

Definición de un modelo conceptual de Movilidad como Servicio (Mobility as a Service MaaS)
en el Área Metropolitana de Bucaramanga

Juan Antonio Hernández Estrada

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magíster en Ingeniería Civil

Director

Yerly Fabián Martínez E.

Doctor en Ingeniería Transporte y Logística

Codirector

Jhon Jairo Cáceres Jiménez

Doctor en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Maestría en Ingeniería Civil

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A mis hijos que son mi fuente de inspiración para seguir adelante y luchar por un mejor futuro para todos en la familia. A mi padre Q.E.P.D

Agradecimientos

A Dios, por todo lo que me ha dado en la vida, a mi familia por el apoyo, a mi Director y Codirector por la paciencia, apoyo y orientación y a la Maestría en Ingeniería Civil de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander por su formación. A mis compañeros de la Maestría en Ingeniería Industrial, tantas horas de trabajo dan fruto y a los profesores Luis Eduardo Becerra y Orlando Contreras, mil gracias.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	12
1. Justificación	16
2. Objetivos	21
2.1. Objetivo General.....	21
2.2. Objetivos Específicos.....	21
3. Marco Teórico Mobility as a Service.....	21
4. Revisión de Literatura.....	25
4.1. Planeación.....	25
4.2. Ejecución de la revisión	27
4.3. Publicaciones seleccionadas	27
5. Estado del arte.....	28
5.1. MaaS desde la perspectiva del usuario	28
5.1.1. Cambios en la movilidad del usuario.....	30
5.1.2. El usuario en el ecosistema de movilidad.....	32
5.1.3. El usuario y el sistema de transporte.....	33
5.1.4. Mejoramiento en los indicadores de operación	34
5.1.5. Cambios en los sistemas de transporte.....	35
5.2. Resultados de MaaS.....	36
5.2.1. Movilidad urbana sostenible.....	37
5.2.2. Barreras en la implementación de MaaS	39
5.3. Ente Gestor y/o Autoridad de transporte y transportadores.....	42

5.3.1.	La importancia de la regulación sobre MaaS.....	44
5.3.2.	Importancia de los datos al servicio de la autoridad de transporte	46
5.3.3.	Impacto sobre los transportadores	47
5.3.4.	Actores políticos y empresariales	48
5.3.5.	Relación autoridad de transporte, transportadores y usuarios	49
5.3.6.	Gobernanza	50
5.3.7.	Regulación de aplicaciones MaaS	51
5.4.	Estado del Arte – Resultados	52
6.	Contexto Colombiano de SITM.....	54
6.1.	Marco legal aplicado al Transporte.....	59
6.2.	MaaS en el Área Metropolitana de Bucaramanga	61
6.2.1.	AMB y el SITM Metrolínea	61
7.	Modelo Conceptual MaaS.....	64
7.1.	Metodologías.....	64
7.1.1.	Metodología Business System Planning BSP.....	64
7.1.1.1.	Ventajas.....	64
7.1.1.2.	Desventajas	65
7.1.2.	Metodología RuleSpeak.....	66
7.1.2.1.	Ventajas.....	66
7.1.2.2.	Desventajas	67
7.1.3.	Zachman Framework	68
7.1.3.1.	Ventajas.....	69
7.1.3.2.	Desventajas	70

7.2.	Metodología RuleSpeak aplicada al modelo MaaS	71
7.3.	Variables y Actores del modelo MaaS.....	72
7.3.1.	Autoridad de Transporte Área Metropolitana de Bucaramanga.....	74
7.3.2.	Ente Gestor SITM Metrolínea	75
7.3.3.	Operadores de Transporte – Concesionario.....	76
7.3.4.	Proveedor de Tecnología	77
7.3.5.	Transporte Público Colectivo	78
7.3.6.	Usuario.....	79
7.3.7.	Aplicación MaaS.....	80
7.3.8.	Ministerio de Transporte.....	81
7.3.9.	Sistema Financiero.....	82
7.3.10.	Modos Alternativos de Transporte.....	83
7.4.	Modelo Conceptual MaaS AMB	84
7.4.1.	Nivel 1 Medios de Pago.....	85
7.4.2.	Nivel 2 Acceso al modo de transporte	86
7.4.3.	Nivel 3 Sistemas Centrales	86
7.4.4.	Nivel 4 Sistemas de Nivel Superior.....	87
7.4.5.	Arquitectura e interoperabilidad	87
7.4.6.	Comunicaciones.....	88
7.4.7.	Cumplimiento directrices UMUS	88
8.	Conclusiones.....	90
9.	Recomendaciones	92
	Referencias Bibliográficas.....	94

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Validaciones SITM Metrolínea</i>	16
Tabla 2 <i>Publicaciones tomando como referencia el usuario</i>	29
Tabla 3 <i>Publicaciones evaluando los resultados de la implementación</i>	36
Tabla 4 <i>Publicaciones sobre el punto de vista de la autoridad de transporte</i>	42

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Documentos publicados sobre MaaS</i>	26
Figura 2 <i>Representación gráfica de la metodología RuleSpeak</i>	72
Figura 3 <i>Variables y actores del modelo MaaS</i>	73
Figura 4 <i>Variable Autoridad de Transporte</i>	74
Figura 5 <i>Variable Ente Gestor SITM Metrolínea</i>	75
Figura 6 <i>Variable Operadores de Transporte</i>	76
Figura 7 <i>Variable Proveedor de Tecnología</i>	77
Figura 8 <i>Variable Transporte Público Colectivo</i>	78
Figura 9 <i>Variable Usuario</i>	79
Figura 10 <i>Variable Aplicación MaaS</i>	80
Figura 11 <i>Variable Ministerio de Transporte</i>	81
Figura 12 <i>Variable Sistema Financiero</i>	82
Figura 13 <i>Variable Modos Alternativos de Transporte</i>	83
Figura 14 <i>Modelo Conceptual MaaS</i>	84
Figura 15 <i>Detalle Nivel 1 Modelo MaaS AMB</i>	85
Figura 16 <i>Detalle Nivel 2 Modelo MaaS AMB</i>	86
Figura 17 <i>Detalle Nivel 3 Modelo MaaS AMB</i>	86
Figura 18 <i>Detalle Nivel 4 Modelo MaaS AMB</i>	87

Glosario

AMB: Área metropolitana de Bucaramanga

CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social

DNP: Departamento Nacional de Planeación

EMV: protocolo de seguridad informática creado por las empresas Europay Mastercard y Visa

ITS: siglas en inglés para intelligent transportation system (sistema inteligente de transporte)

MaaS: siglas en inglés para mobility as a service (movilidad como servicio)

SITM: Sistema Integrado de Transporte Masivo - sistema de transporte público definido para ciudades con más de 500.000 habitantes.

SITP: Sistema Integrado de Transporte Público - entidad que gestiona los diferentes modos de transporte público en una ciudad o región metropolitana.

TPC: transporte público colectivo conformado por operadores de transporte tradicional

UMUS: Unidad de Movilidad Urbana Sostenible, dependencia del DNP encargada de los temas de movilidad y transporte para las ciudades

Resumen

Título: Definición de un modelo conceptual de movilidad como servicio (Mobility as a Service MaaS) en el Área Metropolitana de Bucaramanga*

Autor: Juan Antonio Hernández Estrada**

Palabras Clave: Movilidad como Servicio, Movilidad Urbana, Transporte Público, SITP

Descripción: La movilidad como servicio (MaaS) no sólo ha sido una tendencia global en el transporte público, también es evidente cómo su incorporación ha beneficiado a los actores del ecosistema de movilidad urbana en diferentes ciudades. MaaS integra servicios de movilidad, proveedores de transporte y soluciones tecnológicas que utilizan datos de operación, los procesan y presentan información en tiempo real a los diferentes actores para la toma de decisiones. Los casos de éxito en MaaS han logrado su objetivo basándose en la integración tecnológica, lo que conduce a un crecimiento quasi lineal de la demanda en los Sistemas de Transporte. Esta investigación se centra en primer lugar en una revisión de las innovaciones en MaaS presentes en la literatura para determinar el estado del arte y posteriormente utilizando la metodología RuleSpeak, se formula un modelo conceptual de MaaS que se adapta a las condiciones de operación de los Sistemas Integrados de Transporte Público en Colombia (SITP) y que contribuye a la movilidad de los ciudadanos aportando valor al integrar los diferentes actores del ecosistema de movilidad, los modos de transporte y ofreciendo diferentes alternativas de desplazamiento. El principal resultado es la categorización de los beneficios de MaaS que se han obtenido con la implementación de este concepto en el mundo y su incorporación al entorno de los SITP en Colombia cumpliendo con las directrices establecidas por el Ministerio de Transporte y la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible y de esta forma buscar un mejoramiento en la calidad de vida de los ciudadanos.

* Trabajo de Grado para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Maestría en Ingeniería Civil

Director: Yerly Fabián Martínez Estupiñan. Phd en Transporte.

Codirector: Jhon Jairo Cáceres Martínez. Phd en Ingeniería Civil

Abstract

Title: Innovation in Mobility as a Service (MaaS), a disruptive solution for Integrated Public Transport Systems in Colombia*

Author(s): Juan Antonio Hernández Estrada¹

Key Words: Mobility as a Service, Urban Mobility, Public Transportation, SITP

Description: Mobility as a service (MaaS) has not only been a global trend in public transport; it is also evident how its incorporation has benefited the actors of the urban mobility ecosystem in different cities. MaaS integrates mobility services, transport providers, and technological solutions that use operation data, process it, and present information in real time to different actors for decision-making. Successful cases in MaaS have achieved their objective based on technological integration, which leads to a quasi-linear growth in demand in Transportation Systems. This research focuses first on a review of the innovations in MaaS present in the literature to determine the state of the art subsequently using the RuleSpeak methodology, a conceptual model of MaaS is formulated that adapts to the operating conditions of Public Integrated Transport Systems in Colombia (SITP) and that contributes to citizens mobility giving value by integrating the different actors of mobility ecosystem, the transport modes and offering different travel options. The main result is the categorization of the MaaS benefits that have been obtained with the implementation of this concept in the world and its incorporation into the SITP environment in Colombia, complying with the guidelines established by the Ministerio de Transporte y la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible and in this way, it is expected to achieve an improvement in the quality of life of citizens.

* Master Thesis

¹Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering
Director: Yerly Fabián Martínez Estupiñán. Phd in Transportation
Codirector: Jhon Jairo Cáceres Martínez. Phd in Civil Engineering

Introducción

La movilidad como servicio (MaaS Mobility as a Service, que para efectos prácticos en esta investigación y debido al amplio uso del término, denominaremos MaaS), es un concepto que ha venido emergiendo como alternativa de solución en diferentes países de Europa y Asia e igualmente en Estados Unidos. El objetivo de MaaS es proporcionar una alternativa al uso del automóvil privado que puede ser tan conveniente, inclusive más sostenible, ayudar a reducir la congestión y las limitaciones en la capacidad de transporte, y puede ser además más económica.

El concepto de Mobility as a Service - MaaS apareció por primera vez en la conferencia europea de ITS (Intelligent Transportation Systems, por sus siglas en inglés) celebrada en Helsinki en 2014 y posteriormente en el 2015. Para el 2016, se unieron 20 países y conformaron la primera asociación público-privada regional del mundo con un enfoque común en torno a MaaS y que sentó las bases para lograr una primera aproximación a la adopción de MaaS en Europa (ATKINS, 2015; Holmberg et al., 2016; MaaS Alliance, 2017).

Así entonces, el concepto de MaaS se ha difundido por todo el planeta como la integración de la planificación en la movilidad, la reserva y expedición de tiquetes en los diferentes modos de transporte y la mayoría de ellos incorpora el pago por uso, e inclusive algunos de ellos involucran el pago con suscripciones mensuales, anuales, personalizadas o fijas; y revisando el alcance de estas soluciones, no solo incorporaron la solución de primera y última milla en el términos de transporte de pasajeros, sino también ha sido útil en la entrega de mercancías (Maria Kamargianni et al., 2016; ITS Australia, 2018).

Podemos sintetizar entonces, que el uso de MaaS es la integración basada en tecnologías de los diferentes modos de transporte público existentes en una localidad, y que permite la planificación del desplazamiento a los habitantes, genera los respectivos tiquetes o códigos de acceso para el ingreso a cada vehículo de uso público (y llamaremos vehículo a cualquier elemento que permite desplazar a una persona desde un punto a otro, como lo son las bicicletas, patinetas, ciclopatines, taxis, buses de cualquier tipología como sencillos, articulados, biarticulados; trenes ligeros o tranvías, trenes pesados o metro y cables aéreos); y que además beneficia al usuario con el cobro por el uso real del vehículo y no por una tarifa estándar o fija siempre.

En Colombia, si bien existen muchos estudios sobre movilidad, movilidad urbana sostenible, planificación urbana; no existe hasta el momento una implementación documentada (sin importar si fue exitosa o no) sobre MaaS. El crecimiento de las ciudades, la motorización y la expansión del área urbana le generan crecientes desafíos al sistema de transporte, al punto que las soluciones que adopten las ciudades al respecto pueden condicionar su competitividad futura en un sistema económico crecientemente globalizado (Prud'homme,R 1998).

De acuerdo con los diferentes estudios adelantados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), se estima que en promedio, para las principales ciudades los niveles de sobreoferta de transporte público oscilan entre el 30% y 40% (Conpes 3260, 2020). En este mismo documento se muestra que “el esquema empresarial existente es ineficiente al promover la competencia de los operadores en las vías recogiendo pasajeros (competencia en el mercado) y no por las rutas que prestarían el servicio bajo unos parámetros de calidad y servicios preestablecidos”.

Posterior a la implementación de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), los estudios han mostrado que el modelo adoptado por las ciudades no respondió a la necesidad real de movilidad de la ciudad, creando una brecha que cada día crece entre una demanda de pasajeros y una oferta de transporte que no cumple con el requerimiento de los usuarios. Según cifras del DNP, indicadores como la ocupación media (pasajeros por bus-día), vehículos de Transporte Público Colectivo (TPC) por millón de habitantes, kilómetros de rutas por millón de habitantes y otros, muestran un diagnóstico de sobreoferta, altos tiempos de viaje, equipo automotor obsoleto y superposición de rutas².

En Bucaramanga y su Área Metropolitana el comportamiento es similar al de las demás ciudades con SITM en operación; y a esto se suma el incremento más que exponencial del uso de plataformas tecnológicas que prestan servicio de transporte, aunado con la cantidad de rutas de TPC que se han mantenido o creado para cubrir la deficiencia en las rutas del SITM, muestran el crecimiento de una gran problemática en términos de movilidad urbana sostenible, donde los diferentes actores de un ecosistema de movilidad no se integran, y tampoco está disponible para los usuarios una herramienta eficiente que permita realizar un ejercicio de planificación de viajes y cuya tarifa dependa del tipo de vehículo que use, el tiempo de recorrido ni la distancia del trayecto.

Este documento contiene la propuesta de investigación sobre MaaS, evalúa los diferentes modelos adoptados en otras ciudades y define los lineamientos y parámetros que debe tener un

² DNP Estudios para la elaboración del CONPES 3260. Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo.

modelo de MaaS para el Área Metropolitana de Bucaramanga, teniendo como eje central el SITM Metrolínea, las condiciones particulares de la zona de influencia y los diferentes actores presentes en el ecosistema de movilidad.

En el capítulo 1 se describe la problemática identificada y que motiva la justificación de la presente investigación. En el capítulo 2 se presentan los objetivos formulados como aporte en la solución de los problemas identificados. En el capítulo 3 se realiza una descripción del marco teórico que enmarca la movilidad como servicio. Posteriormente en el capítulo 4 se presenta la revisión de literatura realizada y se describe la metodología seleccionada para esta revisión. Como producto de la revisión de literatura se obtiene el estado del arte de MaaS presentado en el capítulo 5, en el cual se identifican los aportes entregados por cada autor en su publicación y la categorización resultante como análisis de esta literatura.

En el capítulo 6 se presenta el contexto de los sistemas de transporte masivo en Colombia, el marco regulatorio que los rige y se detalla el caso particular del Área Metropolitana de Bucaramanga AMB en términos de transporte masivo y MaaS. En este punto de la investigación ya se tienen todos los elementos para formular el modelo conceptual de movilidad como servicio aplicado al AMB y que se presenta en el capítulo 7, donde se explica la metodología seleccionada para la elaboración del modelo, las variables, sus componentes e interacciones con los diferentes actores del ecosistema de movilidad urbana sostenible. Finalmente, en los capítulos 8 y 9 se muestran las conclusiones obtenidas en la investigación realizada junto con las recomendaciones para los siguientes pasos a desarrollar con el fin de lograr la implementación del modelo conceptual propuesto.

1. Justificación

El Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) Metrolínea que opera en el Área Metropolitana de Bucaramanga actualmente está en proceso de liquidación. Persisten algunas rutas troncales que cubren la ruta entre Piedecuesta y Bucaramanga, y se ha integrado progresivamente el Transporte Público Colectivo con el fin de suplir las rutas que han venido dejando de funcionar con el SITM. Se espera que la nuevas administraciones municipales que conforman el AMB planteen una estructuración técnica legal y financiera que defina cuál será el nuevo SITM que entrará a operar en el AMB. Desde su puesta en marcha, ha tenido diferentes inconvenientes, siendo los más notorios, la falta de cobertura en las rutas y la baja demanda que según las cifras oficiales ha tenido el siguiente comportamiento en los últimos años:

Tabla 1

Validaciones SITM Metrolínea

	2019	2020	2021	2022
Enero	2.266.451	2.156.479	910.017	774.495
Febrero	2.780.236	2.593.775	1.036.090	1.102.082
Marzo	2.935.606	1.737.873	1.126.050	1.247.138
Abril	2.649.881	604.777	981.016	1.087.495
Mayo	2.980.349	727.695	765.646	1.212.930
Junio	2.440.392	810.422	892.948	1.056.179
Julio	2.688.982	877.168	937.386	994.948
Agosto	2.885.612	757.144	916.656	1.145.690
Septiembre	2.820.294	943.327	854.840	1.111.016
Octubre	2.884.213	1.079.303	898.811	1.046.673
Noviembre	2.494.914	1.098.884	902.908	892.450
Diciembre	2.301.686	1.101.633	789.284	745.970
Promedio	2.677.385	1.207.373	917.638	1.034.756

Fuente: Informes de Gestión Metrolínea Diciembre 2020, Diciembre 2021, Diciembre

Elaboración propia

Otro factor que ha impactado de manera negativa desde el comienzo al SITM fue la permanencia de diferentes rutas de las empresas transportadoras tradicionales que generó competencia al sistema en lugar de aprovecharse como una oportunidad para hacer la implementación de rutas alimentadoras, complementarias y de apoyo al SITM. La situación cada día es más difícil para Metrolínea, Movilizamos S.A. operador del SITM suspendió operaciones en Junio del 2021, solo subsiste Metrocinco S.A. prestando servicios con 30 vehículos cuando la flota inicial eran 185 buses. En un plan de choque Metrolínea S.A presentó al Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) una propuesta operacional para el Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM), en una alianza estratégica con el Transporte Público Colectivo (TPC) la cual logró materializarse mediante acuerdos comerciales con las empresas Cotrander, Transpiedecuesta, Unitransa y Transcolombia que entraron en operación a partir del 24 de enero de 2022 y por ultimo Villa de San Carlos que empezó operación el 5 de septiembre de 2022³.

Estos vehículos del TPC incorporaron equipos de recaudo electrónico (validador y torniquete) con el fin de utilizar el medio de pago electrónico que opera en el SITM, lo cual permite la integración de estos servicios según los criterios definidos por Metrolínea. En total al cierre del segundo trimestre de 2023 Metrolínea había integrado 102 vehículos del TPC y esto ha llevado a mantener las validaciones en el sistema.

³ Informe de Gestión Metrolínea. Diciembre 2022

En la más reciente actualización del Plan Maestro de Movilidad del Área Metropolitana de Bucaramanga, se resaltan diferentes problemáticas como la falta de cobertura en el transporte, falta y ausencia de infraestructura de transporte, ausencia de integración física, operativa y tarifaria de los sistemas de transporte público dentro del AMB⁴ y se plantean objetivos como lograr la competitividad del transporte público frente a otros modos de transporte, integrar modal y multidimensionalmente la movilidad en el AMB e implementar la movilidad inteligente entre otros.

En ese sentido la implementación de Movilidad como Servicio, es una de las estrategias más reconocidas y exitosas para el logro de estos objetivos y que ha surgido como respuesta a problemáticas similares en otras ciudades (Kamargianni et al., 2016). La dinámica de la movilidad en el mundo muestra que las ciudades deben tener diversos modos de transporte público disponible para llegar a más personas y ampliar la cobertura. Además, con la ayuda de los sistemas tecnológicos se hace viable la posibilidad de integrar los modos de transporte para beneficiar a los habitantes que requieran desplazarse de un lugar a otro y que no cuentan con un vehículo particular, o no deseen usarlo. Esta tendencia, apoyada en tecnología se muestra como una de las mejores alternativas de solución para el transporte urbano en el AMB.

