorridos de la jornada laboral. Para Miralles-Guasch (2002) se hace necesario analizar la movilidad, ahora más que nunca a partir de la relación con los parámetros, a menudo cambiantes, que evalúan la calidad de vida.

La ley 105 de 1993 en su artículo 3º declara como principio del transporte público:

El transporte público es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas por medio de vehículos apropiados a cada una de las infraestructuras del sector, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios sujeto a una contraprestación económica. (art.3)

Para Spaggiari (1990), la movilidad y medios de transporte son variables complementarias y se relacionan a favor del ámbito urbano. Las necesidades de movilidad y transporte se pueden

distinguir de tal manera que, parte de la demanda de movilidad posteriormente se convertirá en demanda de transporte automovilístico cuando la expansión urbana lo requiera mientras que el resto se puede solucionar desplazándose a pie.

Integrando las políticas de transporte público con las revisiones en la literatura actual podemos apreciar que hoy en día todos los debates que tratan del tema de movilidad se ven concluidos en acciones concretas centradas en el transporte público, el transporte privado y el automóvil, siendo el primero el más accesible para la mayoría de la población sin embargo el peor integrado con la ciudad.

Finalmente, un hallazgo teórico interesante es que la tendencia actual en el estudio de la movilidad y el transporte, tanto en lo científico como en lo profesional, es recurrir a las TIC y sus ventajas en materia de Big Data e Inteligencia Artificial. Es de ese trabajo interdisciplinario que comienza a emerger una teoría sobre movilidad y transporte desde la disciplina de Arquitectura. Por lo tanto, el enfoque de este proyecto es actualizado, innovador y pertinente según el marco teórico citado.

2.2.2 Teorías y paradigmas en TIC. Puesto que la disciplina central de este proyecto es la Arquitectura, las teorías en TIC y Sistemas de Información servirán únicamente como referencia y punto de encuentro con Ingeniería de Sistemas. El tópico central del proyecto es la movilidad y el tráfico, tal como se enunció previamente y como se detalla en el marco conceptual. El marco teórico en materia de TIC y Sistemas de Información es el Paradigma Design Science propuesto por Hevner y que se resume en la siguiente gráfica, la cual guarda consistencia con el Marco Metodológico empleado.

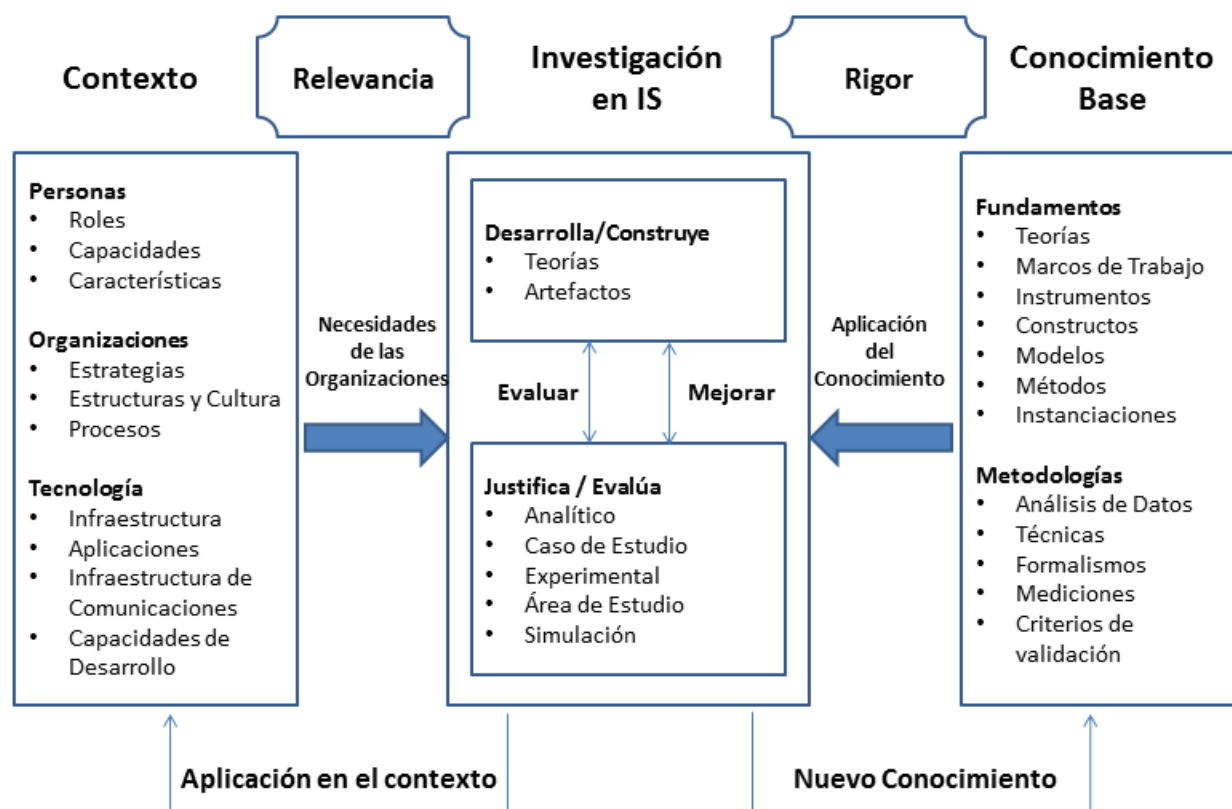


Figura 1. Marco de investigación Design Science

Fuente: Vera, 2013.

Dentro de los paradigmas más utilizados por todos los investigadores en la Investigación Design Science se destacan dos: En primer lugar, el paradigma de las ciencias del comportamiento, el cual busca desarrollar teorías que sean capaces de explicar y predecir el comportamiento organizacional y humano en situaciones mediadas por las TIC. En segundo lugar, con el paradigma del diseño de la ciencia, el cual busca aumentar todas las capacidades organizacionales y humanas a través de la creación o modificación de artefactos que estén apoyados en el uso de las TIC. El alcance máximo del paradigma de las ciencias del comportamiento radica en la verdad, y su meta en la utilidad. Utilidad y verdad son complementarias en todo su componente, así mismo ambos paradigmas anteriormente

mencionados.

La investigación en Design Science siempre parte de una necesidad organizacional, de un problema que sea relevante en la práctica; la primera fase sigue un paradigma de las ciencias del comportamiento, en la cual explica fenómenos relacionados con la necesidad organizacional; la segunda fase se fundamenta en el paradigma del diseño de la ciencia la cual contribuye con la creación y evaluación de artefactos que sirvan para cubrir las necesidades organizacionales anteriores. Como conclusión de todo el proceso siempre los resultados serán acciones o nuevo conocimiento que se puede aplicar en el mundo profesional.

2.3 Marco Conceptual

Tomando en cuenta el marco teórico y los antecedentes se subdivide el marco conceptual para lograr un mejor entendimiento de todo el proyecto, recordando que la estrategia final tiene como objetivo integrar las habilidades y entre la carrera de Arquitectura e Ingeniería, tal cual lo muestra la siguiente figura:

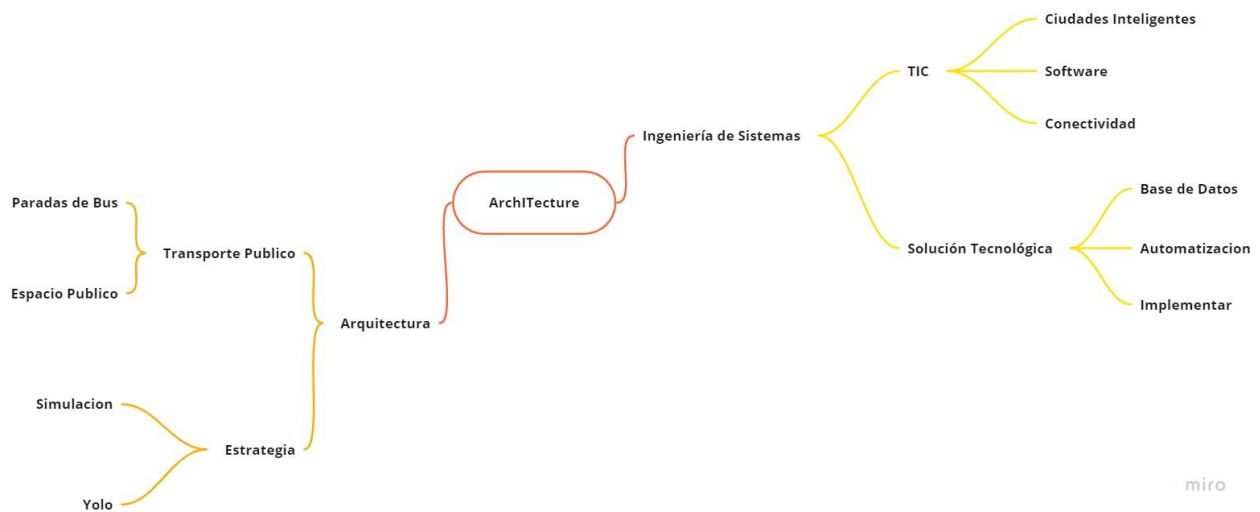


Figura 2. Conceptos interrelacionados Arquitectura e Ingeniería de Sistemas

2.4 Marco Conceptual de Arquitectura

2.4.1 Transporte público. O transporte colectivo; hace referencia a un sistema integrado de transporte y movilidad que permite brindar soluciones efectivas a la necesidad de desplazamiento de los usuarios dentro de un mismo territorio. Entre ejemplos de transporte público encontramos el metro, tranvía, tren o autobús; se caracterizan por manejar horarios y rutas preestablecidas, a diferencia del transporte privado que por lo general tiende a ser más flexible en esos aspectos.

2.4.2 Parada de autobús. En términos más técnicos se define una parada como el lugar o sitio donde se para o se va a parar (Real Academia Española, s.f.); sin embargo, en términos relacionados con la carrera se puede definir una parada de bus como un mobiliario urbano que hace parte de un espacio urbano, se diseña con una ergonomía específica que cumpla con las necesidades de los usuarios, destinado a ser un sitio que ofrezca confort en donde las personas puedan esperar el transporte público.

2.4.3 Espacio público. Se entiende por espacio público a aquel territorio de la ciudad donde cualquier persona tiene derecho a transitar libremente sean espacios abiertos como plazas, calles, parques, entre otros. O espacios cerrados como bibliotecas públicas, centros comunitarios, zonas de calidad cultural, entre otras (Diccionario en Línea, 2020).

Para Westphal (2010), el espacio público se considera como:

Funciona como plataforma donde se instalan los objetos que corresponden al mobiliario urbano. Él debe responder a las necesidades individuales y sociales de la comunidad, satisfacer las necesidades generales indiferenciadas de todos, a través de una oferta homogénea, y los requerimientos específicos de cada uno, con una oferta heterogénea. (p.13)

Siguiendo el mismo orden de ideas encontramos al espacio público como la zona común de la ciudad, la zona de encuentro de la mayoría de sus habitantes, donde se empieza a visualizar las relaciones ciudadanas y se empieza a configurar la cultura de la ciudad. Juega papeles importantes de integración e identificación ciudadana, además de dar el espacio para que todos los mobiliarios urbanos convivan de manera armónica siempre a favor de los habitantes de la gran ciudad.

2.4.4 Estrategia. Una estrategia se entiende como un patrón a seguir para el logro de sus metas. “Dicho patrón contiene el conjunto de acciones a seguir, en forma de planes específicos y con metas bien definidas, que contribuyen a un esfuerzo común por el cumplimiento de la misión (...)” (Contreras, 2013, p.160).

Alfred Chandler fue el pionero en el estudio de las estrategias y concibe a La estrategia como el plan que se concibe como una especie de rumbo de acción conscientemente proyectada, como un conjunto de directrices para abordar una situación que implica la racionalización de las acciones. (Ramos, 2008, p. 6)

Como conclusión general podemos entender la definición de estrategia como aquellos conjuntos de acciones que van encaminadas al desarrollo de un proyecto, estas acciones tienen el uso de herramientas, son acciones pequeñas que nos sirven para llegar a un gran producto.

2.4.5 Simulación. El verbo simular se utiliza para describir el arte de la construcción de modelos, es un método para acercarse a una posible realidad representando a través de algoritmos, estudios o modelos en tres dimensiones; su utilidad es múltiple en especial para propósitos educacionales, de investigación y capacitación (Bolton, 1971).

La simulación es en esencia un método para analizar y comprender el comportamiento de todo un sistema, donde se tienen en cuenta variables, características y complejidades del modelo desde la ciencia de la computación; desde estas se pueden impartir un orden para imponer estructura a la misma.

2.4.6 Yolo. Redmon (2016), explica Yolo como: “red neuronal que divide la imagen en regiones y predice cuadros delimitadores y probabilidades para cada región. Estos cuadros delimitadores están ponderados por las probabilidades predichas” (p.3). En pocas palabras, este algoritmo permite demarcar identificadores de clases para cada imagen procesada con una sola evaluación. Lo que hace a este algoritmo llevar la delantera en cuanto a reconocimiento se refiere es la apuesta por la creación de cuadros delimitadores estrechos para mejorar la cobertura de la imagen.

Al implementar este tipo de rejilla permite la creación de varias celdas de diferente tamaño y orientación, lo que facilita el reconocimiento del objeto estudiado. sin embargo, este algoritmo posee dificultades para el reconocimiento de objetos muy pequeños que se agrupan o elementos muy próximos.

2.5 Marco Conceptual en TIC

2.5.1 Tecnologías de la información y comunicación. Según el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (2017) comentó en su página web que este término se refiere a:

TIC o “Tecnologías de la información y las comunicaciones” es un término sombrilla que permite agrupar a los dispositivos, aparatos, métodos electrónicos y aplicaciones que ayudan

a que la sociedad se comunique o acceda a los datos que requieren para sus actividades diarias... El alcance de este término es mucho mayor, pues también comprende al software, las aplicaciones y los servicios que están asociados con todos estos equipos, como las herramientas de mensajería instantánea, los videojuegos, plataformas de aprendizaje, entre otras. (p.33)

2.5.2 Ciudades inteligentes. Una ciudad inteligente según Gemalto (2019), “una ciudad inteligente es un marco predominantemente compuesto por Tecnologías de la Información, para desarrollar, implementar y promover prácticas de desarrollo sostenible para abordar los crecientes desafíos de la urbanización” (p.23).

Esencialmente, una ciudad inteligente es la reconstrucción de una zona o ciudad utilizando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para mejorar el rendimiento y la calidad de servicios urbanos como la energía, la conectividad, el transporte, los servicios públicos y otros.

Sin embargo, Nam & Pardo (2011) poseen una visión más global del término explicando su uso de acuerdo a cierto contexto:

La etiqueta de ciudad inteligente es un concepto difuso y se usa de maneras que no siempre son consistentes. No existe una sola plantilla para enmarcar una ciudad inteligente ni una definición única de esta. Como el concepto se conoce popularmente, se usa en todo el mundo con diferentes nombres y en diferentes circunstancias. (p.24)

2.5.3 Software. Según Sommerville (2011), define el término como: “Programa de computadora y documentación asociada. Los productos de software pueden desarrollarse para un

cliente en particular o pueden desarrollarse para un mercado general” (p.23).

En un ámbito más amplio podemos decir que el software es el conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas implementadas por un programador, el cual se encarga de formular y ordenar los procedimientos a realizar.

2.5.4 Conectividad. En términos generales, puede entenderse la conectividad como una cualidad que surge y se desarrolla de la existencia de vínculos entre territorios y actividades que se interrelacionan. De esta manera, la representación física del concepto abstracto de conectividad es el de una estructura que está conformada por una red de corredores que sirven para movilizar bienes, servicios, información y personas entre distintos puntos del territorio (Rozas & Figueroa, 2006).

Desde el punto de vista informático suele aludir a la disponibilidad que tiene de un dispositivo para ser conectado a otro o a una red. Es importante distinguir entre este concepto y el de conexión: mientras que la conectividad se mantiene igual a lo largo de la vida de un dispositivo hasta que se actualizan o mejoran sus partes, las conexiones comienzan y terminan, y dentro de un mismo contexto (haciendo uso de una misma red de equipos con conectividades invariables) pueden tener características diferentes cada vez (Pérez & Gardey, 2018).

El Internet de las Cosas trata de objetos conectados entre sí por medio de la red. En estas situaciones estos intercambian información para facilitar o crear diversas acciones. Son actúan como objetos conectados entre sí (Valois, 2020). Estar conectado, debe cumplir con ciertos requisitos para que su función se desempeñe plenamente, de manera que “estar conectado”, contiene más requisitos que una unión física (Gonzalez, 2016).

Actualmente es cada vez más difícil comprar ciertos dispositivos sin conexión a Internet, ya que algunos fabricantes solo ofrecen productos conectados. Cada vez estamos más conectados y dependemos más de los dispositivos de la IoT para muchos servicios esenciales, por lo que necesitamos que los dispositivos sean seguros. En la Internet tradicional, la interoperabilidad es el valor central más básico; el primer requisito de la conectividad a Internet es que los sistemas “conectados” deben poder “hablar el mismo idioma” en cuanto a protocolos y codificaciones (Rose, Eldridge & Chapin, 2015, p.5).

2.5.5 Solución tecnológica. Representa un proceso a través del cual, luego de analizar con una mirada crítica al objeto, se identifica un problema frente al cual se crea una respuesta. Esta respuesta obtenida, se constituye en una solución a un problema tecnológico. La solución tecnológica es una respuesta que pone en juego los recursos disponibles, buscando alcanzar la mayor eficiencia, el método utilizado para dar solución a un problema tecnológico se denomina diseño tecnológico.

2.5.6 Bases de datos. Desde el punto de vista informático la base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulan ese conjunto de datos. Cada base de datos se compone de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar en la tabla, cada fila de la tabla conforma un registro (Pérez, 2007).

2.5.7 Automatización. La automatización es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. Estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta

industrial, pero igualmente puede utilizarse la automatización en un estadio, una granja o hasta en la propia infraestructura de las ciudades.

2.5.8 Implementar. Basando el término en un contexto informático se emplea para designar la ejecución o puesta en marcha de una idea programada, ya sea una aplicación informática, un plan, un diseño o un algoritmo. La implementación es una de las formas de actuación de quienes son profesionales en informática, que tiene una gran repercusión en sus actividades profesionales y que sigue al proceso de modelación. Se infiere entonces que quienes son profesionales en informática crean implementaciones de los modelos desarrollados como parte de su actividad para la informatización de los diferentes procesos organizacionales (González, 2016).

2.6 Marco Contextual

El barrio San Martín, como muchos barrios de Cúcuta, surgió como consecuencia de una invasión en la parte alta de la margen derecha del río Pamplonita y se ha extendido tanto, que ya conforma una ciudadela con más de 10 barrios. Desde el comienzo no se permitieron los ranchos, sino que las casas debían ser de ladrillo, y cuando veían que en un terreno no se comenzaba a construir y sólo estaba cercado, la junta cívica decidía dárselo a otra persona que estuviera interesada en levantar rápido la casa.

A través de los años el uso de suelo del barrio San Martín permaneció mayormente residencial mientras empezaban a asentarse las primeras familias, poco a poco el barrio ha ido cambiando desde las necesidades de sus habitantes; se formaron parques, plazas, zonas educativas como colegios y guarderías además de zonas comerciales que dieran abasto a la demanda que se ejercía en ese momento y que se mantiene actualmente. Además de la apropiación de algunos residentes por el barrio que entre ellos han gestionado la pavimentación

de calles y la creación de nuevas zonas de esparcimiento.

Una de las apropiaciones más importantes fue la gestión del servicio de transporte por medio de la Junta de Acción Comunal que permitió una mayor visibilidad del barrio y por ende su crecimiento aumentó en gran medida. Además, en el sector últimamente se han venido generando adecuaciones de sus vías principales, especialmente la que conecta San Martín con el resto de barrios.



Figura 3. Foto panorámica del barrio San Martín

Fuente: Google Earth, 2020.

Cumple con una morfología urbana lineal, a pesar de estar en un suelo irregular como la montaña esto no ha interrumpido con las líneas viales que se divisan a lo largo del barrio; además han generado una dinámica comercial en el sector, organizando de manera alternativa todos los

usos de suelos, empezando por las actividades comerciales como papelerías, ventas de comida, repuestos, panaderías, supermercados, entre otros.

2.6.1 Medio socio-demográfico. Para realizar un análisis integral en el estudio del sector debemos conocer primeramente al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) que brinda toda la información descrita a continuación para conseguir un contexto general; empezando por la población a nivel municipal. Para el año 2020 se estima en base a la encuesta nacional de población y vivienda un total de 731.126 personas en la ciudad de Cúcuta, un 3% mayor a la población censada en 2018.

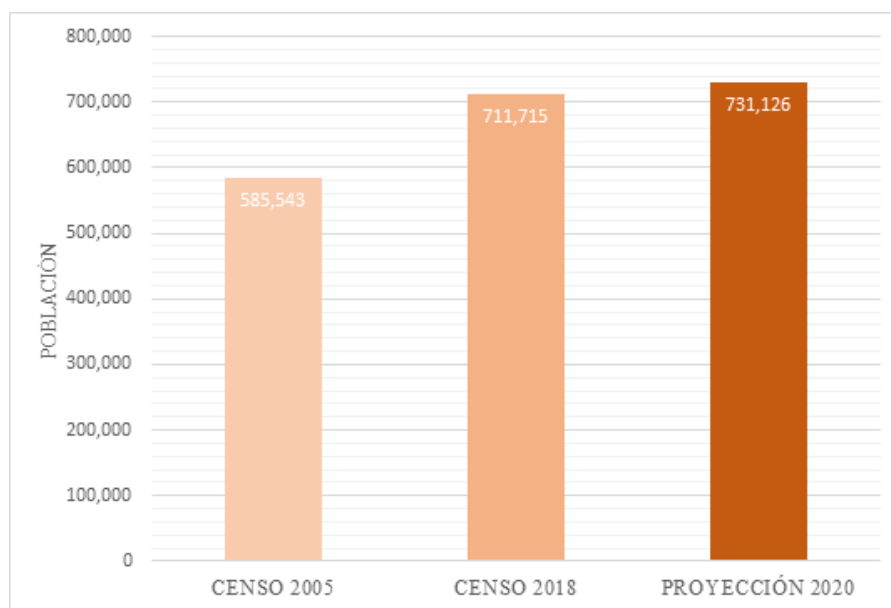


Figura 4. Población de la ciudad de Cúcuta año 2005 - 2018 – 2020

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2020.

La ciudad de Cúcuta se divide a su vez por comunas, exactamente 10 comunas que comprenden dentro de sí entre 10 a 30 barrios aproximadamente dependiendo del área comprendida y su peso poblacional. La comuna 4 ubicada en la parte oriental de la ciudad posee

un peso poblacional del 8.3% en comparación con toda la ciudad, comprende barrios estrato 2 y 3, entre estos se encuentra el barrio San Martín, nuestro sector de estudio.

Del total de la población estimada para el 2020, la población perteneciente a la comuna 4 es de 60.628 personas como lo provee el sistema de datos estadísticos, lo que vendría ser solo un 8.30% de la población municipal. A nivel municipal el género que posee mayor porcentaje es el femenino con 51.80%, este aumento en comparación con el género masculino se mantiene tanto para el estudio de la comuna con un porcentaje superior de 52.80% y del estudio barrial con un 52%.

Tabla 1. Distribución de la población para el año 2020

	Género		Cantidad de Viviendas	Tipo de Vivienda				Rango de edad (Años)				Total personas
	Masculino	Femenino		Casa	Apto.	Cuarto	Otro	0-19	20-39	40-59	60 - Adelante	
Municipal	352.403	378.723	230.848	165.758	54.422	10.668	126	201.458	245.958	180.648	103.062	731.126
Comuna 4	28.603	32.025	23.162	17.633	4.772	741	15	17.469	19.971	15.534	7.654	60.628
Barrio San Martín	3.292	3.751	2.655	1.938	624	89	4	1.885	2.262	1.704	1.012	6.863

Dentro de la Comuna 4 encontramos el barrio San Martín, sector del estudio, con una población de 6.863 personas siendo uno de los que más habitantes posee en comparación al barrio San Luis con 5.862 personas, el barrio Escobal con 3.365 personas, a la urbanización Prados del Este con 3.041 personas y el barrio Cañofistolo con solo 955 personas.

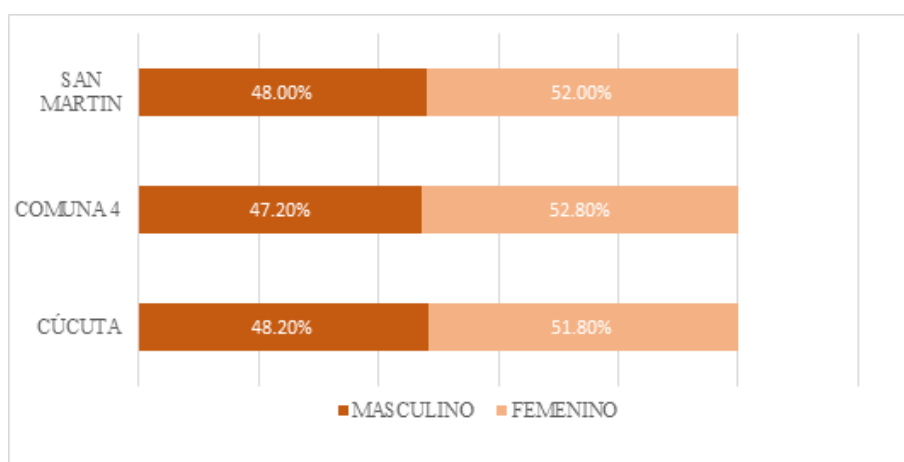


Figura 5. Distribución de la población por género año 2018

En cuanto a la clasificación por edades el estudio realizado muestra mayor población en el rango de 20 a 39 años, lo que pone en evidencia que la población joven es la que prima en el sector contando hasta con 2.262 personas solo en el barrio San Martín. Además de contar con un 33.64% de presencia a nivel ciudad.