Tomando como referencia las diversas iniciativas impulsadas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) para mejorar las condiciones de movilidad en las ciudades, como la evaluación de la viabilidad en la implementación de electromovilidad, la actualización de los planes maestros de movilidad y el apoyo en la renovación del parque automotor hacia vehículos

⁴ Actualización Plan Maestro de Movilidad. Área Metropolitana de Bucaramanga 2022 – 2037. AMB 2022

de cero y bajas emisiones⁵, y siguiendo las recomendaciones del Banco Mundial e IFC para el caso de Bucaramanga⁶ en el cual se formulan lineamientos y directrices sobre movilidad urbana sostenible y sustentable, lo cual ya está inmerso en los conceptos que se han desarrollado en la movilidad como servicio.

La problemática actual de Metrolínea en términos de uso, cobertura y aceptación, más la tendencia al uso de plataformas tecnológicas como apoyo en la movilidad, y las pruebas piloto de integración tarifaria entre el TPC y el SITM supervisados por el AMB realizadas durante el 2017 - 2018⁷ que culminaron fundamentadas en “la imposibilidad de garantizar la adopción de mecanismos de seguimiento y control de la flota y de validación de usuarios o la implementación mecanismo de integración tarifaria”; el presente estudio establece un modelo conceptual de movilidad como servicio, que se adecúe a las necesidades del AMB y sirva como herramienta para el SITM Metrolínea con el fin de mejorar la prestación del servicio y se integren otros modos de transporte alternativos bajo la misma plataforma tecnológica y evitando la competencia entre el TPC y el SITM.

La definición de dicho modelo apunta al mejoramiento en la prestación del servicio de transporte público, que se refleje en la disminución de los tiempos de viaje de los usuarios y por

⁵ CONPES 3260 Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo. 2020

⁶ Profundización para la implementación de buses eléctricos en tres ciudades de Colombia: Bucaramanga, Cali y Pereira. Banco Mundial, International Finance Corporation, Sumatoria, ARUP. Julio 2021

⁷ Resolución Metropolitana 548 de 2017

ende un incremento en la demanda, que como se evidencia en las cifras oficiales de validaciones, requiere una intervención directa apoyada en estudios y soportada en modelos como el que se propone realizar.

2. Objetivos

Estos son los objetivos de la presente tesis de investigación

2.1. Objetivo General

Establecer un modelo conceptual de movilidad como servicio (Mobility as a Service) para el Área Metropolitana de Bucaramanga, que sirva como base en la integración del TPC y el sistema de bicicletas públicas al SITM bajo una misma plataforma tecnológica.

2.2. Objetivos Específicos

Establecer los lineamientos del concepto de movilidad como servicio que sean aplicables en el Área Metropolitana de Bucaramanga y que se puedan incorporar al Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea.

Adaptar las directrices definidas por la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible del Ministerio de Transporte y el Departamento Nacional de Planeación para los Sistemas Integrados de Transporte Masivo relacionados con movilidad urbana sostenible al modelo conceptual propuesto.

Definir las condiciones que deben cumplir los modos de transporte alternativos y complementarios para que se integren al modelo de MaaS en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

3. Marco Teórico Mobility as a Service

La incorporación de tecnología al servicio de la movilidad, unida a la múltiple oferta de modos de transporte, especialmente en ciudades con gran desarrollo, llevó a integrar diferentes opciones de viaje para un ciudadano en una misma plataforma tecnológica, integración conocida

inicialmente como Mobility as a Service Maas (movilidad como servicio). Este concepto revolucionario ha impulsado el desarrollo de soluciones integradas para la movilidad y ha generado nuevas formas y alternativas de viaje, aunque los desarrollos tecnológicos se implementaron de forma acelerada, no se tiene evidencia de un estudio o investigación para la formulación de un modelo que contemple los conceptos inmersos en MaaS, y establezca los lineamientos que debe seguir una ciudad para lograr con éxito la implementación de Movilidad como Servicio.

Desde el año 2017 han ido apareciendo muchos productos MaaS en diferentes países, como UbiGo de Gotemburgo que integra diferentes modos de transporte en una misma aplicación, Whim y Helsinki Model de Helsinki, la cual además de los modos de transporte integrados permite la planificación de viajes, Moovel de Stuttgart y Hamburgo que facilita el uso del sistema ferroviario y buses, BeMobility de Berlín la cual desarrolla una interface que le permite al usuario interactuar con el sistema de planificación de viaje al igual que Smile de Viena, EMMA de Montpellier que integra modos alternativos de transporte como bicicletas, Mobility Compre en Hannover cuya innovación centra en la reserva de tiquetes prepagados, HelloGo en Utrecht la cual incorpora el concepto de “pay as you go” permitiendo el pago al final del trayecto, y otros más.

La mayoría de estos productos basados en tecnologías integran varios modos de transporte (incluido bus, metro, tranvía, taxi, vehículo compartido y bicicletas compartidas). Así entonces, la movilidad como servicio se ha difundido por todo el planeta como la integración de la planificación en la movilidad, la reserva y expedición de tiquetes en los diferentes modos de transporte e incorporando el pago por uso (Pay as you Go por sus siglas en inglés), algunos de ellos involucran el pago con suscripciones mensuales, anuales, personalizadas o fijas; incluso su

alcance abarca hasta las soluciones de primera y última milla en términos de transporte de pasajeros, así como también ha sido útil en la logística de mercancías (ATKINS, 2015; Holmberg et al., 2016; MaaS Alliance, 2017).

Como alternativa a patrones altamente insostenibles y dependientes de los automóviles, MaaS propone soluciones de movilidad que se centran en sistemas integrados y compartidos, servicios que responden a la demanda y servicios con precios dinámicos para gestionar la demanda, lo que podría decirse que proporciona un marco que puede conducir a un modelo de transporte más sostenible (Jittrapirom et al., 2017).

Es importante acotar el alcance del concepto de MaaS, que, si bien es muy amplio y complejo dependiendo del ámbito, ubicación o alcance que se le haya dado, algunos autores han definido igualmente lo que no está dentro de este contexto. MaaS no representa necesariamente una innovación tecnológica directa para el sector del transporte (Smith & Hensher, 2020), sino que representa una nueva e innovadora forma de ofrecer servicios de transporte a los usuarios (Alexandros, Ioannis, Elena y Eric Njoya, 2017) y es posible que esa nueva forma no sea aplicable para todos los usuarios.

Esto se evidenció en el estudio realizado por Xinyu Liu, 2020 en Wisconsin USA en el cual se recopiló información sobre comportamientos y patrones de viaje de los habitantes de la ciudad encontrando que los núcleos poblados con mayor desarrollo en términos de transporte evolucionaron satisfactoriamente el concepto de MaaS, pero los territorios aledaños que debían incorporar los habitantes de comunidades rurales y que se desplazan a las ciudades terminaron por

ser excluidas. También se evidenció en este estudio que los adultos mayores tenían grandes dificultades en el acceso a este tipo de soluciones porque, aunque tuvieran un dispositivo electrónico como un Smartphone, las aplicaciones disponibles para transporte, en realidad no fueron diseñadas para este tipo de población.

La incorporación de MaaS no cambia necesariamente la funcionalidad general del transporte, sino que brinda oportunidades para cambios incrementales que, en conjunto, pueden contribuir a un sistema más eficiente y sostenible (Smith & Hensher, 2020). Además, dado que los proveedores de movilidad controlan flotas de vehículos más grandes que la propiedad individual, los cambios masivos en la electrificación y la autonomía se pueden realizar de manera más rápida y eficiente (Fuentes, Hunt, Lopez-Ruiz y Manzano, 2019).

Siguiendo con el usuario en el ecosistema de movilidad, en 2016, Strömberg et al., evidenciaron cómo las personas pueden adoptar diferentes comportamientos de viaje después de la introducción de MaaS. Son múltiples los beneficios para los usuarios y las localidades o ciudades que han logrado incorporar MaaS (Wilson & Mason, 2020) como la planificación de viajes, la posibilidad de integración en los modos de transporte y el manejo de tarifas según el uso, aunque poco se ha documentado sobre los errores o posibles fracasos (como las dificultades en la población con edad avanzada, la cobertura en áreas no urbanas) en la adopción de este tipo de conceptos y tecnologías, e igualmente en el contexto latinoamericano existen muy pocas experiencias documentadas acerca de la implementación de MaaS.

4. Revisión de Literatura

Para realizar la revisión sistemática de la literatura se tomó como base el enfoque metodológico de tres etapas adoptado por Kankanamge, Yigitcanlar, Goonetilleke y Kamruzzaman (2019), respondiendo a una pregunta de investigación. ¿Existen modelos de movilidad como servicio implementados en los diferentes estudios publicados?

4.1. Planeación

La Etapa 1 corresponde a la planeación, se define un objetivo el cual es revisar el concepto de MaaS e identificar los modelos relacionados con su implementación en las ciudades. Los términos “Mobility as a Service”, “Transportation as a Service” y “Transport as a Service” fueron seleccionados como palabras claves para la búsqueda que se concentró en el título, el resumen y las palabras clave de las publicaciones disponibles mediante las herramientas de consulta disponibles en las bases de datos académicas que dispone la Universidad Industrial de Santander.

Al ser MaaS un concepto relativamente nuevo, la fecha de publicación quedó abierta y se organizan por año de publicación encontrando el resultado que se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Documentos publicados sobre MaaS



Elaboración propia

Se observa cómo antes de 2010, la cantidad de artículos publicados por año no superaba los 20. A partir del año 2014 el crecimiento en la publicación de investigaciones, casos, documentación y múltiples avances en términos de MaaS, se ha evidenciado con un comportamiento exponencial prácticamente sostenido, exceptuando el año 2020 que se puede inferir, debido a la pandemia por la COVID-19, afectó el avance en las investigaciones; así se puede tener información reciente de alto nivel y con gran calidad sobre diferentes escenarios analizados de MaaS.

4.2. Ejecución de la revisión

La revisión se realizó sobre los 578 artículos obtenidos en la búsqueda aplicando los siguientes criterios:

Primarios de inclusión: Artículos de investigación, revisados por pares, texto completo y disponibles en línea;

Primarios de exclusión: Registros duplicados, libros y capítulos, reportes de industria y de gobierno.

Secundarios de inclusión: Relacionados con MaaS, relevancia con lo que se busca evaluar.

Secundarios de exclusión: Si se encuentra que el análisis o investigación se centra en temas de Infraestructura, vías, regulación, modelos matemáticos sobre movilidad, predicciones, tiempos, matriz origen destino y otros similares.

El resultado de aplicar los criterios primarios revisando el título, el resumen y las palabras clave, arroja un total de 210 artículos. Posteriormente aplicando los criterios secundarios de inclusión y exclusión sobre el texto completo de los artículos, se tienen en definitiva 97 artículos para la revisión de literatura.

4.3. Publicaciones seleccionadas

Siguiendo la metodología seleccionada, en la etapa 3 se agrupan los artículos de tal forma que, por medio de patrones o enfoques comunes, o temas de investigación similares, se logren clasificar los artículos seleccionados en categorías. La coincidencia de patrones, o el escaneo de temas comunes y diferencias se completó utilizando la observación directa sobre el contenido del

artículo, el análisis realizado por el(los) autor(es) de cada publicación, al igual que las conclusiones e incluso el resumen presentado para así evaluar y estructurar los datos.

5. Estado del arte

Una vez revisados los documentos seleccionados, se realiza una lectura completa de cada artículo, haciendo una abstracción del aporte y el escenario de MaaS presentado, y se encuentra que es posible agrupar los diferentes resultados de MaaS en tres (3) categorías que aparecen de forma reiterativa en la bibliografía revisada y que además evidencian el valor agregado, el beneficio y el aprovechamiento que se obtiene al implementar MaaS en una ciudad o localidad y que se puede considerar un estado del arte en MaaS. Estos grupos son:

- MaaS desde la perspectiva del usuario
- Resultados de MaaS
- MaaS desde el punto de vista de la autoridad de transporte

5.1. MaaS desde la perspectiva del usuario

Varios autores han realizado publicaciones sobre las experiencias de MaaS mostrando los cambios que se producen posterior a la implementación de estas soluciones. En esta sección se presentan evidencias obtenidas a partir de la revisión de la literatura de cómo la implementación de MaaS ha cambiado la forma como el usuario adopta prácticas de movilidad y no de solo de transporte o desplazamiento desde un punto a otro. Prácticas como lo es la planificación de viaje, la integración tarifaria, el pago por uso o Pay as you Go, la optimización del tiempo de desplazamiento basados en estimaciones y una de las formas más utilizadas en MaaS, la selección de la mejor alternativa de transporte basados en las preferencias o necesidades. Además se

identifica al usuario como eje central del ecosistema de movilidad, las relaciones existentes entre el usuario y el sistema de transporte y finalmente desde el punto de vista de la operación de transporte, el impacto en los indicadores que se pueden evidenciar al incorporar soluciones de MaaS.

En la Tabla 2, se identifican los principales autores que han desarrollado sus investigaciones en MaaS tomando como referencia el usuario y el método utilizado por el autor para la toma y análisis de la información en su estudio.

Tabla 2 *Publicaciones tomando como referencia el usuario*

No	Autor	Año	Título	Journal	Método
1	Sochor et al.	2016	Trying out Mobility-as-a-Service experiences from a field trial and implications for understanding demand	Transportation Research Record	Método mixto (Enfoque ensayo)
2	Stromberg et al.	2016	Trying on change	Travel Behaviour and Society	Método mixto (Enfoque ensayo)
3	Hensher	2017	Future bus transport contracts under a Mobility-as-a-Service (MaaS) regime in the digital age	Transportation Research Part A	Método mixto (Enfoque ensayo)
4	Jittrapirom et al.	2017	Mobility-as-a-Service	Urban Planning	Revisión de Literatura
5	Docherty et al.	2018	The governance of smart mobility	Transportation Research Part A	Revisión de Literatura
6	Mulley et al.	2018	Community transport meets Mobility-as-a-Service	Research in Transportation Economics	Entrevistas
7	Smith et al.	2018	Mobility-as-a-Service	Research in Transportation Economics	Entrevistas
8	Stromberg et al.	2018	Inviting travellers to the smorgasbord of sustainable urban transport	Transportation	Método mixto (Enfoque ensayo)
9	Utriainen & Poillonänen	2018	Review on Mobility-as-a-Service in scientific publications	Research in Transportation Business and Management	Revisión de Literatura

10	Curtis et al.	2019	Governance of future urban mobility	Urban Policy and Research	Workshop
11	Fuentes et al.	2019	The “iPhone effect”	Competition and Regulation in Network Industries	Método mixto (Enfoque ensayo)
12	Johansson et al.	2019	Moving to private-car- restricted and mobility-served neighborhoods.	Sustainability	Método mixto (Enfoque ensayo)
13	Tirachini	2019	Ride-hailing, travel behaviour and sustainable mobility	Transportation	Revisión de Literatura
14	Becker et al.	2020	Assessing the welfare impacts of shared Mobility-as-a-Service (MaaS)	Transportation Research Part A	Modelo
15	Franco et al.	2020	Demand responsive transport.	Transportation Research Part A	Modelo
16	Hoërcher & Graham	2020	MaaS economics	Economics of Transportation.	Modelo
17	Nikitas et al.	2020	Artificial intelligence, transport and the smart city.	Sustainability	Revisión de Literatura
18	Rosenblum et al.	2020	Parking futures.	Land Use Policy	Análisis de Políticas
19	Wong et al.	2020	Mobility-as-a-Service (MaaS)	Transportation Research Part A	Análisis de Políticas

Elaboración propia

5.1.1. Cambios en la movilidad del usuario

Las investigaciones que se analizan a continuación utilizaron la toma de datos desde la aplicación de MaaS y su interacción con el usuario bien sea con encuestas virtuales, o de trabajo en campo para llegar a las conclusiones que se presentan. Sochor (2016) mostró que la incorporación de MaaS brinda información sobre las perspectivas de los clientes incluida la evidencia del modo de viaje, el cambio de comportamiento, y la reducción de costos. Enfatizando en la importancia del servicio y el tipo de MaaS que desea la comunidad, esto es algo centrado en el usuario / viajero / pasajero. Igualmente, Stromberg (2016) por medio de la implementación de MaaS evidenció información sobre cómo las personas pueden adoptar diferentes comportamientos de viaje después de la introducción de MaaS. Adicionalmente muestra que los ensayos realizados en las diferentes pruebas de implementación para las versiones de la App en MaaS, se pueden

utilizar estratégicamente para fomentar el cambio en modos de transporte de la población, sugiere entonces que los resultados de MaaS frente a los cambios en la movilidad de los usuarios, pueden dirigirse a incentivar el uso del transporte público en los viajeros.

Hensher (2017) realizó una discusión sobre algunos impactos potenciales como resultado de reemplazar el Transporte Público Convencional con MaaS particularmente en áreas de baja densidad combinando los resultados en una variedad de posibles escenarios futuros para el manejo de los contratos de operación de transporte y particularmente a los sistemas multimodales. Los escenarios estudiados combinaron diferentes fórmulas de remuneración basados en la ocupación y las distancias recorridas según la programación establecida. En ese sentido se encontró cómo se involucra a un nuevo actor dentro del concepto de MaaS como lo es el operador de transporte que normalmente es privado, ya que antes de la implementación de MaaS la operación estaba bajo responsabilidad del operador con supervisión solo de resultados, al cambiar el escenario e involucrar al operador en la fórmula de remuneración, se optimiza la operación y se mejoran los indicadores de calidad en el servicio.

Jittrapirom (2017) define las características principales de MaaS como lo es la integración de servicios, de modos de transporte, la planificación y el cobro por uso; y brinda información sobre algunas barreras relacionadas con su implementación, incluida la necesidad de una plataforma digital y un paquete de suscripción que atraiga a los usuarios finales; nuevamente el viajero es el eje central de estudio e incorporan una variable sensible denominada sostenibilidad en los sistemas de transporte, proponiendo el pago anticipado o suscripción para efectos de proyección de la demanda y viabilidad financiera en el transporte público.

5.1.2. El usuario en el ecosistema de movilidad

Otro grupo de autores muestran al usuario como actor en el ecosistema de movilidad urbana sostenible, siendo este un factor determinante al momento de evaluar el impacto de MaaS posterior a la implementación. Stromberg (2018) analiza la información sobre el potencial de MaaS para cambiar las opciones de modo de transporte, el comportamiento de viaje y la propiedad de automóviles utilizando simulación de escenarios que permite la aplicación de MaaS con herramientas de predicción para la toma de decisiones. Puntualmente enfatiza en cómo los usuarios están generalmente satisfechos con el servicio ofrecido posteriormente a la implementación del proyecto MaaS. Utriainen (2018) identifica los impactos potenciales de los sistemas MaaS, la reducción de la propiedad del automóvil, el estacionamiento, el aumento del transporte sostenible y los patrones de viaje. Los aportes de estos autores se concentran entonces en el rol del usuario más que en el resultado, donde nuevamente el eje conductor es el usuario.

Nikitas (2020) analiza los riesgos potenciales asociados con MaaS con definiciones claras y sistemáticas de los términos de la movilidad inteligente del mañana, como la sobreoferta, los incumplimientos en la planificación, los cambios operacionales y la variación de la demanda.

Rosenblum (2020) proporciona información sobre los cambios en el estacionamiento después de la implementación de vehículos autónomos y MaaS, y el papel potencial de las estructuras de estacionamiento híbridas. Se incluye un análisis sobre la práctica existente en los proyectos de movilidad, los desarrollos futuros y los desafíos de gobernanza. Con esto se desarrolla el concepto de explotación comercial de los espacios disponibles en infraestructura de

transporte para la obtención de ingresos que soportan la implementación de MaaS. Wong (2020) brinda información sobre el potencial de MaaS para afectar la cantidad de pasajeros del transporte público y el uso de la tarificación vial para controlar el tráfico. Propone un modelo contratado por el gobierno para MaaS, donde el precio del uso en las carreteras se incorpora como un dato de entrada en el precio del paquete de servicios ofrecidos en MaaS.

5.1.3. El usuario y el sistema de transporte

Los siguientes autores además del usuario y su rol muestran cómo se ha transformado la forma como se moviliza un ciudadano y los cambios en el sistema de transporte. Curtis (2019) identifica los impactos potenciales relacionados con la implementación de MaaS, incluido el riesgo de que MaaS privado compita con el Transporte Público, lo que puede resultar en una reducción de la cantidad de pasajeros de Transporte Público y posibles problemas de equidad social que surgen del desarrollo de monopolios de transporte. En un taller de participación con representantes de la industria del transporte destacan la complejidad de los problemas y las inquietudes que rodean la implementación de MaaS. Fuentes (2019) muestra información sobre cómo las tecnologías para compartir (share) vehículos son más eficientes que la propiedad misma de un solo vehículo. El argumento principal es que los datos creados por los servicios basados en suscripciones por medio de plataformas de transporte, son tan valiosos que deberían ser la razón principal por la cual el sector de transporte se mueve hacia ellos. Johansson (2019) muestra una disminución en la propiedad de automóviles, viajes y un aumento en el transporte público en el estudio de inmuebles (apartamentos) con estacionamiento restringido y acceso a servicios compartidos (bicicletas y automóviles).

5.1.4. Mejoramiento en los indicadores de operación

Docherty (2018) analiza cómo el cambio de la propiedad a los modos compartidos podría generar beneficios significativos, incluida la reducción del índice VKT (Vehicle kilometers travelled) (44 %), CO₂ (53 %) y espacios de estacionamiento (95 %). Una conclusión importante es que el valor público de la movilidad inteligente depende de la negociación exitosa de cambios de consumo, regulaciones, precios e impuestos que impacta directamente en la sostenibilidad ambiental de los sistemas de transporte. Es de destacar que todos los autores mencionados, si bien muestran las experiencias desde el usuario, se concentran en el resultado posterior a la implementación y no antes, lo cual nos lleva a tener como referente el usuario en el concepto de MaaS.

Mulley (2018) identifica los desafíos relacionados con la implementación de MaaS desde la perspectiva de los proveedores de transporte público. Muestra particularmente cómo los operadores de Transporte Colectivo en Australia estaban muy entusiasmados con el potencial de MaaS para ofrecer paquetes de movilidad a los servicios de sus usuarios, dándole un mayor nivel de importancia al impacto sobre los usuarios y los resultados con la implementación de MaaS. Smith (2018) en particular destaca cómo MaaS tiene el potencial de impactar negativamente en el sistema de transporte público identificando tres escenarios: (a) Impulsado por el mercado, (b) controlado por el sector público y (c) controlado por el sector privado, mostrando diferentes ejes que pueden variar los resultados al momento de implementar MaaS. De esta forma se estudia la oferta de servicios de transporte que es diferente a la movilidad como servicio, evaluando la posible sobre oferta, lo que lleva a evidenciar el escenario (a) que impulsado por el mercado puede afectar negativamente; al incluir el control por parte del sector público en el escenario (b) se puede afectar

al operador por el excesivo uso del control e interpretación de la normatividad y la afectación negativa en el escenario (c) es la disminución en la calidad del servicio por falta o poca aplicación de controles.

5.1.5. Cambios en los sistemas de transporte

Otros autores muestran las experiencias de MaaS centradas en el usuario y cómo se transforma el ambiente en el que se desenvuelve el pasajero, que es diferente al sistema de movilidad. Tirachini (2019) sugiere que el impacto de los viajes compartidos en el medio ambiente y el consumo de energía podría variar dependiendo de cómo se introduzcan los servicios, adicionalmente brinda información sobre el potencial de MaaS para reducir el impacto en la contaminación, los accidentes, la congestión y los viajes compartidos utilizando las herramientas de análisis de escenarios con predicción que incluye la aplicación de MaaS y comparando con las estadísticas que arroja la operación. Discute las implicaciones para el estacionamiento. Becker (2020) muestra que los servicios compartidos pueden conducir a la disminución en el consumo de energía en un 25%, mejorar la eficiencia energética en un 7%.

Franco (2020) por medio de un análisis de sensibilidad muestra un cambio modal del 2 % del uso de vehículos privados hacia el uso del al transporte público, en razón a la demanda reportada antes de la incorporación de MaaS, y un aumento en el Transporte Público posterior a la implementación de MaaS de hasta un 30%. Hörcher (2020) Destaca que la propiedad total de automóviles no es un indicador confiable de la congestión vial, las suscripciones a servicios o plataformas de transporte pueden aumentar las millas recorridas por vehículos por parte de los

propietarios de automóviles restantes. Este ambiente está relacionado con el uso del vehículo particular y como se evidencia una disminución.

En conclusión el eje central de las experiencias presentadas sobre MaaS es el usuario y cómo su implementación transforma no solo la forma de desplazamiento desde un punto origen a un destino, sino el entorno que rodea el ecosistema de movilidad, incrementando el uso del transporte público y por ende la disminución en el uso del vehículo particular, lo cual repercute en un incremento de la demanda y disminución en la congestión vehicular. Adicionalmente es importante destacar que los operadores de transporte junto con la institucionalidad que rige en cada sitio se han transformado según el avance en la implementación de estas soluciones para movilidad, pasando de ser prestadores de servicios a actores de MaaS, aportando conocimiento en la operación, mejorando los indicadores de calidad y ofreciendo alternativas de movilidad que están a su alcance.

5.2. Resultados de MaaS

La segunda categoría identificada agrupa las publicaciones sobre MaaS que profundizan en las discusiones y análisis sobre los resultados que se obtienen en los sistemas de transporte al incorporar soluciones de MaaS.

Tabla 3 *Publicaciones evaluando los resultados de la implementación*

No	Autor	Año	Título	Journal	Método
1	Kamargianni et al.	2016	2016 A critical review of new mobility services for urban transport	Transportation Research Procedia	Revisión de Literatura
2	Mulley	2017	Mobility-as-a-Service (MaaS)	Transport Reviews	Editorial

3	Ho et al.	2018	2018 Potential uptake and willingness-to-pay for	Transportation Research Part A	Encuesta o cuestionario
4	Keller et al.	2018	Car Sharers' Interest in Integrated Multimodal Mobility Platforms.	Sustainability	Encuesta o cuestionario
5	Matyas & Kamargianni	2018	The potential of Mobility-as-a-Service bundles as amobility management tool	Transportation	Encuesta o cuestionario
6	Esztergár-Kiss & Kerényi	2019	Creation of mobility packages based on the MaaS concept	Travel Behaviour and Society	Índice compuesto
7	Fioreze et al.	2019	On the likelihood of using Mobility-as-a-Service	Case Studies on Transport Policy	Método mixto
8	Liyanage et al.	2019	Flexible Mobility On- Demand	Sustainability	Revisión de Literatura
9	Pickford & Chung	2019	The shape of MaaS	IATSS Research	Caso de Estudio
10	Sakai	2019	MaaS trends and policy-level initiatives in the EU.	IATSS Research	Análisis de Políticas
11	Calderon & Miller	2020	A literature review of mobility services: definitions, modelling state-of-the-art, and key considerations for a conceptual modelling framework	Transport Reviews	Revisión de Literatura
12	Lopes et al.	2023	Mobility as a service and socio-territorial inequalities: A systematic literature review	The Journal of Transport and Land Use	Revisión de Literatura
13	Orozco-Fontalvo & Moura	2023	Refocusing MaaS approach: A brief	Transport Policy	Caso de Estudio

Elaboración propia

5.2.1. Movilidad urbana sostenible

El siguiente grupo de autores muestra específicamente el resultado de MaaS en la Movilidad Urbana Sostenible. Kamargianni (2016) identifica los beneficios relacionados con MaaS, incluida la reducción de tiempo y molestias para comprar un pasaje. Presenta información sobre los elementos centrales necesarios para un esquema atractivo de MaaS como lo son la facilidad en la adquisición de tiquetes de viaje, la planificación de desplazamientos, el cálculo anticipado de la tarifa o costo del viaje.

Mulley (2017) describe cómo la cultura y las percepciones son uno de los mayores desafíos relacionados con la transición a MaaS. Analiza la necesidad de un cambio cultural para el éxito de MaaS, presentando la evolución que tuvo la implementación de MaaS inicialmente con una visión de oferta de servicios de movilidad y posteriormente el cambio que se observó al involucrar a los diferentes actores en el desarrollo del proyecto. El resultado fue muy notorio y positivo evidenciado en la utilización de los servicios y la mejora en la percepción del usuario.

Ho (2018) brinda información sobre los desafíos sociales que enfrenta la introducción de MaaS, incluido el cambio cultural de la propiedad de vehículos privados, la aceptación de los usuarios de Transporte Público y la disposición a pagar por las suscripciones de MaaS. Por medio de una encuesta aplicada a los diferentes actores de MaaS, los resultados muestran que más de la mitad de los encuestados usaría MaaS, pero el uso variaría entre los grupos. Los usuarios de automóviles poco frecuentes son los más propensos a adoptar MaaS, mientras que los usuarios que no son de automóviles son los menos propensos. Es de destacar que dentro del impacto en la implementación de MaaS, los autores mencionados resaltan la inclusión de pagos anticipados o suscripciones para fidelizar al usuario y garantizar cierto nivel de ingresos al sistema.

Por otro lado, en este mismo grupo de trabajos de investigación encontramos resultados de MaaS sobre grupos poblacionales y sus hábitos respecto a la movilidad urbana sostenible. Keller (2018) describe cómo es menos probable que los residentes mayores sean los primeros en adoptar plataformas de movilidad integrada. Los resultados muestran que pocos miembros de esquemas de vehículos compartidos han usado plataformas de movilidad antes, pero que el interés en ellas es generalmente alto. Matyas (2018) proporciona información sobre la disposición de los

consumidores a utilizar modos alternativos y por medio del análisis de los resultados de una encuesta, muestra que el 60% de los encuestados estaría dispuesto a probar modos de transporte alternativos si se incluyeran como parte de MaaS. Esztergar-Kiss (2019) describe información sobre qué paquetes de suscripción prefieren los usuarios y que están menos interesados en compartir bicicletas como opción.

Fioreze (2019) hace un análisis sobre la implementación de MaaS y la respuesta de grupos poblacionales organizados como los más jóvenes y la generación anterior; los usuarios de transporte público y los usuarios regulares de automóviles. Evidencia que es poco probable que la generación anterior adopte MaaS, principalmente por su resistencia al cambio y al uso de la tecnología o las barreras que se identifican en este grupo poblacional al incorporar en su vida cotidiana el uso de herramientas tecnológicas. Los usuarios de Transporte Público son los más propensos al uso de MaaS o suscribirse a MaaS y para el caso de los usuarios regulares de automóviles es probable que subestimen el costo de MaaS y MaaS como alternativa al uso del vehículo particular. Los resultados de estos estudios y publicaciones concentran el análisis en los efectos sobre la población, no en resultados, es decir el impacto que es otro punto importante para analizar.

5.2.2. Barreras en la implementación de MaaS

Es de destacar que los resultados que analizan los siguientes autores se centran en las barreras y cómo la implementación de MaaS trae igualmente consecuencias y transformaciones.

Liyanage (2019) analiza cómo la plataforma y la interfaz de MaaS pueden alentar a los usuarios, incluidas suscripciones personalizadas, premios y otros incentivos. Presenta un escaneo ambiental y un análisis de los impactos tecnológicos, sociales y económicos que rodean las tendencias disruptivas de movilidad compartida impulsadas por la tecnología. Evidenciando que la utilización de soluciones tecnológicas para MaaS son disruptivas e incentivan al uso del Transporte Público, especialmente cuando se obtiene beneficio económico como un menor costo por integraciones, por suscripciones o pagos por adelantado, y el pago por uso. Pickford (2019) presenta la renuencia de los usuarios de automóviles a adoptar MaaS y el potencial de MaaS para reemplazar el segundo vehículo en los hogares como barreras socioeconómicas,. Determina que MaaS no es una solución única para todos para todas las regiones. Sakai (2019) describe cómo la conveniencia de MaaS puede reemplazar el vehículo privado. En este documento describe el concepto de MaaS en la UE, el nacimiento del concepto en Finlandia y sus antecedentes, y las iniciativas a nivel de políticas en toda la UE y sus características como el uso preferente de carriles para el Transporte Público, la integración tarifaria y operacional, el uso de modos alternativos de transporte y los beneficios económicos con el pago por uso. Además, resaltan que no existe un modelo de MaaS único para implementar y que la relación con la dinámica de la región es importante al momento de ejecutar un proyecto de MaaS.

Recientes publicaciones sobre el estado del arte se encuentran que los esquemas MaaS contienen al menos tres factores que pueden impulsar la desigualdad: la falta de recursos básicos para ingresar al sistema, la cobertura geográfica limitada de los sistemas o los usuarios de MaaS simplemente pueden no beneficiarse de las mejoras de accesibilidad previstos para el sistema. MaaS podría mejorar la planificación de viajes y el acceso a nuevos modos y áreas de baja

densidad, pero todavía se percibe como costoso y solo accesible para personas con alfabetización digital. Esto debe tenerse en cuenta al definir la gobernanza de MaaS, que sigue (hasta la fecha) poco desarrollada, lo que dificulta la colaboración público-privada (Lopes, 2023).

Adicionalmente (Calderón & Miller, 2020) han documentado que existe un alto grado de generalidad para las características operativas de los servicios de movilidad; que es esencial hacer una distinción entre movilidad como servicio y un servicio de movilidad aislado; junto con el argumento de que la variable humana debe considerarse cuidadosamente en los esfuerzos de modelado, tanto para los procesos de toma de decisiones del agente usuario como del agente impulsor.

(Orozco-Fontalvo & Moura, 2023) estudiaron sobre las preocupaciones manifestadas por los diferentes actores del ecosistema de movilidad con respecto a las capacidades de MaaS, principalmente relacionadas con su impacto en el cambio modal, como lo son la baja utilización, la variación negativa de la demanda, la sobreoferta y el control sobre los diferentes modos de transporte. Resaltan la importancia de reorientar el debate sobre el potencial de MaaS argumentando que debe considerarse una herramienta poderosa para que las autoridades públicas dirijan y optimicen las redes de transporte urbano en lugar de un medio para reducir la propiedad de automóviles.

En este grupo de publicaciones analizadas teniendo en cuenta el aporte de los autores evaluando resultados sobre MaaS, se encuentra que el concepto de movilidad urbana sostenible impacta de forma positiva en los usuarios al mejorar los servicios de movilidad y la calidad en la

prestación del servicio y que al mismo tiempo, el análisis de las barreras en la implementación puede evitar riesgos, optimizar la incorporación de servicios y aporta valor a los diferentes actores presentes en MaaS.

5.3. Ente Gestor y/o Autoridad de transporte y transportadores

La tercera categoría identificada en las publicaciones sobre MaaS habla sobre el Ente Gestor y/o Autoridad de Transporte en las diferentes ciudades objeto de estudio y los Operadores de Transporte o Transportadores, que son los responsables de cumplir con la planificación de servicios. El ente Gestor es la responsable de la gestión del transporte público, cuyo alcance se limita a regular y administrar los diferentes servicios ofrecidos por empresas con vehículos de transporte público. Se puede observar una relación estrecha y se muestra cómo ha impactado la implementación de MaaS en cada uno de ellos y la importancia sobre el éxito en los proyectos de MaaS.

A continuación, se presentan los resultados de MaaS donde se resaltan la regulación, el intercambio de datos en el transporte público, los transportadores y su relación con la autoridad de transporte o ente gestor del transporte público.

Tabla 4 *Publicaciones sobre el punto de vista de la autoridad de transporte*

No	Autor	Año	Título	Journal	Método
1	Sochor et al.	2015	Implementing Mobility-as-a-Service challenges in integrating user, commercial, and societal perspectives	Transportation Research Record	Método mixto (Enfoque ensayo)

2	Alexandros et al.	2017	How Can Autonomous and Connected Vehicles, Electromobility, BRT, Hyperloop, Shared Use Mobility and Mobility-As- A-Service Shape Transport Futures for the Context of Smart Cities?	Urban Science	Revisión de Literatura
3	Casey et al.	2017	Evolution towards an open value system for smart mobility services.	Competition and Regulation in Network Industries	Modelo
4	Audouin & Finger	2018	The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area	Research in Transportation Business and Management	Análisis de Políticas
5	Callegati et al.	2018	Cloud-of-Things meets Mobility-as-a-Service	Computers & Security	Revisión de Literatura
6	Eckhardt et al.	2018	MaaS in rural areas	Research in Transportation Business and Management	Entrevistas y Workshop
7	Jittrapirom et al.	2018	Future implementation of Mobility-as-a-Service (MaaS)	Travel Behaviour and Society	Método Delphi
8	Mulley & Kronsell	2018	The “uberisation” of public transport and Mobility-as-a- Service (MaaS)	Research in Transportation Economics	Workshop
9	Polydoropoulou et al.	2018	Ready for Mobility-as-a- Service?	Travel Behaviour and Society	Método mixto (Enfoque ensayo)
10	Smith et al.	2018	Mobility-as-a-Service	Research in Transportation Business and Management	Entrevistas y Workshop
11	Sochor et al.	2018	A topological approach to Mobility-as-a-Service	Research in Transportation Business and Management	Workshop
12	Surakka et al.	2018	Regulation and governance supporting systemic MaaS innovations	Research in Transportation Business and Management	Encuestas y Entrevistas
13	Veeneman et al.	2018	PETRA: Governance as a key success factor for big data solutions in mobility.	Research in Transportation Economics	Análisis de Políticas
14	Calderon & Miller	2019	A literature review of mobility services	Transport Reviews	Revisión de Literatura
15	Cooper et al.	2019	Electric vehicle Mobility-as- a-Service	Journal of Urban Technology	Método mixto (Enfoque ensayo)
16	Hirschhorn et al.	2019	Public transport regimes and mobility as a service	Transportation Research Part A	Análisis de Políticas
17	Hoerler et al.	2019	New Solutions in Sustainable Commuting	Social Sciences	Entrevistas y Workshop

18	Lyons et al.	2019	The importance of user perspective in the evolution of MaaS	Transportation Research Part A	Revisión de Literatura
19	Mukhtar-Landgren & Smith	2019	Perceived action spaces for public actors in the development of Mobility- as-a-Service	European Transport Research Review	Análisis de Políticas
20	Narupiti	2019	Exploring the possibility of MaaS service in Thailand	IATSS Research	Entrevistas y Focus Group
21	Pandey et al.	2019	On the needs for MaaS platforms to handle competition in ridesharing mobility	Transportation Research Part C	Modelo
22	Smith et al.	2019	Public–private innovation: barriers in the case of mobility as a service in West Sweden	Public Management Review	Entrevistas y Workshop
23	Beheshtian et al.	2020	Bringing the efficiency of electricity market mechanisms to multimodal mobility across congested transportation systems.	Transportation Research Part A	Análisis de Políticas
24	Cottrill	2020	MaaS surveillance	Transportation Research Part A	Análisis de Políticas
25	García et al.	2020	State of the art of mobility as a service (MaaS) ecosystems and architectures	World Electric Vehicle Journal	Revisión de Literatura
26	Karlsson et al.	2020	Development and implementation of Mobility-as-a-Service	Transportation Research Part A	Entrevistas y Focus Group
27	Masini et al.	2020	The Use of Meta-Surfaces in Vehicular Networks.	Journal of Sensor and Actuator Networks	Revisión de Literatura

Elaboración propia

5.3.1. La importancia de la regulación sobre MaaS

Los resultados de los siguientes estudios, resaltan la importancia general de buscar políticas públicas que exijan y fomentar el uso de interfaces abiertas y armonizadas de manera sistémica.

Sochor (2015) brinda información sobre las perspectivas de las partes interesadas con respecto a la importancia de la cooperación entre los actores públicos y privados, la importancia de equilibrar las necesidades del usuario, el proveedor y la sociedad, y el desarrollo de un concepto de servicio. Concluye que para crear una solución de transporte integrada como MaaS debe haber

una estrecha cooperación entre los actores públicos y privados y la consideración de diferentes perspectivas. Alexandros (2017) describe cómo los proveedores de movilidad temen perder las relaciones con los clientes y por lo tanto, los incentivos financieros son importantes para alentar a los grupos o empresas que de manera proactiva han incorporado soluciones MaaS. Los hallazgos destacan el potencial de la movilidad inteligente para contribuir al desarrollo de ciudades más inteligentes. Casey (2017) describe la importancia de una API abierta (Application Programming Interface) en el desarrollo de MaaS, ya que es necesaria para el intercambio de datos desde los diferentes dispositivos de tal forma que la solución tecnológica administre bajo el concepto de interoperabilidad todos los componentes que toman información y generen valor a la autoridad de transporte o Ente Gestor.

Audouin (2018) analiza información sobre cómo los sistemas de gobernanza pueden respaldar la integración de las partes interesadas claves relacionadas con la implementación de MaaS, incluida la importancia de la visión compartida y la legislación para evitar que los actores dominantes se resistan al cambio. Los hallazgos muestran los procesos de gobernanza como una visión sólida y una legislación dedicada, además juegan un papel más importante en la realización del potencial de MaaS que los procesos de gobernanza.

Callegati (2018) describe los riesgos asociados con amenazas internas en la implementación de MaaS. Como lo es el interés privado en la operación de transporte, la posibilidad de monopolio en la operación y el incumplimiento en los contratos de operación. En un esfuerzo por limitar el riesgo asociado con información privilegiada. Eckhardtal (2018) brinda información sobre la posible necesidad de incentivos y subsidios para atraer a los proveedores de

movilidad a las áreas rurales. Muestran los desafíos que prevalecen en las áreas rurales para brindar servicios de movilidad, como lo son la cobertura, el alto costo de operación y la falta de conectividad. Las posibles soluciones incluyen la colaboración, la combinación de servicios, la sincronización de la operación con la demanda real y la legislación para guiar la toma de decisiones.