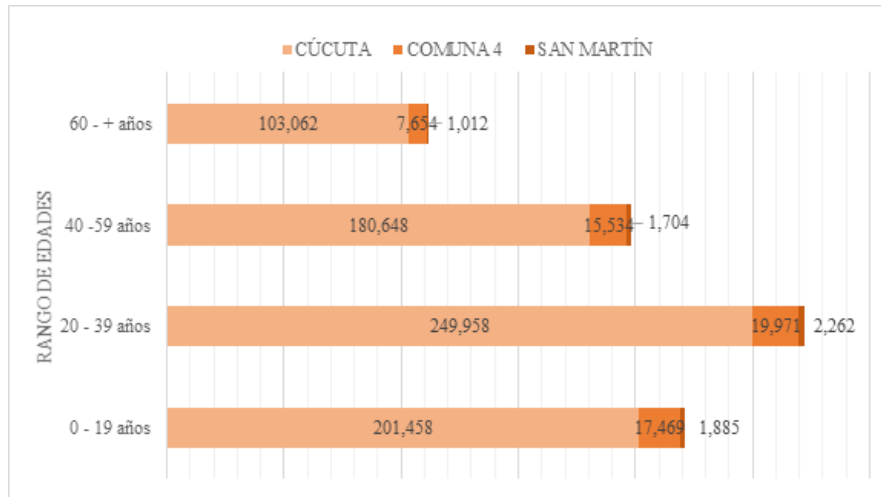


Figura 6. Distribución de la población por edades año 2018

El tipo de vivienda que prima para la ciudad de Cúcuta es la casa, lo que quiere decir que su expansión horizontal posee mayor porcentaje que la expansión vertical o crecimiento en altura, en el sector de San Martín actualmente posee un inventario de 1.938 casas, 624 apartamentos (primando las construcciones de 2 y 4 pisos), 89 cuartos o aparta estudios y 4 otros, aproximadamente. Para una expansión futura se debería implementar la construcción vertical y aprovechar los espacios que la ciudad ofrece volviéndola más compacta y menos dispersa.

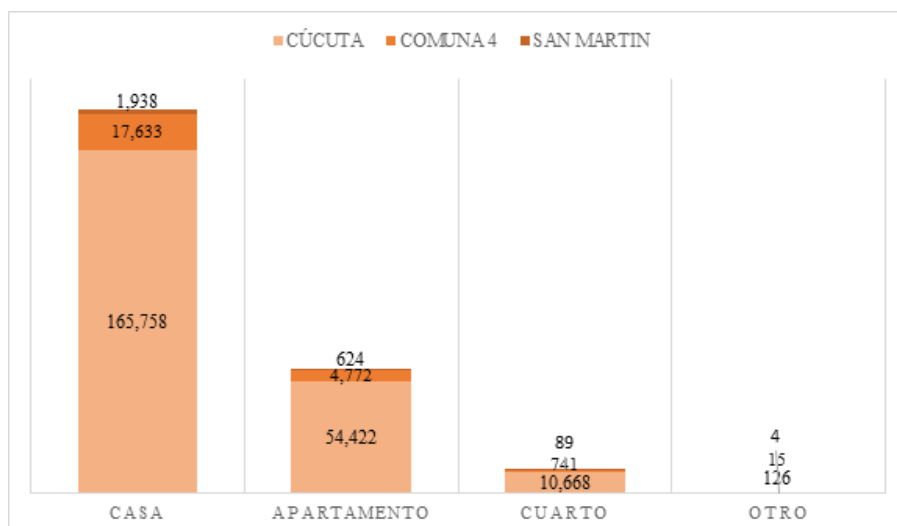


Figura 7. Distribución de la población por tipo de vivienda año 2018

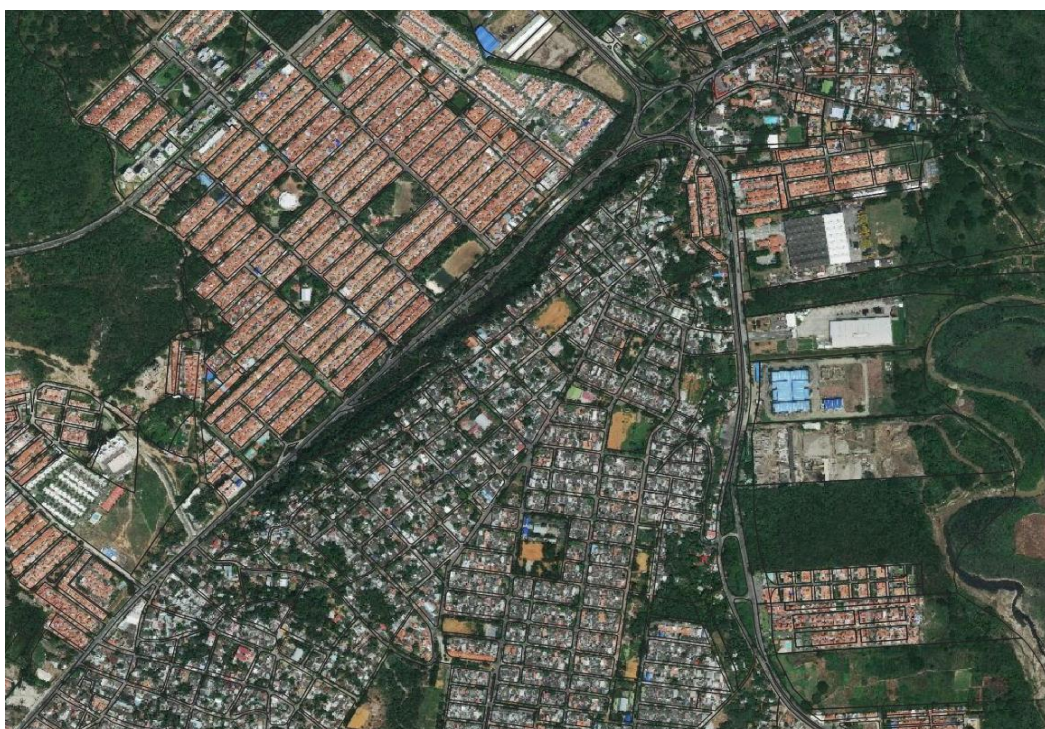
2.6.2 Medio histórico. Cúcuta es un municipio colombiano, conocido como la capital del departamento de Norte de Santander. ubicado al Nororiente del país. habitantes, ubicado cerca de la frontera venezolana, sobre la cordillera oriental de los Andes. Cúcuta cuenta con una población de 777.000 habitantes aproximadamente con los cuales se estima alberga un promedio de 150.000 habitantes de origen venezolano. Por ello se calcula que la ciudad es hogar de 927.000 personas. Cúcuta es el epicentro político, industrial, artístico, económico, político, deportivo, turístico y cultural de Norte de Santander, cuya área urbana está constituida por 10 comunas, dentro de las cuales se encuentra la comuna 4, cerca de la periferia de la ciudad con la frontera venezolana, donde se encuentra ubicado el barrio San Martín.

Las paradas de estudio se encuentran ubicadas en; El punto A en la calle 6 Norte con Avenida 8va, el punto B en la Avenida 12 con calle 6 Norte, el punto C en la calle 8 con Avenida 10A y el punto D en la Avenida 10 A con calle 1 Norte, frente al colegio Primero de Mayo, todas dentro de los límites del barrio San Martín

Tabla 2. Ubicación del Barrio San Martín

Puntos Cardinales	Delimitación
Norte	Urbanización La Quinta
Sur	Barrio Siglo XXI
Este	Urbanización Prados del Este
Oeste	Barrio Cañofistolo

El barrio limita en la zona Norte con la Urbanización la Quinta y la Urbanización Nuevo Escobal. Al Sur con el barrio Siglo XXI. Al Oeste con La Urbanización Prados del Este con Caño Fistolo y la frontera Colombo-venezolana. Rodeado por las grandes vías; avenida Demetrio Mendoza y la doble vía La Donjuana - Cúcuta / Pamplona - Cúcuta.

**Figura 8. Imagen satelital del Barrio San Martín**

Fuente: Google Earth, 2018.

2.6.3 Medio geográfico. El día 17 de junio del año 1733 fue fundada la ciudad de Cúcuta por Juana Rangel de Cuéllar, donó 782 hectáreas para fundar la ciudad construyendo una iglesia y una plaza para que familias españolas se establecieran en lo que actualmente se conoce como el barrio San Luis.



Figura 9. Imagen satelital de la ciudad de Cúcuta

Fuente: Google Earth, 2018.

Tabla 3. Características Geográficas del Barrio San Martin

Características	Resultados
Coordenadas	72° 30' 28.15''O 7° 53' 38.08''N
Longitud	-72.469.454
Latitud	7.902.482
Elevación	345m / 1132 feet
Presión Atmosférica	97 Kpa

2.6.4 Medio bioclimático. La Rosa de los Vientos de la ciudad de Cúcuta muestra la dirección del viento en el territorio, en la cual prevalecen los vientos del Norte y Sur Este con las mayores velocidades por el contrario Este y Noreste con las menores velocidades, mostrando gran parte del lado Oeste sin ningún tipo de ventilación natural identificada.

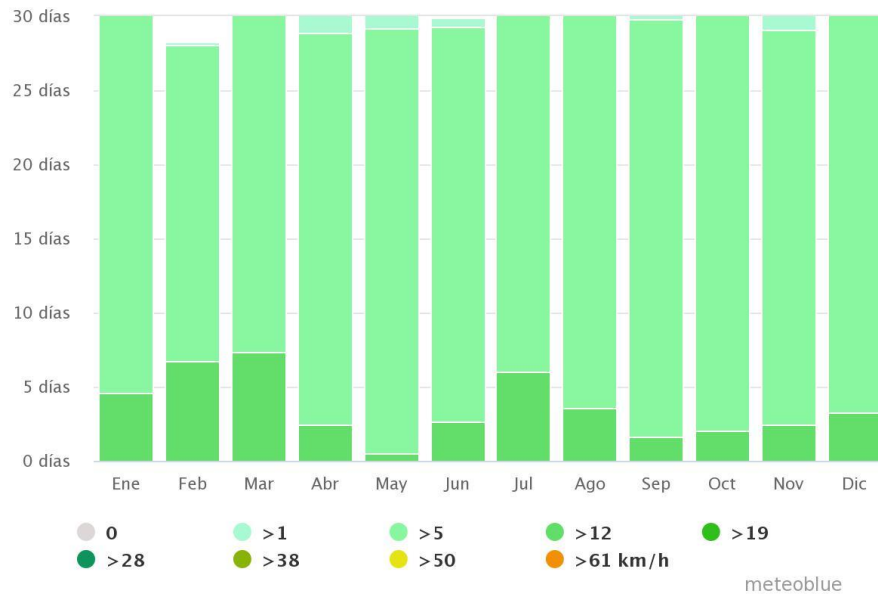


Figura 10. Velocidades de los vientos en la ciudad de Cúcuta

Fuente: Meteoblue, 2019.

El diagrama de Cúcuta muestra los días por mes, durante los cuales el viento alcanza cierta velocidad, se puede concluir que en los primeros días de todos los meses encontramos velocidades que sobrepasan los 19 km/h, lo que favorece considerablemente el clima cálido de la ciudad.

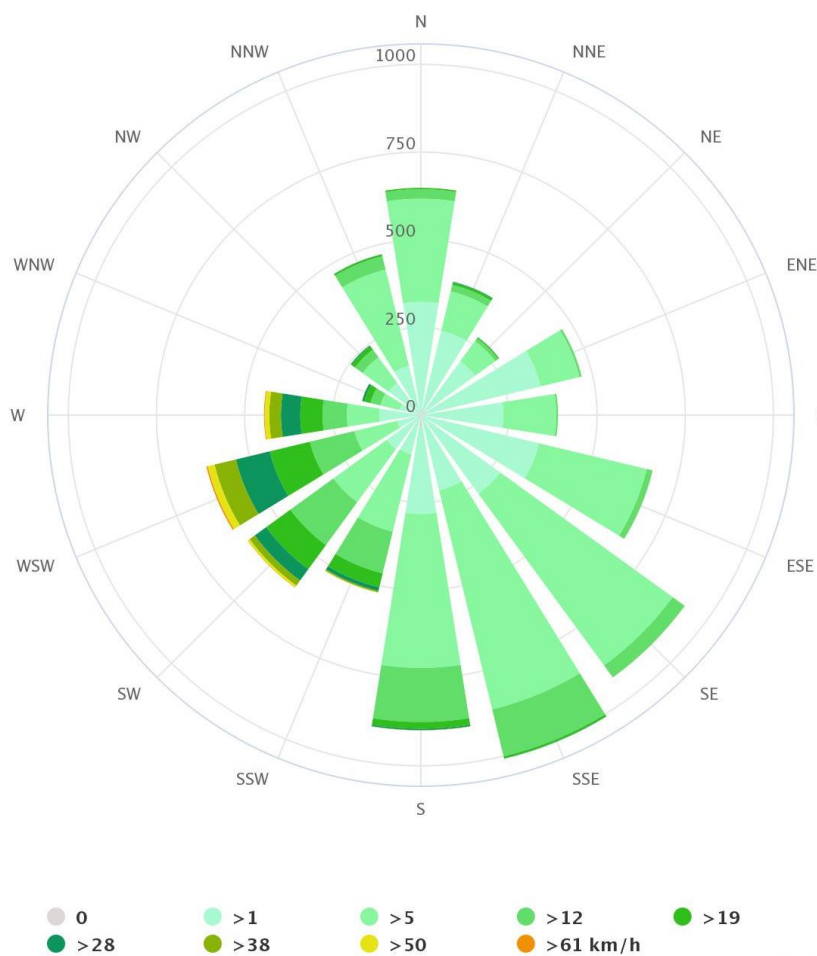


Figura 11. Dirección de los vientos en la ciudad de Cúcuta

Fuente: Meteoblue, 2019.

Se estableció el estudio solar en un periodo de Equinoccio y en un periodo de Solsticio, mostrando un comportamiento de incidencia solar con dirección de Este a Oeste, elevación solar máxima de $28,75^\circ$ y azimut dentro de los $66,2^\circ$ a 292° a lo largo del año.

Entiéndase como Equinoccio aquel momento del año en que el Sol forma un eje perpendicular con el ecuador y en que la duración del día es igual a la de la noche en toda la Tierra y Solsticio como aquel momento del año en que el Sol, en su movimiento aparente, pasa

por uno de los puntos de la eclíptica más alejados del ecuador y en el que se da la máxima diferencia de duración entre el día y la noche.

Tabla 4. Equinoccio de Primavera 21 de marzo

Fecha	21/06/20 GTM-5	
Coordenadas	7.9017283, - 72,4697256	
Hora	Elevación	Azimut
6:34:19	-0,833	66.2
12:00:00	70.1	37.21
18:00:00	15	292.24

Fuente: Sunearthtools, 2020.

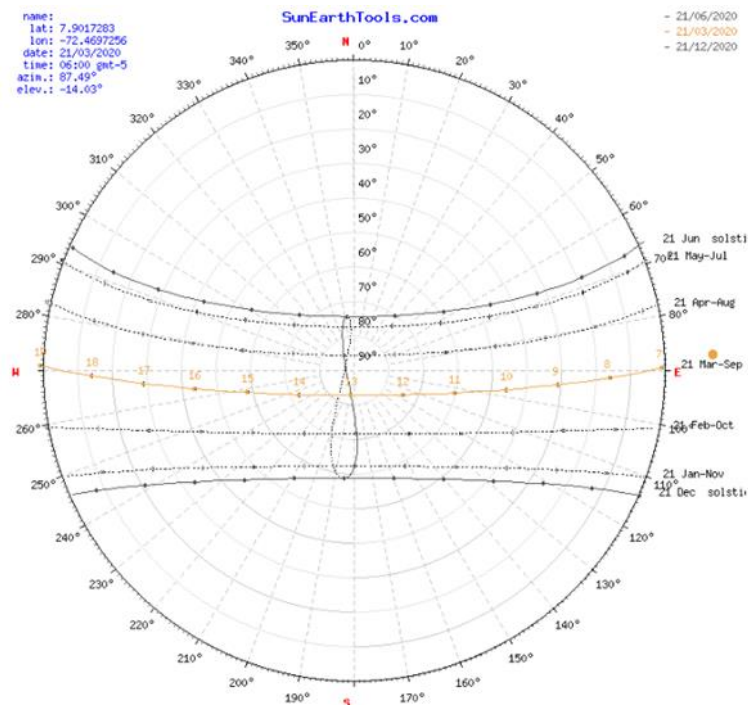


Figura 12. Carta solar en la ciudad de Cúcuta Equinoccio

Fuente: Sunearthtools, 2020.

Tabla 5. Solsticio de Verano 21 de junio

Fecha	21/03/20 GTM-5	
Coordenadas	7.9017283, - 72,4697256	
Hora	Elevación	Azimet
6:53:17	-0,833	89.36
12:00:00	74.06	116.58
18:00:00	14.16	168.72

Fuente: Sunearthtools, 2020.

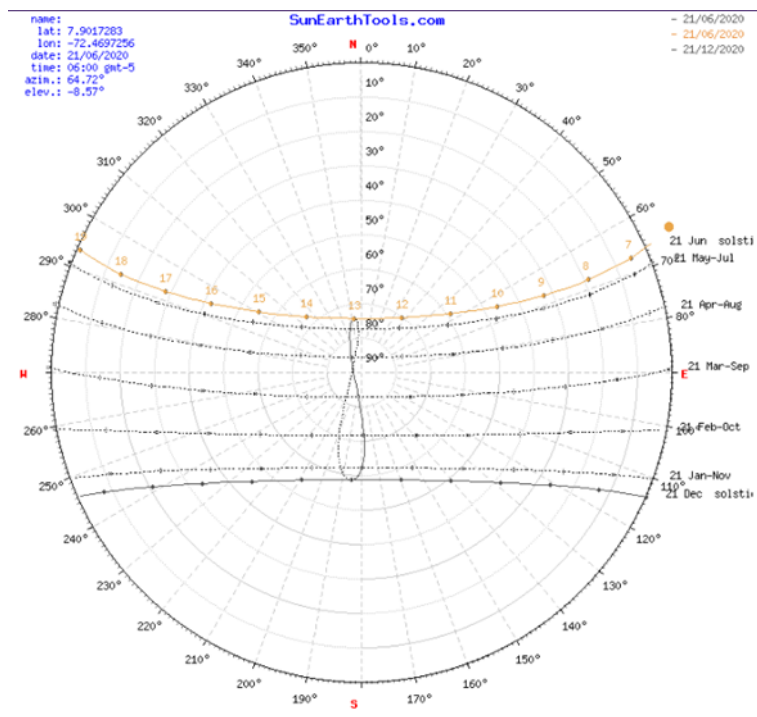


Figura 13. Carta solar en la ciudad de Cúcuta Solsticio

Fuente: Sunearthtools, 2020.

2.7 Marco Legal

Artículo 147 de la Ley 1955 del 2019. El Plan Nacional de Desarrollo establece que las entidades del orden nacional deberán incluir en su plan de acción el componente de transformación digital, siguiendo los estándares que para tal efecto defina el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Así mismo, el CONPES 3975, que define la Política Nacional de Transformación Digital e Inteligencia Artificial, estableció una acción a cargo de la Dirección de Gobierno Digital para desarrollar los lineamientos para que las entidades públicas del orden nacional elaboren sus planes de transformación digital con el fin de que puedan enfocar sus esfuerzos en este tema.

Artículo 79 de 1991. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Artículo 82 de 1991. Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular. Las entidades públicas participarán en la plusvalía que genere su acción urbanística y regularán la utilización del suelo y del espacio aéreo urbano en defensa del interés común.

Ley 23 de 1982. Los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por la presente ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común. También protege esta ley a los intérpretes o ejecutantes, a los productores de fonogramas y a los organismos de radiodifusión, en sus derechos conexos a los del autor.

Ley 23 de 1982. Los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por la presente ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común. También protege esta ley a los intérpretes o ejecutantes, a los productores de fonogramas y a los organismos de radiodifusión, en sus derechos conexos a los del autor.

Documento CONPES 3918. (15/03/2020) Estrategia para la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en Colombia

Documento CONPES 3988. (31/03/2020) Tecnologías para aprender: Política Nacional para impulsar la innovación en las prácticas educativas a través de las tecnologías digitales

Documento CONPES 3920. (17/04/2020) Política Nacional de Explotación de Datos.

Documento CONPES 3995. (01/07/2020) Política Nacional de Confianza y Seguridad Digital

Documento CONPES 3934. (10/07/2020) Política de Crecimiento Verde

Documento CONPES 4001. (05/08/2020) Declaración de importancia estratégica del Proyecto Nacional Acceso Universal a las TIC en zonas rurales o apartadas

Documento CONPES 3968. (30/08/2020) Declaración de importancia estratégica del proyecto de Desarrollo, Masificación y Acceso a Internet Nacional, a través de la Fase II de la iniciativa de incentivos a la demanda de acceso a Internet

Documento CONPES 3975. (08/11/2020) Política Nacional de Transformación Digital e Inteligencia Artificial

Resolución 436 del 05 - 09 – 2019:

Departamento Norte de Santander - Área Metropolitana de Cúcuta. Por medio de la cual se garantizan a los habitantes de las comunas 7 y 8 del municipio de Cúcuta la prestación eficiente del servicio público terrestre automotor colectivo de pasajeros hacia el centro de la ciudad.

Resolución 542 del 05 - 12 – 2019:

Departamento Norte de Santander - Área Metropolitana de Cúcuta. Por medio de la cual se fijan las tarifas del servicio de transporte público terrestre automotor colectivo de pasajeros.

Resolución 057 del 05 - 12 – 2019:

Departamento Norte de Santander - Área Metropolitana de Cúcuta. Por medio de la cual se suspende temporalmente la expedición de capacidades transportadoras para el ingreso de vehículos nuevos por incremento del parque automotor para la prestación del servicio de transporte público terrestre automotor colectivo de pasajeros metropolitano.

3. Marco Metodológico

Para adentrarnos en la problemática de estudio es necesario evaluar y conocer todas las metodologías que se ofrecen para la realización de investigaciones rigurosas y relevantes. Cataldo (2015), señala que el Design Science Research “es una familia de enfoques para investigar los problemas reales, usando investigación de participantes en vez de la perspectiva del investigador, y proponer una solución”(p.56). En otras palabras, esta metodología sugiere que el conocimiento, la comprensión y la solución del problema se vean resueltos en la creación y aplicación de un artefacto que pueda ser útil y de fácil usabilidad.

Dado que el objetivo del estudio es recolectar información, analizarla y posteriormente crear una solución interdisciplinaria entre las carreras de Arquitectura e Ingeniería de Sistemas, necesitamos investigar y utilizar diferentes paradigmas para lograr la máxima comprensión de los temas que se van a tratar. Por ende, para analizar la información necesitamos entender y conocer el tema a tratar como lo explica Díez (2015) “Design Research hace referencia al acto de estudiar; utilizando distintos medios, una situación de diseño, entendiendo como tal el conjunto de individuos actividades y recursos involucrados en un contexto de uso determinado” (p.1).

Además, logramos con el estudio de esta gran metodología la necesidad de observar, hablar y anotar; actividades descriptivas que se fundamenta en hechos estudiados y no en sensaciones que pueden ser derivadas de las experiencias.

Se usará una propuesta multi metodológica usada en proyectos de Sistemas de Información y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que se fundamenta en el paradigma Design Science que es muy afín al ejercicio de la Arquitectura, por cuando logra equilibrar la investigación y el diseño con el fin de realizar intervenciones a un problema práctico.

3.1 Flujo de la Metodología

Todo estudio investigativo parte de una problemática, un proceso de estudio y análisis de dicha problemática en la que se concluye con una solución. La combinación de métodos sugerida en el trabajo permite desarrollar un proceso iterativo, pues cada etapa no se trabaja por separado sino se retroalimentan la una de la otra, esto a su vez permite identificar nuevos problemas y con esto iniciar un nuevo ciclo. El proceso multimetodológico comprende 5 etapas, cada etapa permite el uso de múltiples métodos, teorías y paradigmas. Cada una de ellas se explica a continuación.

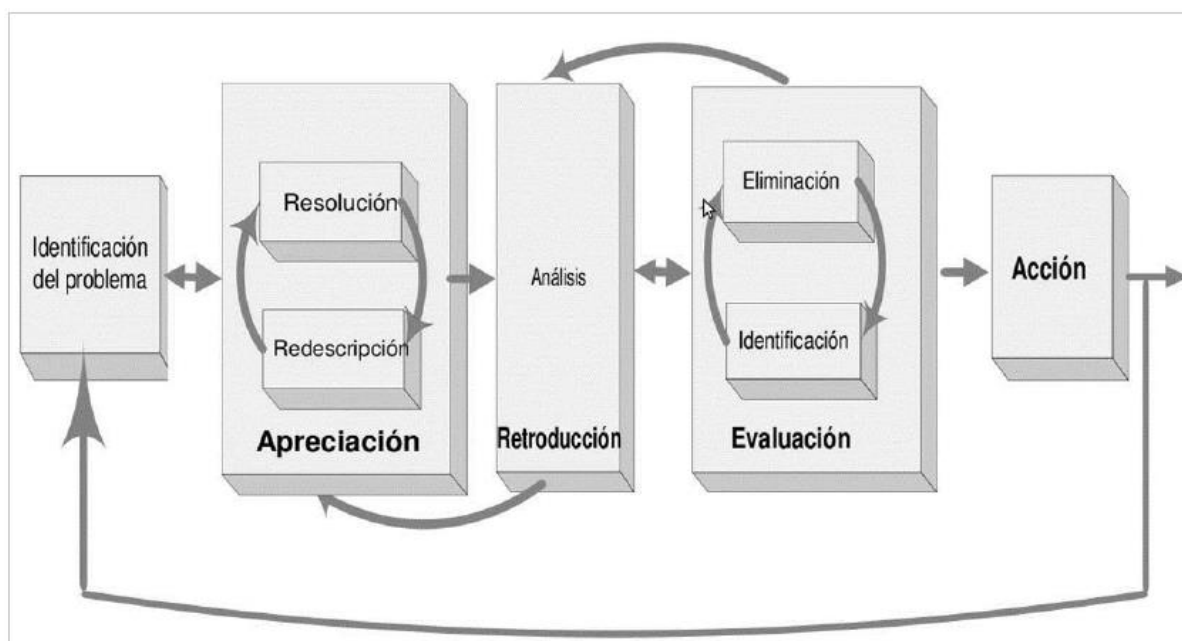


Figura 14. Flujo de la multimetodología

Fuente: Vera, 2013.

3.1.1 Identificación del problema. Es la primera etapa del proceso y la más importante, pues determina que existe un problema práctico que demanda una intervención, normalmente el diseño

y posterior implementación de una solución. En problemas complejos la multimetodología permite realizar varias iteraciones, por lo cual conviene acotar muy bien el problema para garantizar cumplir con el alcance y tiempos propuestos. No obstante, la posibilidad de varias iteraciones permite llevar a la práctica diversas acciones y evaluarlas en cada ciclo de la multimetodología.