5.3.2. Importancia de los datos al servicio de la autoridad de transporte

Jittrapirom (2018) discute la colaboración entre los actores como el desafío más crucial que enfrenta la implementación de MaaS. Los beneficios incluyen mejorar el conocimiento a través del intercambio de datos y ofrecer oportunidades comerciales atractivas para proveedores potenciales. También analiza cómo existe una percepción entre las empresas de que MaaS traerá altos costos económicos y de mercado, riesgos innecesarios (como seguridad cibernética, privacidad) y ningún retorno a corto plazo. Discute cómo se pueden usar los incentivos para fomentar la colaboración de los interesados mostrando que hay dos implicaciones principales relacionadas con MaaS (a) que el concepto debe definirse claramente, (b) que un enfoque de política adaptativa dinámica para la planificación de MaaS puede reducir la incertidumbre.

Con estos resultados se evidencia que la relación del Ente Gestor con los Transportadores es de vital importancia para garantizar el éxito en la implementación de MaaS y cómo se pueden considerar variables críticas al momento de la toma de decisiones sobre los proyectos de MaaS.

5.3.3. Impacto sobre los transportadores

Los resultados publicados por los siguientes autores muestran el impacto sobre los transportadores, quienes son los empresarios que ponen al servicio de la ciudadanía un vehículo de transporte público, cumpliendo con la reglamentación establecida por la autoridad competente y que se organizan generalmente en asociaciones o empresas; y en general el sector privado que presta sus servicios en el ecosistema de movilidad urbana sostenible. Mulley (2018) discute la necesidad de colaboración entre operadores y proveedores de movilidad. Identifica la necesidad de actores intermediarios (o integradores) para llevar ofertas de movilidad a los operadores de MaaS. Muestra una diferencia entre la política y los puntos de vista de los proveedores de movilidad, la necesidad de flexibilidad en la oferta de servicios de movilidad y la operación, la importancia de la colaboración y la necesidad de abordar la seguridad del usuario. Polydoropoulou (2018) examina los puntos de vista de las partes interesadas en relación con la implementación de MaaS y la necesidad de cooperación pública y privada, el riesgo de monopolio, la necesidad de incentivos comerciales y la seguridad de los datos. Sugiere que los proveedores de movilidad están motivados para unirse a MaaS por el deseo de obtener datos de demanda de mejor calidad y aumentar sus ingresos. Smith (2018) discute la necesidad de incentivos económicos para la operación de transporte basado en el cumplimiento de los indicadores definidos por la autoridad de transporte y la importancia de la colaboración entre las partes interesadas para asegurar que MaaS puede contribuir a las metas sociales.

Es importante resaltar que sin transportadores no hay MaaS, por lo tanto, son actores fundamentales que se ven afectados por los cambios que se aplican sobre la movilidad en las

ciudades y con la implementación de MaaS, son los llamados a proporcionar la información necesaria para la toma de decisiones por parte de usuarios y entes reguladores o de control.

5.3.4. Actores políticos y empresariales

Sochor (2018) describe cómo el interés empresarial y político en el esquema MaaS puede beneficiarse después de las pruebas exitosas. Este autor desarrolló una topología para comprender cómo ayuda MaaS en la integración de objetivos sociales. La topología varía desde los niveles 0 (sin integración) en la cual es inexistente MaaS, el nivel 1 en el cual existe integración de servicios y permite el cumplimiento de optimización del tiempo de desplazamiento, el nivel 2 que además de la integración de servicios incorpora planificación de viajes, el nivel 3 que permite la utilización de escenarios de predicción, hasta el nivel 4 integración de objetivos sociales donde se incorporan todos los servicios de MaaS. Surakka (2018) presenta la política y la legislación como una barrera importante para la introducción de sistemas MaaS. Igualmente describe cómo existe optimismo dentro del sector público y privado en relación con la implementación de MaaS.

Narupiti (2019) identifica los desafíos relacionados con la cooperación de las partes interesadas y el potencial de mediación de los actores intermediarios; estos desafíos se concentran en el equilibrio en la planificación de servicios para atender la demanda en el transporte público, en la optimización de los modos de transporte y la integración de rutas y servicios; y evidencia problemas que deben resolverse para partes interesadas identificadas para operar como proveedor de MaaS, como lo son la capacidad de operación según el modo de transporte, el cumplimiento de los indicadores de operación y la sostenibilidad en la operación.

Desde el punto de vista del empresario en el ecosistema de movilidad, es importante evaluar, como lo resaltan los autores mencionados, la integración requerida y las barreras que pueden existir frente a MaaS y las soluciones de transporte que se han desarrollado. Los actores políticos, además, juegan un papel importante en la definición de las relaciones y la normatividad que se aplicará una vez se incorporen soluciones de MaaS.

5.3.5. *Relación autoridad de transporte, transportadores y usuarios*

Otros autores, resaltan la relación entre operador de transporte, autoridad de transporte y usuario como mecanismo para la implementación de MaaS como se evidencia en el siguiente grupo de resultados. Veeneman (2018) describe para que iniciativas de MaaS logren el éxito, debe convencer tanto a los usuarios como a los proveedores de movilidad de que la plataforma agrega valor. A medida que el sistema se vuelve más complejo, una visión clara puede proporcionar un marco para el cual nuevos los usuarios pueden desarrollar sus servicios, cuanto más ambiciosa es una plataforma a nivel técnico, más desafíos de gobernanza encontrarán, por lo tanto, se necesitarán acuerdos de gobernanza más avanzados.

Calderon (2019) brinda información sobre el uso de MaaS para resolver el problema de la primera milla y la última milla y proporcionar integración en modos de transporte que responda a la demanda en áreas de baja densidad y resalta la importancia de los vehículos autónomos (AV por sus siglas en inglés) en las innovaciones de MaaS. Los hallazgos sugieren (a) características operativas de MaaS están generalizados, (b) debe haber mejor distinción entre MaaS y otros servicios de movilidad, y (c) los procesos de toma de decisiones de los usuarios deben tenerse en cuenta con respecto al modelado. Cooper (2019) describe la colaboración pública privada como

la barrera más significativa para la implementación exitosa de los sistemas MaaS y muestra que hay más barreras que facilitadores al considerar la implementación de soluciones de transporte (vehículos eléctricos, MaaS e innovaciones digitales). Estas barreras son la integración de servicios con mayor demanda y cobertura, la oferta de servicios privados, el manejo de indicadores de calidad en el servicio y el cumplimiento de la programación de transporte. Hirschhorn (2019) identificó la necesidad de nuevos marcos de gobernanza que faciliten colaboración entre una amplia gama de partes interesadas y guiada por los valores de la sociedad en proyectos MaaS para Amsterdam, Birmingham y Helsinki.

Con estos resultados se evidencia la importancia de la incorporación de políticas públicas sobre el transporte orientadas hacia el uso de MaaS para incentivar la integración no solo de modos de transporte sino también de los transportadores, bajo un enfoque de colaboración y mejoramiento de indicadores de servicio y por ende, en beneficio de los ciudadanos.

5.3.6. *Gobernanza*

Un elemento común que se encontró en la revisión de la literatura fue el esquema de gobernanza y autoridad y su relación con el ecosistema de movilidad. Hoerler (2019) discute cómo para que ocurra la innovación en el sistema de transporte, la colaboración es esencial. Profundiza en la comprensión de cómo se podrían incorporar nuevos servicios de movilidad en las empresas a través de la gestión y optimización de la gobernanza, esto en razón a que los nuevos servicios de movilidad implica nuevas formas de organización y niveles más exigentes de cumplimiento en los servicios e integración física y tarifaria.

Mukhtar-Landgren (2019) describe la importancia de la visión y la colaboración en desarrollo de políticas y legislación de MaaS para garantizar que los intereses contrapuestos estén equilibrados y que se apoyen los valores sociales. Muestra que se han aplicado a MaaS instrumentos de políticas tanto duros como blandos, entre los que se cuentan la regulación de servicios, la aplicación de incentivos por cumplimiento, las penalizaciones por bajo nivel de operación, la reglamentación para los diferentes modos de transporte y concluye que los roles y las acciones de los actores responsables de MaaS deben analizarse en el entorno del ecosistema de Movilidad. Esto con el fin de establecer las interacciones a nivel de gobernanza entre Autoridad de Transporte, Operadores, Ente Gestor y usuarios. Pandey (2019) describe la necesidad de marcos regulatorios para garantizar que MaaS se desarrolle de una manera que sea justa para todas las partes interesadas y que no se tengan en resultados inferiores a óptimo y describe la necesidad de regulación relacionada con las plataformas MaaS, que incluyan el protocolo de intercambio permanente de información entre los modos de transporte, la información que se debe enviar, la forma de consolidar la información y la seguridad de la información enviada y recibida.

5.3.7. Regulación de aplicaciones MaaS

Los siguientes autores presentan en el esquema institucional de MaaS y el ecosistema de movilidad el impacto de las políticas de regulación y su relación con los actores mismos. Smith (2019) identifica los riesgos asociados con la falta de visión y percepción de la legislación existente como una barrera para MaaS. Su estudio revela cómo las partes interesadas perciben que las autoridades de transporte intentan colaborar durante el desarrollo de un esquema MaaS. Beheshtian (2020) proporciona información sobre el uso de esquemas de tarificación vial para mejorar la eficiencia del transporte. Desarrolla un esquema de gestión de la red de tarificación vial

para ayudar a gestionar el espacio vial, la congestión y mejorar la confiabilidad del sistema de transporte.

Cottrill (2020) proporciona información sobre MaaS y el papel de las redes sociales y la importancia de desarrollar confianza del cliente. Revela que en la gestión de los recursos de datos los proveedores de servicios de MaaS deben equilibrar los intereses contrapuestos resultantes de los marcos normativos, las necesidades de los proveedores de movilidad y confianza del consumidor. García (2020) estudia el papel de los datos provenientes de los modos de transporte que sirven para la operación de los servicios de movilidad en MaaS y cómo puede mejorar el desarrollo de políticas. Karlsson (2020) describe la importancia de la gobernanza de arriba hacia abajo para garantizar que todos los niveles de gobierno compartan la misma visión y analiza los subsidios de transporte en relación con MaaS. Masini (2020) destaca los límites de las actuales tecnologías de acceso inalámbrico para vehículo y su poca regulación para el éxito de los proyectos de MaaS.

5.4. Estado del Arte – Resultados

Con la revisión de literatura realizada se obtienen diferentes resultados que aportan a los objetivos propuestos. Inicialmente como se mencionó al comienzo del capítulo se pueden agrupar los aportes de los autores que han publicado los resultados de sus investigaciones sobre MaaS en tres (3) categorías: MaaS desde la perspectiva del Usuario, Resultados de MaaS y Ente Gestor y/o Autoridad de Transporte y Transportadores. En cada una de ellas se observan diferentes innovaciones o aportes con la implementación de MaaS que son importantes para tomar como referencia al momento de elaborar un proyecto de MaaS con éxito.

Se destacan los siguientes hallazgos:

- Es importante medir el impacto, el beneficio y el valor agregado que se espera lograr con la implementación de MaaS en una ciudad o área metropolitana.
- La articulación entre los proveedores de servicios de movilidad, la Autoridad de Transporte o Ente Gestor, la legislación aplicada al Transporte y la necesidad real de los usuarios es el eje central para garantizar el éxito en un proyecto de MaaS.
- Es necesario tener como referente la legislación que aplica o enmarca el Transporte Público para conocer los lineamientos, responsabilidades y roles que defina el marco regulatorio que se aplica en el sitio donde se va a implementar el proyecto de MaaS.
- No se evidencia la utilización de un modelo conceptual de MaaS en los resultados de las investigaciones publicadas. Todos mencionan diferentes formas de implementación pero ninguno habla de un modelo en particular que se haya seguido para la implementación de MaaS, con esto se refuerza el objetivo principal de la presente investigación al formular un modelo conceptual que se aplique al entorno Colombiano.
- No se encuentran documentados casos de MaaS en Latinoamérica y en el caso de Colombia, al conocer el estado de implementación de los SITM es claro que no hay implementaciones de MaaS, esto en razón a que el concepto de MaaS surge en el año 2017 y los proyectos de SITM se implementaron desde el año 2000 los cuales

no incluyeron para esa época los conceptos que han venido surgiendo con la evolución de la Movilidad Sostenible y MaaS.

6. Contexto Colombiano de SITM

Tomando entonces las conclusiones del estado del arte en MaaS, y buscando cumplir el objetivo principal de esta investigación, se presenta en este capítulo del contexto de Colombia que tienen los Sistemas Integrados de Transporte Masivo. Esto en razón a que son ellos los que pueden hacer implementaciones de MaaS o los que se espera lo logren en el corto y mediano plazo y se presenta también el marco regulatorio que aplica al Transporte Público.

El transporte público urbano está definido como un servicio público planificado, regulado y controlado por el Estado⁸. Según el decreto 3109 de 1997⁹, se entiende por transporte masivo de pasajeros el servicio que se presta a través de una combinación organizada de infraestructura y equipos, en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros y da respuesta a un porcentaje significativo de las necesidades de movilización urbana. En el marco de esta definición, las principales metas que deben alcanzar los Sistemas Integrados de Transporte Masivo que se desarrollan con apoyo de la Nación son:

⁸ Documento CONPES 3260 Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo. DNP 2003

⁹ Decreto 3109 de 1997 Por el cual se reglamenta la habilitación, la prestación del servicio público de transporte masivo de pasajeros y la utilización de los recursos de la Nación. Departamento Administrativo de la Función Pública.

- Eliminar la “guerra del centavo” generando un cambio en el sistema de remuneración a través de la transformación de la estructura empresarial del transporte urbano, pasando de empresas afiliadoras de vehículos a empresas propietarias de vehículos.
- Integrar física, tarifaria y operacionalmente la mayor parte de las rutas de la ciudad, teniendo en cuenta los criterios técnicos y financieros, y acorde con el programa de implantación del SITM adoptado. La integración puede incluir modos de transporte diferentes a los buses.
- Reordenar y coordinar las rutas de transporte público colectivo existentes con los servicios y rutas del nuevo SITM.
- Construir y/o adecuar la infraestructura requerida en los principales corredores del SITM.
- Desarrollar la operación basada principalmente en buses vehículos nuevos de alta capacidad, acordes con los niveles de demanda, y con tecnología de baja contaminación.
- Aumentar la velocidad promedio en los corredores troncales a niveles cercanos a 25 km/h, disminuyendo los tiempos de viaje de los usuarios.
- Coordinar la implantación de los SITM con acciones sobre el transporte público colectivo que sigue operando y el tráfico en general de modo que se mantengan las condiciones de movilidad y accesibilidad adecuadas.
- Eliminar la sobreoferta (chatarización).
- Aplicar esquemas de mercadeo de tiquetes y recaudo, ágiles y económicos.

- Impulsar un desarrollo urbano integral, mejorando el espacio público.
- Fortalecer y mejorar la coordinación entre las entidades locales (Autoridades de Transporte Masivo, Secretarías de Tránsito y Transporte y Áreas Metropolitanas, entre otras), para asegurar una mejor y más eficiente gestión.
- Controlar la prestación del servicio a través de las Empresas Gestoras, para asegurar la sostenibilidad del sistema, calidad del servicio al usuario y estándares de eficiencia mínimos.

El programa de transporte masivo contempló la implementación de los SITM en Bogotá D.C. y Soacha con el Ente Gestor Transmilenio, Santiago de Cali con el Ente Gestor Metro Cali, Área Metropolitana Centro Occidente - AMCO que comprende los municipios de Pereira, Dosquebradas y la Virginia con el Ente Gestor Megabús; Área Metropolitana de Barranquilla AMB que comprende Barranquilla, Soledad, Galapa, Malambo y Puerto Colombia con el Ente Gestor Transmetro; Cartagena con el Ente Gestor Transcaribe; Área Metropolitana de Bucaramanga AMB que comprende Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta con el Ente Gestor Metrolínea y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá que comprende los municipios de Barbosa, Copacabana, Girardota, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas con el Ente Gestor Metro de Medellín.

Según los estudios realizados para formular la Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo, los beneficios que se lograron con la implementación de los SITM son¹⁰:

¹⁰ Documento CONPES 3260 Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo. DNP 2003

- Reducción de los tiempos de viaje, del costo de operación del Transporte Público Colectivo TPC, y de la emisión de partículas contaminantes
- Se generaron aproximadamente 146.000 empleos, principalmente por la construcción de infraestructura, la fabricación y ensamblaje de los nuevos buses y la operación de los SITM
- Disminución de la accidentalidad vial e incremento en la seguridad ciudadana
- Impacto social y ambiental

Inicialmente se definieron los diferentes Sistemas Integrados de Transporte en la ley 1753 de 2015¹¹ así: “Se entiende como Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) las soluciones de transporte público para municipios o áreas metropolitanas con población superior a los 600.000 habitantes; Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP), las soluciones de transporte público para municipios o áreas metropolitanas con población entre los 600.000 y los 250.000 habitantes; Sistemas Integrados de Transporte Público (SITP), las soluciones de transporte que busquen proporcionar cobertura al 100% de la demanda de transporte urbano para municipios o áreas metropolitanas donde se han implementado los SITM, y como Sistemas Integrados de Transporte Regional (SITR), las soluciones de transporte de las aglomeraciones urbanas o ciudades funcionales que tienen como objetivo consolidar la conectividad y complementariedad del mercado laboral y de servicios en estas áreas”.

¹¹ Ley 1753 de 2015. Congreso de la República

Posteriormente el concepto se modifica en la Ley 1955 de 2019, quedando así: “Los sistemas de transporte cofinanciados por la Nación deberán ser soluciones de transporte que cumplan condiciones de calidad, utilizar eficientemente los recursos, incorporar energéticos y tecnologías vehiculares de cero o bajas emisiones y facilitar el acceso a personas con discapacidad o movilidad reducida, contemplar herramientas que contribuyan a la gestión del tráfico e involucren en los diseños la integración operacional de los sistemas de transporte con los terminales de transporte habilitados por el Ministerio de Transporte, aeropuertos, puertos y pasos de frontera según sea el caso, siempre que estas infraestructuras se encuentren ubicadas dentro de la jurisdicción donde operan los sistemas de transporte; así como contar con medidas orientadas a incrementar el uso de medios no motorizados y con empresas administradoras integrales encargadas de la operación.

Estos sistemas podrán ser: i) Sistemas Integrados de Transporte Masivo - SITM entendidos como aquellos que cuentan con infraestructura segregada para su uso exclusivo y cuyos agentes operadores y de recaudo sean concesionados o públicos; ii) Sistemas Estratégicos de Transporte Público - SETP como servicios de transporte colectivo integrados; iii) Sistemas Integrados de Transporte Público - SITP conformados por más de un modo o medio de transporte público integrados operacional y tarifariamente entre sí; iv) Sistemas Integrados de Transporte Regional – SITR”.

De esta definición se concluye que el concepto de Movilidad como Servicio aplicará para los Sistemas Integrados de Transporte Público, esto debido a la explicación y conceptualización presentada en el capítulo 3 del presente documento.

6.1. Marco legal aplicado al Transporte

No es objetivo analizar el marco legal que rige al transporte en Colombia, pero sí es importante enunciar aquellas leyes, decretos que tienen relación con la Movilidad como Servicio específicamente algunos artículos con mayor relevancia y que se listan a continuación:

Constitución Política de Colombia. “Artículo 365. El Estado mantendrá la regulación, control y vigilancia de los servicios públicos, en procura de garantizar el mejoramiento continuo en la prestación de dichos servicios y la satisfacción del interés social.”

Ley 86 de 1989 Por la cual se dictan normas sobre sistemas de servicio público urbano de transporte masivo de pasajeros y se proveen recursos para su financiamiento. Modificado en el Plan Nacional de Desarrollo 2022 Ley 2294 de 2023.

Ley 105 de 1993. Por la cual se dictan disposiciones básicas para 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. “ARTÍCULO 3.- Principios 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 y se regirá por los siguientes principios:”

DECRETO 3109 DE 1997. Por el cual se reglamenta la habilitación, la prestación del servicio público de transporte masivo de pasajeros y la utilización de los recursos de la Nación.

“Artículo 12. La empresa de transporte masivo podrá ser autorizada para operar rutas de alimentación integradas cuyo permiso de operación será expedido por la autoridad competente siguiendo los procedimientos establecidos en la ley para tal efecto. La integración consistirá en la coordinación física y operativa del sistema estructural con el sistema alimentador, es decir, el establecimiento de horarios coordinados y la integración de las distintas rutas y equipos mediante la construcción de la infraestructura que facilite la transferencia de pasajeros entre las mismas. La integración podrá incluir el pago de una tarifa única para un viaje entre un punto de origen y un punto de destino conformado por dos o más tramos en diferentes vehículos.”

DECRETO 1079 DE 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario de Sector Transporte que ha tenido gran cantidad de modificaciones adaptándolo a las condiciones de implementación de los diferentes Sistemas Integrados de Transporte.

DECRETO 1567 DE 2020 Por el cual se adiciona la Sección 3 al Capítulo 2 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1079 de 2015 Único Reglamentario del Sector Transporte. Modificaciones en las especificaciones del Sistema de Recaudo Centralizado.

Resolución 20213040060975 del Ministerio de Transporte. Por la cual se reglamentan las especificaciones de las condiciones técnicas, operativas, de seguridad y de interoperabilidad de los Sistemas de Recaudo Centralizado en los Sistemas de Transporte Público que sean cofinanciados con recursos de la nación.

La política pública de transporte urbano y movilidad está contenida en los siguientes documentos:

- CONPES 3991 Política Nacional de Movilidad Urbana y Regional.
- Política Nacional de Transporte Urbano y Masivo CONPES 3167, 3260, 3368
- CONPES 3896 Seguimiento de la política nacional de transporte urbano y masivo: Lineamientos para la redistribución de componentes cofinanciables de los SETP.
- Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”

6.2. MaaS en el Área Metropolitana de Bucaramanga

Una vez revisada la literatura sobre MaaS y conocidos los aportes desde los diferentes puntos de vista de los autores, encontrando los grupos o categorías que se han identificado en las experiencias de implementación de MaaS, y tomando como marco normativa la legislación que aplica para el Transporte Urbano de Pasajeros en Colombia, es importante determinar el punto de partida en el Área Metropolitana de Bucaramanga y así establecer las condiciones que se deben cumplir para la implementación de Movilidad como Servicio. Posteriormente se formulará el modelo conceptual y se desarrollará cada uno de sus componentes.

6.2.1. *AMB y el SITM Metrolínea*

El Área Metropolitana de Bucaramanga es una entidad administrativa, regida por la Ley 1625 de 2013 Ley Orgánica de las Áreas metropolitanas, dotada de personería jurídica de derecho público, autonomía administrativa, patrimonio propio, autoridad y régimen administrativo y fiscal

especial, creada el 15 de Diciembre de 1981 mediante ordenanza N°. 020, en la cual se integraron inicialmente los municipios de Bucaramanga (como ciudad núcleo), Floridablanca y Girón. En el año 1984 se anexa el municipio de Piedecuesta.

En relación con el Transporte Público la Ley 1625 establece las siguientes funciones para las Áreas Metropolitanas¹²:

- Formular la política de movilidad regional, en el marco del Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial, de conformidad con la jurisdicción de los hechos metropolitanos
- Planificar la prestación del servicio de transporte público urbano de pasajeros en lo que sea de su competencia, para la integración física, operacional y tarifaria de los distintos modos de transporte, en coordinación con los diferentes Sistemas de Transporte Masivo, los SIT y los Sistemas Estratégicos de Transporte, donde existan

Dentro de las atribuciones básicas de la Junta Metropolitana relacionadas con el Transporte se tiene¹³:

- Adoptar las políticas de movilidad metropolitana y los instrumentos de planificación en materia de transporte metropolitano a las que deben sujetarse las áreas respectivas.

¹² Ley 1625 de 2013. Congreso de la República

¹³ Idem Ley 1625 de 2013.

- Fijar las tarifas del servicio de transporte público de acuerdo a su competencia.

Es entonces el Área Metropolitana de Bucaramanga la autoridad administrativa en transporte público terrestre metropolitano, en las modalidades de masivo, colectivo, individual y mixto. Es así como la implementación del concepto de Movilidad como Servicio estará a cargo del AMB.

En el año 2009 se conformó el Sistema Integrado de Transporte Masivo y se asigna a Metrolínea la responsabilidad de Ente Gestor. Metrolínea inició operaciones en el año 2010 el Sistema Integrado de Transporte Masivo conformado por Concesionarios de Operación de Transporte quienes siguiendo lo establecido en los contratos de concesión, pusieron al servicio de Metrolínea los buses, conductores entre otros, y ejecutaron la planificación definida en acuerdo con el AMB de servicios, rutas, frecuencias y lo relacionado con la Operación de Transporte; además el Concesionario de Recaudo y Control puso igualmente según el contrato de concesión, la infraestructura tecnológica para soportar la operación, entre otros el Sistema de Recaudo Centralizado SRC, el Sistema de Gestión y Control de Flota SGCF y el Sistema de Información al Usuario SIU, el Sistema de Comunicaciones y la plataforma para la conciliación de los dineros recibidos producto de la operación.

Al momento de formular la propuesta de investigación Metrolínea se encontraba en una etapa de operación reducida con múltiples problemas. Actualmente se encuentra en proceso de liquidación y se espera que se estructure un nuevo Ente Gestor para atender la demanda de pasajeros del transporte público.

7. Modelo Conceptual MaaS

Un modelo conceptual es una representación abstracta y simplificada de un sistema, proceso o fenómeno, que se utiliza para entender mejor su funcionamiento y relaciones entre las diferentes partes del mismo. En términos generales, un modelo conceptual se utiliza para proporcionar una visión general y estructurada del objeto de estudio, puede ser representado mediante diferentes herramientas y técnicas, como diagramas de flujo, diagramas de entidad-relación, mapas mentales, entre otros. Debe ser claro, coherente y fácil de entender para todas las partes interesadas.

7.1. Metodologías

Para el caso de MaaS, por su concepto y la integración entre diferentes actores organizacionales se estudiaron tres (3) metodologías para el diseño de modelos conceptuales aplicados a entornos organizacionales o empresariales con interrelación entre entidades y actores involucrados.

7.1.1. Metodología *Business System Planning* BSP

Es un enfoque utilizado en la gestión de sistemas de información y la planificación estratégica de tecnología de la información (TI). Fue desarrollada por IBM en la década de 1980 y se centra en alinear los sistemas de información con los objetivos y necesidades del negocio se utiliza para el diseño de modelos conceptuales en el ámbito empresarial.

7.1.1.1. Ventajas

Algunas de las ventajas que ofrece son:

Alineación con los objetivos empresariales: Se centra en alinear los sistemas de información con los objetivos y necesidades del negocio.

Enfoque estructurado: Proporciona un marco de trabajo estructurado y sistemático para la planificación de sistemas de información. Esto ayuda a garantizar que todas las áreas relevantes sean consideradas y abordadas de manera integral durante el proceso de planificación.

Mejora de la eficiencia y productividad: Al analizar y optimizar los procesos empresariales, BSP puede ayudar a identificar oportunidades para mejorar la eficiencia y la productividad.

Identificación de requisitos de información: Ayuda a identificar los datos y la información necesarios para respaldar los procesos empresariales. Esto asegura que los sistemas de información estén diseñados para recopilar, almacenar y procesar la información crítica de manera efectiva.

Reducción de riesgos: Al adoptar un enfoque estructurado y centrado en el negocio, BSP puede ayudar a reducir los riesgos asociados con la implementación de sistemas de información. Al comprender claramente los requisitos y objetivos del negocio, las organizaciones pueden minimizar los errores y las fallas durante el proceso de implementación.

Flexibilidad y adaptabilidad: BSP permite a las organizaciones adaptarse a los cambios en el entorno empresarial y tecnológico de manera más efectiva.

7.1.1.2. Desventajas

Dentro de sus desventajas se cuentan:

Complejidad inicial: La implementación de la metodología BSP puede requerir una inversión considerable de tiempo y recursos para comprender completamente los procesos empresariales, identificar los requisitos de información y diseñar sistemas de información alineados con los objetivos del negocio.

Requiere una comprensión profunda del negocio: Para aplicar BSP de manera efectiva, se requiere una comprensión profunda del negocio y sus procesos.

Flexibilidad limitada: Aunque BSP proporciona un marco estructurado para la planificación de sistemas de información, su enfoque puede ser relativamente rígido en comparación con enfoques más ágiles. Esto puede dificultar la adaptación a cambios rápidos en los requisitos del negocio o en el entorno tecnológico.

Necesidad de actualización continua: Los procesos empresariales y las necesidades de información de una organización pueden cambiar con el tiempo debido a factores como la evolución del mercado, los avances tecnológicos o los cambios en la estrategia empresarial.

Incorporación de nuevas tecnologías: BSP puede no ser lo suficientemente ágil para incorporar rápidamente nuevas tecnologías emergentes. En un entorno tecnológico en constante cambio, las organizaciones pueden enfrentar desafíos para adaptar sus sistemas de información a las últimas tendencias y herramientas tecnológicas.

7.1.2. Metodología RuleSpeak

Ronald G. Ross: Es el creador de la metodología RuleSpeak, que se utiliza para el diseño de modelos conceptuales basados en reglas de negocio. La metodología se centra en la identificación de los requerimientos, restricciones y su representación en forma de reglas de negocio.

7.1.2.1. Ventajas

Algunas de sus ventajas son:

Claridad y precisión: Se centra en el uso de un lenguaje claro y preciso para definir términos y reglas de negocio. Esto facilita la comprensión y evita malentendidos, lo que a su vez mejora la comunicación y la implementación de las reglas.

Simplicidad: Promueve la simplicidad en la creación de reglas de negocio. Al utilizar un lenguaje natural y estructuras simples, las reglas se vuelven más accesibles y fáciles de entender para todos los interesados, incluidos los usuarios finales y los desarrolladores.

Facilita la colaboración: Facilita la colaboración entre diferentes partes interesadas en la definición y el diseño de reglas de negocio. Al utilizar un lenguaje común y estructuras estandarizadas, se fomenta una comprensión compartida y un enfoque colaborativo para resolver problemas comerciales.

Agilidad: Puede adaptarse fácilmente a los cambios en los requisitos del negocio. Dado que las reglas se definen utilizando un lenguaje natural y estructuras simples, pueden modificarse rápidamente según sea necesario para adaptarse a nuevas circunstancias o requisitos comerciales.

Facilita la implementación tecnológica: Las reglas definidas utilizando Rulespeak son más fáciles de traducir en código de software o en sistemas de gestión de reglas empresariales (BRMS, por sus siglas en inglés). Esto facilita la implementación de las reglas en sistemas informáticos y su automatización.

Reducción de costos y riesgos: Al mejorar la claridad y la comprensión de las reglas de negocio, puede ayudar a reducir los errores y los malentendidos, lo que a su vez puede reducir los costos asociados con la implementación y el mantenimiento de sistemas empresariales.

7.1.2.2. Desventajas

Limitaciones en la formalidad: Debido a su enfoque en el lenguaje natural y la simplificación, puede carecer de la formalidad y estructura necesarias en ciertos contextos

empresariales. En situaciones donde se requiera un mayor nivel de detalle y precisión técnica, Rulespeak podría no ser la mejor opción.

Automatización: Las reglas definidas en Rulespeak pueden ser más difíciles de automatizar en comparación con otras metodologías que utilizan un lenguaje formalizado y estructurado. Esto puede limitar su aplicabilidad en sistemas donde la automatización de reglas de negocio es fundamental.

Complejidad en escenarios complejos: En situaciones donde las reglas de negocio son particularmente complejas o interdependientes, Rulespeak puede no proporcionar suficiente soporte para manejar esta complejidad de manera efectiva.

Necesidad de habilidades de comunicación claras: Como Rulespeak se basa en el lenguaje natural, su efectividad puede depender en gran medida de la habilidad del usuario para comunicar las reglas de negocio de manera clara y concisa.

7.1.3. Zachman Framework

John Zachman: Es el creador del marco de arquitectura empresarial Zachman Framework, que se utiliza para el diseño de modelos conceptuales de la arquitectura empresarial. El marco de Zachman se basa en una matriz que representa diferentes perspectivas de la organización, como el negocio, la información, la tecnología, entre otras. El Zachman Framework se basa en la idea de que la arquitectura empresarial debe abordar seis interrogantes fundamentales sobre una organización: ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién? y ¿Por qué?. Estas preguntas representan diferentes perspectivas o puntos de vista sobre la empresa, y el framework propone una matriz que organiza estas perspectivas en función de seis columnas (aspectos) y seis filas (participantes).

Las seis filas del Zachman Framework son:

¿Qué? (Datos): Se centra en la descripción de los datos y la información que maneja la organización.

¿Cómo? (Función): Describe los procesos de negocio y las actividades que la organización lleva a cabo para lograr sus objetivos.

¿Dónde? (Red de Ubicación): Se enfoca en la ubicación física o lógica de los recursos y activos de la organización.

¿Cuándo? (Cronograma): Describe la secuencia temporal de eventos y actividades en la organización.

¿Quién? (Personal): Se centra en los roles y responsabilidades de las personas dentro de la organización.

¿Por qué? (Motivación): Describe los objetivos, estrategias y motivaciones que impulsan a la organización.

7.1.3.1. Ventajas

Estructura comprensible: Proporciona una estructura lógica y sistemática para organizar y entender los diversos aspectos de una organización desde múltiples perspectivas. Esto facilita la comprensión y comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos y departamentos de una empresa.

Enfoque holístico: El framework aborda las seis interrogantes fundamentales (Qué, Cómo, Dónde, Cuándo, Quién y Por qué) que son relevantes para comprender una organización en su totalidad.

Facilita la alineación estratégica: Al proporcionar una estructura para alinear los objetivos de negocio con las diferentes perspectivas de la organización, el Zachman Framework ayuda a

asegurar que las iniciativas de arquitectura empresarial estén alineadas con la estrategia general de la empresa.

Promueve la estandarización y reutilización: Al organizar la arquitectura empresarial en una estructura coherente y predefinida, el Zachman Framework facilita la estandarización de los procesos, la documentación y la terminología utilizada en la organización. Esto promueve la reutilización de patrones y mejores prácticas, lo que puede aumentar la eficiencia y la consistencia en la gestión de la arquitectura empresarial.

7.1.3.2. Desventajas

Complejidad inicial: El Zachman Framework puede resultar complejo de entender y aplicar, especialmente para aquellos que están siendo expuestos a él por primera vez. La matriz de seis por seis puede parecer abrumadora al principio, lo que puede dificultar su adopción y aplicación efectiva.

Falta de orientación detallada: Aunque el framework proporciona una estructura general para organizar la arquitectura empresarial, no ofrece una orientación detallada sobre cómo aplicarla en la práctica. Esto puede dejar a los usuarios con preguntas sobre cómo empezar o cómo adaptar el framework a su contexto específico.

Enfoque estático: El Zachman Framework tiende a representar la arquitectura empresarial de manera estática en un momento dado, lo que puede no reflejar adecuadamente la naturaleza dinámica y cambiante de las organizaciones y su entorno. La falta de flexibilidad puede limitar su utilidad en contextos ágiles y en constante evolución.

Falta de énfasis en la implementación: El framework se centra principalmente en la descripción y la estructuración de la arquitectura empresarial, pero ofrece poca orientación sobre

cómo llevar a cabo la implementación práctica de las iniciativas de arquitectura. Esto puede dejar a los usuarios preguntándose cómo traducir las ideas abstractas del framework en acciones concretas y resultados tangibles.

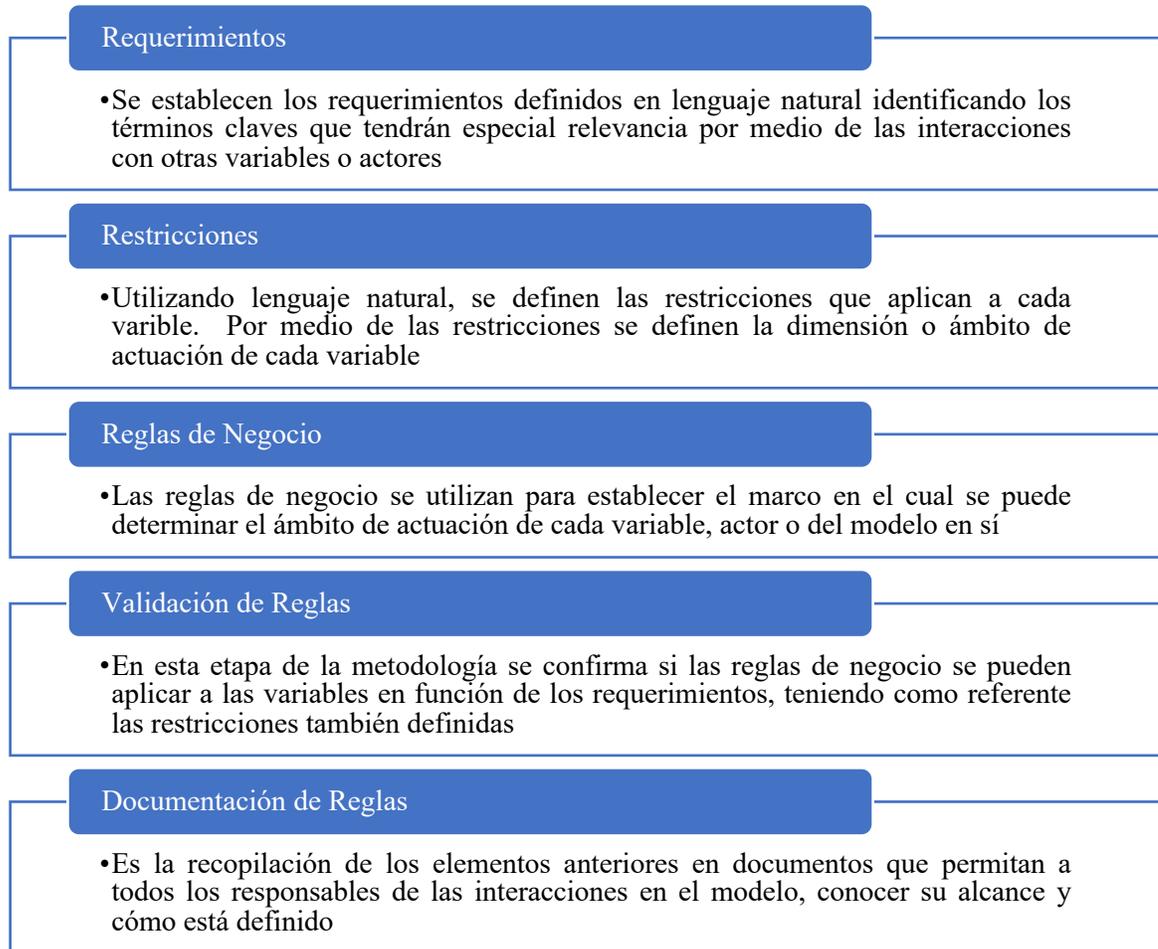
Complejidad de mantenimiento: Mantener actualizada y relevante la documentación generada utilizando el Zachman Framework puede resultar desafiante, especialmente a medida que evoluciona la organización y su entorno. La falta de orientación sobre cómo gestionar eficazmente la documentación puede hacer que el proceso sea complicado y propenso a volverse obsoleto.

Se selecciona la metodología RuleSpeak ya que las experiencias documentadas en la revisión de literatura, evidencian la importancia de las reglas de negocio en la implementación de MaaS, especialmente definidas por la interrelación entre Ente Gestor, Autoridad de Transporte y Operadores de Transporte. Además por la agilidad en la adaptación a los cambios que pueden surgir y la simplicidad al ser un entorno complejo, la mejor forma de modelar es utilizando herramientas que permitan realizar una abstracción sencilla del escenario a representar.

7.2. Metodología RuleSpeak aplicada al modelo MaaS

Siguiendo la metodología RuleSpeak se realiza una abstracción para aplicarla al concepto de MaaS dando como resultado los siguientes pasos en una representación gráfica que facilita la comprensión e interpretación:

Figura 2 Representación gráfica de la metodología RuleSpeak



Elaboración propia

Se procede entonces a identificar las variables que componen el modelo conceptual MaaS para el AMB y en cada una de ellas se aplican los pasos definidos en la metodología.