Lim, Mostafa & Park (2017), resumen la identificación del problema cómo:

Definir el problema de investigación específico y justificar el valor de la solución son los principales propósitos de esta fase. Durante esta fase, los investigadores pueden comprender los problemas específicos y obtener una comprensión más profunda de la complejidad de su naturaleza. (p.6)

3.1.2 Apreciación. Esta etapa de apreciación lo que busca es encontrar claridad de lo que está pasando. A su vez esta etapa se divide en fases más cortas: (i) resolución, que describe el problema como se presenta, como los actores lo visualizan, detalla también el contexto, las interrelaciones y simulaciones tanto específicas como generales, desde el mundo personas y social. (ii) redescipción, la cual se encarga de comparar y relacionar los problemas con sus respectivos conceptos y la teoría que le aplica. En la apreciación se puede regresar al paso anterior en situaciones donde el problema inicial tiende a ser muy amplio y se puede descomponer en varios problemas más.

3.1.3 Retroducción. Esta etapa tiende a ser completamente explicativa, ya que busca respuestas al porqué del paso anterior. Todas las formulaciones se desarrollan con base a hipótesis y apoyados de la teorías que se estudiaron referentes al tema inicial. Apoyados en la creación e investigación también se permite el desarrollo de mecanismos o estructuras que no

existen pero que si existieran evitarían el problema; la construcción de artefactos que cambien la realidad así como lo sugiere la metodología del diseño de la ciencia.

3.1.4 Evaluación. La etapa de evaluación busca responder a la pregunta ¿cómo cambiar la situación?, esta se divide en dos fases más pequeñas: (i) eliminación, la que demuestra o descarta las explicaciones formuladas en la introducción y (ii) identificación, que propone mecanismos alternativos y permite la iteración. En otras palabras, en esta fase se puede proponer artefactos que al incluirse en el ámbito social del problema lo minimicen o anulen.

3.1.5 Acción. En esta fase, aunque no es necesario que se ejecute en la realidad, si es de suma importancia que los resultados se comuniquen de manera concisa y que además genere un impacto social que motive a otros profesionales o estudiantes enfrentar el problema y seguir las recomendaciones que resultan de la investigación.

Es importante enfatizar que esta multimetodología se enfoca en llevar a la práctica propuestas de solución específicas para el problema y, en lo posible, evaluarlas. Para el presente proyecto las acciones serán prototipos, propuestas, demostraciones de lo que se podría implementar a escala con el apoyo e inversión del gobierno y el sector productivo.

3.2 Población y Muestra

La población y muestra son de interés para este proyecto por su valor científico (validez y confiabilidad). Pero debe precisarse que, por ser un proyecto del nivel de pregrado, las pretensiones no son la generación de un nuevo conocimiento sino más su apropiación y aplicación.

Según Hernandez, Fernandez & Baptista (2014), explican la muestra como

La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población. El investigador pretende que los resultados encontrados en la muestra logran generalizarse o extrapolarse a la población. (p.173)

La población utilizada para la investigación es finita ya que se enfoca estrictamente en los habitantes del barrio San Martín en la ciudad de Cúcuta.

3.2.1 Población. De esta manera, la población para la realización del estudio comprende a todas las personas habitantes del barrio San Martín que vivan en las avenidas principales de dicho barrio y que tengan más de 5 años viviendo en la zona. Además, el estudio de movilidad se da en puntos de paradas potenciales en el área donde se contabilizan los vehículos automotores y se clasifican las rutas de transporte público a lo largo de determinado tiempo.

3.2.2 Muestra. El muestreo utilizado para la realización del estudio es muestreo aleatorio simple, pues el tamaño de la población no es tan grande gracias a las variables anteriormente mencionadas; se cuenta con el censo de la población por barrio del año 2018 realizado por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) el cual contempla 6.265 personas. Para calcular el tamaño de la muestra se realizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(N-1) e^2 + z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

z = Valor Z desviación estándar (1.65)

p = Probabilidad de éxito (0.90)

q = Probabilidad de fracaso (0.10)

N = Población (6.265)

e = Error mastral (0.10)

Con un margen de error del 10% y un nivel de confianza del 90% en las encuestas; lo que da un resultado para el tamaño de la muestra de 68 personas. La recolección de la información se realizó en el periodo de estudio del mes de Julio, con 1 recolección diaria de aproximadamente 4 encuestas, en jornadas de la mañana comprendidas entre las 8:00 am y 11:00 am y en jornadas de la tarde comprendidas entre las 2:00pm y 5:00 pm.

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el presente trabajo se diseñaron y aplicaron diferentes técnicas e instrumentos que permitieron recolectar información de manera eficaz y veraz, como lo es la observación, las entrevistas, las encuestas, las tablas de aforo y las fichas de chequeo. A continuación, se especifica cada una de ellas en el orden en que se fueron implementando a lo largo de todo el estudio:

3.3.1 Matriz general de percepción. Para obtener una mejor comprensión del problema se

realizó una matriz general de percepción de la movilidad en el barrio San Martín, que se ejecutó a través de la aplicación del instrumento de la entrevista donde los habitantes responden con un comentario relacionado a los problemas que ellos creen que tiene el sector con base a la movilidad.

Tabla 6. Matriz general de percepción

Numero	Edad	Genero	Comentario
1			
2			
3			

3.3.2 Matriz Aforos del sistema de transporte en el Barrio San Martín. En segunda instancia se utilizó la técnica de observación que permitió la recolección de información de los sistemas de transportes presentes en el barrio San Martín, con la cual se adquiere datos de los diferentes aforos de movilidad presentes en el territorio, como son: empresas de transporte público y medios de transporte como: particulares, moto, taxi y bicicleta. En ambos periodos de tiempo; de manera manual y digital.

En estas tablas se encuentran casillas de información como hora: se escribe el minuto exacto en el que se captó la información, empresas de transporte público: se señala por medio de un “1” la casilla a la que pertenece la ruta que pasa en el momento de la muestra, ruta: se especifica el tipo de ruta en ese minuto (Coomicro, Trans- Guasimales, Trans-Tonchala, Trans-Petrolea), medios de transporte alterno: identifica otros medios de transportes que también circulan por los puntos estudiados, señalando su cantidad y frecuencia; este formato sirve para ambas jornadas manejadas; mañana y tarde, en el respectivo día que se realizó la recolección de datos con su fecha exacta.

Tabla 7. Matriz Aforos del Sistema de transporte en el barrio San Martín - Recolección Manual

Jornada de 8am a 12m										
Ruta A (Colsag-UFPS)	Ruta B (San Luis - Exito)		Ruta C (San Luis - Patios)		Ruta D (San Martín al final)		Flujo (Alto/Medio/Bajo)			
Horas/Minutos	Empresas de transporte público					Flujo Ruta	Medios de transporte alternativo			
	Coomicro	Transpetrolea	Transtonchala	Transguasimales	Otra		Bicicletas	Moto	Pirata	Taxi
1										
2										
3										
4										

En tercer lugar, bajo la experiencia ya adquirida en el primer periodo de tiempo del estudio de campo, se tomó la decisión de capturar la información con la implementación de vídeos que aporten veracidad y registro imperecedero al proyecto. Añadiendo al mismo ajuste en la matriz para un mejor proceso de estructura y recolección de la información que se identificaron necesarios en el primer periodo de estudio.

Dentro de los ajustes realizados se encuentran: la adición de información específica de la jornada de estudio; tiempo en el que se realizó la recolección de datos, Georreferenciación; posicionamiento espacial de un lugar en una disposición geográfica única con la utilización de un sistema de coordenadas, Tiempo estudiado; periodo de tiempo por el cual se efectuó la operación de campo, Día estudio; Fecha exacta del trabajo de campo, la implementación de un código de letras (a,b,c,d,e,f,g,h) que alude a cada una de las rutas de transporte que pertenecen al barrio San Martín con su respectiva empresa, y la eliminación del sistema de transporte pirata dada la ambigüedad de esta variable al momento de ser captada y la arbitrariedad en la obtención de datos de la misma. Obteniendo así información veraz y concomitante con la situación actual del Barrio San Martín.

Tabla 8. Matriz Aforos del Sistema de transporte público - Recolección Digital

Jornada de estudio:		Georreferenciación:				Punto A.1			
Tiempo estudiado:		Día estudio:							
Horas / Minutos	Empresas de transporte público				Flujo	Medios de transporte alternativo			
	Coomicro	Transpetrolea	Transtochala	Transguasimales		Bicicletas	Moto	Taxi	Particular
1									
2									
3									
4									

3.3.3 Matriz origen - destino de las rutas del transporte público del Barrio San Martín. Aplicación de un instrumento encuesta para la recolección de información del uso de las rutas de transporte por parte de los usuarios en el barrio San Martín, de tal forma que la información recolectada apunte al estado existente de la oferta por parte del transporte público y la cobertura de su servicio desde la perspectiva del usuario.

La presente cuenta con elementos como; edad; tiempo que ha vivido una persona desde que comenzó a existir, género: Identidad dominante asociada a una persona, interrogantes como: ¿Vive en San Martín? esta sección se plantea para corroborar y complementar la observación de que no todos los clientes del sistema de transporte público son específicamente habitantes del Barrio, como se reconoció en algunas de las matrices anteriormente ejecutadas, ¿Que ruta frecuente más para desplazarse a su lugar de destino? examinando la oferta de las rutas desde el punto de vista del consumidor, y horario en que toma la ruta de transporte: para acatar periodos de tiempo de posible ineficacia operativa por parte de las flotas de transporte público desde la óptica del usuario.

Tabla 9. Matriz Origen-Destino de las rutas de transporte público en el Barrio San Martín

N°	Persona	Edad	Género	¿Vive en San Martín?	¿Qué ruta frecuenta más para desplazarse a su lugar de destino?	Horario en que toma la ruta de transporte
1						
2						
3						
4						

3.3.4 Matriz general de evaluación del mobiliario urbano. Para lograr adquirir una mayor percepción ante el desempeño de calidad de vida en ambientes urbanos de las paradas de estudio en el barrio San Martín, se establece la presente matriz con base a los lineamientos del estado del mobiliario urbano del manual de espacio público de la ciudad de Cúcuta, comprendida por el siguiente inventario; accesibilidad: definida como la facilidad con la cual se logra el disfrute pleno de la oferta al sistema de transporte público en las paradas estudiadas, calidad: reflejada mediante el índice de sostenibilidad ambiental en el espacio, seguridad; determinada por la aptitud para garantizar la seguridad de los ciudadanos y proteger las infraestructuras del sector, sostenibilidad: delimitada por la garantía de que no se degrade el entorno y procure calidad de vida a los ciudadanos, economía: teniendo en cuentas la compra y futuras renovaciones financieramente accesibles para la comunidad y entidades gubernamentales, reparabilidad: definida por su grado de reformatión y restauración y finalmente confort: según su capacidad de responder a las características y necesidades del entorno presente.

Tabla 10. Matriz general de evaluación del mobiliario urbano

Índice urbano		Si	No	N/A
Accesibilidad	¿El desplazamiento se realiza de manera fácil, confiable, segura y sin obstrucciones desde una vía a otra ?			
Calidad	¿Los materiales usados garantizan resistencia, durabilidad y exposición en condiciones de alto tráfico? ¿estos materiales realzan los colores propios de la región?			
	¿Son materiales producidos en la región?			
Seguridad	¿Se aprecia de manera clara la separación entre zonas verdes y zonas duras?			
	¿El mobiliario urbano cumple las propiedades de ergonomía, resistencia, deslizamiento y rodamiento?			
	¿Existe separación entre las vías vehiculares y los andenes peatonales?			
Sostenibilidad	¿Los elementos del espacio público cumplen con un mantenimiento reducido y durabilidad en el tiempo?			
	¿Las especies de plantas encontradas en el espacio urbano son nativas y cumplen con el acuerdo 0187 de 1997 "por el cual se adopta ornamentación floral"?			
Economía	¿Los elementos del espacio público permiten la estandarización y producción por parte de las empresas locales?			
Reparabilidad	¿Los materiales que se utilizan se encuentran de manera facil y practica en la región?			
	¿Son piezas que permitan su desarme y posterior armado sin complicaciones o entes especiales?			
Confort	¿Los materiales con los que esta construido el mobiliario permite la correcta disipacion del calor?			

3.3.5 Matriz de las rutas del transporte público en el barrio San Martín. Aumentando la capacidad de captación de datos se ejecutó un estudio de campo capaz de precisar los tiempos en cada una de las rutas de transporte público y puntualizar algunos de los agentes que lo modifican en su trayecto por el barrio San Martín.

El estudio de campo comprende el seguimiento de las 8 rutas de transporte público presentes en el barrio San Martín, el cual según la ruta, comienza desde los siguientes puntos de entrada al barrio: La avenida Demetrio Mendoza, las Chiveras y la Avenida Principal del barrio San Martín / Avenida 11, y puntos de terminación como; el parque la Plazoleta siglo XXI o la avenida Demetrio mendoza, en vista de que algunas de estas rutas son de la ciudad al barrio y del barrio a

la ciudad. otros elementos definidos son: embarque de pasajeros; número de pasajeros que ascienden al sistema de transporte público, desembarque de pasajeros; número de pasajeros que descienden del sistema de transporte público, tiempo de embarque; duración del ascenso de cada uno de los usuarios al sistema de transporte, tiempo de desembarque; duración del descenso de cada uno de los usuarios al sistema de transporte, tiempo de pago; duración del pago del pasaje, KM; kilometro recorridos por ruta, velocidad promedio; cantidad de metros recorridos por unidad de tiempo, tiempo de la ruta; período determinado durante el que se realiza la ruta de transporte y no se bajaron; son aquellos usuarios que no se bajaron al llegar al punto final del barrio San Martin.

Tabla 11. Matriz de las rutas de transporte en el barrio San Martin

Datos	Minuto	Ruta de transporte público							
		A	B	C	D	E	F	G	H
	0								
Embarque de pasajeros	1								
	2								
	3								
Tiempo de embarque	0								
	1								
	2								
	3								
Desembarque de pasajeros	0								
	1								
	2								
	3								
Tiempo de desembarque	0								
	1								
	2								
	3								
Tiempo de pago	0								
	1								
	2								
	3								
Km									
Velocidad promedio									
No se bajaron									
Tiempo ruta									

3.3.6 Herramientas tecnologías de información y comunicación. Siguiendo lo propuesto en los objetivos y el marco teórico y conceptual, este proyecto tiene como diferenciador el uso de las TIC, por lo cual, como se explica en el siguiente capítulo, se usaron herramientas TIC para recolección y procesamiento de datos, así como para la integración y presentación final de las estrategias.

4. TIC Aplicadas a la Movilidad

De manera general, este proyecto se puede incluir lo que se conoce como la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial, dentro de lo cual aparece el concepto de Ciudades Inteligentes y la tendencia actual de Transformación Digital. Para el profesional de Arquitectura lo más cercano a estos temas son las herramientas usadas para dibujo y diseño y algunas otras herramientas básicas. Sin embargo, para el cumplimiento de los objetivos fue necesario profundizar en temas como Cloud Computing, Inteligencia Artificial y Big Data aplicados al ejercicio de la Arquitectura. En consecuencia, a continuación, se resumen las herramientas más relevantes que se analizaron para incorporar al proyecto y que finalmente influyen en la estrategia propuesta.

4.1 Revisión de Herramientas Tecnológicas Detección de Objetos

4.1.1 Supersense. Es una aplicación de asistencia inteligente que ayuda a los usuarios ciegos y con discapacidad visual a leer, encontrar objetos y explorar lugares de forma independiente. Utiliza tecnología de Inteligencia Artificial para describir los objetos de su alrededor, proporciona un par de ojos digitales para hacer el mundo físico más accesible para la comunidad ciega y con baja visión. Se encuentra en formato móvil, es decir la podemos descargar desde play store y funciona con la cámara del celular, la aplicación es gratuita, pero posee otras funciones adicionales que requieren de un pago mensual adicional, la interfaz es sencilla, intuitiva y fácil de usar.

A la hora de probar la aplicación nos encontramos con el software bastante básico, algunos objetos no los reconoce del todo bien y se demora en precisar la información. Sirvió como un primer acercamiento para la detección de objetos, pero a la hora de reconocer automóviles y tráfico no lo hacía de manera específica como lo que necesitábamos, además el código estaba

limitado ya que hace parte de la libreta de aplicaciones verificadas por la tienda de Android.

4.1.2 Google Vision AI. Producto oficial de Google Cloud, es una aplicación que emplea el aprendizaje automático para ayudar a comprender las imágenes con alta precisión, permite asignar etiquetas a las imágenes y clasificarlas rápidamente en categorías ya pre establecidas. Entre sus ventajas se encuentra la detección de objetos de manera rápida, así como comprender cuando es una imagen y cuando hay texto en ella, se encuentra directamente en la página de Google, pero se paga para poderla descargar y tener acceso a todas las funciones, sus precios oscilan desde 1,50 dólares a 3,50 dólares por imagen etiquetada al mes. Por sus restricciones en cuanto a las opciones limitadas de compra y el precio esta aplicación no pudo ser utilizada y fue descartada.

4.1.3 Sullivan +. Es una aplicación de ayuda visual proporcionada por TUAT Inc. y para mejorar la accesibilidad de los usuarios con discapacidad visual y baja visión e informar a los usuarios que necesitan ayudas visuales sobre la información percibida a través de la cámara del celular. Utiliza Inteligencia Artificial para realizar diferentes funciones, entre ellas: reconocimiento de texto, reconocimiento de rostros, descripciones de imágenes, reconocimiento de colores y brillos de luz, todo realizado con la cámara principal del celular. Se encuentra fácilmente en la tienda play store y su instalación es completamente gratuita, sin embargo, posee funciones pagas dentro de la misma.

Cuando se realizó la prueba de uso encontramos cierto parecido a la aplicación Supersense, pues su interfaz tiende a ser fácil de manejar y muy intuitiva permitiendo que cualquier persona inexperta pueda manejarla. Posee las mismas restricciones que la anteriormente mencionada, no reconoce específicamente los objetos ni permite diferenciar entre carros, buses o camionetas, su

ejecución era lenta y pesada.

4.1.4 Envision AI App. La aplicación se caracteriza por ser la más rápida y eficiente en el reconocimiento óptico de caracteres ayudando así a personas con discapacidad visual y a usuarios ciegos. Además de ofrecer la aplicación que se puede descargar desde la tienda de play store una versión gratuita con opciones limitadas; posee la misma tecnología instalada en unos lentes exclusivos para brindar asistencia tecnológica a personas discapacitadas visualmente.

La aplicación tiende a ser mucho más eficaz que las anteriores y menos pesada, pero al realizar pruebas de reconocimiento de objetos en movimiento como automóviles se queda corta pues no clasifica ni diferencia tipos de vehículos, no posee entrenamiento del código por ser una aplicación y empresa ya consolidada, sin embargo podemos tomar lo sencilla y amigable con el usuario que tiene la interfaz principal donde se encuentran todas las funcionalidades que se descubren con el uso, igualmente utiliza la cámara trasera del celular.

4.1.5 Algoritmo SSD. Que son las siglas de “Single Shot Detection”, algoritmo de detección de objetos cuya principal característica es ofrecer un equilibrio entre velocidad y precisión a través de su red neuronal, es de código abierto y su dominio es público. Es el primer detector de objetos basado en redes neuronales convolucionales que no muestra píxeles o características para cada región. La detección de objetos SSD se compone de dos partes: la primera se centra en extraer mapas de características y la segunda parte se encarga de aplicar los filtros de convulsión para detectar los objetos.

Al ser un método tan complejo que requiere especialistas en el tema de redes neuronales y un entrenamiento base para poder detectar los automóviles y personas incrementan más los recursos de maquinaria y tiempo que se habían presupuestado para el desarrollo de dicho sistema.

4.1.6 YOLO. YOLO es el acrónimo de “You Only Look Once”, que es un algoritmo de visión artificial para detectar y clasificar objetos en tiempo real. Es de código abierto y de dominio público. Es uno de los más rápidos en cuanto a procesamiento de imágenes se refiere, para que el programa sea capaz de detectar un objeto en concreto ya sea en imagen o video es necesario proporcionarle muchas fotos donde aparezca dicho objeto (en nuestro caso automóviles) de diferentes maneras y en diferentes ángulos. El algoritmo aprende representaciones generalizables de los objetos, permitiendo un bajo error de detección para entradas nuevas, diferentes al conjunto de datos de entrenamiento.

Al ser un algoritmo se vuelve muy complejo para estudiantes que no hagan parte de la carrera de ingeniería de sistemas, sin embargo, se pueden encontrar diferentes códigos ya entrenados y listos para usar, lo que nos ahorró tiempo y dinero en la ejecución del mismo. Puede asociarse a aplicaciones como Google Colab donde permite ejecutarse el código desde la nube sin consumir recursos propios, además tiene la posibilidad de subir los videos ya procesados a la plataforma de Youtube donde pueden ser visualizados y guardados.

Durante la investigación se encontraron muchas otras herramientas, pero algunas no estaban disponibles para sus prueba y evaluación y otras resultaron de una complejidad mayor para el alcance de un profesional de Arquitectura. La tabla 12 resume las herramientas revisadas.

Tabla 12. Herramientas tecnológicas para la detección de objetos

Nombre	Descripción	URL	Forma de descarga	Tipo Licencia	Usabilidad	Rendimiento
Supersense	Una app que permite a las personas ciegas poder identificar las cosas que se encuentran a su alrededor. La aplicación cuenta con dos modos de reconocimiento, uno de texto y otro de objetos.	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mediate.supersense&hl=es_CO	Gratis desde Play Store	Licencia privada (Propietario Mediate)	Fácil	Android 6.0 y posteriores
Google Vision AI	Extrae información valiosa de tus imágenes en la nube o en el perímetro con AutoML Vision, o usa modelos previamente preparados de la API Vision para detectar emociones, interpretar texto y mucho más.	https://cloud.google.com/vision/	Versión de prueba paga	Licencia privada/paga	Versión paga	Tarjeta gráfica / Windows 10
Sullivan +	Sullivan + es una aplicación de ayuda visual proporcionada por TUAT Inc. y para mejorar la accesibilidad de los usuarios con discapacidad visual y baja visión e informar a los usuarios que necesitan ayudas visuales sobre la información percibida a través de la cámara del Smartphone.	https://play.google.com/store/apps/details?id=tuat.kr.sullivan&hl=es_CO	Gratis	Abierta	Fácil	Soporta Android 6.0 / iOS
Envision AI App	Envision es una aplicación para teléfonos inteligentes que permite a los usuarios ciegos y de baja visión ser independientes al hablar sobre el mundo visual que los rodea.	https://www.letsenvision.com/	Demos desde Play Store/App Store	Licencia privada (Propietario Envision)	Facil	Android 6.0 y posteriores
Algoritmo SSD	SSD está diseñado para la detección de objetos en tiempo real, todo el proceso se ejecuta a 7 cuadros por segundo. Muy por debajo de lo que necesita un procesamiento en tiempo real. SSD acelera el proceso al eliminar la necesidad de la red de propuestas de la región.	https://towardsdatascience.com/understanding-ssd-multibox-real-time-object-detection-in-deep-learning-495ef744fab	Gratis	Abierta	Difícil	Tarjeta gráfica / Windows 10
Algoritmo YOLO	Es un sistema de código abierto del estado del arte para detección de objetos en tiempo real, el cual hace uso de una única red neuronal convolucional para detectar objetos en imágenes. Para su funcionamiento, la red neuronal divide la imagen en regiones, prediciendo cuadros de identificación y probabilidades por cada región; las cajas son ponderadas a partir de las probabilidades predichas.	https://pjreddie.com/darknet/yolo/	Gratis	Abierta	Difícil	Tarjeta gráfica / Windows 10

4.2 Revisión de Herramientas Tecnológicas Simuladores de Movilidad

4.2.1 PVT Visium. PTV Group ofrece soluciones de software y diversa cantidad de servicios de consultoría para mejorar la movilidad y el transporte en la búsqueda constante de un futuro más limpio e inteligente. Actualmente cuenta con más de 120 países que confían en las herramientas de PTV. Su software, el mejor de su clase para la gestión inteligente del tráfico y la optimización del transporte, es capaz de ofrecer a las responsables opciones de planeación como; logística ahorrar tiempo, dinero, hacer las carreteras más seguras y proteger el medio ambiente.

Este un software para la planificación de tráfico líder en el mundo, es diseñado para que los planificadores de transporte saquen potencial a las ciudades, el cual permite realizar análisis de tráfico, pronósticos y gestión de datos basados en GIS, modelación de carreteras y sus respectivas interacciones y planificación de los servicios de transporte público.

Este programa de tráfico permite su utilización si no es pago únicamente a través de la licencia estudiantil previamente verificada o Demo, las cuales pueden ser usadas por un número de días determinado por el software. Este sistema informático, aunque es capaz de ofrecer una innumerable cantidad de herramientas y opciones de desarrollo y creación, su uso y ejecución son de difícil conexión y comprensión, agregado a una escasa cantidad de información o espacios en la web para poder obtener referentes o puntos guía de su respectivo uso. El software ofrece diferentes versiones en cada nueva descarga haciendo aún más complicada la comprensión del mismo y el uso de resultados anteriores para proseguir el trabajo ya ejecutado. limitando así la progresión o avance.

4.2.2 Infracworks. InfraWorks es el software de diseño conceptual de infraestructura civil que permite a todo tipo de profesionales, visualizar, analizar y modelar sus conceptos de diseño en el contexto del mundo real, dentro de un entorno construido y natural orientado en la toma de decisiones adecuadas en los resultados de un proyecto.

Este software permite agregar datos de diversos tipos que le permitan generar un contexto rico para el modelo a utilizar, dentro de los cuales se encuentran su capacidad de integrar el diseño con los datos geoespaciales, la modelación de las condiciones del entorno construido y natural, optimización del diseño, y la generación de experiencias inmersivas y atractivas que permiten comunicar la funcionalidad del diseño. InfraWorks puede ser descargado con la verificación de una licencia estudiantil a través de la plataforma tras un periodo de estudio del perfil del usuario, se ofrece un periodo de un año de uso totalmente gratuito

A pesar de ser una herramienta de acceso gratuito para estudiantes y ser capaz de desarrollar una simulación y su análisis inmediato según los datos agregados, posee limitantes en su desarrollo, como lo son; agregar variables de tiempos de recorrido preestablecidos, cantidad de parque automotor necesario para la simulación y su respectiva velocidad, ubicación autónoma de puntos de paradas preestablecidos por el sistema que impiden la realización de una simulación 100% fiel a una situación real. el software suele tomar decisiones sobre algunas variables para el proceso de simulación, eliminando totalmente la opción de prueba y ensayo o nuevo diseño por parte de los usuarios, sumado a la dificultad de guardado y exportación para futuros cambios o uso del mismo.

4.2.3 Intersection Controller. El software móvil está caracterizado por permitir el control del tráfico mediante el manejo de intersecciones y direccionamiento de vehículos, ofreciendo 60

mapas prefabricados y más de 150.000 mapas creados por el usuario, sumando las características: por efectos del clima, ciclo día-noche, eventos aleatorios, simulación de situaciones de riesgo, edición de mapas, y navegación libre en mapas de otros usuarios. tecnología igualmente utilizada en el diseño de movilidad y tránsito de diversas aplicaciones de simulación.

Esta aplicación móvil es menos pesada que cualquier otra y ofrece acceso totalmente gratuito, pero al desarrollar el mapa del territorio omite totalmente aspectos del mismo y limita la cantidad de carreteras y kilómetros a desarrollar, agregado a la dificultad de manejar su interfaz por las limitaciones del móvil y lo amplio que se requiere que sea el modelado en esta situación. Esta aplicación es principalmente de uso de diseño por lo que no posee mayor complejidad en el manejo de diversas variables a lo largo del desarrollo del espacio a analizar.

4.2.4 Traffix 3D. La Aplicación móvil Traffix 3D permite comprender el control del tráfico mediante diversas situaciones en las cuales el usuario entiende funcionamiento básico en el escenario presentado, allí se proveen opciones de control y espacios de uso y manejo basados en el cumplimiento de la normativa y la autoridad de la plataforma. Traffix, proporciona nuevas mecánicas, gráficos 3D, más de 100 ciudades, docenas de vehículos nuevos y una atmósfera recientemente desarrollada inspirada en el minimalismo de la versión premium. Esta tecnología es de fácil acceso y es totalmente gratis para el uso de todo tipo de usuario.

Traffix 3D como aplicación móvil solo funciona a partir de la información ya previamente programada en el mismo, no permite la transformación o creación de escenario ni el manejo del parque automotor o control de tiempo por vehículo, funciona únicamente como un prototipo para ser utilizado bajo esas únicas condiciones. dejando al usuario sin oportunidad de poder interactuar completamente con la herramienta u obtener mayor información que la ya presentada

por la misma.

4.2.5 TransModeler. TransModeler es un paquete de simulación de tráfico adaptable a una amplia gama de situaciones de planificación y modelado de tráfico. TransModeler es capaz de simular todo tipo de espacios de carreteras, como; áreas del centro hasta autopistas, y es capaz de analizar redes multimodales de alta fidelidad. Ofrece la opción de modelar y visualizar sistemas de tráfico complejos en un entorno GIS tanto tridimensional como bidimensional que permita ilustrar y evaluar el flujo de tráfico, las señales de tráfico, el rendimiento general que posee la red.

TransModeler a diferencia de las demás herramientas utilizadas se muestra como la herramienta indicada para este tipo de proyecto, pero no ofrece ningún tipo de acceso gratuito o licencia estudiantil, su acceso es únicamente pago.

4.2.6 Aimsun. Programa de microsimulación de tráfico actualmente prestando sus servicios a casi 6.000 licencias en 85 países diferentes, incluyendo la presencia de empresas de consultoría, agencias gubernamentales e instituciones académicas. Aimsun aparece con la revolución económica, tecnología y la evolución del comportamiento en el entorno construido, este software permite la modelación las redes de movilidad inteligente.

Ainus tiene la facultad de poder ofrecer un laboratorio de modelado de movilidad personal que permite analizar cualquier espacio, desde una única intersección hasta una región completa. Este software permite la simulación de la movilidad en tiempo real, ofreciendo la capacidad de anticipar la congestión en nuestras carreteras y generar acciones antes de que suceda.

La plataforma Aimsun es un software que permite la utilización de una versión estudiantil totalmente gratuita por un año, y el acceso a todas las herramientas del mismo inmediatamente. Dentro de sus beneficios permite la modelación de 200 km de carretera de manera totalmente gratuita.

A diferencia de otras herramientas cuenta con un gran repositorio de videos tutoriales que permiten comprender en gran medida la herramienta, y posee una interfaz de comprensión media, muy intuitiva con el uso y manejo de la misma. Otra de sus propiedades más características es la accesibilidad a la utilización de la herramienta misma al no ser necesario la utilización de grandes cantidades de recursos por parte de los equipos como sería la presencia de grandes memorias gráficas, agregado a ello ofrece perfectas condiciones de guardado para futuras correcciones o ampliación del proyecto desarrollado. Aimsun permite la simulación en diferentes niveles de complejidad, según la preferencia o necesidad del usuario; desde zonas barriales hasta ciudades completas, facilitando así el desarrollo del usuario sin limitaciones técnicas u operativas.

La Tabla 13 resume las diferentes herramientas y en los anexos aparecen detalles de las herramientas que finalmente hicieron parte de la estrategia propuesta.

Tabla 13. Herramientas tecnológicas para la simulación de movilidad

Nombre	Descripción	URL	Forma de descarga	Tipo Licencia	Usabilidad	Rendimiento
PVT	PTV Visum es el software de planificación de tráfico líder en el mundo diseñado para que los planificadores de transporte saquen potencial a las ciudades.	https://www.ptvgroup.com/es/soluciones/productos/ptv-visum/	Versión estudiantil sencilla	Académica	Difícil	Tarjeta gráfica / Windows 10 o posterior
Infraworks	El software de diseño conceptual de infraestructura civil InfraWorks® permite a los profesionales de AEC modelar, analizar y visualizar sus conceptos de diseño dentro de un contexto del mundo real del entorno construido y natural, mejorando la toma de decisiones y los resultados del proyecto.	https://www.autodesk.com/products/infraworks/overview?plc=IW360P&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1	Paga https://www.autodesk.com/products/infraworks/subscribe?plc=IW360P&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1	Licencia privada	Difícil	Tarjeta gráfica / Windows 10
Intersection Controller	Es un versátil simulador de tráfico con muchas características avanzadas, simula una amplia gama de tipos de servicios que incluyen redes urbanas de uso mixto y redes de autopistas, y puede ser adaptado fácilmente para modelar áreas geográficas específicas tales como centros de las ciudades, corredores de autopistas o carreteras de principales.	https://play.google.com/store/apps/details?id=se.shadowtree.software.trafficbuilder&hl=es_CO&gl=US	Gratis desde Play Store	Gratis	Fácil	Soporta Android 6.0 / iOS
Traffix 3D	Aplicación de manejo de tráfico que permite crear y dominar todo tipo de situaciones de movilidad posibles, con Traffix 3D se maneja el efecto de la movilidad en un espacio en específico	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.shockvalor.traffix3d&hl=es_419&gl=US	Gratis	Abierta	Fácil	45,66 MB
Trans	Es un potente y versátil paquete de	https://www.caliper.com	Desde página	Versión	Difícil	Tarjeta

Nombre	Descripción	URL	Forma de descarga	Tipo Licencia	Usabilidad	Rendimiento
Modeler	simulación, aplicable a una amplia gama de tareas de planeamiento y modelamiento de tráfico. TransModeler puede simular toda clase de redes de viales, desde autopistas hasta calles de los centros de las ciudades, y puede analizar redes multimodales de áreas extensas con gran detalle y fidelidad.	/transmodeler/descripcion.htm	web	paga		grafica / Windows 10
Aimsun	Es un programa de micro simulación de tráfico que permite diseñar, planificar, simular y evaluar la oferta vial de acuerdo a características operacionales y de demanda vehicular de un sector en particular. Puede simular y predecir las interacciones entre vehículos, peatones, bicicletas, autobuses y tranvías, además de manejar diferentes escalas de trabajo y complejidades.	https://www.aimsun.com/	Desde página web, versión académica o paga	Académica	Medio	Tarjeta grafica / Windows 10

4.3 Diseño de la Estrategia Tecnológica

Las TIC son disruptivas, esto significa que generan una transformación en la realidad, principalmente en las prácticas, en la forma de hacer las cosas. Al iniciar el presente proyecto, en su etapa de formulación y gestión del anteproyecto, las prácticas empleadas eran manuales, recolección en sitio de datos por parte de una persona, sin ningún uso de las TIC. Debido a la complejidad de esta actividad fue que se formuló el proyecto incorporando el uso de las TIC, con el fin de incursionar en lo que se conoce como Transformación Digital.

Después de explorar las diferentes herramientas TIC que permite realizar la detección de objetos, la cual consiste en identificar elementos en una imagen y localizarlos dentro de la misma a través de las coordenadas propias del programa. A su vez, los simuladores de movilidad permiten reproducir un sistema de realidad virtual con los datos previamente obtenidos. Estas dos herramientas son comandadas por potentes ordenadores que mediante modelos matemáticos consiguen reproducir variables dinámicas de movimiento y captación.

Basándonos en el objetivo de involucrar herramientas que utilicen data para generar resultados se utilizaron las plataformas YOLO y Aimsun, siendo estas las que cumplían con todos los requerimientos apropiados para que tanto estudiantes como profesores tuvieran fácil acceso a las plataformas, además de estipulaciones básicas como rendimiento, portabilidad, software abierto o estudiantil y con una interfaz intuitiva; dando lugar a resultados globales con mayor capacidad de alcance para las dinámicas contempladas dentro del entorno de la profesión de Arquitectura.

5. Instrumentos y Análisis de Datos

5.1 Matriz General de Percepción

Para lograr clasificar y estudiar mejor los datos recolectados con las encuestas se optó por realizar tres análisis de frecuencia de palabras claves y así hallar los términos más relevantes, uno de los criterios de selección fueron escoger las 10 más frecuentes. Se depuró la lista descartando las palabras denominadas vacías o sin contenido que no aportan un problema específico o demasiado generales como para abordarlas en el trabajo de campo.

Con el fin de elaborar el análisis de las respuestas cualitativas de manera eficaz y verídicas se agruparon las respuestas en tres grandes rasgos, el primero consta de la depuración y clasificación de todas las palabras a nivel general, en segunda instancia se seleccionaron solo 10 palabras frecuentes bajo el filtro del género masculino y en tercera instancia se realizó el mismo procedimiento pero con las 10 palabras frecuentes bajo el filtro del género femenino; todo esto representado a través de tablas y nubes de palabras que permitieron una mayor comprensión de los problemas iniciales.

Tabla 14. Frecuencia de palabras con base a la Matriz general de percepción

Palabra clave	Cantidad	Porcentaje
Buses	23	20.72 %
Rutas	15	13.51 %
Tiempos de espera	12	10.81 %
Horas pico	11	9.91 %
Pasan lento	10	9.01 %
Velocidad	9	8.11 %
Motorizados	8	7.21 %
Paradas	6	5.41 %
Demora	5	4.50 %
Espacio público	5	4.50 %
Accidentes	4	3.60 %
Universidad	3	2.70 %

motorizados ocupan el 57.41% del resto de comentarios, la falta de espacios adecuados que sirvan como paradas de bus a lo largo del barrio e imprudencia por parte de los conductores de motocicletas cuando transitan por las vías principales.

Tabla 16. Frecuencia de palabras según encuesta de percepción realizada al género femenino

Palabra clave	Cantidad	Porcentaje
Tiempos de espera	11	22.45 %
Horas pico	10	20.41 %
Inseguridad	5	10.20 %
Noche	4	8.16 %
Alumbrado publico	3	6.12 %
Espacio personal	3	6.12 %
Sitios solos	3	6.12 %
Espera larga	5	10.20 %
Desconocimiento	2	4.08 %
Universidad	3	6.12 %



Figura 17. Nube de palabras percepción del género femenino

Clasificando los resultados obtenidos de las encuestas de percepción se observa que la principal preocupación de las habitantes en el sector estudiado tiende hacia los largos tiempos de espera entre rutas de la misma empresa, lo que causa congestión mayormente en horas pico ya que la falta de frecuencia de las mismas genera aglomeramiento dentro de los buses en horas donde el tráfico se vuelve muy pesado, las palabras relacionadas con esta problemática tales como: tiempos de espera, hora pico, inseguridad y alumbrado ocupan el 59.18% del resto de comentarios.

5.2 Matriz Aforos del Sistema de Transporte en el Barrio San Martin

Para inferir cómodamente los resultados del trabajo de campo del período manual y digital se prefirió por subdividir los resultados entre las cuatro paradas y delimitar los datos obtenidos entre el medio de transporte público y el medio de transporte alternativo, concediendo una percepción más clara del comportamiento que tienen cada uno de los medios de transporte en el territorio en torno a la capacidad total de los mismos y el rango de diferencia en número que poseen entre ellos.

Con objeto de destacar la formidable diferencia de los resultados cuantitativos obtenidos, se agruparon los resultados de servicio de transporte público en oposición a servicios de transporte alternativo, servicio de transporte público en contrariedad con el servicio de transporte privado y finalmente cada tipo de transporte identificado en el Barrio San Martin con su respectivo porcentaje del total.

Tabla 17. Matriz general Aforos del sistema de transporte en el barrio San Martin - Período Manual

Parada	Empresas de transporte publico						Transporte Alterno					
	Coomicro	Petrolea	Tonchala	Guasimales	Otra	Ruta	Bicicletas	Moto	Taxi	Particular	Pirata	
A1	13	19	15	0	0	0	19	552	155	658	0	
A A2	13	12	11	0	0	0	29	394	287	464	0	
A A3	14	18	12	0	0	0	9	221	284	519	0	
B B1	24	41	43	14	0	0	57	171	67	110	9	
B B2	26	41	43	15	0	0	71	192	58	190	10	
B B3	26	35	34	15	0	0	83	196	65	194	7	
C C1	21	28	33	12	0	0	73	189	52	115	1	
C C2	20	24	35	14	0	0	76	147	30	99	0	
C C3	16	20	32	12	0	0	57	121	30	85	0	
D D1	14	13	15	12	0	0	12	274	199	388	0	
D D2	13	12	11	0	0	0	29	394	287	464	0	
D D3	7	11	10	9	0	0	9	218	250	239	0	

Los resultados generados obtenidos en el periodo de recolección manual muestran la presencia de 9787 medios de transporte identificados, de los cuales solo el 9%, un total de 878 flotas hacen parte del sistema de transporte público. En donde las paradas B y C son las que cuentan con la mayor cantidad de estos y las paradas A y D con la menor cantidad de flotas presentes.

Tabla 18. Matriz general Aforos - Período Manual

Empresas	Total	%	TP/ CU	T. Publico / T. Privado	T. Buses/ Otros
Coomicro	207	2,1			
TransPetrolea	274	2,8			
TransTonchala	294	3,0	9,0	27,0	9,0
TransGuasimales	103	1,1			
Otra	0	0,0			
Taxis	1764	18,0	18,0		
Bicicletas	524	5,4	5,4		
Motocicletas	3069	31,4	31,4	73,0	91
Particulares	3525	36,0	36,0		
Piratas	27	0,3	0,3		

La tabla anterior apoya la percepción del sistema del transporte público como desestimado actualmente en el Barrio San Martín, en base a sus valores mínimos de conteo en semejanza con los demás medio de transporte revelando una diferencia del 91% esto es 8909 usuarios que se inclinan por el uso de otro medio de transporte distinto al sistema de transporte público. Al punto de sobresalir la predilección por el coche y el parque motorizado con valores de 36% y 31,4% respectivamente, un rendimiento claramente superior al 9% que corresponde al número de flotas de las rutas de transporte público.

Tabla 19. Matriz general Aforos del sistema de transporte en el barrio San Martin - Período Digital

Mes	Mañana / Tarde	Transporte Público								Total Rutas De Transporte	Transporte Particular					
		A	B	C	D	E	F	G	H		Bicicletas	Motos	Taxis	Particulares		
A	O	M	1	0	0	2	2	1	1	1	0	7	4	77	19	55
	O	M	2	0	0	1	3	0	2	3	0	9	3	66	22	51
	O	T	3	0	0	2	1	2	2	1	0	8	8	156	38	73
	N	M	4	0	0	0	1	2	0	1	0	4	6	84	21	51
	N	M	5	1	0	2	3	1	2	0	0	9	1	51	21	43
	N	T	6	0	0	2	1	1	2	0	0	6	2	54	17	38
	D	M	7	0	0	1	1	1	2	1	0	6	0	83	22	52
	D	T	8	0	0	2	2	1	3	0	0	8	7	78	43	65
	D	M	9	0	0	1	1	1	0	1	0	4	5	76	23	46
	O	M	10	0	1	2	1	0	2	0	0	6	2	68	22	47
B	D	M	1	2	0	3	1	3	1	1	2	13	3	21	1	9
	O	M	2	1	0	2	2	1	2	0	1	9	2	34	14	38
	O	M	3	4	1	1	1	1	1	0	1	10	2	56	8	33
	O	T	4	1	0	1	2	1	1	0	2	8	5	25	7	9
	N	M	5	4	1	1	3	0	1	0	2	12	4	32	4	18
	N	M	6	3	1	1	3	2	1	0	2	13	0	48	14	38
	N	T	7	3	1	1	1	1	1	0	2	10	4	37	12	32
	D	M	8	3	0	2	2	2	1	0	2	12	3	48	10	38
	D	T	9	3	2	2	2	1	0	0	2	12	8	46	12	29
	D	T	10	1	1	2	3	1	1	0	1	10	10	42	7	29
C	N	M	1	1	1	1	1	2	1	0	2	9	5	110	37	94
	O	M	2	3	2	1	2	2	2	0	1	13	4	97	30	59
	O	M	3	2	0	2	0	1	2	1	2	10	8	94	32	71
	O	T	4	0	1	1	1	2	1	1	2	9	4	110	39	71
	N	M	5	2	2	1	2	1	2	1	1	12	4	104	28	67
	N	M	6	2	1	1	1	1	3	1	1	11	8	72	21	58
	N	T	7	2	3	2	2	2	2	0	1	14	6	105	31	56
	D	M	8	3	0	2	2	0	2	1	2	12	3	91	20	60

Mes	Mañana / Tarde	Transporte Público									Total Rutas De Transporte	Transporte Particular				
		A	B	C	D	E	F	G	H	Bicicletas		Motos	Taxis	Particulares		
D	T	9	2	0	1	0	1	1	1	1	7	6	84	26	50	
D	M	10	5	2	1	3	2	1	0	3	17	14	102	27	74	
D	O	M	1	1	1	2	1	1	1	1	0	8	4	63	18	18
	O	M	2	2	2	2	2	1	2	1	0	12	7	62	14	22
	O	T	3	2	1	0	2	1	0	1	0	7	7	31	8	13
	N	M	4	2	1	2	1	1	0	2	0	9	4	53	18	20
	N	M	5	4	2	2	0	1	0	1	0	10	4	60	19	25
	N	T	6	4	2	2	2	2	2	1	0	15	5	46	23	25
	D	M	7	3	2	1	1	1	1	1	0	10	3	42	5	15
	D	T	8	2	1	1	1	1	1	0	0	7	0	29	4	13
	D	M	9	2	1	1	1	1	1	1	0	8	3	30	10	22
	O	M	10	1	3	1	1	1	2	3	0	12	6	33	11	23

En el periodo de recolección Digital el producto obtenido muestra la presencia de 5580 medios de transporte registrados por los videos del estudio, a lo que un 7% alude a la cantidad de 388 flotas del sistema de transporte público. De las cuales las paradas B y C se mantienen con la mayor cantidad de flotas de servicio y las paradas A y D con la menor cantidad de flotas con un número de 165 entre ambas.

La diferencia entre las totalidades de ambos periodos radica en la diferencia de los periodos de tiempo de la captación de información, en primer lugar, el período manual con duraciones de 4 horas y en segundo lugar el periodo digital con una duración de 15 minutos. No obstante, la prevalencia por el uso de los medios de transporte alternos persiste y sobrepasa en ambas situaciones al sistema de transporte público.

Tabla 20. Matriz general Aforos - Período Digital

Empresas	Total	%	TP / CU	T. Publico / T. Privado	T. Buses / Otros
a	71	1,3			
b	36	0,6			
c	58	1,0			
d	62	1,1	7,0		7,0
e	48	0,9		20,5	
f	53	0,9			
g	27	0,5			
h	33	0,6			
Taxis	758	13,6	13,6		
Bicicletas	184	3,3	3,3	79,5	
Motocicletas	2600	46,6	46,6		93,0
Particulares	1650	29,6	29,6		

El resultado con respecto a la situación del sistema de transporte público en el Barrio San Martin persiste a lo largo del trabajo de campo, con una diferencia del 93% con los demás sistemas de transporte, apuntando a 5192 que anteponen el uso de otros medios como lo son; los

taxis, las bicicletas, las motocicletas y el carro particular. A diferencia del período manual en este caso prevaleció el uso de las motocicletas con un porcentaje de 46.6% superando con 950 usuarios el uso del vehículo privado.

5.3 Matriz Origen - Destino de las Rutas del Transporte Público del Barrio San Martín

Para entender mejor el estudio de movilidad realizado se decidió elaborar encuestas que permitieron conocer cuáles eran las rutas que eligen los usuarios con más frecuencia, cuáles son los horarios con mayor demanda y cuáles son las principales zonas de destino a las que se dirigen los habitantes de la zona de San Martín.

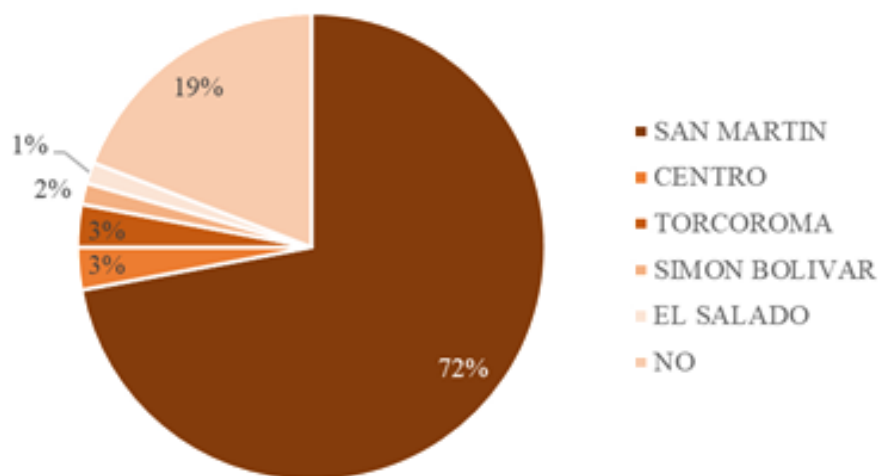


Figura 18. Origen de los usuarios del transporte público

Con base en los resultados obtenidos la mayor parte de la población que se transporta en el barrio pertenece y vive en él, sin embargo dentro del mismo se trasladan personas de otros barrios como Simón Bolívar, El Salado, Torcoroma y desde el Centro de la ciudad de Cúcuta. A modo de resumen este estudio nos permite entender que el origen de los usuarios que llegan al barrio no son necesariamente de San Martín, intuyendo que estas mismas personas se desplazan por temas

laborales, educativos o de ocio.

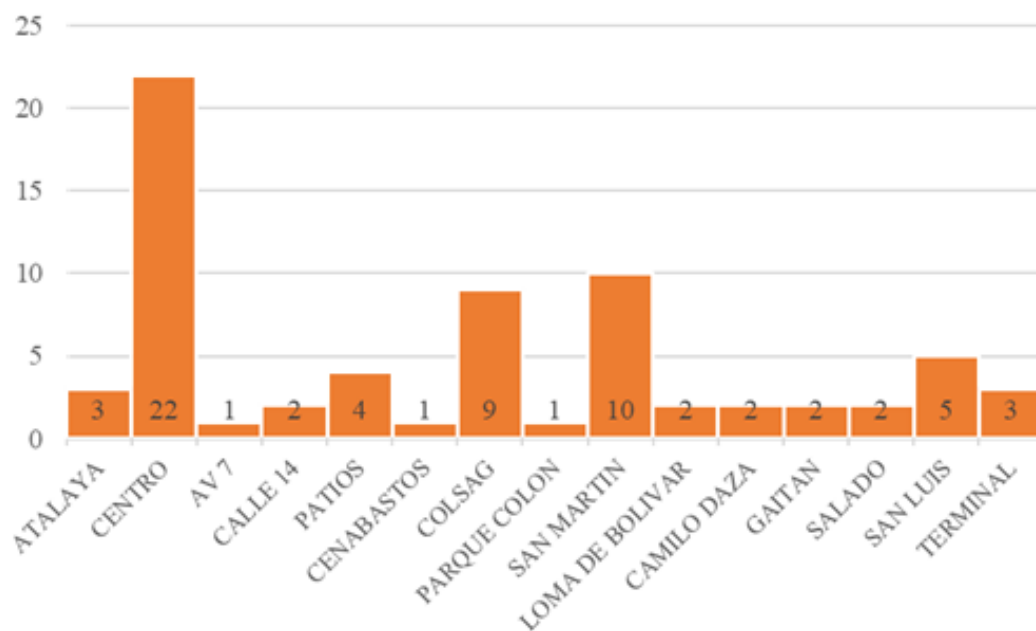


Figura 19. Destino frecuente de los usuarios del transporte público

El desplazamiento hacia la zona céntrica de la ciudad es la más frecuentada por los habitantes del sector, ocupando un 32.3% del total, la segunda zona más frecuentada es la que va desde el centro de la ciudad hasta San Martín con un 14.7%. Al realizar el estudio encontramos las partes de la ciudad que más frecuentan los usuarios del barrio, y por lo tanto las de mayor importancia.

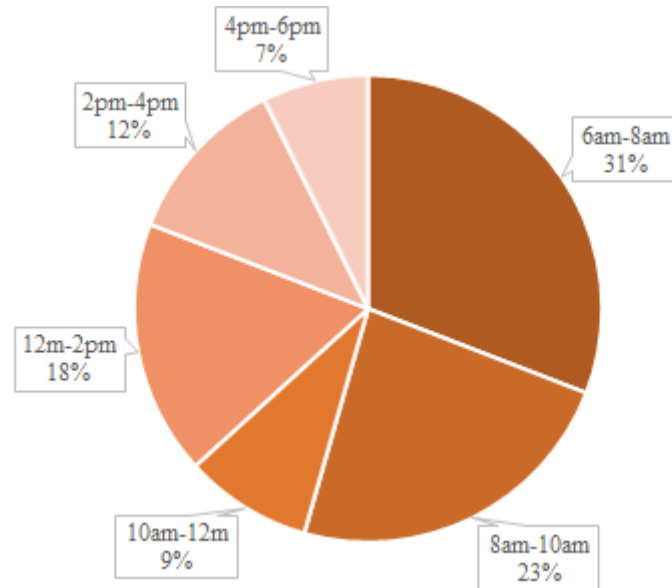


Figura 20. Horarios frecuentes por los usuarios del transporte público

Basado en las respuestas de las entrevistas notamos que los tiempos de mayor afluencia de personas para utilizar el transporte público lleva lugar en horas de la mañana de 6am a 10am, prevalece principalmente el traslado de estudiantes y trabajadores. Otra hora de gran afluencia es entre las 12m a 2pm, cuando retornan de los sitios de trabajo y estudio, tema importante ya que la mayoría de rutas que prestan el servicio de transporte público no da abastecimiento a la cantidad de personas que necesitan retornar a sus sitios de vivienda por lo cual se convierte en una hora con demasiados tiempos de espera y rutas con trayectos muy largos.