7.3. Variables y Actores del modelo MaaS

Las variables en el Modelo de Movilidad como Servicio se definen como aquellos integrantes del ecosistema de movilidad que tendrán especial importancia y afectarán el desarrollo

del mismo. Son actores protagonistas o entidades que por su naturaleza se considera tendrán alto impacto sobre la movilidad en el Área Metropolitana de Bucaramanga (AMB) y a su vez muestran el cumplimiento del primer objetivo específico de la investigación que es “Establecer los lineamientos del concepto de movilidad como servicio que sean aplicables en el Área Metropolitana de Bucaramanga y que se puedan incorporar al Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea” En la siguiente figura se muestra cómo interactúan

Figura 3 Variables y actores del modelo MaaS

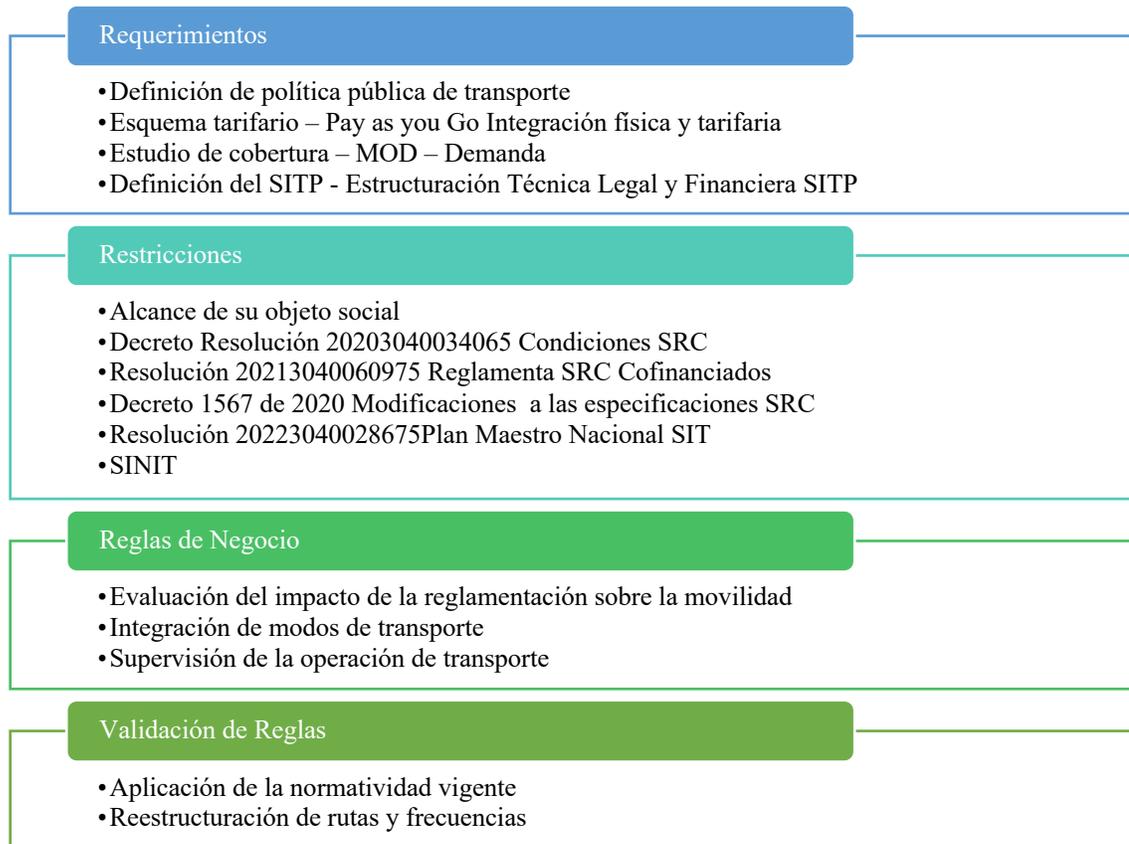


Elaboración propia

A continuación, siguiendo la metodología RuleSpeak se desarrollan para cada variable los requerimientos, restricciones, reglas de negocio y las validaciones de las reglas para finalizar con la formulación del modelo conceptual para el AMB:

7.3.1. Autoridad de Transporte Área Metropolitana de Bucaramanga

Figura 4 Variable Autoridad de Transporte

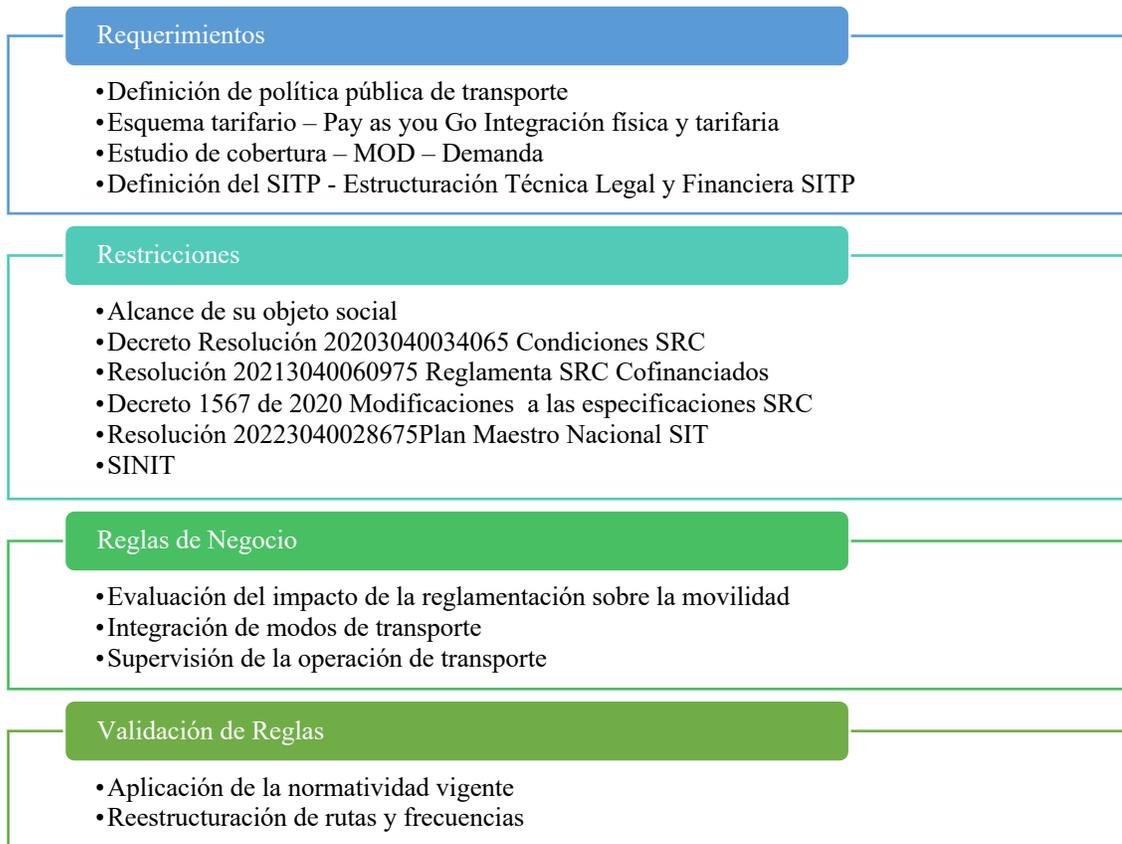


Elaboración propia

La política pública de transporte es misional para la Autoridad de Transporte. El esquema tarifario aplica para todas las rutas del servicio público de transporte de pasajeros. Como se mencionó anteriormente, el pago por uso o Pay as you Go es uno de los incentivos que ofrece MaaS. Los estudios de cobertura, vinculados con la Matriz Origen Destino MOD y la demanda son parte de los requerimientos para conocer la demanda y la forma como se movilizan los usuarios en el AMB.

7.3.2. Ente Gestor SITM Metrolínea

Figura 5 Variable Ente Gestor SITM Metrolínea

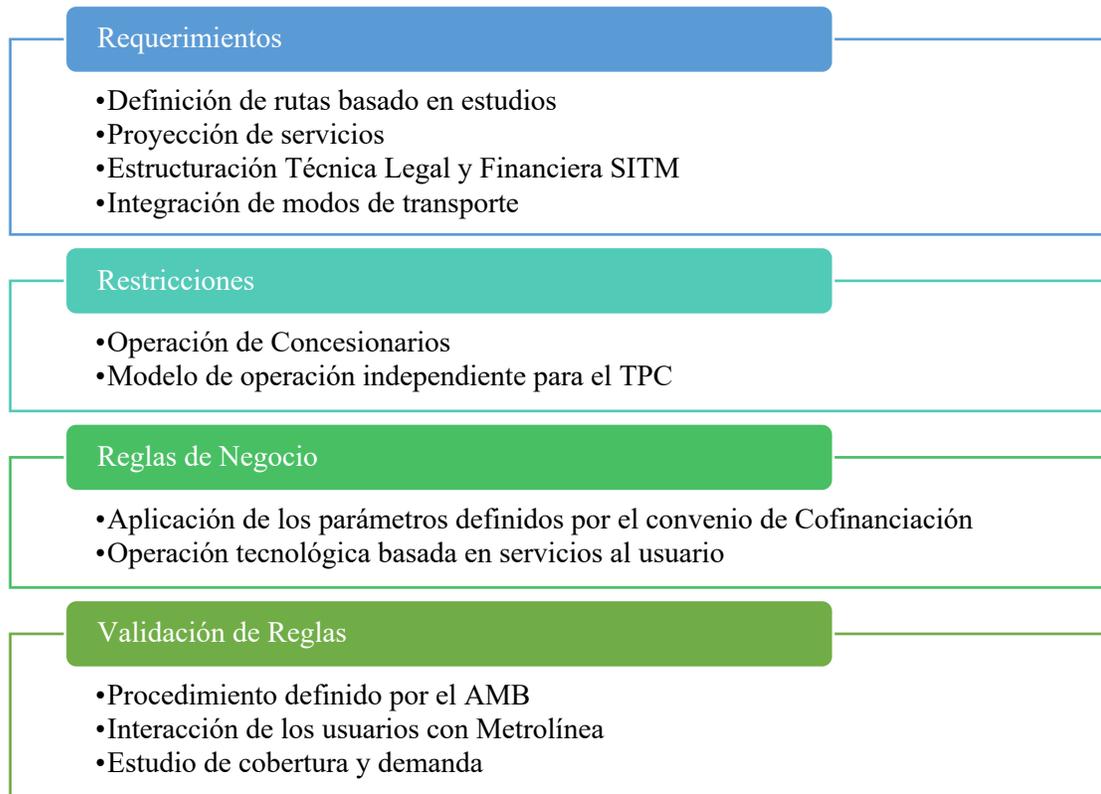


Elaboración propia

Metrolínea como Ente Gestor del SITM o quien haga sus funciones posteriores a la presentación de este proyecto es uno de los ejes centrales para la implementación de MaaS en el AMB. Provee la información de la operación de los diferentes concesionarios para la integración de las diferentes soluciones que ofrece MaaS y articula la operación de los diferentes proveedores de servicios de movilidad junto con los operadores de transporte público.

7.3.3. Operadores de Transporte – Concesionario

Figura 6 Variable Operadores de Transporte

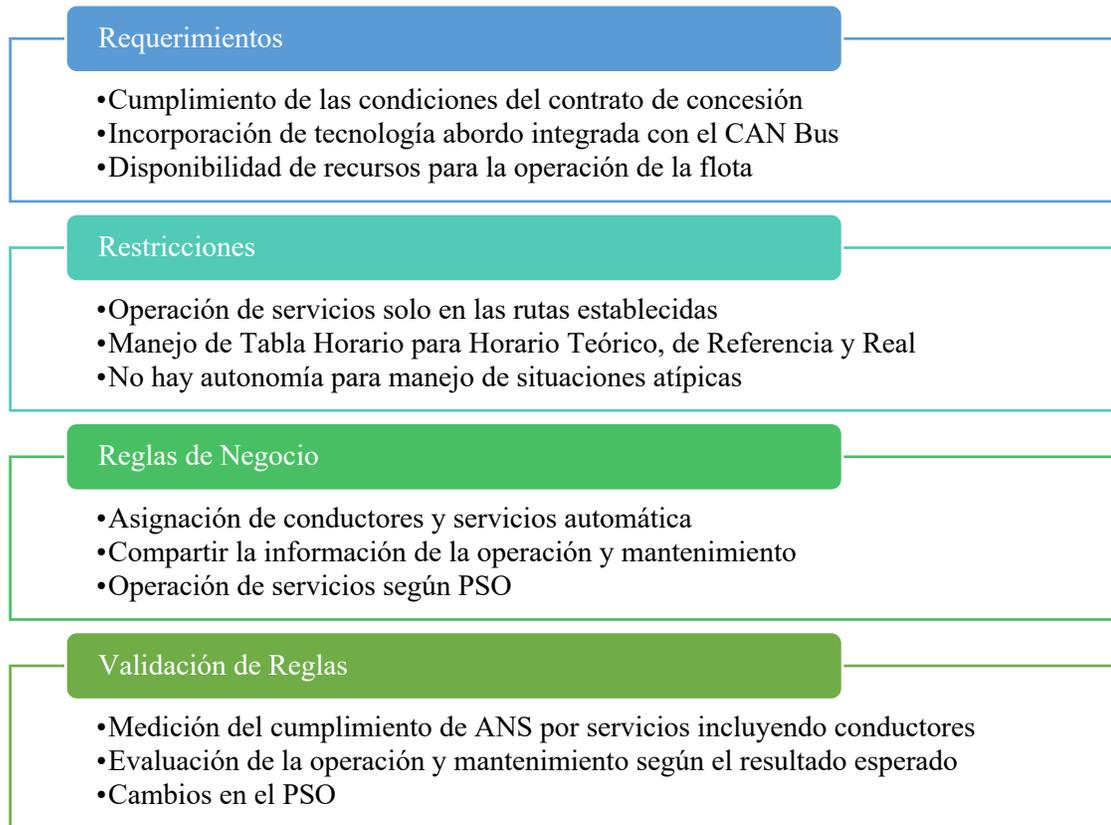


Elaboración propia

El operador de transporte provee la flota de buses que se integran al SITM cumpliendo con las especificaciones del contrato de concesión y se rigen bajo los lineamientos que establece el Ente Gestor Metrolínea. Incorporan la tecnología necesaria para el Sistema de Gestión y Control de Flota que permite el intercambio de información con la aplicación MaaS y de esta forma entregar a los diferentes actores los insumos para la toma de decisiones sobre movilidad y operación.

7.3.4. Proveedor de Tecnología

Figura 7 Variable Proveedor de Tecnología

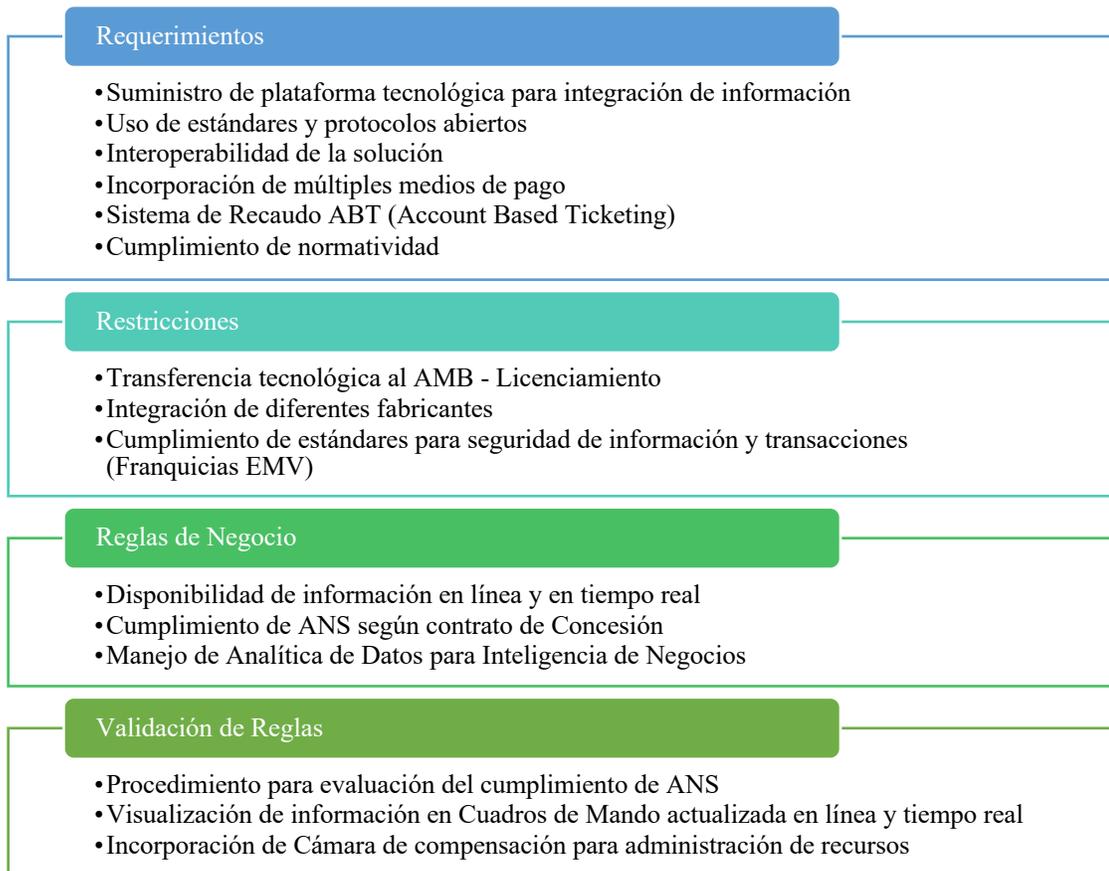


Elaboración propia

El proveedor de tecnología ofrece los equipos y sistemas que toman los datos desde los equipos embarcados en los buses del SITM, el TPC y los modos alternativos de transporte, y los integra para que la aplicación de MaaS los presente a todos los diferentes actores presentes en el modelo. Estos datos se procesan en los Sistemas de Gestión y Control de Flota, Sistema de Recaudo Centralizado y el Sistema de Información al Usuario y se transmiten a la aplicación de MaaS.

7.3.5. Transporte Público Colectivo

Figura 8 Variable *Transporte Público Colectivo*

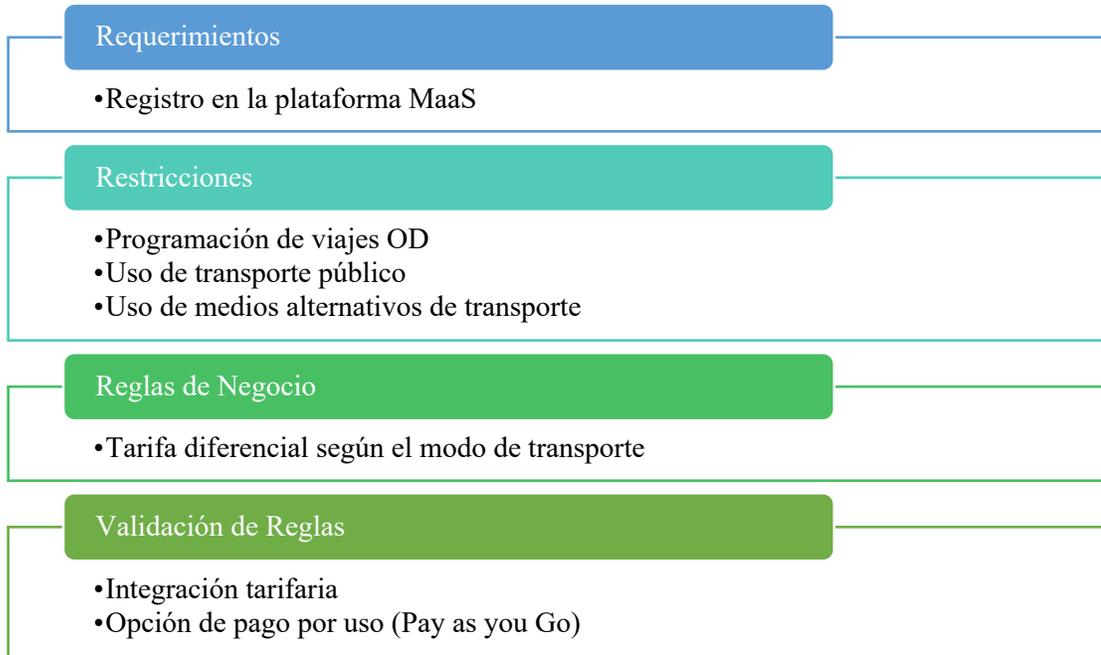


Elaboración propia

El TPC hace parte del transporte público que no está incorporado en el SITM, es complementario y cumple con la normatividad definida para la prestación del servicio. Es parte de la integración de servicios de movilidad y debe incorporar equipos embarcados que transmitan información en línea sobre la operación de transporte, que es parte de la función del Sistema de Gestión y Control de Flota.

7.3.6. *Usuario*

Figura 9 *Variable Usuario*

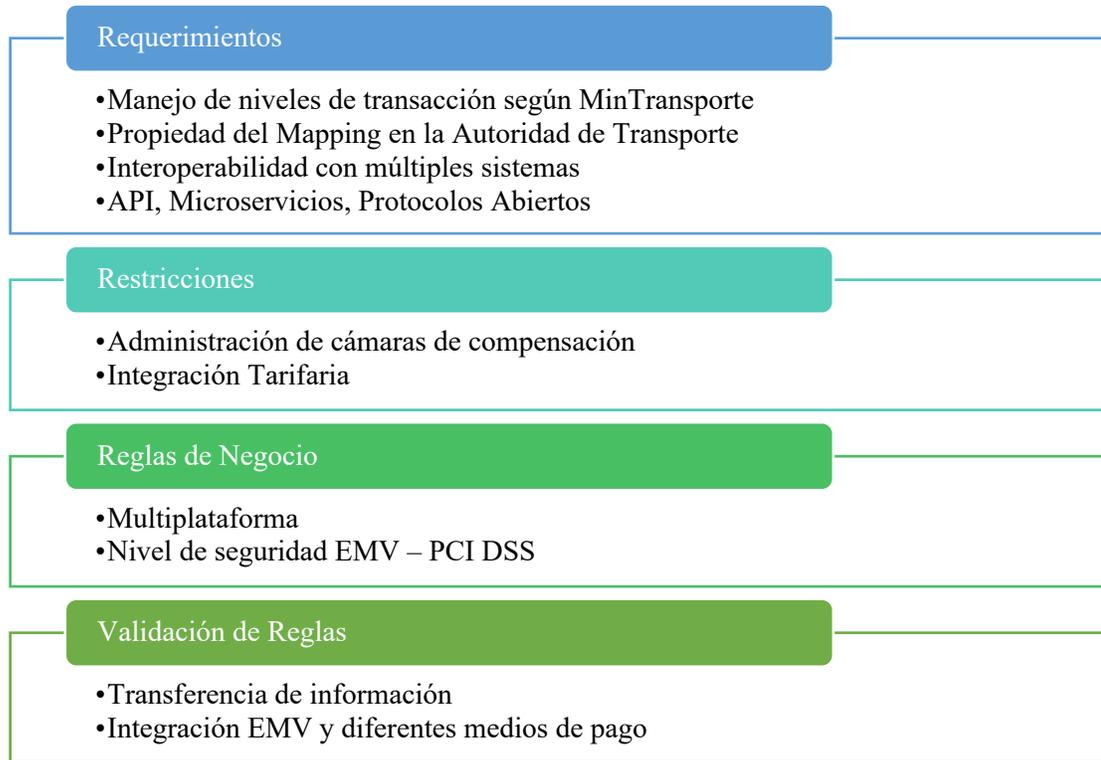


Elaboración propia

El eje central de la movilidad es el usuario y es la razón de ser de la movilidad como servicio. El único requisito para el usuario es el registro en la plataforma MaaS y el uso de la aplicación, ya que con su desplazamiento y uso de la aplicación se genera información que le permite al Ente Gestor hacer la programación de servicios, toma de decisiones de regulación y manejo de predicciones según demanda.