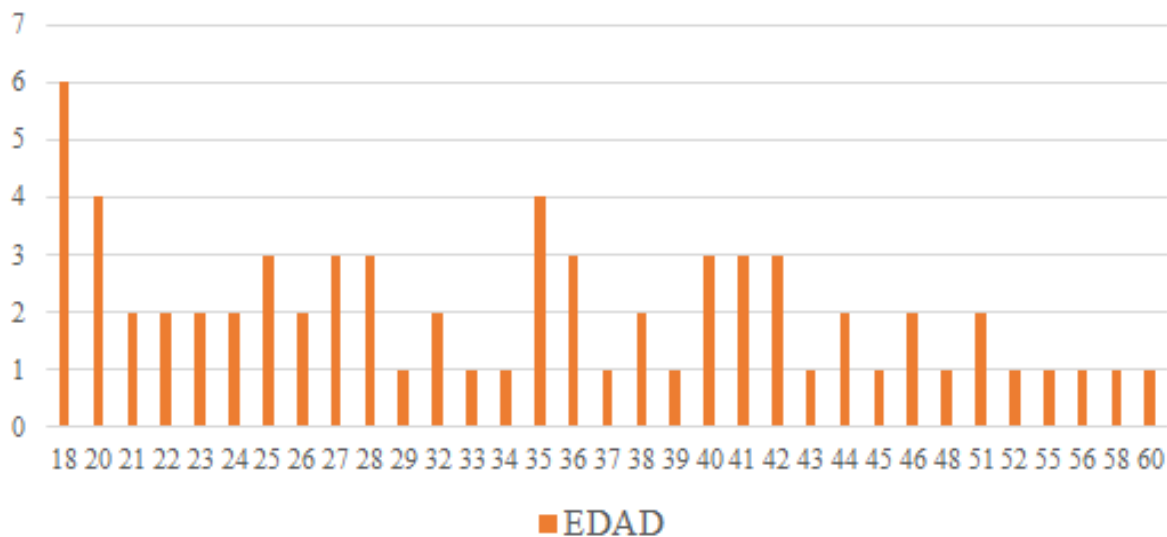


Figura 21. Edades de los usuarios que utilizan el transporte público

Prevalece a los adultos jóvenes como principales usuarios del sistema de transporte público en el sector, con un 44.7% del total encuestado. A lo largo del tiempo de estudio por lo general los estudiantes de universidades como la Francisco de Paula Santander, Universidad de Santander, Universidad Libre y el Sena son quienes más frecuentan las rutas de transporte de la empresa Coomicro pues es la única que tiene una ruta fija para estos sitios, sin embargo, en horas de mayor afluencia es la que más se llena y la que posee mayores tiempos de espera.

5.4 Matriz General de Evaluación del Mobiliario Urbano

Tabla 21. Matriz general de evaluación del mobiliario urbano

Índices urbanos		A			B			C			D		
		Si	No	N/A	Si	No	N/A	Si	No	N/A	Si	No	N/A
Accesibilidad	¿el desplazamiento se realiza de manera fácil, confiable, segura y sin obstrucciones desde una vía a otra ?	X			X			X			X		
Calidad	¿los materiales usados garantizan resistencia, durabilidad y exposición en condiciones de alto tráfico? ¿estos materiales realzan los colores propios de la región?	X			X			X			X		
	¿son materiales producidos en la región?	X			X			X			X		
Seguridad	¿se aprecia de manera clara la separación entre zonas verdes y zonas duras?	X			X			X			X		
	¿el mobiliario urbano cumple las propiedades de ergonomía, resistencia, deslizamiento y rodamiento?	X			X			X			X		
	¿Existe separación entre las vías vehiculares y los andenes peatonales?	X			X			X			X		
Sostenibilidad	¿los elementos del espacio público cumplen con un mantenimiento reducido y durabilidad en el tiempo?	X			X			X			X		
	¿las especies de plantas encontradas en el espacio urbano son nativas y cumplen con el acuerdo 0187 de 1997 “por el cual se adopta ornamentación floral”?	X			X			X			X		
Economía	¿los elementos del espacio público permiten la estandarización y producción por parte de las empresas locales?	X			X			X			X		
Reparabilidad	¿los materiales que se utilizan se encuentran de manera fácil y practica en la región?	X			X			X			X		
	¿son piezas que permitan su desarme y posterior armado sin complicaciones o entes especiales?	X			X			X			X		

El barrio San Martín, afronta un deplorable estado actual de su mobiliario urbano, dando como resultado falencias de; accesibilidad, calidad, seguridad, sostenibilidad, economía, reparabilidad y confort de las paradas identificadas en el estudio de campo. La falta de elementos impide garantizar el adecuado funcionamiento tanto para el peatón como para el servicio de transporte público de la ciudad.

En el mobiliario urbano actual de las paradas de transporte público en el barrio San Martín facilita la presencia de situaciones como la ubicación de buses antes y después del paradero o fuera del andén ocasionando congestión y obligando al usuario a abordar el vehículo desde la calzada, esto visto repetidamente a lo largo del territorio e incrementando la falta de cultura y conocimiento de las paradas previamente establecidas para ser utilizadas correctamente.

5.5 Matriz de las Rutas del Transporte Público en el Barrio San Martín

A través de la recopilación de una enorme cantidad de información y datos, se busca recrear el comportamiento esperado del servicio de transporte público en el barrio San Martín. En el caso presente con el uso de la herramienta AIMSUN ser capaces de predecir cómo afectan los cambios más pequeños identificados sobre ruta de transporte. Probando con visualizaciones en el equipo con todo tipo de escenarios posibles para evaluar el comportamiento y luego ejecutar diferentes estrategias capaces de proporcionar una mayor eficacia para los ciudadanos y la propuesta, sin que éstas pruebas comprometan el estado actual de los mismos, al ser todo completamente virtual.

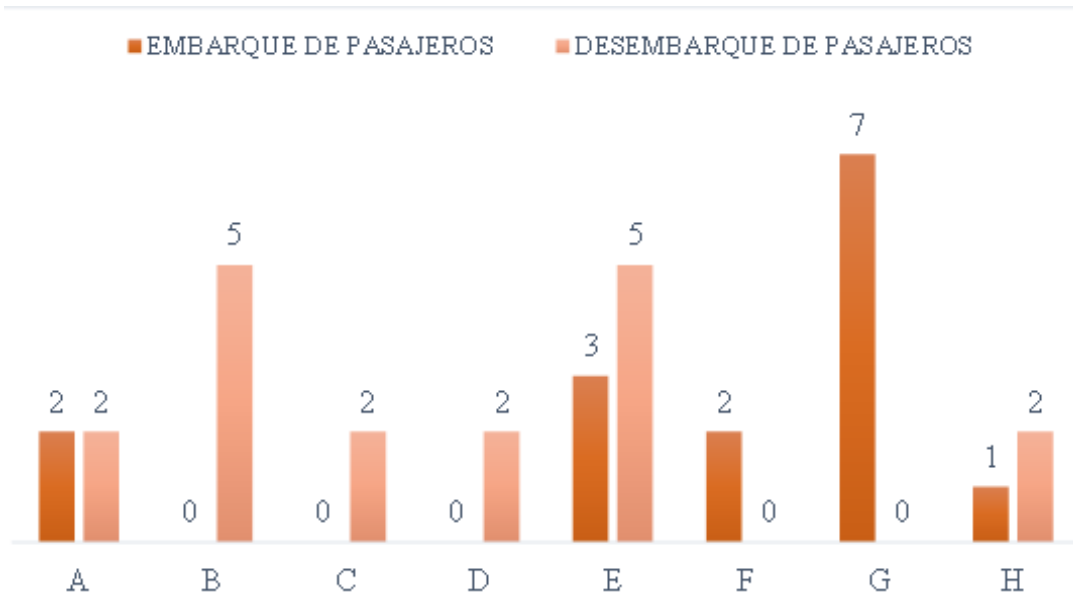


Figura 22. Embarque y desembarque de pasajeros

La recolección de datos de tiempo de las rutas de transporte público, permite comparar los resultados del número de usuarios que embarcaron y desembarcaron, con lo cual se encontró un mayor número de personas que desembarcaron, añadiendo un total de 17 usuarios constantes que embarcaron antes del comienzo de la ruta en San Martín y no desembarcaron al llegar al punto final de la ruta en el Barrio, en algunas situaciones estos usuarios permanecen en la ruta dado el desconocimiento del recorrido de la misma.

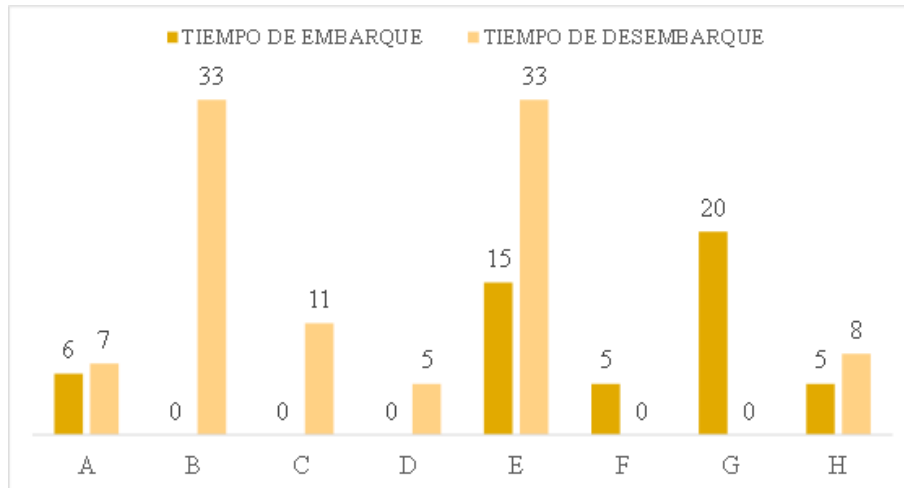


Figura 23. Tiempo de embarque y desembarque de pasajeros

Los tiempos para cada una de las rutas en el barrio San Martín muchas veces deben contemplar el número de embarques y desembarques a lo largo de la ruta con su respectivo tiempo de duración, adicionando otros aspectos como lo son; tiempo del pago, frenado y arranque, los cuales según el número de veces que presentes en el recorrido puede aumentar o disminuir significativamente el tiempo promedio de duración del trayecto. En esta situación la mayor cantidad de tiempo se gasta en el desembarque de los usuarios con un promedio cercano a los 6 segundos por persona.

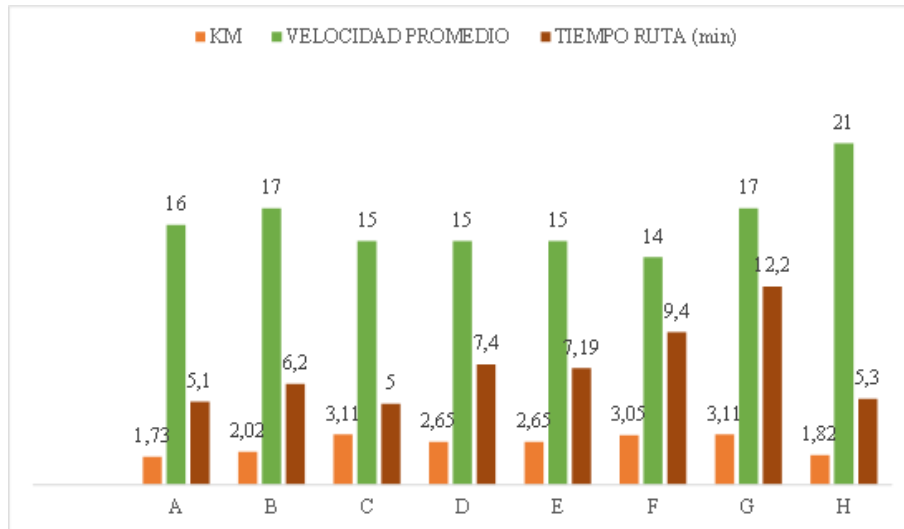


Figura 24. Características de las rutas de transporte público

Los resultados de la recolección de datos de los tiempos para cada una de las rutas presentes en el barrio San Martín arrojan los kilómetros recorridos por trayecto de ruta y velocidad los cuales se encuentran entre los valores de 1,73 Km - 3,11 Km. Además de proveer valores de velocidad promedio por ruta de 14 Km/h - 21 Km/h. Razón por la cual la ruta H se muestra como la ruta con mayor velocidad promedio con 21 Km/h y la ruta C con el recorrido más largo con 3,11 Km de distancia total.

5.6 Indicadores de Movilidad

Con base en los referentes estudiados y las matrices realizadas podemos clasificar los indicadores que nos sirven para evaluar, entender y ordenar el funcionamiento general de la movilidad en la zona, además también permiten organizar mejor la estrategia general de movilidad puesto que cada indicador cumple con la función de cada matriz.

5.6.1 Indicador reparto modal. Este indicador expone los tipos de transporte que se utilizan mayormente en las ciudades, además de la proporción con respecto al total de desplazamientos; es un indicador básico que sirve para establecer políticas de transporte ya que de él se obtiene información sobre el uso del transporte público, privado y el no motorizado (o transporte alternativo). La importancia de este indicador radica en conseguir el balance sostenible y equilibrado entre todos los medios de transporte, además se pueden lograr conclusiones en temas de calidad de la movilidad y contaminación atmosférica de los transportes que trabajan a gasolina.

Para este indicador se realizaron estudios de campo con técnicas de observación, se utilizó a su vez el instrumento anteriormente denominado Matriz general de aforos de movilidad que permite cuantificar las variables y alimentar las fórmulas para estimar los tipos de transporte que más se usan en el barrio objeto de estudio.

Tabla 22. Indicadores de movilidad - Reparto Modal

Indicador	Variables	Fórmulas	Fuente de información
Reparto Modal	Tpriv: Transporte privado	$T_{priv} = (\text{Viajes realizados en auto particular} / \text{Número total de viajes}) * 100$	Estudios de campo (observación), Matriz general de aforos de movilidad
	Tpub: Transporte público	$T_{pub} = (\text{Viajes realizados en transporte público} / \text{Número total de viajes}) * 100$	
	TNM: Transporte no Motorizado	$T_{NM} = (\text{Viajes realizados en bicicleta} / \text{Número total de viajes}) * 100$	

5.6.2 Indicador del nivel de demanda. El indicador de nivel de demanda es el número de personas que usan determinado servicio, en este caso, medio de transporte para desplazarse, la medición se realiza estratificando el desplazamiento por modos. Este volumen de demanda es

importante conocerlo ya que nos permite tener un boceto de la cantidad de personas que se benefician del sistema de transporte público, además de ser un buen indicador del éxito que puede tener el proyecto y el rendimiento del mismo.

Para este indicador se realizaron estudios de campo con técnicas de observación, se utilizó a su vez el instrumento denominado Matriz general de aforos de movilidad (clasificación de ascenso y descenso de pasajeros) que permite cuantificar las variables y alimentar las fórmulas para estimar el nivel de demanda de pasajeros que posee el sector.

Tabla 23. Indicadores de movilidad - Nivel de demanda

Indicador	Variables	Fórmula	Fuente de información
Nivel de Demanda	USU: Número de usuarios	A partir del levantamiento de campo se obtiene la información necesaria para estimar el nivel de demanda	Estudios de campo (observación), Estudio de ascensos y descensos

5.6.3 Indicador tiempo de traslado promedio. Muestra el rango de tiempo que los usuarios de transporte público consumen para trasladarse de un punto A a un Punto B, este indicador contempla todos los posibles componentes de retraso que se pueden encontrar en el viaje de cada medio de transporte. Para este trabajo se contempla el viaje en transporte público con cada ruta que transita por el sector, el estudio de estas variables también contempla los cambios de velocidad y por ende los aumentos por aspectos como; topes o semáforos, etc que se encuentran a lo largo del recorrido.

Para realizar el estudio de este indicador se trabajó con el instrumento denominado Matriz general de los tiempos de rutas en el transporte público, la cual a través de videos grabados por

los desarrolladores del proyecto se pudo alimentar las variables y corroborar los tiempos promedios con el uso de la aplicación Velocímetro GPS de cada ruta de transporte que transita por el barrio San Martín.

Tabla 24. Indicadores de movilidad - Tiempo de traslado promedio

Indicador	Variables	Fórmulas	Fuente de información
Tiempo de traslado promedio	TR: Tiempo de recorrido TED: Tiempo efectivo de desplazamiento TD: Tiempo de Demora TEU: Tiempo de Espera de los Usuarios	$TR = TED + TD + TEU$	Estudios de campo (observación), Matriz general de los tiempos de rutas en el transporte público

5.6.4 Indicador de espacio público. Este indicador permite clasificar el mobiliario urbano y cuantificar los índices de calidad del espacio que ofrece a los usuarios por medio de las variables que encontramos en el Manual del espacio público de la ciudad de Cúcuta. Por medio de la técnica de observación y percepción utilizando la tabla denominada Matriz general del estado actual del mobiliario urbano, para así obtener una impresión valorada de cada punto de parada.

Tabla 25. Indicadores de movilidad - Espacio público

Indicador	Variables	Fórmula	Fuente de información
Espacio Público (Mobiliario urbano)	Accesibilidad Calidad Seguridad Sostenibilidad Economía Reparabilidad Confort	Encuesta de selección múltiple	Estudios de campo (observación), Matriz general del estado actual del mobiliario urbano

5.6.5 Indicador de velocidad comercial. Este indicador mide la media espacial de las velocidades instantáneas, es la diferencia entre la longitud de ruta y el tiempo del recorrido para

hallar la velocidad comercial; para realizar el estudio se tuvo en cuenta las ocho rutas que pasan por el sector y la duración del recorrido no de todo el trayecto sino solamente de las partes que comprenden el barrio San Martín. Para el cual se utilizó; el estudio de campo con técnica de observación, la Matriz de los tiempos de rutas en el transporte público que permitió alimentar las variables y la aplicación Velocímetro GPS para la respectiva verificación de la información de sus velocidades promedias.

Tabla 26. Indicadores de movilidad - Velocidad Comercial

Indicador	Variables	Fórmula	Fuente de información
Velocidad Comercial	LT: Longitud de ruta TR: Tiempo de recorrido	$VC = LT/TR$	Estudios de campo (observación), Matriz general de los tiempos de rutas en el transporte público

5.7 Uso de las TIC para la Recolección, Procesamiento y Publicación

Dentro de las herramientas usadas se utilizó la tecnología de procesamiento, almacenamiento, grabación y transmisión de imágenes, a través de la cual se capturaron 40 videos de periodos de 15 minutos en los diferentes puntos de parada. Esta captura a través de los medios electrónicos favorece el procesamiento de los mismos con el uso de la herramienta de YOLO, esta tecnología fue utilizada mediante la aplicación de Google Colab la cual permite escribir y ejecutar códigos de Python sin necesidad de una configuración requerida y brinda acceso gratuito a un GPU para procesar la información que puede ser compartida de manera online. Este instrumento fue previamente entrenado para el reconocimiento de elementos tales como: transporte público, transporte privado y transporte no motorizado, cuyo procesamiento final fue importado al canal

de Youtube Architecture, proporcionando un registro imperecedero y acceso público a esta información.

Igualmente se elaboró una base de mapas a través de Google My Maps, la cual brinda un servicio de Google que confiere a los usuarios la posibilidad de crear mapas personalizados para compartir o para uso propio, en este caso se añadieron puntos, líneas y formas que muestran la información en Google Maps usando un editor y los resultados del estudio de campo obtenidos.

Los mapas materializados comprenden: puntos de paradas en el barrio San Martín con su respectivo posicionamiento geoespacial, localización geográfica definida en un sistema de coordenadas específicas, rutas de las empresas de transporte en la ciudad de Cúcuta con base a la información obtenida por parte del Modelo Informativo Tecnológico de transporte (2020) en el cual se ofrece información como: empresa, código, longitud de recorrido, tiempo de recorrido, frecuencia, recorrido y tiempo de viaje, en último lugar la creación de un mapa de las rutas de transporte público del barrio San Martín sustentado en el trabajo de campo de los datos capturados en el proceso del mismo, todos los anteriores cargados a Google My Maps y sus respectivos links se encuentran en la página web con acceso libre a todo tipo de usuario interesado en conocer de este proceso investigativo.

Otra herramienta utilizada para el modelamiento, procesamiento y estudio de la movilidad es la herramienta Aimsun, cuenta con una plataforma propia que se puede descargar desde la página web oficial y además de brindar una licencia gratuita para estudiantes o instituciones educativas. La misma permite visualizar los datos de manera dinámica a través de un mapa base donde se puede observar los recorridos realizados por vehículos, motos, bicicletas y buses; a su vez crea escenarios de congestión y tráfico para asemejarse lo más posible a la realidad. Todos estos

resultados son previamente procesados como videos que se pueden subir a la plataforma online de Youtube donde se brinda el acceso público a la información. Asimismo, toda la información referente a la simulación se integra mediante la nube de Google Sites en la estrategia de movilidad Architecture.

6. Architecture: Estrategia de Movilidad

La experiencia del presente proyecto implicó un cambio en las prácticas aprendidas durante la carrera de Arquitectura. Involucrar las TIC implica primero apropiarse y luego involucrarlas para lograr la transformación digital de la profesión. En el caso de este proyecto, las autoras pasaron por un proceso largo de apropiación de TIC que fue muy enriquecedor, trabajando de la mano con profesores y estudiantes de Ingeniería de Sistemas y Arquitectura, logrando una sinergia y un trabajo interdisciplinario.

De esa experiencia surge la propuesta llamada "ArchITecture", que es una iniciativa de profesores y estudiantes de la UFPS de los programas de Arquitectura e Ingeniería de Sistemas para liderar la transformación digital de la región desde el conocimiento de Arquitectos y con el aprovechamiento de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) IT (Information Technology)

ArchITecture es un acrónimo, un juego de palabras en inglés, usando las iniciales de Information Technology en mayúscula dentro de la palabra Architecture. También está definida una estrategia general y ambiciosa que se ejemplifica e instrumentaliza en este proyecto; la estrategia tiene tres dimensiones:

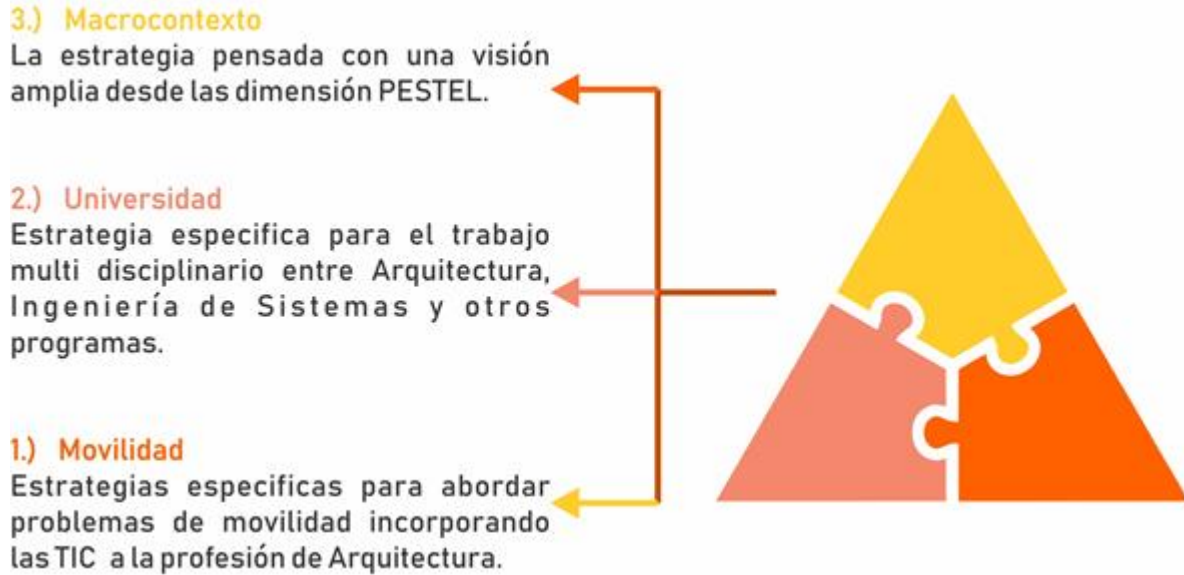


Figura 25. Dimensiones de la estrategia Architecture

1) La dimensión específica del problema, que propone estrategias para abordar la movilidad usando TIC.

2) La dimensión específica de la Universidad, la academia, que propone el trabajo conjunto entre varias disciplinas, en particular Arquitectura e Ingeniería de Sistemas.

3) La dimensión global o macro contexto, para lo cual se hace un pequeño análisis PESTEL mostrando la importancia de la transformación digital y el involucramiento de las TIC en Arquitectura.

La estrategia llamada Architecture - Estrategia de Movilidad, busca proponer el uso de la tecnología en pequeños proyectos específicos capaces de trabajar en conjunto con la labor de la arquitectura y lograr una integración de conocimientos a nivel tecnológico que sea competente al responder a la problemática actual del territorio estudiado. Por ende, la presente estrategia se ejecuta como un prototipo de operación totalmente replicable apto para aportar información y

seguimiento a situaciones como; gestión urbana, planeación urbana, seguridad, tránsito, etc. contribuyendo así al desarrollo de diversos proyectos.

Architecture es una plataforma piloto conformada por diferentes apartados que involucran la utilización de cámaras, procesamiento de videos, procesamiento de información según los indicadores y recolección de información, todo esto habilitado especialmente para la implementación de la tecnología en su desarrollo y como producto tecnológico instrumental.

6.1 Componentes de la Estrategia Movilidad y TIC

El prototipo piloto Architecture da un paso concreto a la incorporación de la carrera de Arquitectura e Ingeniería de Sistemas en el desarrollo de un producto tecnológico beneficioso, eficiente e integral, cuyo nivel de participación por parte de la carrera de Arquitectura reside en el desarrollo de la ingeniería de diseño también conocida como la estructura del sitio y el procesamiento de los videos a través de la plataforma de YOLO, y por parte de la carrera de Ingeniería de Sistema con el desarrollo del sitio web y georreferenciación de mapas dando lugar al resultado tecnológico posteriormente descrito.

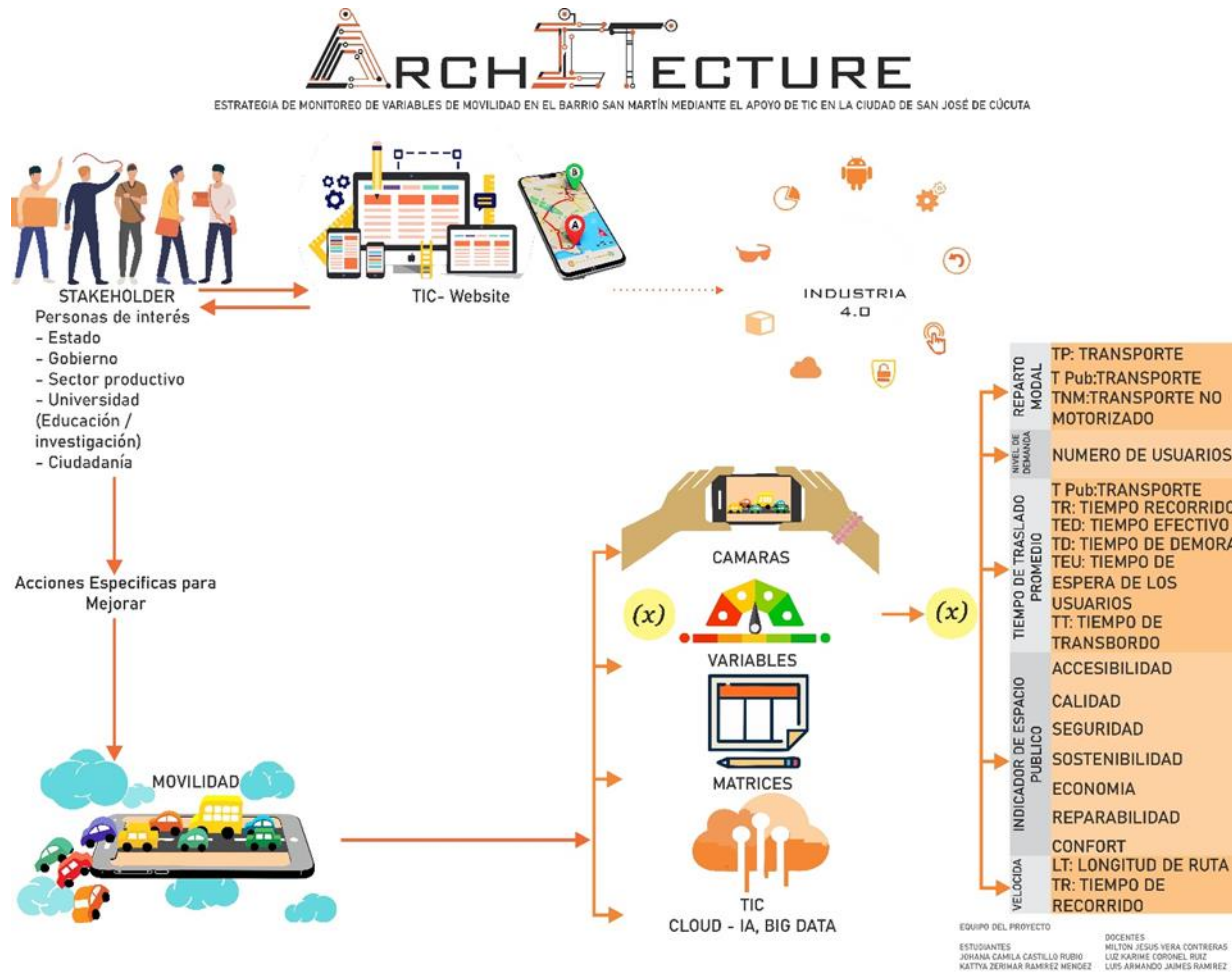


Figura 26. Architecture - Estrategia de movilidad

6.1.1 Estrategia de movilidad urbana y conectada. El presente apartado de la página Web se dedica principalmente a la presentación en la web de un video 3D de uno de los puntos de parada más complejos del Barrio San Martín con un respectivo acondicionamiento capaz de responder a las necesidades y dinámica del sector. Siendo este un esbozo del alcance que tendría en el territorio con el correcto y adecuado uso de la información que se ofrece en la plataforma Architecture.

Estas acciones son totalmente replicables en los distintos espacios de la ciudad y se encuentran apoyadas en el trabajo de campo que permite el reconocimiento e identificación del lugar a intervenir o mejorar. Empleando como se muestra en el video 3D del recorrido la implementación de aspectos como; señalización, demarcación, direccionamiento, control de tráfico, y poniendo en práctica la reglamentación del manual de espacio público del área metropolitana de Cúcuta, etc.

6.1.2 Estrategia de monitoreo de movilidad. En esta estrategia se implementan dos herramientas tecnológicas que se usaron para monitorear la movilidad del sector objeto de estudio; la primera parte de esta estrategia se centra en el procesamiento, clasificación y detección de objetos a través de un algoritmo YOLO el cual estaba previamente entrenado para detectar automóviles, buses, motos y personas; alrededor de 40 videos fueron procesados con ayuda de esta herramienta, los resultados nos permitieron contrastar las variables del indicador de reparto modal y así comparar la eficiencia entre los métodos manuales y digitales, teniendo estos resultados se puede estudiar qué tan viable es implementar la tecnología para la automatización de la recolección de los datos.

La segunda parte de esta estrategia contempla la simulación de las rutas del transporte público realizada con una herramienta tecnológica denominada Aimsun la cual permite la optimización del tiempo de las rutas gracias a las variable del número de paradas; contrastando los resultados obtenidos podemos implementar las nuevas estrategias al sector de estudio y así optimizar los recorridos, la ubicación, el urbanismo y las señalizaciones para que las rutas del sistema de transporte puedan mejorar sus tiempos de traslado y velocidad comercial.

6.1.3 Estrategia de georreferenciación de la movilidad. Esta preferencia permite el acceso a mapas georreferenciados con información actualizada en el trabajo de campo, para cada una de las empresas de transporte público pertenecientes al barrio San Martín, dentro de las cuales se encuentran; Coomicro, Transpetrolea, Transguasimales y Transtonchala. Permitiendo tener conocimiento de su recorrido específico y cada uno de los direccionamientos o atajos que siguen en la vía.

Este apartado ofrece información específica de acceso público como; empresa de transporte público, longitud del recorrido, tiempo de duración del trayecto, frecuencia, recorrido establecido (lugares por los que circula empresa de transporte) y tiempo de viaje promedio, la cual permite un mayor conocimiento y orientación de la dinámica del sector y su diversidad de acciones en torno al sistema de transporte público en el barrio. Actuando como una potente herramienta tecnológica al servicio de diferentes objetivos funcionales y buscando el Mantenimiento de la relación de usuarios actuales y futuros, sin necesitar de una campaña de marketing, cumpliendo con sus objetivos comunicativos, de compartir conocimiento y monitorizar la información de las empresas de transporte público para así obtener datos de desempeño al acceso público.

6.1.4 Estrategia de Co-Working. Esta estrategia brinda la posibilidad de utilizarse a largo plazo para incluir, mostrar, corroborar y redactar nueva información de diferentes proyectos que den continuidad al tema principal de movilidad, está pensada para que tanto estudiantes como docentes puedan encontrar un respaldo tecnológico que les pueda servir para implementar nuevas herramientas y de ese modo romper la brecha entre la Arquitectura y la Tecnología.

6.2 Estrategia Trabajo Interdisciplinaria Arquitectura + Ingeniería de Sistemas

Esta sección pretende explicar el seguimiento ejecutado para el desarrollo de la metodología usada en este trabajo la cual puede ser implementada en proyectos similares. En el caso de la metodología denominada CDIO (Concepción-Diseño-Implementación-Operación) consiste en: Concepción, la cual consiste en identificar el problema buscando resolver las necesidades cambiantes de la sociedad y el desarrollo de planes estratégicos de carácter general que tienen en cuenta la tecnología.

Posteriormente la etapa de diseño está centrada en el dimensionamiento del producto o sistema, lo cual ocurre gracias a la apropiación de las necesidades. En este punto se concretan diagramas, esquemas, planos, dibujos o algoritmos que permiten explicar las soluciones que se brindan. Y con este la fase de implementación que se refiere a la ejecución del diseño en un producto, proceso o un sistema, lo cual puede implicar fabricación de hardware, codificaciones de software, pruebas y validaciones. Para culminar, la Operación incluye la utilización del producto a través de un proceso o sistema constructivo que permita satisfacer el problema planteado al principio, encargándose del mantenimiento, servicio, evolución.

Por otro lado tenemos una metodología que permite la iteración entre las fases del proyecto denominada Flujo de la Multimetodología la cual consiste brevemente en: Identificación, es la

primera etapa del proceso y la más importante, en esta se determina el problema que existe y que posteriormente necesita ser intervenido, esta multimetodología permite regresar siempre a la identificación cuando a lo largo del proceso se haya planteado un tema demasiado general y se necesite especificarlo mejor.

Más adelante encontramos la fase de apreciación, que hace énfasis en la valoración de lo que se percibe como estado actual, están construidas sobre definiciones, conceptos, teorías, etc. Posteriormente encontramos la fase de análisis que se basa en razonar respecto a la información de apreciación, para dilucidar los ¿por qué? de las percepciones; se destaca en el proceso la utilización de métodos de análisis cohesionados con las teorías y bases.

Subsiguientemente se evalúan los postulados y proposiciones afirmados dentro de la investigación, teniendo en cuenta el objetivo de visualizar, de modo diferente, la situación problema, es decir cómo se planea cambiar la situación, y finalmente la etapa de acción, en esta fase se proponen cambios para mejorar la situación problema a partir de los resultados obtenidos durante la investigación.

Dado el proceso para desarrollar la metodología, se pudieron ejecutar diversas alternativas de solución dentro de las cuales se encontraban el uso de las herramientas TIC, dado su nivel de respuesta y adaptación a los requerimientos necesarios para la estrategia planteada, el periodo de prueba y ensayo se basó en la revisión de instrumentos tecnológicos que permiten trabajar dualmente y de manera conjunta. Todas estas herramientas influyeron a lo largo del desarrollo del proyecto.

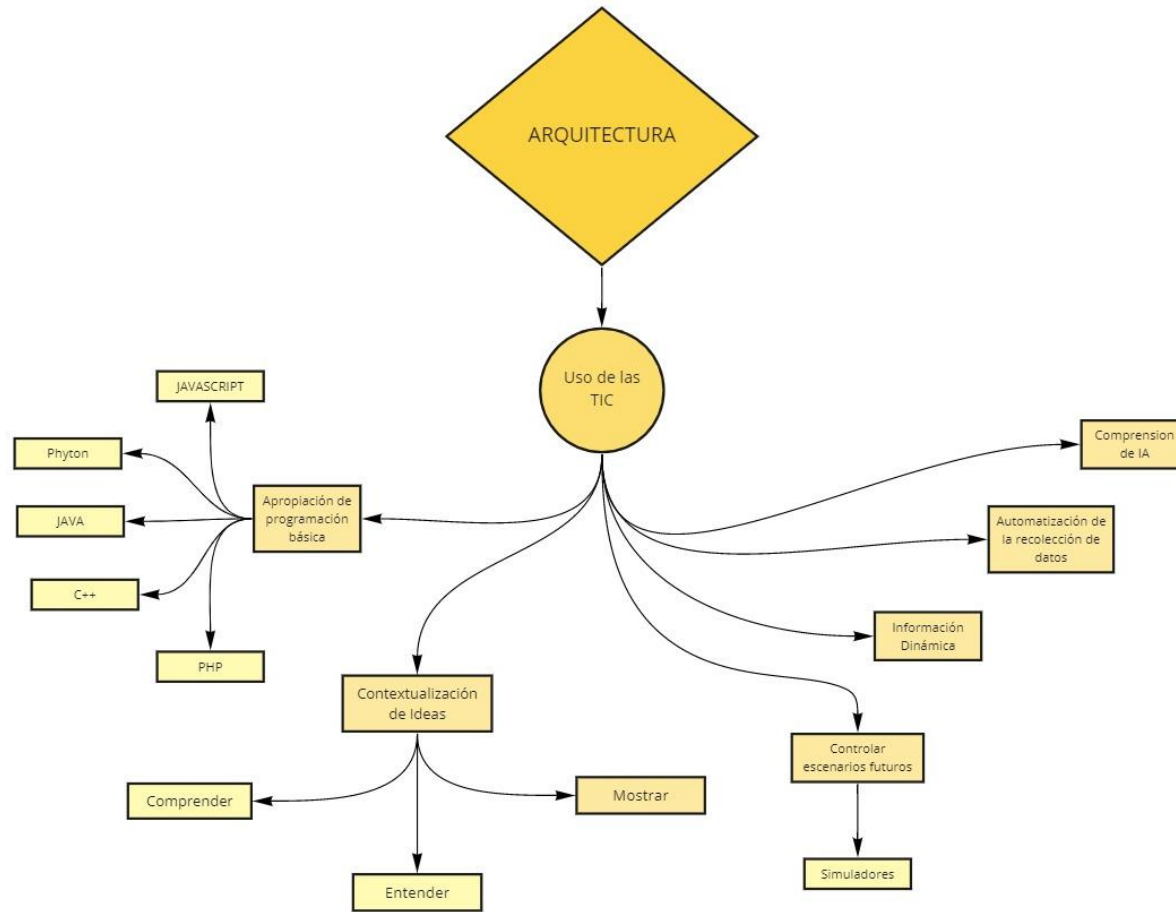


Figura 27. Influencia de las TIC en la carrera de Arquitectura

6.3 Análisis PESTEL para el Macro Contexto

6.3.1 Político y legal. En el ámbito político y legal referente al análisis PESTEL podemos concluir varios factores determinantes como: Actualmente en el país las principales ciudades poseen una crisis de movilidad por la cual el Gobierno pone en marcha estrategias que promueven el uso de los medios de transporte no motorizados: viajes a pie, en bicicleta e intermodalidad para los desplazamientos. Lo que podría involucrar el desarrollo de nuevas tecnologías que faciliten el acceso a la información de estos medios de transporte más alcanzables como las implementadas en el proyecto.

Por otro lado, el Plan de Desarrollo Nacional (DNP), departamental (NDS) y municipal (Cúcuta) hablan sobre Transformación Digital y Sostenibilidad lo que implica un cambio de paradigma en todas las profesiones, incluso Arquitectura. Esto es consistente con lo propuesto en este proyecto, el cual a mediano y largo plazo tendrá un impacto importante.

Cumpliendo en el mismo ámbito, la ciudad de Cúcuta posee una población superior a los 600.000 habitantes lo cual lo ubica en la fase de estructuración del Sistema Integrado de Transporte Masivo. Considerando la necesidad del uso de herramientas tecnológicas para la ejecución de un estudio que facilite el reconocimiento de su estado actual y adecuado análisis de su comportamiento, como se presentó en el trabajo desarrollado a partir de la interdisciplinariedad de las carreras de Arquitectura y Ingeniería de Sistemas.

Además, el crecimiento acelerado de las ciudades y las altas tasas de motorización demandan cambios importantes en los paradigmas de planeación e implementación de proyectos de transporte, con los cuales es inevitable el uso de las nuevas tecnologías para su ejecución, conservación y realización adecuada de los mismos tal y como se propone en el trabajo

ejecutado.

6.3.2 Económico. Un factor determinante que podría ayudar a reducir el uso de vehículos particulares es el incremento de la inestabilidad del precio del petróleo produciendo su encarecimiento en un futuro, y persuadiendo al uso del sistema de transporte público el cual se verá presionado a mejorar la calidad de su servicio, y gran parte de esta transformación involucra el uso de nuevas tecnologías que ayuden a garantizar su eficiencia y rendimiento

Actualmente la infraestructura es la principal amenaza que se encuentra para llevar a cabo políticas para el uso masivo del autobús dadas sus limitaciones de presupuesto para invertir en el sector. Por ello la carrera de Arquitectura debe incentivar la incorporación de acciones y políticas de implementación de las TIC, que beneficien e incentiven el uso de este servicio y con el aumento de usuarios en el mismo y futuramente poder realizar inversiones en su infraestructura que proporcionan una mejoría en la calidad de servicio.

Cerca de un millón de nuevos vehículos ingresarán en los próximos tres años a las calles de las grandes ciudades. Con lo cual Colombia pierde cerca del 2% del PIB al año a causa de los trancones y congestiones de tráfico constantes. Para este caso se proponen estrategias de monitoreo y acceso a la información de tráfico que permitan la organización y direccionamiento adecuado de los vehículos a través de plataformas digitales en las diferentes ciudades del país.

Como si fuera poco según el estudio contratado por Planeación Nacional en Colombia se pierde parte del PIB al año por efecto de la movilidad inadecuada, cifra que equivale a unos 16 billones de pesos, es decir, más de lo que costará la primera línea del metro de Bogotá, valorada en 15 billones de pesos, y casi el equivalente al presupuesto de la capital del país para el 2015 de \$17 billones. Una acción de primera línea es la integración con los sistemas digitales que faciliten

el monitoreo e información del sistema de transporte en cada una de las ciudades, con lo cual se respondería inmediatamente a las situaciones de riesgo o posible pérdida económica.

Actualmente en la ciudad de Cúcuta el transporte urbano transcurre por las mismas vías que los vehículos particulares por lo tanto este sufre; retrasos, esperas en las paradas y falta de puntualidad debido a la imprevisibilidad del tráfico. El uso de un sistema de estudio con el uso de las TIC de la calidad de la movilidad en la ciudad, permitiría reflejar esta dinámica y atacar el problema desde sus focos más importantes y hacer un seguimiento a la evolución del mismo, tal y como se espera en el trabajo ejecutado.

6.3.3 Social. Con relación al ámbito social, encontramos que en nuestro país el transporte público no está debidamente amplificado ni aceptado por todas las clases sociales, es decir, la cultura del estatus, la seguridad y la comodidad pueden afectar considerablemente la demanda. Sin embargo este paradigma debería ser erradicado y conservar el ejemplo de países más desarrollados donde el sistema de transporte público es visto como sinónimo de calidad, eficiencia y rapidez.

En el caso de Cúcuta, el tamaño de la ciudad permite que la población pueda desplazarse principalmente a pie o en medios de transporte alternos, lo que baja considerablemente la demanda de usuarios, es decir, dentro de las zonas barriales las personas pueden desplazarse sin utilizar el transporte público, pero para viajes más largos prefieren utilizar vehículos particulares que les ofrece mayor comodidad y cobertura que el sistema de transporte actual.

Además del bajo estatus y las preferencias de los usuarios, estudios realizados por el DNP muestran que un colombiano promedio puede pasar lo equivalente a 20 días al año viajando en un bus, sin contar las largas esperas entre las rutas, además el promedio de duración de

desplazamiento está oscilando entre una hora y media, datos que deberían mejorar implementando el proyecto del presente trabajo.

6.3.4 Tecnológico. El sector tecnológico posee unos márgenes de rentabilidad muy estrechos dependientes de financiación pública y con pocas inversiones o apuestas en innovación tecnológica. Al utilizar estrategias como las planteadas en el trabajo que involucran participación de las TIC, aumentará el reconocimiento y capacidad de cobertura que posee este tipo de acciones, con los beneficios propios que estas ofrecen al ejecutarlas sobre una idea.

Actualmente se mantienen los periodos de Tiempos lentos para encontrar las rutas más eficientes por parte de los usuarios, esta acción tiene un impacto significativo en la calidad del servicio y es parte de las razones por las cuales actualmente gran parte de los usuarios optan por poseer un medio de transporte privado. Por ello se propone implementar herramientas capaces de monitorear y ofrecer información en tiempo real de acceso público, con lo cual la funcionalidad del servicio de transporte público sería mucho más eficiente y de mayor acceso para los usuarios. acción que beneficia el uso de las tecnologías de comunicación, sistemas de transporte y economía de los ciudadanos.

Las oportunidades tecnológicas son infinitas con la incorporación a través de plataformas reconocimiento de objetos para la obtención de datos, actualmente YOLO se enfoca en el ámbito de movilidad, este tipo de plataformas de procesamiento podría ser usado más a fondo en actividades como; identificación de ciudadanos venezolanos, identificación de ciudadanos colombianos en la frontera, placas de automóviles, empresas de transporte público, taxis, etc., favoreciendo distintas oportunidades de desarrollo y acercamiento a la realidad actual que tiene la tecnología en el mundo.

6.3.5 Ecológico. Según estudios realizados por experto advierten que en los próximos 10 años en las ciudades se equilibrara la cantidad de gente usando transporte público como el transporte privado, lo que generará condiciones de congestión y contaminación insostenibles, por eso desde la perspectiva ecológica de este proyecto se busca incentivar y mejorar la percepción del transporte público y medios alternativos para lograr que más personas opten a la movilidad menos contaminante.

Continuando con el ámbito ecológico, los costos que se manejan a diario por causa de los trancones en las grandes ciudades registran pérdidas demasiado importantes para los colombianos, además de bajar la calidad de vida por la contaminación ambiental como los gases de smog, el efecto invernadero y los ruidos que se viven principalmente en las zonas céntricas y comerciales.

Como lluvia de ideas que permita generar mayor compromiso con el ámbito ecológico se propone el monitoreo permanente de todos los árboles de la ciudad mediante drones utilizando la tecnología que se implementó en el presente proyecto, generando informes actualizados y a su vez permitir que se genere una base de datos. Este proyecto puede ser apoyado por entidades gubernamentales que velan por el cuidado medioambiental de la ciudad.

Otra estrategia del PND para el ámbito de Crecimiento Verde en la ciudad es priorizar el acompañamiento y cofinanciación de los sistemas de transporte público que comprendan acciones dirigidas a incrementar, privilegiar y regular el uso de modos no motorizados, es decir, que creen alternativas más ecológicas y eficientes que tengan primordialmente cambios a largo plazo en los ámbitos de movilidad y transporte. Por nuestra parte el proyecto que se plantea permite generar un monitoreo a gran escala del uso del transporte, que sea de fácil acceso tanto la

información como la plataforma brindando oportunidades de apropiación a los usuarios.

6.4 Integración Tecnológica de los Resultados en un Sitio Web

Esta sección de la estrategia consiente el acceso a la información del trabajo de campo ejecutado y sus respectivos resultados, proporcionando dentro del mismo; un enlace, link de texto o imágenes en el presente sitio web que brinda a los distintos usuarios la opción de dar click para tener acceso o conectar con Google Drive, el cual está siendo utilizado como servicio de alojamiento de los archivos recolectados en cada uno de los puntos de paradas. Este enlace actúa como la tecnología que permite la conexión entre dos sitios web o dos páginas web de acceso rápido y continuo.

6.4.1 Diseño Web. El prototipo del diseño de la página web fue desarrollado por las estudiantes de Arquitectura, esto implica el layout, la producción del contenido y su implementación dentro del entorno. Al abrir la aplicación por primera vez encontramos el Inicio que contiene el nombre de la estrategia ArchITecture, dentro del mismo se hallan tres botones los cuales re direccionan a subpáginas creadas con el nombre de Estrategias, Data y Team, además se creó un pie de página que contiene la información de contacto, los logos de las entidades que apoyaron el proyecto y un breve resumen de la motivación para la realización de esta estrategia.

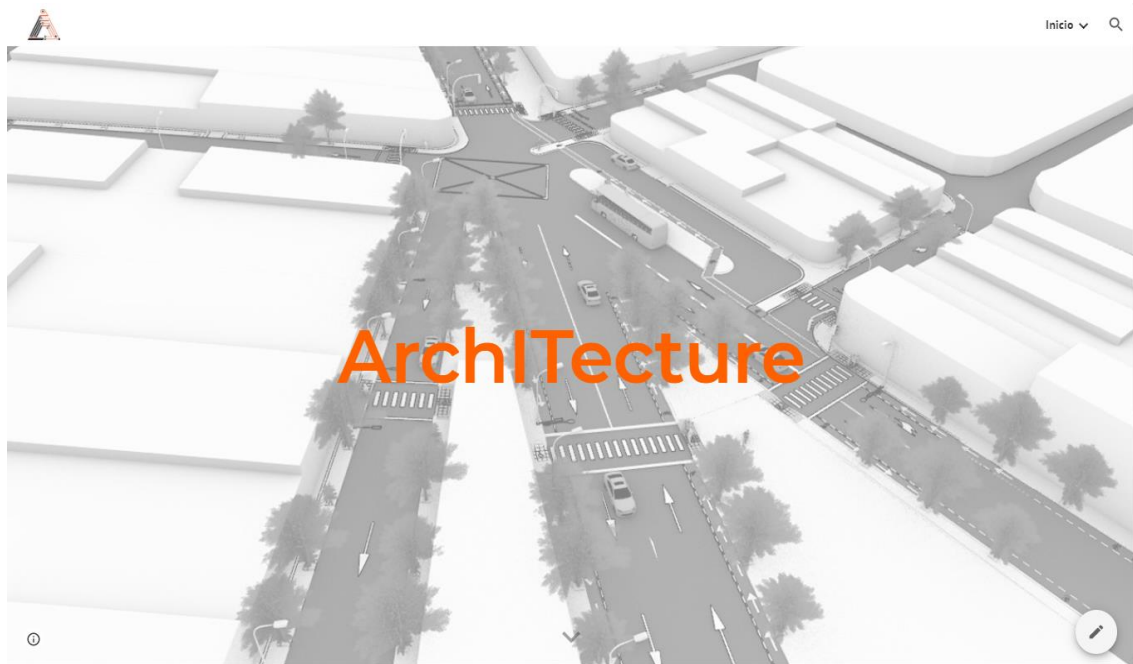


Figura 28. Diseño de la sección Inicio – ArchITecture

La sección Estrategia en la página Web de Architecture está conformada por botones que actúan de redireccionadores a una subpágina que permitirá acceder a la información de la estrategia seleccionada.



Figura 29. Diseño de la sección Estrategias- ArchITecture

El botón de la estrategia de Movilidad Urbana y Conectada, permite el acceso a una ventana que posee un acercamiento a posibles resultados posibles que se obtendrían con el uso de las TIC, mediante un carrusel de imágenes y un video 3D con la intervención urbana adecuada sobre el territorio del barrio San Martín.