7.3.7. *Aplicación MaaS*

Figura 10 *Variable Aplicación MaaS*

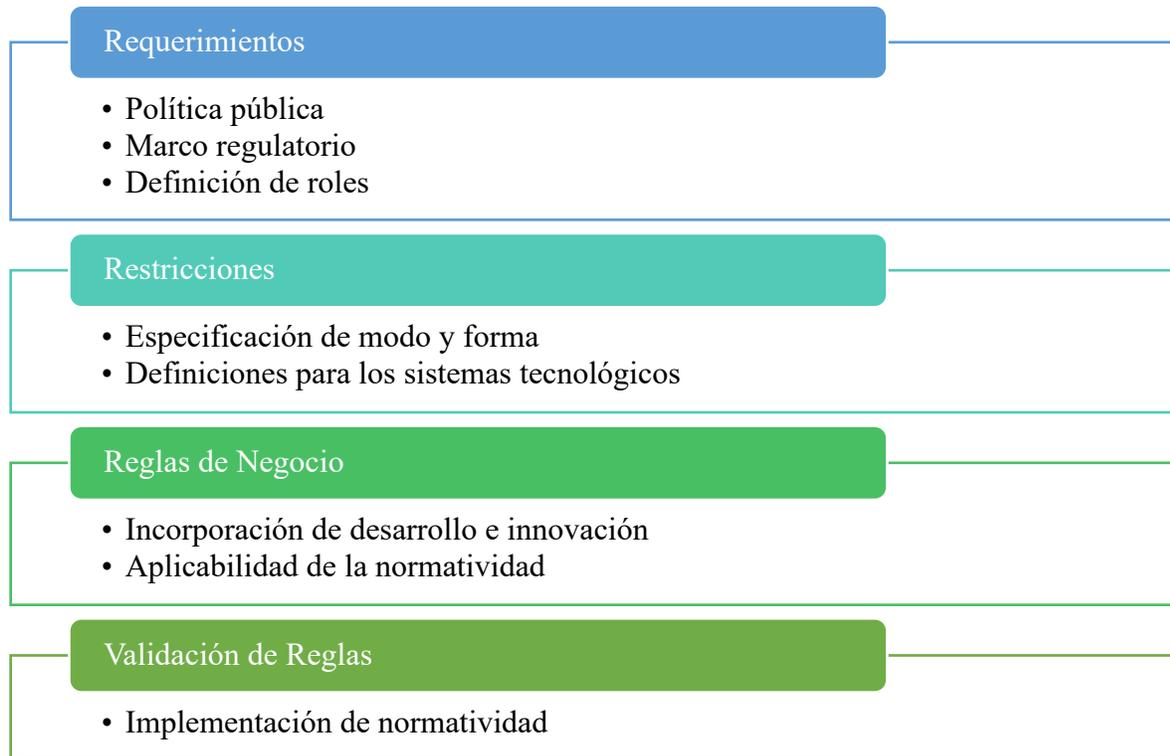


Elaboración propia

El articulador de toda la información proveniente de los diferentes actores es la tecnología representada en una aplicación de movilidad como servicio. Toma la información de los equipos embarcados del Sistema de Gestión y Control de Flota, el Sistema de Recaudo Centralizado y los procesa para entregarlo al Ente Gestor, a los operadores de transporte y al usuario. Los niveles de seguridad son los definidos por el estándar EMV Europay Mastercard Visa y utilizan la normativa de seguridad de los datos PCI-DSS normativa internacional de seguridad para todas las entidades que almacenan, procesan o transmiten datos de titulares de tarjetas bancarias o datos privados de autenticación.

7.3.8. Ministerio de Transporte

Figura 11 Variable Ministerio de Transporte

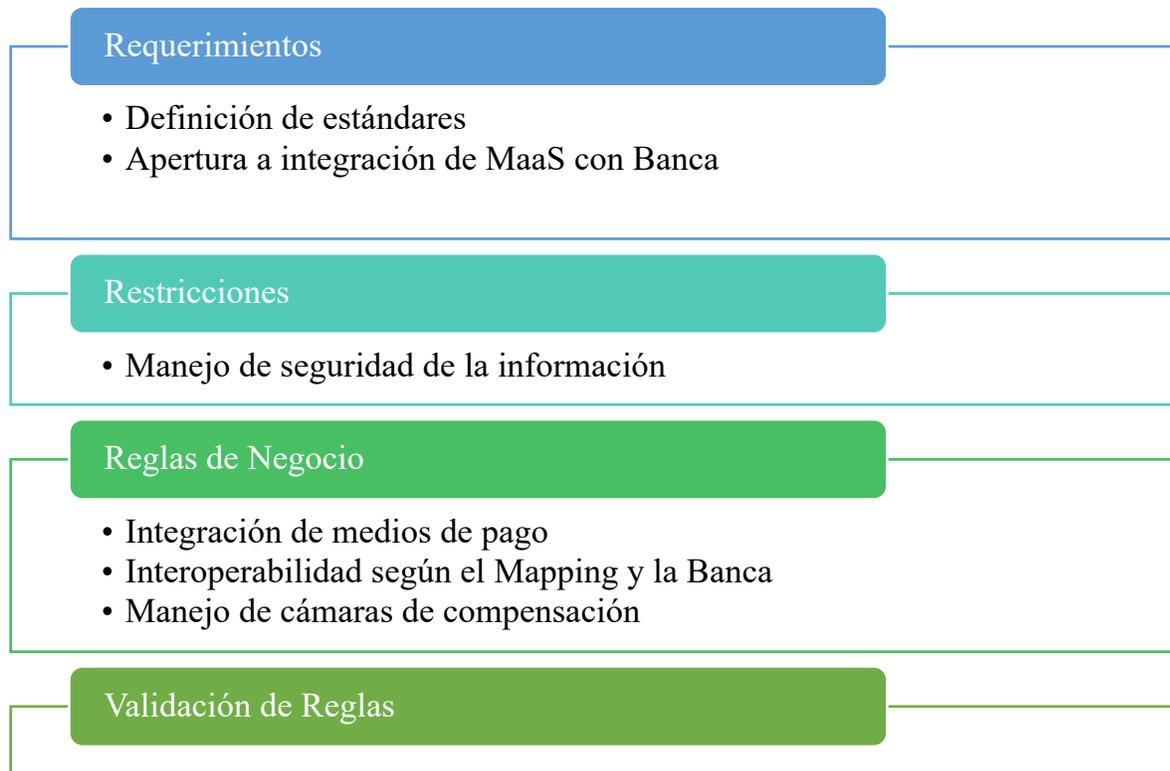


Elaboración propia

El Ministerio de Transporte es la máxima autoridad nacional en términos de movilidad y es el generador de la política pública y definición de lineamientos para la implementación de los servicios de movilidad. Establece la reglamentación, los decretos y normas que deben seguir todos los Sistemas Integrados de Transporte y los Operadores de Transporte.

7.3.9. Sistema Financiero

Figura 12 Variable Sistema Financiero

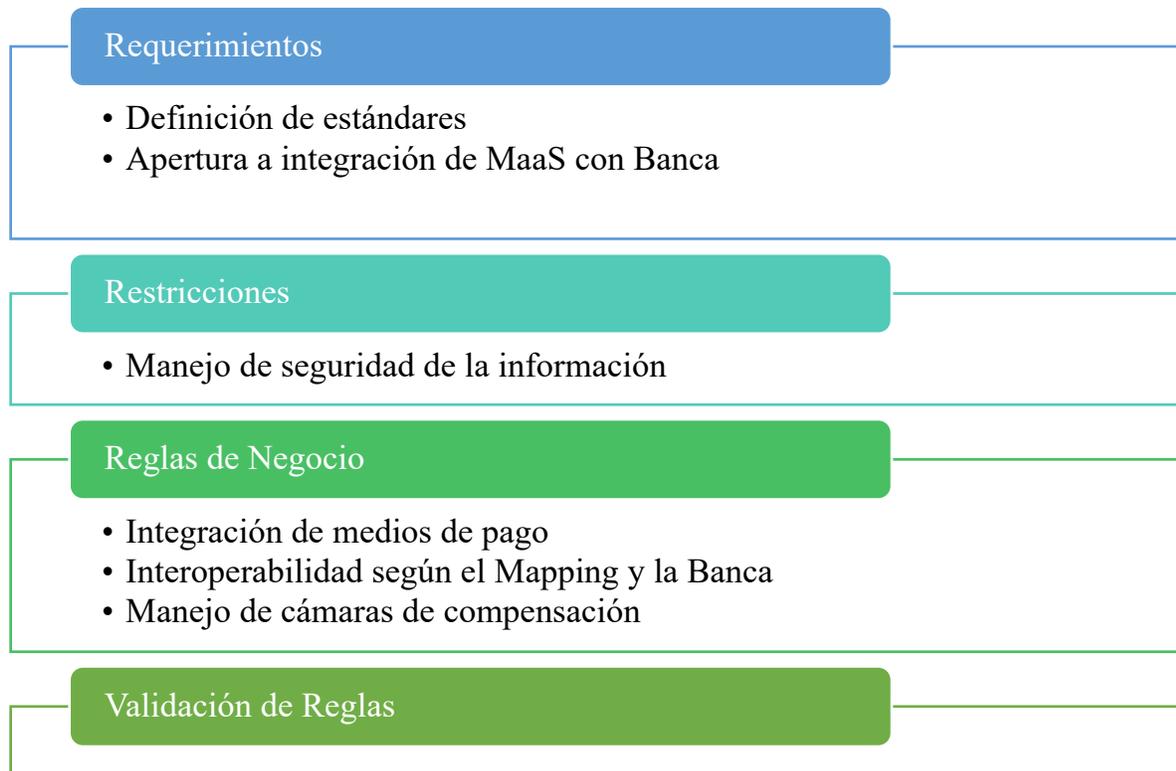


Elaboración propia

El sistema financiero permite la compensación o distribución de la tarifa que paga el usuario a cada entidad que participa en la movilidad. Define los estándares a cumplir en el manejo de autenticación de datos, transferencia de información y compensación. Establece los convenios asociados al uso de la tarifa para los establecimientos que se vinculen y definen la forma como se organiza la información en el sistema de recaudo conocido como Mapping.

7.3.10. Modos Alternativos de Transporte

Figura 13 Variable Modos Alternativos de Transporte



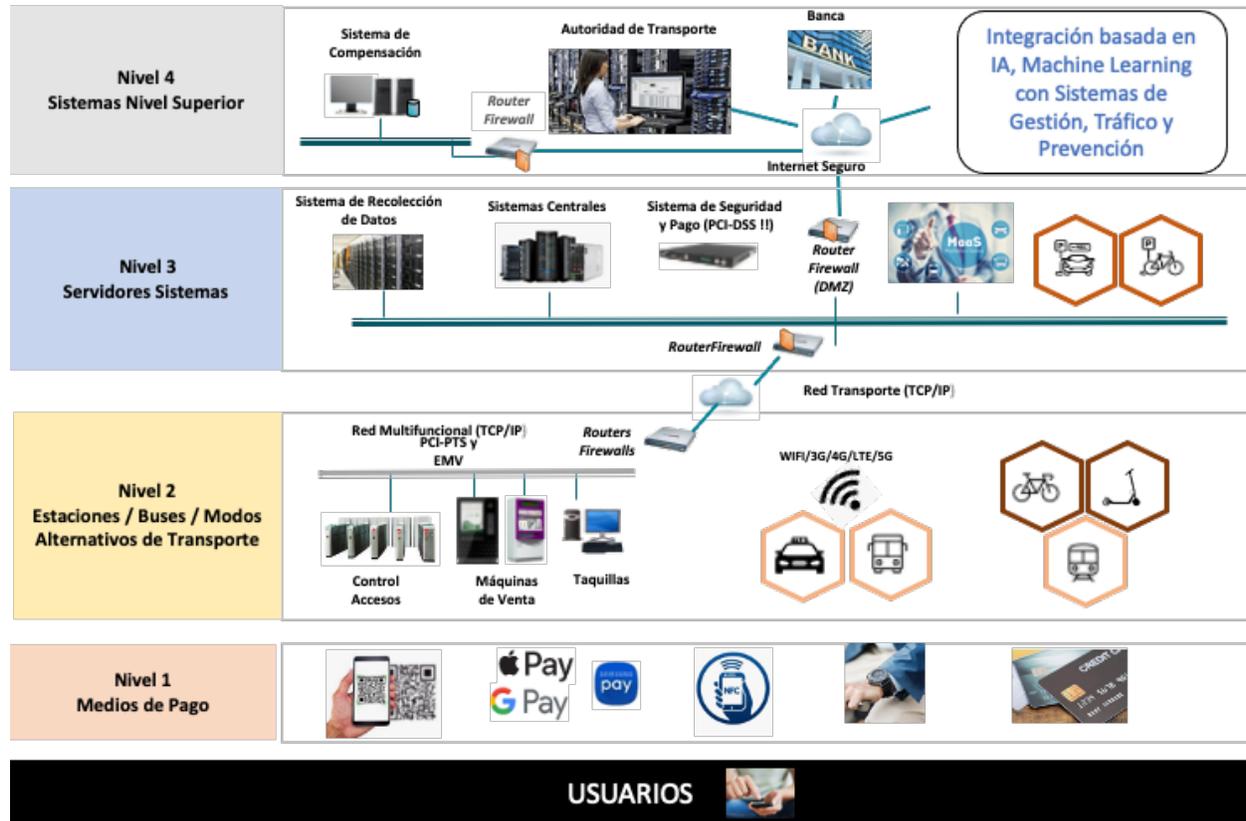
Elaboración propia

Los modos alternativos de transporte se consideran complementarios a los Sistemas Integrados de Transporte y permiten la implementación de soluciones de movilidad como servicio beneficiando la integración y dando a los usuarios opciones para realizar sus recorridos.

7.4. Modelo Conceptual MaaS AMB

En la siguiente figura se presenta gráficamente el modelo conceptual de MaaS para el Área Metropolitana de Bucaramanga

Figura 14 *Modelo Conceptual MaaS*



El modelo se lee de abajo hacia arriba. Los usuarios son la base de la movilidad como servicio e interactúan con los diferentes elementos y actores del modelo en los diferentes niveles definidos. Se considera que los usuarios son el nivel cero (0).

Utilizan los medios de pago para acceder al sistema y la forma de interactuar es por medio de la aplicación de MaaS.

7.4.1. Nivel 1 Medios de Pago

Figura 15 Detalle Nivel 1 Modelo MaaS AMB



Elaboración propia

En el nivel uno (1) están los medios de pago como:

Códigos QR. Los códigos QR almacenan información y la hacen accesible. QR son las iniciales de Quick Response (respuesta rápida). Un lector de códigos QR ya disponible en la mayoría de smartphones utiliza un escáner, procesa datos y ejecuta órdenes al momento según el resultado de la lectura.

Billeteras digitales. La billetera digital es un aplicativo móvil que se descarga en el celular para realizar operaciones financieras, sin contacto con dinero en efectivo. Las más comunes son Apple Pay, Google Pay y Samsung Pay

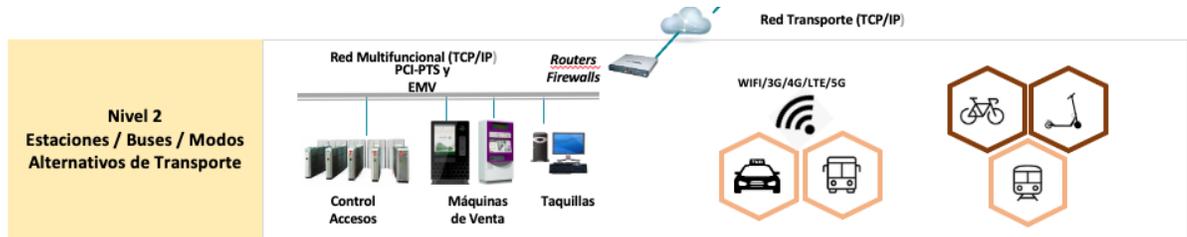
Dispositivos con tecnología NFC Near Field Communication. La tecnología NFC se utiliza para intercambiar información entre dos dispositivos, los cuales deben situarse a una corta distancia (no más de 15 centímetros).

Dispositivos con tecnología BLE Bluetooth Low Energy, que permite llevar en dispositivos móviles como pulseras o manillas, la información sobre el acceso al sistema de transporte.

Tarjetas de las franquicias bancarias. Para este modelo se define el estándar EMV Europay Mastercard Visa que utiliza el sistema financiero internacional.

7.4.2. Nivel 2 Acceso al modo de transporte

Figura 16 Detalle Nivel 2 Modelo MaaS AMB



Elaboración propia

En el nivel dos (2) se realiza el acceso al sistema de transporte que valida el medio de pago a través de puntos fijos como los torniquetes en las estaciones, las máquinas de autoventa o de recarga automática y taquillas del SITM. Estas validaciones se pueden realizar igualmente en los diferentes modos de transporte como el transporte colectivo, el TPC y los modos alternativos de transporte como las bicicletas públicas, patinetas o scooters y la integración con los modos de transporte férreo que pueden incorporarse en un futuro.

7.4.3. Nivel 3 Sistemas Centrales

Figura 17 Detalle Nivel 3 Modelo MaaS AMB



Elaboración propia

En el nivel tres (3) se realiza el procesamiento de la información proveniente de los dispositivos, la autoridad de transporte, el Ente Gestor y los Operadores de transporte, con el mayor grado de seguridad y protección para garantizar la integridad de la información. Tal como se

describe en el ítem 7.2.7 Aplicación MaaS, los niveles de seguridad son los definidos por el estándar EMV Europay Mastercard Visa y utilizan la normativa de seguridad de los datos PCI-DSS normativa internacional de seguridad para todas las entidades que almacenan, procesan o transmiten datos de titulares de tarjetas bancarias o datos privados de autenticación. En este nivel se integran igualmente los datos que provienen de otros sistemas como el de parqueo en vía, cobro por congestión, entre otros.

7.4.4. Nivel 4 Sistemas de Nivel Superior

Figura 18 Detalle Nivel 4 Modelo MaaS AMB



Elaboración propia

Una vez analizada la información proveniente del nivel 3, se transmite al nivel cuatro (4), donde está el sistema financiero, las cámaras de compensación que ejecutan la distribución de la tarifa utilizada por el viajero y se presenta la consolidación en tiempo real a la autoridad de transporte para la toma de decisiones sobre la operación tanto en vía como la planificación según eventos o incidentes que se presenten.

7.4.5. Arquitectura e interoperabilidad

Se establece dentro del modelo conceptual que la arquitectura es escalable, modular y permite la integración con diferentes sistemas como los de Gestión de Tráfico, Procesamiento en borde de red para Sistemas Inteligentes de Transporte, Analítica Avanzada de Sistemas de

Monitoreo y Vigilancia de Transporte, Sistemas de Monitoreo Ambiental y/o Climáticos, Sistemas de Emergencia y Seguridad de Ciudad.

El Modelo MaaS no especifica un tipo de equipo especial para cada uno de los niveles definidos, se adoptan criterios de interoperabilidad de equipos y sistemas entendiéndose este como la posibilidad de utilizar equipos de diferentes fabricantes y sistemas de múltiples proveedores.