Figura 30. Diseño de la sección Estrategias de Movilidad Urbana y Conectada

El botón de la estrategia de Monitoreo de Movilidad re direcciona a una ventana compuesta por los videos procesados por la herramienta YOLO subdivididos según la parada en la cual fueron Captados. Asimismo, se añaden tres botones de acceso a el canal de YouTube Architecture, el Código de Yolo en Google Colab y el video de la simulación en la plataforma de Youtube.

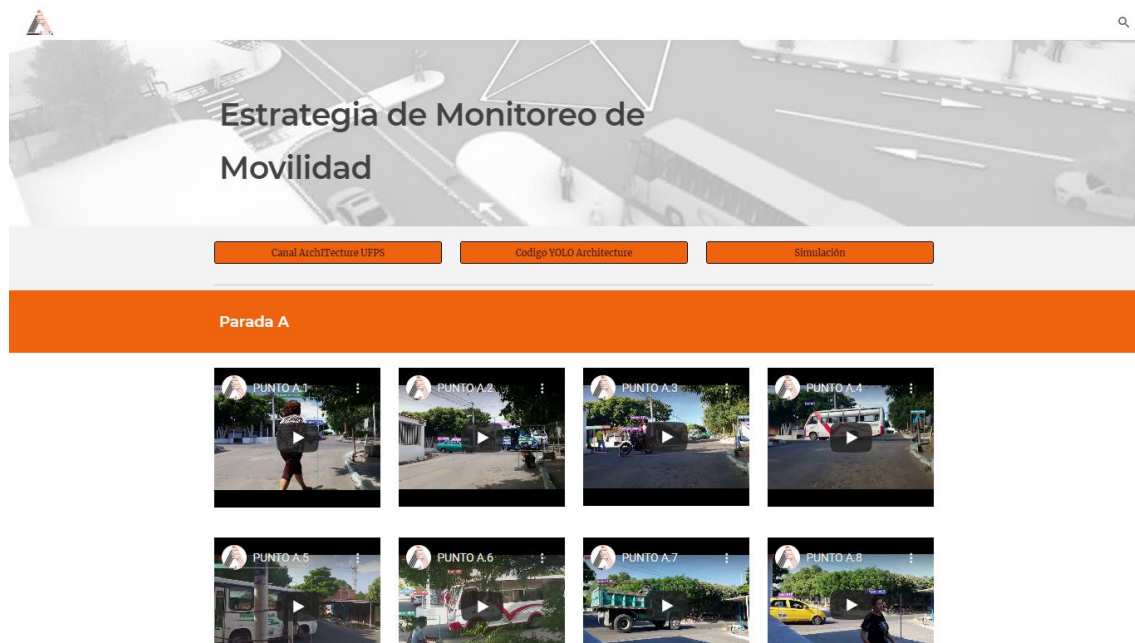


Figura 31. Diseño de la sección Estrategias de Monitoreo de Movilidad

Al dar clic en el botón de Estrategia de georreferenciación de la movilidad aparecen tres partes de la ventana, la primera comprendida por la visualización directa o re direccionada al mapa de las rutas de las empresas de transporte de la ciudad de Cúcuta en Google My Maps, con su respectiva información y de acceso público.



Figura 32. Diseño de la sección Estrategias de georeferenciación de la movilidad

La segunda parte proporciona una imagen de las flotas de cada una de las empresas del barrio San Martín, con sus respectivos rúters, ofreciendo conocimiento y acceso a la información del sistema de transporte público de la ciudad.

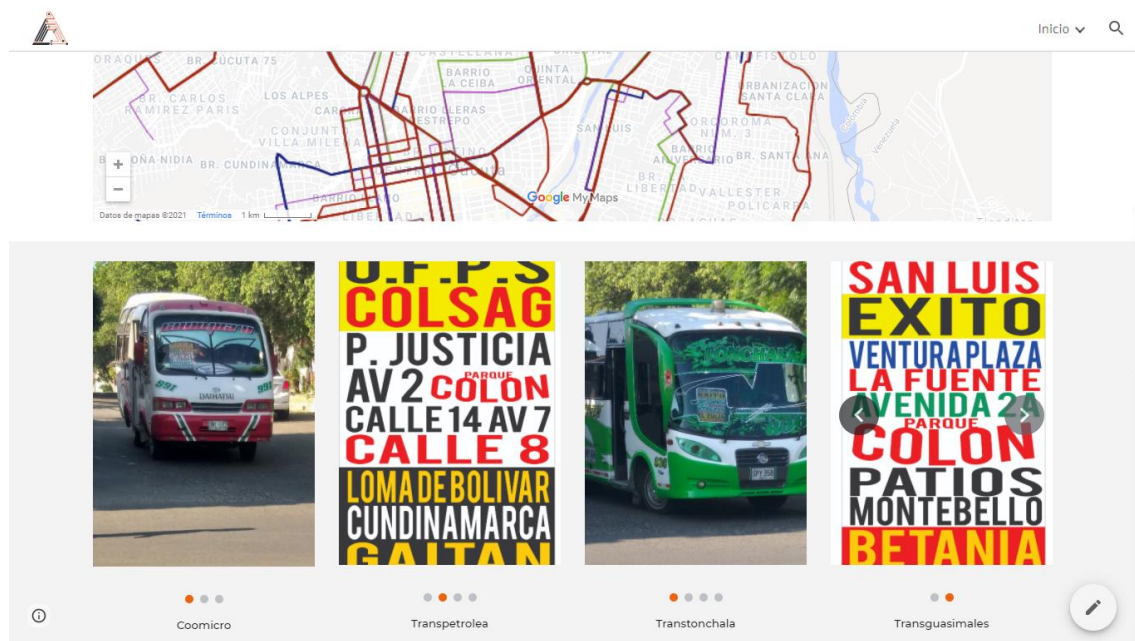


Figura 33. Diseño de la sección Estrategias de georreferenciación de la movilidad 2

La tercera parte permite tener acceso a las ocho rutas de transporte público del barrio San Martín, previamente actualizadas en el trabajo de campo, con su recorrido seguido a lo largo del sector.



Figura 34. Diseño de la sección Estrategias de georreferenciación de la movilidad 3

Dentro de esta estrategia de Coworking se incentiva y se busca promover proyectos relacionados con temas de movilidad que sean acoplados dentro del sitio para incitar el desarrollo de nuevas tecnologías en el ámbito de la carrera de Arquitectura, además se busca incentivar a los estudiantes, docentes y profesionales interesados a fomentar la investigación tecnológica ofreciéndoles un espacio de reconocimiento.



Figura 35. Diseño de la sección Estrategia de Co-Working- ArchITecture

Dentro de la sección de Data encontramos los links representados con botones que redirigen a las respectivas carpetas de Google Drive donde se encuentran las matrices, tablas, indicadores y códigos utilizados para la elaboración de la estrategia.



Figura 36. Diseño de la sección Data

Por último, encontramos el apartado de Team, donde se ofrece la información de contacto de todos los implicados dentro del proyecto, desde las estudiantes comprometidas hasta los profesores que apoyaron, acompañaron y coordinaron la estrategia; de cada uno de ellos se encuentra la información de contacto básica: nombre completo, profesión, universidad y correo institucional.

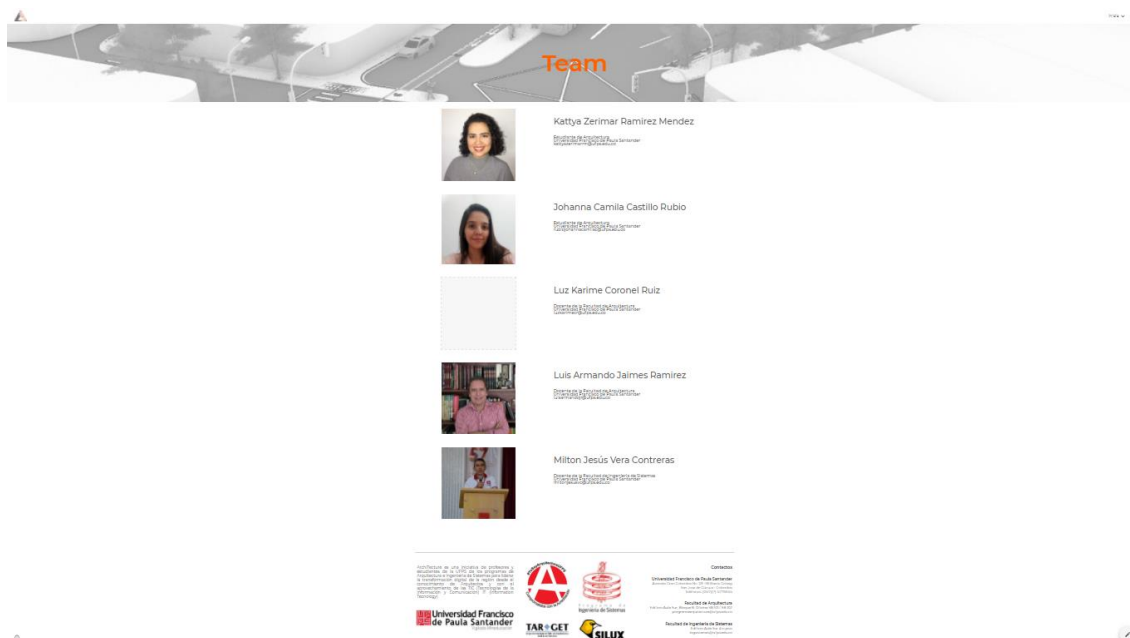


Figura 37. Diseño de la sección Team

7. Conclusiones

El trabajo interdisciplinario realizado con la integración de las TIC, permitió crear una estrategia integral y tecnológica orientada en el mejoramiento de la movilidad en el Barrio San Martín, la cual se ejecutó con base a la recolección de datos para la observación de las variables de movilidad en el territorio, las cuales fueron monitoreadas a través de la plataforma YOLO, confiando capturar datos de forma automatizada con miras a la creación de un mundo digital.

Podemos concluir que uno de los detonantes con mayor impacto respecto al tema de movilidad resulta ser la falta de información. Acorde a los estudios realizados de percepción fue posible evidenciar que los ciudadanos no poseen una visión favorable del medio de transporte público, y esto ha llevado a la misma a adquirir otros medios de transporte como el vehículo particular, motos o bicicletas. Es necesario que, dentro del mismo barrio, especialmente en las paradas de bus, se encuentre información concreta de todas las rutas que realizan recorridos por el sector y así incentivar a la población al uso frecuente de los medios de transporte públicos.

Al llevar a cabo la realización del estudio se concluyó que existen diversos errores en el sistema de transporte en el barrio San Martín que comprenden: la presencia de menos autobuses de los necesarios, predominancia de recorridos que se dirigen únicamente a la zona céntrica de la ciudad, escasa frecuencia de las rutas de transporte público, ausencia de infraestructuras, información insuficiente a los usuarios, nula reducción de los tiempos de viaje, altos niveles de hacinamiento, falta de fiscalización, flotas de autobuses antiguos, etc. Ratificando el uso exiguo del sistema de transporte público en el barrio San Martín con un porcentaje no mayor del 7-9% en el trabajo de campo desarrollado en el sector.

El transporte público en el Barrio San Martín, si no se toman decisiones inmediatas y certeras ante una mejora palpable de sus condiciones de tránsito en aspectos de forma de velocidad, accesibilidad, facilidad, frecuencia, competitividad, etc., resultara directamente afectado por la creciente congestión y pierde creciente de pasajeros, sumado a la situación de competencia desleal del coche y parque motorizado que ha mantenido, siendo estos una causa estrecha al círculo vicioso que sigue ganando más y más partidarios que protagonizan un porcentaje creciente de los desplazamientos actualmente observados, amenazado únicamente por la congestión crónica que se extiende por la mayoría de las zonas urbanas, pero sin disminuye su protagonismo y popularidad con los diferentes usuarios.

Durante el desarrollo de las encuestas para conocer más acerca de las rutas y sus usuarios frecuentes encontramos otra gran problemática con base en las actuales empresas de transporte público. Se encontraron pocas opciones de recorridos que conectan al barrio con otros puntos frecuentes para los usuarios como lo son: barrios aledaños, zona céntrica de la ciudad o el desplazamiento a otro municipio cercano; el actual sistema de transporte no da abasto para la cantidad de personas que se frecuentan al mismo tiempo en las horas pico principalmente entre el lapso de 6am a 10am; la incomodidad, poca frecuencia, aglomeramiento dentro del bus y recorridos largos son lo que pueden llevar al declive de todo el sistema si no se mejoran y optimizan los tiempos entre rutas con ayuda de soluciones tecnológicas que permitan mejorar de manera gradual y consciente la movilidad a nivel municipal.

En el transcurso de este trabajo, se ha demostrado que gran parte de los problemas se deriva de los múltiples factores que se incumplen en cada uno de los proyectos urbanos o de intervención que se encuentran actualmente en el territorio, dado que cada una de estas paradas necesitan de una visión integrada de la movilidad urbana en la ciudad y su respectiva

incorporación con la normativa establecida para su correcta elaboración. A menudo coexisten en un mismo territorio proyectos de movilidad contradictorios o es difícil aplicar cambios a toda la ciudad, iniciando con interesantes actuaciones puntuales que se esperan poder replicar o ser utilizadas como modelo de desarrollo y distinción, para evitar situaciones de riesgo hacia la vida del peatón y usuarios.

Ciertamente los resultados de nivel de demanda tienden a ser bajos para el barrio y a grandes rasgos esto no representaría mayores tiempos en los recorridos, sin embargo, estos estudios contemplan también el tiempo de ascenso y descenso de cada uno de los usuarios del sistema, al no tener paradas de bus propiamente establecidas el tiempo del recorrido a largo plazo puede llegar a aumentar mucho más dependiendo de la cantidad de personas que se movilen dentro del mismo. Es necesario implementar estrategias tecnológicas que permitan el monitoreo de los tiempos de recorrido y desarrollar lugares específicos de paradas para evitar los retrasos de ascensos y descensos de pasajeros no previstos.

Se propone incentivar el trabajo a futuro por parte de la carrera de Arquitectura con el uso de las TIC y en conjunto con la carrera de Ingeniería de Sistemas dado que este permite llevar a cabo tareas de recolección de datos de una manera más fácil y eficiente, automatizando funciones de reconocimiento y clasificación, ahorrando tiempo en la parte investigativa mejorando las condiciones de trabajo del observador y el drástico ahorro de tiempo que se tiene durante la comunicación y entrega de la información. Todo esto nos abre un abanico de oportunidades tecnológicas las cuales permiten una mayor capacitación del investigador.

Finalmente, es muy interesante aclarar que el trabajo que desarrollaron los estudiantes de Ingeniería de Sistemas del Semillero SILUX fue un trabajo de Ciencias de la Computación e

Ingeniería de TIC a bajo nivel, usando herramientas que no son del alcance ni dominio de la disciplina de Arquitectura en este momento, pero que comienza a ser necesario por tendencia mundial. En consecuencia, como parte del proyecto, las autoras se apropiaron y adquirieron un dominio de herramientas y competencias TIC con lo cual desarrollaron en su totalidad la solución tecnológica propuesta. Esto es una muestra clara de Transformación Digital de la profesión de Arquitectura y consideramos que es el logro fundamental de este trabajo.

8. Recomendaciones

Para generar nuevas integraciones al sistema de transporte público y mejorar el reconocimiento de la imagen creada por los usuarios anteriores, se debería proveer y facilitar las conexiones ininterrumpidas a lo largo de todo el sistema e invertir en publicidad que permita visualizar mejor los beneficios del mismo.

Es importante promover el uso del sistema de transporte público y disminuir los modos alternativos de transporte como; coches y parque automotor, a través de la implementación de nuevas tecnologías de información capaces de proveer conectividad con los usuarios.

Se justifica la necesidad de acciones más intensivas que potencien el uso de las TIC a nivel internacional, especialmente en el ámbito de las Pymes, dadas sus limitaciones financieras y de formación que influyen negativamente en su capacidad exportadora.

Es importante promover una mayor visualización de todos los proyectos académicos interdisciplinarios que propongan nuevas soluciones tecnológicas a temas problemáticos de la ciudad y promuevan la inversión en desarrollos de acciones duales con la implementación de nuevas técnicas en la red.

Constituir una base de datos que permita la ampliación de la información recolectada, y se mantenga de acceso público, para el uso y estudio por parte de estudiantes, docentes, usuarios o entidades gubernamentales interesadas en comprender y conocer el estado actual del sector o de sectores futuramente estudiados.

En futuros proyectos de grado, se recomienda implementar sistemas o plataformas donde se generen soluciones al transporte masivo de pasajeros, con el uso de sistemas inteligentes de

transporte (ITS), soportados por softwares como Aimsun, Infracore, PTV visum, etc, capaces de contemplar el análisis de información y su respectivo estudio.

Se hace pertinente motivar a los estudiantes de Arquitectura, a seguir realizando trabajos con otras disciplinas, y de ese modo ampliar las áreas de acción y desarrollo por parte de los futuros profesionales.

Se recomienda incentivar el aprendizaje de lenguajes de programación dado que nos encontramos en una era tecnológica donde la industria del software se ha impuesto sobre las demás; la programación es la base del futuro pues se encarga de que la tecnología siga en constante desarrollo y pueda generar nuevas ideas; un ejemplo claro podría ser que todas las industrias actualmente reconocen la necesidad de que sus profesionales sean desarrolladores de software.

Referencias Bibliografía

- Alcaldía de San José de Cúcuta. (2014). *Manual de diseño y construcción del espacio público de Cúcuta*. Recuperado de: <https://camacolcucuta.co/manual-del-espacio-publico/>
- Alcaldía de San José de Cúcuta. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal Cúcuta 2050, estrategia de todos*. Recuperado de:
https://cucutanortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/cucutanortedesantander/content/files/000748/37382_1--pdm-san-jose-de-cucuta-2020--2023-v1-30042020.pdf
- Bartolomei, V. (2006). *Experimentación, Innovación, Creación Aportes en la enseñanza del Diseño y la Comunicación*. Recuperado de:
https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/122_libro.pdf
- Blanco, J. & Pérez, J. (2012). Redes inalámbricas de geosensores aplicadas en sistemas de observación y monitoreo ambiental. *Revista Gerencia Tecnológica Informática*, 2(10), 1. Recuperado de: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistagti/article/view/2817>
- Cao, X., Chen, J., Zhang, Y. & Sun, Y. (2018). Development of an integrated Wireless sensor network micro-environmental monitoring system. *Transactions*, 44(3), 247-255. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019057808000050>
- Carreño, M. (2014). *Contribución de las TIC para la implementación de Smart City en Colombia*. Tesis de pregrado. Universidad Piloto de Colombia. Bogota, Colombia.
- Casado, Á. (2017). *Guiando la creación de modelos de detección de objetos basados en deep learning*. Máster Universitario. Universidad de la Rioja. Pamplona, España.

Cataldo, A. (2015). *Design science research. Una breve introducción*. Conference: II Workshop RedSTI

Ciudades del Futuro. (2012). Movilidad sostenible en Estocolmo. Recuperado de:

<https://ciudadesdelfuturo.es/movilidad-sostenible-en-estocolmo.php>

Clúster Nortic. (2020). *Cúcuta podría convertirse en piloto de ciudad inteligente*. Recuperado de:

<http://prensarealestate.com/cluster-nortic-cucuta-podria-convertirse-piloto-ciudad-inteligente/>

Cohen, Z. (2014) Smart Cities, opportunities for Service Providers. *Cartesian*. Recuperado de:

https://www.cartesian.com/wp-content/uploads/2015/07/Smart-Cities_Cartesian_Nov2014.pdf

Contreras, E. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica.

Pensamiento & Gestión, 35(35), 152 -181. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/646/64629832007.pdf>

CTS EMBARQ México. (2012). *Metodología para la elaboración de indicadores de inserción urbana base para la medición de impactos de la implementación de proyectos del sistema de movilidad urbana sustentable en la Ciudad de México*. México: PAOT GDF.

http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/PAOT_CTSEMBARQMexico.pdf

Dangond, C., Jolly, F., Monteoliva, A. & Rojas, F. (2011). Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano. *Políticas Urbanas*, 16(2), 485-514. Recuperado de:

<http://www.scielo.org.co/pdf/papel/v16n2/v16n2a07.pdf>

Delgadillo, V. (2014). Urbanismo a la carta: teorías, políticas, programas y otras recetas urbanas para ciudades latinoamericanas. *Cadernos Metr pole*, 16(31), 89-111.

<https://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2014-3104>

Departamento Nacional de Estadística. (2018). *Demografía y Población*. Recuperado de:

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>

Díez, D. (2015). *Design Research: Entendiendo el problema a resolver (I)*. Recuperado de:

<https://www.linkedin.com/pulse/design-research-entendiendo-el-problema-resolver-i-david/?originalSubdomain=es>

El Metropolitano. (2018). * rea Metropolitana, sistema inteligente de la movilidad*. Recuperado

de: <https://www.metropol.gov.co/noticias/elmetropolitano-movilidad/sistema-inteligente-de-movilidad>

Escuela Superior de Diseño de Barcelona. (2018). *La importancia del diseño urbano y su*

influencia en la sociedad. Recuperado de: <https://www.esdesignbarcelona.com/int/expertos-diseno/la-importancia-del-diseno-urbano-y-su-influencia-en-la-sociedad>

Ferraras, A., Solaz, J., Muñoz, E. & Serrano, M. (2015). *Integración de soluciones TIC para la*

movilidad y el aparcamiento: el proyecto SIMÓN. Madrid: Congreso Internacional de Diseño, Redes de investigación y Tecnología para todos.

Fraile, A. (2015). *Mejora de la movilidad urbana sostenible en el municipio de Madrid:*

Aplicación del análisis geoespacial en la ampliación de la red de suministro de combustibles alternativos. Tesis de pregrado. Universidad Polit cnica de Madrid. Madrid, España.

- García, M. (2014). Transporte público: su rol en los procesos de inclusión social. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 4(24), 1-20. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/pdf/748/74830875005.pdf>
- Gonzalez, W. (2016). La implementación de procesos de informatización en organizaciones como competencia en la formación de profesionales en informática. *e-Ciencias de la información*, 6(2), 18.
- Gunnarsson, S. (2014). Studies in travel behaviour and mobility management need a special scientific discipline: “Mobilistics”. *IATSS Research*, (24), 69-75.
- Hernandez, R., Fernandez, C. & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hevner, R., March, T. & Park, J. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.
- Isunza, G. (2017). *La movilidad urbana: Dimensiones y desafíos*. México: Colofón.
- La Opinión. (2018). *Cúcuta participará por primera vez en Hackathon de Transporte*.
Recuperado de: <https://www.laopinion.com.co/cucuta/cucuta-participara-por-primera-vez-en-hackathon-de-transporte-161099#OP>
- La Opinión. (2018). *Cucuteños participan en la Hackathon de transporte*. Recuperado de:
<https://www.laopinion.com.co/cucuta/cucutenos-participan-en-la-hackathon-de-transporte-162239#OP>

Lange, C. (2011). Dimensiones culturales de la Movilidad Urbana. *Revista Invi*, 20(71), 87-106.

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/invi/v26n71/art04.pdf>

Ley 105 de 1993. Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Bogota: Diario Oficial

Martinez, C. (2016). *5 consejos de diseño urbano elaborados por el arquitecto Jan Gehl*.

Recuperado de: <https://www.archdaily.co/co/792920/5-consejos-de-diseno-urbano-elaborados-por-el-arquitecto-jan-gehl>

Mercado, R., Sepúlveda, A., Pedraza, E. & Hernández, H. (2014). Modelo de implementación de

TIC en el sector transporte de la ciudad de Barranquilla utilizando dinámica de sistemas.

Revista Dimensión Empresarial, 12(1), p. 36-45.

Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (2015). *Seleccionada la idea*

TIC que busca mejorar la movilidad de Montería. Recuperado de:

https://mintic.gov.co/portal/604/w3-article-11448.html?_noredirect=1

Miralles, C. (2002). Ciudad y Transporte. El binomio perfecto. *Ariel Geografía*, 20(1), 189-191.

Modelo Informático Tecnológico de Transporte. (2020). *Rutas de Transporte Público*

implementadas en el MITT. Recuperado de

https://issuu.com/mittcucuta/docs/catalogo_rtp_mitt_cucuta

Mostafa, N., Lim, C. & Park, H. (2017). Digital Omotenashi: Toward a Smart Tourism Design

Systems. *Sustainability*, 9(2175), 20. 10.3390/su9122175

- Nam, T. & Pardo, T. (2011). *Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions*. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/221585167_Conceptualizing_smart_city_with_dimensions_of_technology_people_and_institutions
- Noreña, S. (2013). *Vigilancia tecnológica para la movilidad en las ciudades inteligentes. Tesis de Especialización*. Universidad Pontificia Bolivariana. Bogota, Colombia.
- Obregón, S. & Betanzo, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, Sociedad y Territorio*, 15(47), 61-98. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212015000100004&lng=es&tlng=es.
- Pardo, C. (2016). *Promoting sustainable mobility – key theoretical and practical issues*. Recuperado de: <https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2017/02/ICLEI-Promoting-Sustainable-Mobility.pdf>
- Pérez, D. (2007). *¿Qué son las bases de datos?* Maestros del Web by Platzi. Recuperado de: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>
- Pérez, F., Velázquez, G., Fernández, V. & Dorao, J. (2019). *Movilidad Inteligente. Centro de Investigación del Transporte*. Recuperado de:
<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/395/FIAMMA%20PEREZ%20y%20OTROS.pdf>
- Pérez, J. & Gardey, A. (2018). *Definición de Conectividad*. Recuperado de:
<https://definicion.de/conectividad/>

- Posada, J. (2010). Metodología para estudio de demanda de transporte público de pasajeros en zonas rurales. *Revista Facultad de Ingeniería*, 23(45), 1. Recuperado de: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20702018000200153ad de Antioquia, 2\(53\), 106-118. http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n53/n53a09.pdf](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20702018000200153ad de Antioquia, 2(53), 106-118. http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n53/n53a09.pdf)
- Ramos, A. (2008). *Cómo llegan a la definición de la estrategia las empresas localizadas en el Valle de Aburrá*. *Revista EIA*, 45(9), 9-29. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1492/149216913001.pdf>
- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R. & Farhadi, A. (2016). *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*. Recuperado de: <https://arxiv.org/abs/1506.02640v5>
- Revista la Vanguardia. (2020). *¿Por qué protesta el gremio de buses urbanos?*. Recuperado de <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/por-que-protesta-el-gremio-de-buses-urbanos-NK2095384>
- Revista Semana. (2017). *Sistema de transporte masivo: se acerca el colapso*. Recuperado de: semana.com/nacion/articulo/crisis-del-sistema-de-transporte-de-bogota/520499/
- Rose, K., Eldridge, S. & Chapin, L. (2015). La Internet de las cosas - Una breve reseña. *La Internet de las cosas*, 1(1), 83. Recuperado de: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Rozas, P. & Figueroa, O. (2006). *Conectividad, ámbitos de impacto y desarrollo territorial: análisis de experiencias internacionales*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6314/S0600566_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salazar, N. (2018). *Theorizing mobility through concepts and figures*. Recuperado de:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20702018000200153

Sandoval, C (2016). Plataforma reconfigurable de investigación aplicada a movilidad sostenible.