7.4.6. Comunicaciones

El modelo conceptual de MaaS está concebido por niveles. En cada nivel se obtiene información y datos que son necesarios para el funcionamiento del mismo. Para lograr el paso de mensajes desde un nivel a otro, es necesario que se utilicen protocolos abiertos, sistemas de intercambio de mensajes como APIs (application program interface) o servicios de envío de mensajes (WebServices) que garantizan la comunicación entre dispositivos y sistemas y al mismo tiempo facilitan economías de escala y acceso a diferentes tecnologías que ofrecen los fabricantes e integradores tecnológicos

7.4.7. Cumplimiento directrices UMUS

Dando cumplimiento al segundo objetivo específico de esta investigación es importante destacar el papel que representa la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible UMUS del Ministerio de Transporte de Colombia y cómo se cumplen las directrices con el modelo MaaS propuesto.

La UMUS es una entidad encargada de promover y coordinar políticas, programas y proyectos relacionados con la movilidad urbana sostenible en el país. Su objetivo principal es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de la implementación de sistemas de transporte eficientes, seguros y respetuosos con el medio ambiente.

En el contexto de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), la UMUS desempeña un papel importante en el diseño, desarrollo y supervisión de estos sistemas donde la nación participa con recursos de cofinanciación. Sus lineamientos y directrices abarcan aspectos como la planificación, el diseño de rutas, la integración modal, la accesibilidad, la infraestructura, la seguridad vial y la sostenibilidad ambiental.

Dentro de los lineamientos establecidos se definió que en los sistemas que se utilicen en los SITM cofinanciados por la Nación, se deberán implementar protocolos abiertos para garantizar la confluencia de diferentes fabricantes cumpliendo la directriz de Interoperabilidad en términos de Hardware y Sistemas y el modelo conceptual de MaaS incorpora estas directrices.

Otro lineamiento que se cumple con el modelo es la interacción entre diferentes sistemas externos que suministran información como la Gestión de Tráfico, los sistemas de videovigilancia y seguridad y el manejo de información sobre incidentes en vía. Con esto y utilizando herramientas de Machine Learning e Inteligencia Artificial, se puede hacer estimaciones, predicciones, manejo de escenarios y viabilizar alternativas para la movilidad de cada actor presente en el modelo.

El desarrollo e implementación del modelo, abarca los conceptos de MaaS descritos por los autores estudiados en el capítulo 3 que concentra la atención sobre los servicios de movilidad y presenta una innovación frente a las diferentes experiencias documentadas en múltiples ciudades del mundo, como es el manejo de predicción basadas en herramientas de computación de alto nivel para la toma de decisiones y la interacción con múltiples sistemas utilizando protocolos abiertos.

8. Conclusiones

El concepto de Movilidad como Servicio es independiente a los servicios de movilidad. Por esta razón son los servicios de movilidad como el SITM, el TPC, los modos alternativos de transporte los que se integran en el Modelo de Movilidad como Servicio para el AMB y que siguiendo los parámetros por el Ministerio de Transporte, utilizando el intercambio de información entre los diferentes modos de transporte y la aplicación de MaaS se da cumplimiento al primer objetivo específico establecido para esta investigación y es el "Establecer los lineamientos del concepto de movilidad como servicio que sean aplicables en el Área Metropolitana de Bucaramanga y que se puedan incorporar al Sistema Integrado de Transporte Masivo Metrolínea”.

La solución tecnológica de MaaS es una herramienta de integración y no es el eje central de la Movilidad como Servicio, tal como se ha descrito en la revisión de literatura realizada. No se concibe un modelo de MaaS sin solución tecnológica, pero es necesario insistir en que la esencia de este modelo no es la tecnología. El modelo propuesto define para la solución tecnológica la implementación de las diferentes resoluciones establecidas por el Ministerio de Transporte para los Sistemas de Transporte Masivo cofinanciados por la nación que es responsabilidad de la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible adscrita al Ministerio velar por su cumplimiento. Es así como se da cumplimiento al segundo objetivo específico definido para esta investigación y es “Adaptar las directrices definidas por la Unidad de Movilidad Urbana Sostenible del Ministerio de Transporte y el Departamento Nacional de Planeación para los Sistemas Integrados de Transporte Masivo relacionados con movilidad urbana sostenible al modelo conceptual propuesto”

La herramienta que se utilice para la integración o el desarrollo tecnológico es independiente del modelo, del modo de transporte o de la misma Autoridad de Transporte. Se garantizará el éxito en la implementación si se logra integrar los diferentes modos de transporte, los sistemas complementarios y la interoperabilidad con diferentes sistemas de monitoreo y gestión de ciudad para generar información en línea que permita la toma de decisiones por parte de los diferentes actores del ecosistema de movilidad.

Los modos alternativos de transporte deberán incluir sistemas tecnológicos que permitan el monitoreo y control de los vehículos que están prestando servicio público. Estos sistemas proveerán los datos necesarios para el intercambio de información con la solución tecnológica de MaaS que se implemente para lograr que el usuario pueda planificar los viajes desde el inicio hasta el fin de su desplazamiento, incorporar tarifas diferenciales y pago por uso. De esta forma se da cumplimiento al tercer objetivo específico de esta investigación y es “Definir las condiciones que deben cumplir los modos de transporte alternativos y complementarios para que se integren al modelo de MaaS en el Área Metropolitana de Bucaramanga”

No se encuentra en la literatura disponible modelos conceptuales de movilidad como servicio y cada solución estudiada es particular para la ciudad o área geográfica que fue implementada. El modelo de movilidad como servicio para el AMB permite la escalabilidad de las soluciones ya implementadas y la integración por medio de protocolos abiertos e interoperabilidad de sistemas.

9. Recomendaciones

Para la implementación del modelo conceptual se debe tener en cuenta que MaaS integra diferentes modos de transporte, por lo tanto, para el AMB es necesario incorporar el concepto de Sistema Integrado de Transporte Público definido por el Ministerio de Transporte.

Con el SITP, se garantiza la congruencia y armonización de los modos de transporte en beneficio de los ciudadanos, así entonces el desarrollo tecnológico podrá tomar datos de los buses que operen en el SITM, el TPC, los modos alternativos de transporte como las bicicletas públicas y permite incorporar en un futuro otros modos de transporte como el férreo, el tranviario, e incluso se pueden integrar los taxis en el mismo modelo de Movilidad como Servicio.

El AMB debe liderar la implementación del modelo, y esto le permitirá tener disponibilidad de información en línea y en tiempo real sobre la operación de transporte realizada por el SITM, la integración con el TPC y el desarrollo en general de la movilidad dentro del Área Metropolitana.

El modelo puede ser desarrollado por fases incorporando inicialmente la nueva operación del SITM que defina el AMB, en vista de la situación actual del Ente Gestor Metrolínea. En caso de que realice la liquidación de Metrolínea como Ente Gestor del SITM, el AMB asume el rol que delegó en Metrolínea y podrá incorporar el modelo MaaS formulado en esta investigación al nuevo SITM que structure o que se cree para gestionar el transporte masivo en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

No es necesario que un solo proveedor tecnológico sea el que desarrolle para cada modo de transporte la integración de equipos, servicios y tecnología en general, ya que el modelo MaaS tiene como fundamento la interoperabilidad que define el Ministerio de Transporte y así múltiples fabricantes, proveedores e integradores tecnológicos al servicio de los concesionarios de operación, podrán participar en la incorporación de MaaS en el AMB.

Es importante incorporar el concepto de MaaS en la regulación Colombiana para establecer una hoja de ruta a seguir en las implementación se espera realizar a todos los proyectos de SITM existentes, ya que es parte de los retos que han asumido los Entes Gestores.

Referencias Bibliográficas

- Alonso-González, Hoogendoorn-Lanser, S., van Oort, N., Cats, O., & Hoogendoorn, S. (2020). Drivers and barriers in adopting Mobility as a Service (MaaS) – A latent class cluster analysis of attitudes. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 132, 378–401. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.11.022>
- Arias-Molinares, & García-Palomares, J. C. (2020). The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service from a literature review. *IATSS Research*, 44(3), 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.02.001>
- Audouin, & Finger, M. (2018). The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area: A multi-level governance analysis. *Research in Transportation Business & Management*, 27, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.09.001>
- Becker, Balac, M., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2020). Assessing the welfare impacts of Shared Mobility and Mobility as a Service (MaaS). *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 228–243. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.027>
- Caiati, Rasouli, S., & Timmermans, H. (2020). Bundling, pricing schemes and extra features preferences for mobility as a service: Sequential portfolio choice experiment. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 123–148. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.029>
- Calderón, & Miller, E. J. (2020). A literature review of mobility services: definitions, modelling state-of-the-art, and key considerations for a conceptual modelling framework. *Transport Reviews*, 40(3), 312–332. <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1704916>
- Callegati, Giallorenzo, S., Melis, A., & Prandini, M. (2018). Cloud-of-Things meets Mobility-as-a-Service: An insider threat perspective. *Computers & Security*, 74, 277–295. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2017.10.006>
- Casadó, Golightly, D., Laing, K., Palacin, R., & Todd, L. (2020). Children, Young people and Mobility as a Service: Opportunities and barriers for future mobility. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 4, 100107–. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100107>
- Casey, Ali-Vehmas, T., & Valovirta, V. (2017). Evolution toward an open value system for smart mobility services: The case of Finland. *Competition and Regulation in Network Industries*, 18(1-2), 44–70. <https://doi.org/10.1177/1783591717734808>
- Chang, Chen, H.-Y., & Chen, H.-C. (2019). Mobility as a service policy planning, deployments and trials in Taiwan. *IATSS Research*, 43(4), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.11.007>
- Cooper, Tryfonas, T., Crick, T., & Marsh, A. (2019). Electric Vehicle Mobility-as-a-Service: Exploring the “Tri-Opt” of Novel Private Transport Business Models. *The Journal of Urban Technology*, 26(1), 35–56. <https://doi.org/10.1080/10630732.2018.1553096>
- Cottrill. (2020). MaaS surveillance: Privacy considerations in mobility as a service. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.026>
- Curtis, Stone, J., Legacy, C., & Ashmore, D. (2019). Governance of Future Urban Mobility: A Research Agenda. *Urban Policy and Research*, 37(3), 393–404. <https://doi.org/10.1080/08111146.2019.1626711>
- Fioreze, de Gruijter, M., & Geurs, K. (2019). On the likelihood of using Mobility-as-a-Service: A case study on innovative mobility services among residents in the Netherlands. *Case Studies on Transport Policy*, 7(4), 790–801. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.08.002>
- Reyes Garcia, Lenz, G., Haveman, S. P., & Bonnema, G. M. (2019). State of the Art of Mobility as a Service (MaaS) Ecosystems and Architectures: An Overview of, and a Definition, Ecosystem and System Architecture for Electric Mobility as a Service (eMaaS). *World Electric Vehicle Journal*, 11(1), 7–. <https://doi.org/10.3390/wevj11010007>

- Golbabaeei, Yigitcanlar, T., & Bunker, J. (2021). The role of shared autonomous vehicle systems in delivering smart urban mobility: A systematic review of the literature. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(10), 731–748. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1798571>
- Golbabaeei, Yigitcanlar, T., Paz, A., & Bunker, J. (2020). Individual Predictors of Autonomous Vehicle Public Acceptance and Intention to Use: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Open Innovation*, 6(4), 106–. <https://doi.org/10.3390/joitmc6040106>
- Goodall, W., Fishman, T. D., Bornstein, J., & Bonthron, B. (2017). The rise of Mobility-as-a-Service. *Reshaping how urbanites get around. Deloitte Review*, 20, 111–130
- Guidon, Wicki, M., Bernauer, T., & Axhausen, K. (2020). Transportation service bundling – For whose benefit? Consumer valuation of pure bundling in the passenger transportation market. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 91–106. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.023>
- Harrison, Gühneemann, A., & Shepherd, S. (2020). The Business Case for a Journey Planning and Ticketing App—Comparison between a Simulation Analysis and Real-World Data. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 12(10), 4005–. <https://doi.org/10.3390/su12104005>
- Hawkins, & Habib, K. N. (2020). Heterogeneity in marginal value of urban mobility: evidence from a large-scale household travel survey in the Greater Toronto and Hamilton Area. *Transportation (Dordrecht)*, 47(6), 3091–3108. <https://doi.org/10.1007/s11116-019-10041-7>
- He, & Chow, J. Y. J. (2020). Optimal privacy control for transport network data sharing. *Transportation Research. Part C, Emerging Technologies*, 113, 370–387. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.07.010>
- Hensher. (2017). Future bus transport contracts under a mobility as a service (MaaS) regime in the digital age: Are they likely to change? *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 98, 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.02.006>
- Hensher, Mulley, C., & Nelson, J. D. (2023). What is an ideal (Utopian) mobility as a service (MaaS) framework? A communication note. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 172, 103675–. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103675>
- Hensher. (2022). The reason MaaS is such a challenge: A note. *Transport Policy*, 129, 137–139. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.10.008>
- Hirschhorn, Paulsson, A., Sørensen, C. H., & Veeneman, W. (2019). Public transport regimes and mobility as a service: Governance approaches in Amsterdam, Birmingham, and Helsinki. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 130, 178–191. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.016>
- Ho, Hensher, D. A., Mulley, C., & Wong, Y. Z. (2018). Potential uptake and willingness-to-pay for Mobility as a Service (MaaS): A stated choice study. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 117, 302–318. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.025>
- Ho, Mulley, C., & Hensher, D. A. (2020). Public preferences for mobility as a service: Insights from stated preference surveys. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 70–90. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.031>
- Hoerler, Haerri, F., & Hoppe, M. (2019). New Solutions in Sustainable Commuting—The Attitudes and Experience of European Stakeholders and Experts in Switzerland. *Social Sciences (Basel)*, 8(7), 220–. <https://doi.org/10.3390/socsci8070220>
- Hoerler, Stünzi, A., Patt, A., & Del Duce, A. (2020). What are the factors and needs promoting mobility-as-a-service? Findings from the Swiss Household Energy Demand Survey (SHEDS). *European Transport Research Review*, 12(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12544-020-00412-y>
- Hörcher, & Graham, D. J. (2020). MaaS economics: Should we fight car ownership with subscriptions to alternative modes? *Economics of Transportation (England)*, 22, 100167–. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2020.100167>

- Jang, Caiati, V., Rasouli, S., Timmermans, H., & Choi, K. (2021). Does MaaS contribute to sustainable transportation? A mode choice perspective. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(5), 351–363. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1783726>
- Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A. M., Ebrahimigharehbaghi, S., Alonso- González, M. J., & Narayan, J. (2017). Mobility-as-a-service. *Urban Planning*, 2, 13–25.
- Jittrapirom, P., Caiati, V., Feneri, A., Ebrahimigharehbaghi, S., González, M., & Narayan, J. (2017). Mobility as a Service: A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges. *Urban Planning*, 2(2), 13-25. doi:<https://doi.org/10.17645/up.v2i2.931>
- Jittrapirom, Marchau, V., van der Heijden, R., & Meurs, H. (2018). Dynamic adaptive policymaking for implementing Mobility-as-a Service (MaaS). *Research in Transportation Business & Management*, 27, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.07.001>
- Jittrapirom, Marchau, V., van der Heijden, R., & Meurs, H. (2020). Future implementation of mobility as a service (MaaS): Results of an international Delphi study. *Travel, Behaviour & Society*, 21, 281–294. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.12.004>
- Johansson, Henriksson, G., & Envall, P. (2019). Moving to Private-Car-Restricted and Mobility-Served Neighborhoods: The Unspectacular Workings of a Progressive Mobility Plan. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 11(22), 6208–. <https://doi.org/10.3390/su11226208>
- Kamargianni, M., Li, W., Matyas, M., & Schäfer, A. (2016). A critical review of new mobility services for urban transport. *Transportation Research Procedia*, 14, 3294–3303. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.277>
- Karlsson, Mukhtar-Landgren, D., Smith, G., Koglin, T., Kronsell, A., Lund, E., Sarasini, S., & Sochor, J. (2020). Development and implementation of Mobility-as-a-Service – A qualitative study of barriers and enabling factors. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.028>
- Keller, Aguilar, A., & Hanss, D. (2018). Car Sharers' Interest in Integrated Multimodal Mobility Platforms: A Diffusion of Innovations Perspective. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 10(12), 4689–. <https://doi.org/10.3390/su10124689>
- Liljamo, Liimatainen, H., Pöllänen, M., & Utriainen, R. (2020). People's current mobility costs and willingness to pay for Mobility as a Service offerings. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 136, 99–119. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.03.034>
- Liu, Yu, J., Trisha, S., & Beimborn, E. (2020). Exploring the Feasibility of Mobility as a Service in Small Urban and Rural Communities: Lessons from a Case Study. *Journal of Urban Planning and Development*, 146(3). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000600](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000600)
- Lopes, A. S., Orozco-Fontalvo, M., Moura, F., & Vale, D. (2023). Mobility as a service and socio-territorial inequalities: A systematic literature review. *Journal of Transport and Land Use*, 16(1), 215–240. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2023.2273>
- Matyas, & Kamargianni, M. (2019). The potential of mobility as a service bundles as a mobility management tool. *Transportation (Dordrecht)*, 46(5), 1951–1968. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9913-4>
- Merkert, Bushell, J., & Beck, M. J. (2020). Collaboration as a service (CaaS) to fully integrate public transportation – Lessons from long distance travel to reimagine mobility as a service. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.025>
- Meurs, Sharmeen, F., Marchau, V., & van der Heijden, R. (2020). Organizing integrated services in mobility-as-a-service systems: Principles of alliance formation applied to a MaaS-pilot in the Netherlands. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 178–195. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.036>
- Mukhtar-Landgren, & Smith, G. (2019). Perceived action spaces for public actors in the development of Mobility as a Service. *European Transport Research Review*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0363-7>
- Mulley, Ho, C., Balbontin, C., Hensher, D., Stevens, L., Nelson, J. D., & Wright, S. (2020). Mobility as a service in community transport in Australia: Can it provide a sustainable

- future? *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 107–122. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.04.001>
- Mulley, & Kronsell, A. (2018). Workshop 7 report: The “uberisation” of public transport and mobility as a service (MaaS): Implications for future mainstream public transport. *Research in Transportation Economics*, 69, 568–572. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.08.007>
- Mulley, Nelson, J. D., & Wright, S. (2018). Community transport meets mobility as a service: On the road to a new a flexible future. *Research in Transportation Economics*, 69, 583–591. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.02.004>
- Narupiti. (2019). Exploring the possibility of MaaS service in Thailand, implications from the existing conditions and experts’ opinions on “Who should be the MaaS provider in Bangkok?” *IATSS Research*, 43(4), 226–234. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.11.003>
- Nikitas, Kougiass, I., Alyavina, E., & Njoya Tchouamou, E. (2017). How Can Autonomous and Connected Vehicles, Electromobility, BRT, Hyperloop, Shared Use Mobility and Mobility-As-A-Service Shape Transport Futures for the Context of Smart Cities? *Urban Science*, 1(4), 36–. <https://doi.org/10.3390/urbansci1040036>
- Nikitas, Michalakopoulou, K., Njoya, E. T., & Karampatzakis, D. (2020). Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 12(7), 2789–. <https://doi.org/10.3390/su12072789>
- Orozco-Fontalvo M, Moura F. Refocusing MaaS approach: A brief. *Transport Policy* (2023) 141 340-342. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.08.002>
- Pandey, Monteil, J., Gambella, C., & Simonetto, A. (2019). On the needs for MaaS platforms to handle competition in ridesharing mobility. *Transportation Research. Part C, Emerging Technologies*, 108, 269–288. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.09.021>
- Pangbourne, Bennett, S., & Baker, A. (2020). Persuasion profiles to promote pedestrianism: Effective targeting of active travel messages. *Travel, Behaviour & Society*, 20, 300–312. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.04.004>
- Pangbourne, Mladenović, M. N., Stead, D., & Milakis, D. (2020). Questioning mobility as a service: Unanticipated implications for society and governance. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 35–49. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.033>
- Paz, & Peeta, S. (2009). Information-based network control strategies consistent with estimated driver behavior. *Transportation Research. Part B: Methodological*, 43(1), 73–96. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2008.06.007>
- Pickford, & Chung, E. (2019). The shape of MaaS: The potential for MaaS Lite. *IATSS Research*, 43(4), 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.11.006>
- Polydoropoulou, Pagoni, I., & Tsirimpa, A. (2020). Ready for Mobility as a Service? Insights from stakeholders and end-users. *Travel, Behaviour & Society*, 21, 295–306. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.11.003>
- Pojani, Corcoran, J., Mateo-Babiano, I., Sipe, N., & Stead, D. (2020). Special issue on global transitions of urban mobility and land use. *Land Use Policy*, 91, 104425–. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104425>
- Polydoropoulou, Pagoni, I., Tsirimpa, A., Roumboutsos, A., Kamargianni, M., & Tsouros, I. (2020). Prototype business models for Mobility-as-a-Service. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 131, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.035>
- Redman, Friman, M., Gärling, T., & Hartig, T. (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, 25(January), 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.11.005>
- Rosenblum, Hudson, A. W., & Ben-Joseph, E. (2020). Parking futures: An international review of trends and speculation. *Land Use Policy*, 91, 104054–. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104054>
- Sakai. (2019). MaaS trends and policy-level initiatives in the EU. *IATSS Research*, 43(4), 207–209. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2019.11.001>