Universidad, Ciencia y Tecnología, 4(1), 1-15. Recuperado de:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212016000100003

Secretaría de Desarrollo Urbano. (2018). *Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana*.

Bogotá: Secretaría de Desarrollo Urbano.

Secretaría de Movilidad de Medellín. (2017). *Gestión de la movilidad en Medellín a través de las*

TIC. Recuperado de:

https://centrodeinnovacion.mintic.gov.co/sites/default/files/24._movilidad_medellin.pdf

Sistema Integrado de Transporte (2019). *Información General*. Recuperado de:

https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40075/informacion_general/

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software*. Recuperado de:

http://zeus.inf.ucv.cl/~bcrawford/AULA_ICI_3242/Ingenieria%20del%20Software%207ma.%20Ed.%20-%20Ian%20Sommerville.pdf

The Wikipedia Guide. (s.f.) Deep Learning. En *Introduction to Machine Learning*. Madrid:

Pearson Educación

Universidad de Chile. (2009). Papeleros urbanos vs aseo del centro de Santiago de Chile. *Revista*

de Urbanismo, 3(21), 15. Recuperado de:

http://zeus.inf.ucv.cl/~bcrawford/AULA_ICI_3242/Ingenieria%20del

https://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/CDA/urb_article/Munoz_04.html

Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Sistema de transporte de Medellín es ineficiente*.

Recuperado de: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/sistema-de-transporte-de-medellin-es-ineficiente.html>

Valois, A. (2020). *Que es internet de las cosas y como funciona*. Recuperado de:

<https://ingenieriasistemascies.wordpress.com/2019/02/08/que-es-internet-de-las-cosas-y-como-funciona/>

Vera, M. (2013). *Modelo para evaluar la gestión de sistemas de información en las entidades públicas Colombianas*. Máster Universitario. Universidad de Colombia, Bogotá, Colombia.

Villavicencio, E., Pariona, M., Carrasco, E. & Córdova, M. (2019) ¿Cómo plantear las variables de una investigación?: Operacionalización de variables. *Revista OACTIVA UC Cuenca*, 4(1), 9-14.

Wang, W., Bubb, H., Wets, G. & Wang, F. (2014). Advances in Mobility Theories, Methodologies, and Applications. *Advances in Mechanical Engineering*, 2(14), 1-2.
<https://doi.org/10.1155/2014/831689>

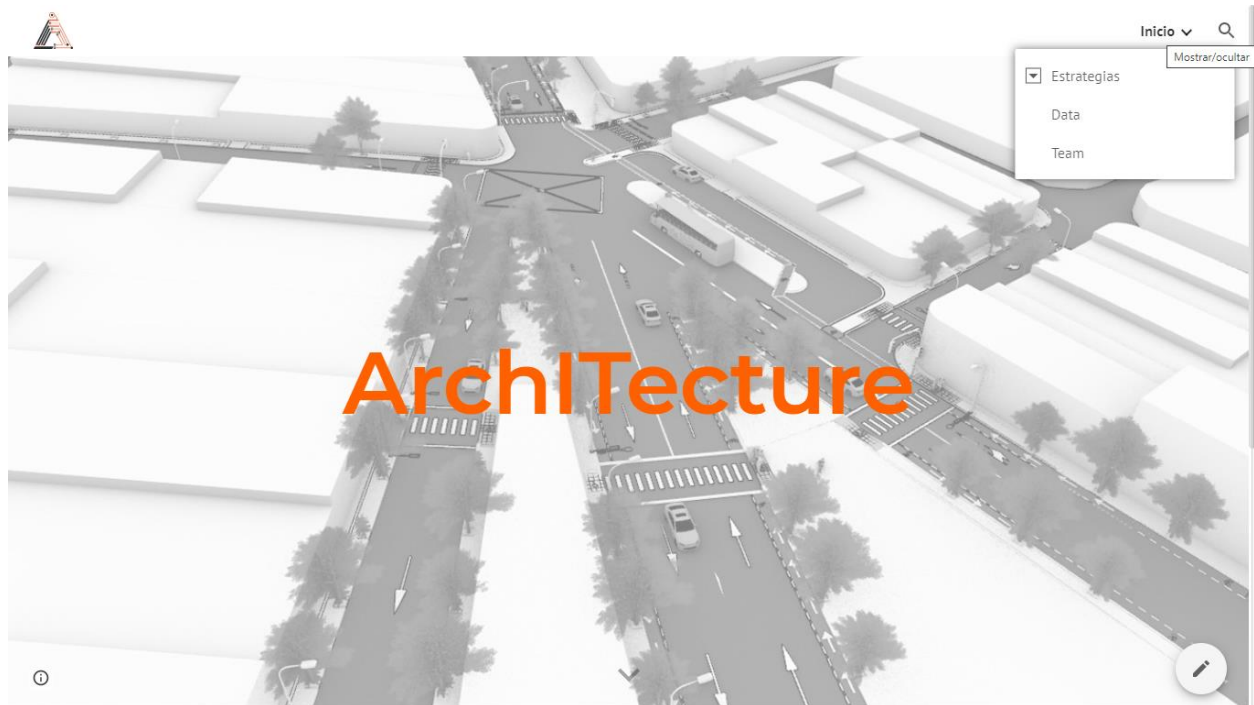
Westphal, P. (s.f.). El diseño del Mobiliario Urbano. *Modelos Universales, Lecturas Locales*, 5(2), 10. Recuperado de:
https://www.aepro.com/files/congresos/2004bilbao/ciip04_0130_0138.1189.pdf

Zhang, R., Yan, B., Guo, H., Zhang, Y., Hu, B., Yang, H., et al. (2019). A New Environmental Monitoring System Based on WiFi Technology. *Revista Procedia CIRP* . (83), 394-397.
Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119307024>vivienda 2018.

ANEXOS

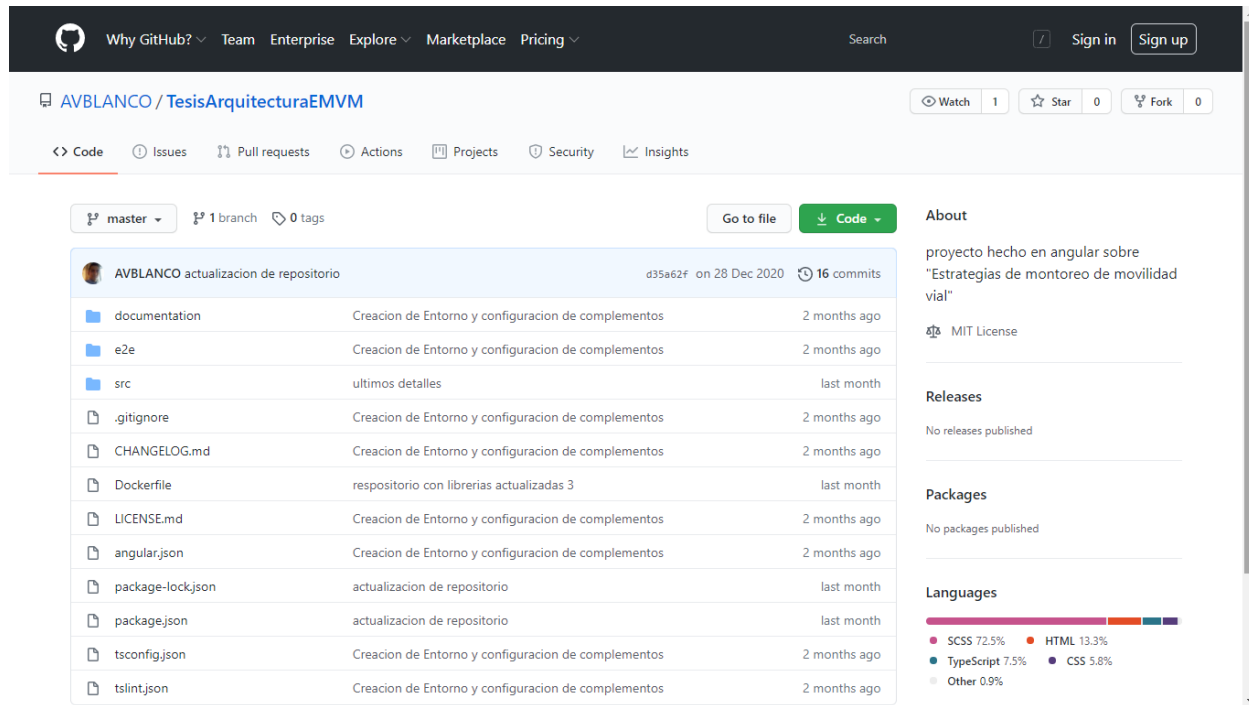
Anexo 1. Website Integrador

A mediados del mes de Enero del 2021, se empezó a realizar un prototipo a través de la página *Google Sites*, que es una aplicación gratuita ofrecida en línea de uso sencillo e intuitivo.



<https://sites.google.com/view/architectureufps/inicio?authuser=2>

Anexo 3. Repositorio de Código Google para YOLO



AVBLANCO / TesisArquitecturaEMVM

Code Issues Pull requests Actions Projects Security Insights

master 1 branch 0 tags Go to file Code

File/Folder	Description	Last Commit
AVBLANCO actualización de repositorio	d35a62f on 28 Dec 2020 16 commits	
documentation	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
e2e	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
src	ultimos detalles	last month
.gitignore	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
CHANGELOG.md	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
Dockerfile	repositorio con librerias actualizadas 3	last month
LICENSE.md	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
angular.json	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
package-lock.json	actualizacion de repositorio	last month
package.json	actualizacion de repositorio	last month
tsconfig.json	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago
tslint.json	Creacion de Entorno y configuracion de complementos	2 months ago

About
 proyecto hecho en angular sobre "Estrategias de monitoreo de movilidad vial"
 MIT License

Releases
 No releases published

Packages
 No packages published

Languages

Language	Percentage
SCSS	72.5%
HTML	13.3%
TypeScript	7.5%
CSS	5.8%
Other	0.9%

<https://github.com/AVBLANCO/TesisArquitecturaEMVM>

Anexo 4. Website realizado por Ingeniería de Sistemas



<https://studentsprojects.cloud.ufps.edu.co/architecture/#/home>

Anexo 5. Repositorio de Videos en Youtube

Se creó un espacio en la plataforma de YouTube, creado a mediados de Diciembre / 2020 después del procesamiento de los videos para compartir la información obtenida en el canal Architecture, en el cual se pueden ver los 40 videos procesados con el algoritmo de Yolo, Video 3D de acercamiento a los resultados que se podrían obtener con el uso de las TIC y los videos de simulación de la movilidad del Barrio San Martin.

The screenshot shows the YouTube channel page for 'ArchTecture UFPS'. The channel has 2 subscribers. The video grid is as follows:

Video Title	Duration	Views	Time
RECORRIDO 3D SAN MARTIN	0:50	14 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.9	16:50	7 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.10	15:00	1 visualización	hace 1 mes
PUNTO D.8	16:50	2 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.7	13:38	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.4	17:12	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.1	13:36	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.2	17:39	3 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.3	7:29	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO D.6	19:12	1 visualización	hace 1 mes
PUNTO D.5	18:04	2 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO C.4	15:35	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO C.3	18:33	1 visualización	hace 1 mes
PUNTO C.2	17:27	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO C.1	16:52	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO C.5	18:04	1 visualización	hace 1 mes
PUNTO C.10	16:58	0 visualizaciones	hace 1 mes
PUNTO C.8	15:36	0 visualizaciones	hace 1 mes
(Thumbnail 1)	15:07		
(Thumbnail 2)	15:59		
(Thumbnail 3)	15:18		
(Thumbnail 4)	15:11		
(Thumbnail 5)	17:27		
(Thumbnail 6)	15:26		

https://www.youtube.com/channel/UCTRlloY_bD40WksdPlovO3g/videos

Anexo 7. Matriz general de percepción

A lo largo de la hoja de cálculo encontramos columnas que recolectan tipos diferentes de información, entre ellas: persona, se aplica para llevar el conteo de las entrevistas y así poder cumplir con la medida de la muestra; género: diferencia entre masculino y femenino para subdividir los datos de manera precisa; edad: variable cuantitativa utilizada para comprender el rango de edad de los habitantes del barrio San Martín; comentario: que responde a la pregunta, ¿Cuál cree usted que es el problema de movilidad en el sector (o el transporte público)?.

Esta recolección se realizó en el mes de junio del año 2019, para entender y registrar el problema desde los principales involucrados. La obtención de datos de cada encuesta fue registrada de manera manual a través de tablas impresas que posteriormente digitalizamos.

Matriz General de Percepción			
Persona	Género	Edad	Comentario
1	Masculino	40	Tiempos de espera muy largos y a veces no pasan porque no hacen la ruta completa
2	Masculino	50	No existen lugares específicos para esperar el bus a tiempo. se paran donde sea.
3	Femenino	18	Desde la universidad Francisco de Paula Santander los buses se llenan rápido en las noches, no cabe nadie pero siguen subiendo gente, no hay espacio personal.
4	Femenino	22	En horas pico (11am-2pm) no se encuentra transporte rápidamente ya las rutas van llenas, no paran.
5	Masculino	45	Visto bueno por el estudio que se está realizando, hay muchas cosas que arreglar.
6	Femenino	64	Es inseguro y a veces hay gente rara en las paradas.
7	Masculino	21	Mala actitud de los conductores, se tiene que gritar una cuadra antes para que paren más o menos donde es.
8	Femenino	20	No sabe la totalidad de rutas que pasan por el sector, no hay donde esperar tampoco.
9	Femenino	18	Poca frecuencia de la ruta que pasa por las universidades, y siempre se espera de pie.
10	Femenino	26	Sentimiento de inseguridad. En horas pico la capacidad de los buses esta extralimitada, en el bus no se respeta el espacio personal.

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1YLHQiZY_D9S5X_Tm3ggIsayTJu1Lz1Uj/edit#gid=815843507

Anexo 8. Matriz Aforos del Sistema de Transporte en el Barrio San Martin

Matriz general Aforos del sistema de transporte en el barrio San Martin - Período Manual

El presente trabajo de campo se realizó en los meses de Julio, agosto y septiembre / 2019 de modo manual por parte de las estudiantes de arquitectura con la utilización de una hoja de cálculo base. La cual cuenta con filas que permiten la recolección cada minuto de las 4 horas por periodo de trabajo de campo. y sus respectivas columnas permiten identificar el medio de transporte público captado; marcando con una (x) a la cual pertenecen o la casilla de otro y ruta en caso de visualizar una ruta anteriormente desconocida, de igual manera las diferentes columnas facilitan la contabilización del número de sistemas de transporte alterno que transitan cada minuto y su correcta ubicación según hagan referencia; bicicletas, motos, particulares y piratas.

Hora	Jornada tarde 2:00 PM - 6:00 PM						Jueves 02/JUL/2019				
	Empresas de transporte público						Transporte alterno				
	Coomitro	Petrolea	Toncfala	Guasimales	Otras	Ruta	Bicicletas	Motos	Taxis	Particular	Piratas
8:00:00 a. m.	1						0	1	1	1	0
8:01:00 a. m.							0	2	2	4	0
8:02:00 a. m.		1					0	1	0	5	0
8:03:00 a. m.							1	3	1	6	0
8:04:00 a. m.							1	1	1	1	0
8:05:00 a. m.							0	1	1	3	0
8:06:00 a. m.							0	6	2	3	0
8:07:00 a. m.							0	1	1	4	0
8:08:00 a. m.							0	3	1	0	0
8:09:00 a. m.			1				0	4	0	1	0
8:10:00 a. m.							1	1	2	0	0
8:11:00 a. m.							0	2	0	0	0
8:12:00 a. m.							0	4	1	1	0
8:13:00 a. m.							0	1	2	2	0
8:14:00 a. m.							0	1	3	4	0

<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/13cDfPf-qLvla6Ob-mLdBkccM2W40I18A>

Anexo 9. Matriz Aforos del Sistema de Transporte en el Barrio San Martín

Matriz general Aforos del sistema de transporte en el barrio San Martín - Período Digital

En el trabajo de campo ejecutado durante los meses de octubre, noviembre y diciembre / 2019 se integró el uso de un sistema de grabación de imágenes. Estos videos permiten la posterior recolección de información con un valor agregado de veracidad y perdurabilidad que posteriormente es transcrito a una hoja de cálculo actualizada para la mejora de la recolección de información. Los cambios realizados comprenden la eliminación de la columna (otro y ruta), dado que ya se tiene un conocimiento claro de las 8 rutas de transporte pertenecientes al barrio San Martín, y para una mejor comprensión de la información se representa cada una con una letra de la A-H en la hoja de cálculo. Asimismo, se eliminó la columna de transporte pirata dada su arbitrariedad al momento de la obtención de datos.

No obstante, la hoja de cálculo recopila información en periodos de 15 minutos y mantiene la presencia de sus respectivas columnas para identificar el medio de transporte público; Coomicro, Trans-Petrolea, Trans-Tonchala y Trans-Guasimales, igualmente los sistemas de transporte alterno; bicicletas, motos, taxis y particulares con su respectiva periodicidad vista.

Jornada de estudio	1/10/2019	Georeferencia	7,905208 - 72,470603	PUNTO A 1					
Tiempo estudiado	15 minutos	Día estudio	Martes / Octubre						
Horas	Empresas de transporte publico				Medios de transporte alternos				
	Coomicro	Transpetrolea	Tonchala	Guasimales	Flujo	Bicicletas	Motos	Taxi	Particulares
8:30:00 a. m.			D		MEDIO	0	6	1	4
8:31:00 a. m.						0	1	2	6
8:32:00 a. m.		C			MEDIA	1	4	1	2
8:33:00 a. m.						0	6	1	1
8:34:00 a. m.						1	2	0	1
8:35:00 a. m.						0	3	3	3
8:36:00 a. m.	E				ALTA	0	4	1	3
8:37:00 a. m.						0	5	2	3
8:38:00 a. m.		F			MEDIA	0	11	1	7
8:39:00 a. m.						0	7	0	6
8:40:00 a. m.						0	7	2	2
8:41:00 a. m.						0	5	1	2
8:42:00 a. m.						0	3	1	3
8:43:00 a. m.						0	4	0	4
8:44:00 a. m.						0	1	2	3
8:45:00 a. m.			G		MEDIA	1	4	0	1
		C			MEDIA				
8:46:00 a. m.			D		BAJO	1	4	1	4

https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1Y62bS336IWwUb5_Gy59IUkyKEB6xBSC8

Anexo 10. Matriz Origen - Destino de las rutas del transporte público del Barrio San

Martin

La siguiente recolección de datos se realizó a lo largo del mes de Enero del año 2020, con la integración de la aplicación de *Formularios de Google*, la cual permite recopilar datos de manera virtual, se realiza a través del envío de enlaces donde el usuario introduce los datos en las zonas correspondientes, que se dividen en: edad: es necesario conocer los rangos de edades de las personas que utilizan más el servicio de transporte público; género: categorizando los datos entre masculino y femenino; origen: que responde a la pregunta ¿Vive en el Barrio San Martín? destino: que responde a la pregunta ¿Qué ruta frecuenta más para desplazarse a su lugar de destino? y por último la columna de hora: que responde a la pregunta ¿A qué horas toma la ruta de transporte público?.

Edad	Genero	¿Vive en San Martín? (Origen)	Normalmente ¿Qué ruta frecuenta más para desplazarse a su lugar de destino?	¿A que horas toma la ruta de transporte público?
26	Hombre	Si	uñas	6:00 am - 8:00 am
29	Hombre	Si	centro	6:00 am - 8:00 am
35	Mujer	Centro	San Martín	6:00 am - 8:00 am
36	Mujer	Si	Gaitan	12:00 m - 2:00 pm
33	Mujer	Si	Centro	2:00 pm - 4:00 pm
25	Mujer	No	Azul villa camila, san martin	2:00 pm - 4:00 pm
18	Hombre	Si	Roja san martin	12:00 m - 2:00 pm
18	Mujer	No	Villa camila san martin	6:00 am - 8:00 am
20	Mujer	No	Cotras an villa camila	6:00 am - 8:00 am
60	Hombre	No	Cotras an san marti	12:00 m - 2:00 pm
48	Mujer	No	Cotras an san martin	6:00 am - 8:00 am
24	Prefiero no decirlo	Si	Centro	6:00 am - 8:00 am
20	Mujer	Si	Av 7	8:00 am - 10:00 am
18	Hombre	Si	Al centro	12:00 m - 2:00 pm
40	Hombre	Si	La calle 14	8:00 am - 10:00 am

https://drive.google.com/file/d/1DkGF6L462rYnSv5oWk_LnlA8ALXJIDuy/view?usp=sharing

Anexo 11. Matriz general de evaluación del Mobiliario Urbano

La evaluación del Mobiliario Urbano se realizó a mediados del mes de Febrero del año 2020, se recolectó la información de manera manual por medio de un estudio de campo a cada punto de parada (A-B-C-D). Cada factor a evaluar se divide en: *accesibilidad*: facilidad con la cual se logra el disfrute pleno de la oferta al sistema de transporte público, *calidad*: reflejada mediante el índice de sostenibilidad ambiental en el espacio, *seguridad*: aptitud para garantizar la seguridad de los ciudadanos y proteger las infraestructuras del sector, *sostenibilidad*: materiales que no degraden el entorno, *economía*: teniendo en cuentas la compra y futuras renovaciones financieramente accesibles para la comunidad y entidades gubernamentales, *reparabilidad*: fácil mantenimiento y finalmente *confort*: según su capacidad de responder a las características y necesidades del entorno presente. Adicionalmente al estudio de campo se comprobó la veracidad con los videos previamente recolectados para las matrices de aforo de los sistemas de transporte, donde recolectamos imágenes y mayor información del uso de los mismos puntos.

Ítem	Índices	A		B		C		D	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Accesibilidad	¿El espacio permite realizar de manera fácil, confiable, segura y cómoda acciones de tránsito y/o estacionamiento?	X		X		X		X	
Calidad	¿Los materiales usados garantizan resistencia, durabilidad y espesan las necesidades de alto tráfico? ¿Los materiales utilizados cubren propósitos de la región?	X		X		X		X	
	¿Los materiales utilizados no le agrada?	X		X		X		X	
Seguridad	¿Las especies de concreto y/o la separación entre áreas, caminos y aceras, etc.?	X		X		X		X	
	¿El mobiliario cumple las propiedades de seguridad, resistencia, durabilidad y sostenibilidad? ¿Está separadamente de las vías vehiculares y los caminos peatonales?	X		X		X		X	
Sostenibilidad	¿Los elementos del espacio público se planifican considerando el medio y la calidad del espacio?	X		X		X		X	
	¿Los espacios de plantación y mantenimiento del espacio público son ruidos y cumplen con el nivel de OHS de 197 por el ruido alto contaminación local?	X		X		X		X	
Economía	¿Los elementos del espacio público por ellos le satisfacen y pueden ser por parte de las empresas locales?	X		X		X		X	
	¿Los materiales que se utilizan en materiales de concreto y/o para no molestar?	X		X		X		X	
Reparabilidad	¿Los precios que se manejan son accesibles y pueden ser confiables en el tiempo y en otros espacios?	X		X		X		X	

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1GAeTECsAPjoMBmuiQCyMFES_hLnQPYGL/edit#gid=61227480

Anexo 12. Matriz de las Rutas del Transporte Público en el barrio San Martín

La hoja de cálculo focaliza el seguimiento de las 8 rutas de transporte público presentes en el barrio San Martín a lo largo del mes de Mayo del año 2020, teniendo en cuenta en cada una de las secciones de filas elementos como; desembarque de pasajeros; número de pasajeros que descienden del sistema de transporte público, embarque de pasajeros; número de pasajeros que ascienden al sistema de transporte público, tiempo de desembarque; duración del descenso de cada uno de los usuarios al sistema de transporte, tiempo de embarque; duración del ascenso de cada uno de los usuarios al sistema de transporte, KM; kilometro recorridos por ruta, velocidad promedio; tiempo de pago; duración del pago del pasaje, cantidad de metros recorridos por unidad de tiempo, tiempo de la ruta; período determinado durante el que se realiza la ruta de transporte y no se bajaron; son aquellos usuarios que no se bajaron al llegar al punto final del barrio San Martín. además de ello; sus filas cuentan con la letra representativa de cada una de las rutas del transporte público bajo las cuales se agregara la información encontrada de cada trayecto conforme a la característica evaluada.

La información adquirida posee una evidencia a través del sistema de grabación de imágenes, videos que corroboran los resultados y captación de la misma.

	Tiempo de pago	Ruta							
		A	B	C	D	E	F	G	H
	0	2				3			
	1						1		
	2				Gasolina		1		
	3							1	1
Numero de pasajeros de embarque	4							1	
	5							2	
	6							1	
	7							1	
	8							1	
	9								
	0	6				15			
	1						3		
	2						2		
	3							3	5
Tiempo de embarque	4							3	
	5							4	
	6							3	
	7							3	
	8							4	
	9								
	0								
	1		1	1					
	2	2	1			1			
	3		1						
Numero de pasajeros de desembarque	4				2				2
	5			1		1			
	6		2			2			
	7					1			
	8								
	9								
	0								
	1		8	5					
	2	7	6			9			
	3		9						
Tiempo de desembarque	4				5				8
	5			6		7			
	6		10			9			
	7					8			
	8								
	9								
	0	7				3			
	1						5		
	2						28		8
	3		5					5	
Tiempo de pago	4				3			20	5
	5							8	
	6					3		6	
	7							7	
	8							15	
	9								
KM		1,73	2,02	3,11	2,65	2,65	3,05	3,11	1,82
Velocidad promedio		16	17	15	15	15	14	17	21
No se bajaron		3	2	1	1	4	2	3	1
Tiempo de ruta		5,1	6,2	5	7,4	7,19	9,4	12,2	5,3

https://docs.google.com/spreadsheets/d/11_RKC4FYq8m4_uRUppPvd9yVTewOUBEe/edit#gid=1331307396