

Revisión sistémica del concepto de movilidad inteligente con enfoque en infraestructura y planteamiento de propuestas aplicables en la ciudad de Bucaramanga.

María Sofía Olarte Céspedes, José David Quijano Hincapié

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Directora

Sandra Milena Cote Vargas

Magíster en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

Agradecemos a Dios, por ser nuestro guía y acompañarnos en el transcurso de nuestra vida, brindándonos la sabiduría necesaria para culminar con éxito nuestras metas.

A nuestros padres, por ser fuente de inspiración y pilar fundamental en nuestro desarrollo como personas, por apoyarnos de manera incondicional durante este proceso y ayudarnos a forjar nuestro camino a través del amor y la paciencia.

A nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, de manera especial, a nuestra directora Sandra Cote por su buena voluntad, carisma y orientación durante el desarrollo de este proyecto.

A nuestros amigos, por haber sido y seguir siendo nuestra segunda familia, por sacarnos una sonrisa y ser nuestro soporte dentro y fuera de las aulas.

A todas las personas que de manera directa o indirecta y de forma desinteresada hicieron parte de este proceso, mil gracias.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	16
1.1 Objetivo general	16
1.2 Objetivos específicos	16
2. Fundamento conceptual y marco referencial	17
2.1 Concepto de ciudad inteligente	18
2.2 Movilidad inteligente como pilar de estudio.....	25
2.3 Infraestructura inteligente	30
2.3.1 Reglamentación señalización vertical	36
2.3.2 Reglamentación señalización horizontal.....	40
2.3.3 Dispositivos para peatones	42
2.4 Marco normativo vigente	48
2.4.1 Leyes y decretos	48
3. Casos aplicativos	54
5. Estudio de caso: comuna 12.....	75
5.1 Andenes.....	76
5.2 SemafORIZACIÓN.....	78

5.3 Demarcaciones	80
5.4 Señalización vertical	81
6. Paralelismo estratégico.....	82
6.1 Datos abiertos.....	82
6.2 SemafORIZACIÓN para todos	84
6.3 Pasos peatonales más seguros	88
6.4 Cultura.....	91
7. Conclusiones	92
8. Recomendaciones.....	94
Referencias bibliográficas	95
9. Anexos.....	100

Lista de Tablas

Tabla 1. 17

Lista de Figuras

Figura 1. Número de artículos consultados de acuerdo al país de procedencia	18
Figura 2. Número de artículos consultados según su año de publicación.	21
Figura 3. Modelo conceptual integrado de ciudad inteligente	22
Figura 4. TOP 5 América latina (IESE Business School)	24
Figura 5. Rueda de Ciudades Inteligentes Boyd Coren	26
Figura 6. Pirámide de jerarquía de movilidad (ITDP, 2013b)	28
Figura 7. Intersecciones seguras, sustentables e inteligentes.....	32
Figura 8. Requisitos de las señalizaciones	34
Figura 9. Aspectos de las señalizaciones	36
Figura 10. Ubicación longitudinal de señales verticales (Manual de señalización vial, 2015) ...	38
Figura 11. Ubicación lateral de una señal vertical (Manual de señalización, 2015)	38
Figura 12. Ejemplos tipo señalización horizontal (CCIMA señalizaciones).....	40
Figura 13. Ejemplo tipo isla peatonal	43
Figura 14. Ejemplo tipo paso cebra (Tecnocarreteras)	44
Figura 15. Ancho mínimo de paso semaforizado (Manual de señalización, 2015).....	46
Figura 16. Ejemplo tipo rampas de acceso peatonal.....	47
Figura 17. Conformación subsistema vial general (POT 2014-2027)	53
Figura 18. Objetivos y estrategias para el sistema de movilidad (POT 2014-2027)	53
Figura 19. Causas estructurales y factores explicativos (Plan maestro de movilidad)	54
Figura 20. Página principal plataforma Portal Data.Rio (http://www.data.rio/).....	56
Figura 21. Página principal plataforma MiMedellin (http://www.mimedellin.org/)	57

Figura 22. Plataforma Observatorio (Secretaría de movilidad de Medellín).....	58
Figura 23. Programa Eu já passo aqui (Braga, 2016)	59
Figura 24. Ejemplo tipo semáforo inteligente.....	60
Figura 25. Ejemplo tipo captafaro solar (Roadstudlight).....	62
Figura 26. Semaforización complementaria de piso.....	63
Figura 27. Almohadillas táctiles peatonales (Australia, 2016)	64
Figura 28. Cruce inteligente para vehículos (España, 2017)	65
Figura 29. Aforador Metis (Chile, 2014).....	66
Figura 30. Señalización dinámica de ciclistas (España, 2016)	67
Figura 31. Panel turístico inteligente (España, 2016)	68
Figura 32. Soporte seguro para señalización vertical (España, 2014)	69
Figura 33. Vías fluorescentes (Holanda, 2014)	70
Figura 34. Balizas en PVC reciclado (España, 2011).....	71
Figura 35. Bolardos tipo de caucho reciclado (España, 2012)	72
Figura 36. Tabulación resultados del estado de los andenes.	77
Figura 37. Tabulación resultados del estado de la semaforización.....	79
Figura 38. Tabulación resultados del estado demarcaciones.....	80
Figura 39. Tabulación resultados del estado de señales verticales.	82

Lista de Anexos

Anexo A. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio El Jardín.....	100
Anexo B. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Los Cedros.....	101
Anexo C. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Nuevo Sotomayor.....	102
Anexo D. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Terrazas.	103
Anexo E. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Pan de Azúcar.	104
Anexo F. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Puerta del Sol.	105
Anexo G. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Conucos.....	106
Anexo H. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Mercedes.	107
Anexo I. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Bolarquí.	108
Anexo J. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Sotomayor.....	109
Anexo K. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Cabecera del Llano.....	110
Anexo L. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio La floresta.	111
Anexo M. Movilidad inteligente: Propuesta aplicables a la ciudad de Bucaramanga.....	112

Resumen

Título: Revisión sistémica del concepto de movilidad inteligente con enfoque en infraestructura y planteamiento de propuestas aplicables en la ciudad de Bucaramanga.*

Autores: María Sofía Olarte Céspedes y José David Quijano Hincapié **

Palabras Clave: Movilidad inteligente, Accesibilidad, Innovación inclusiva.

Descripción:

La transformación de las ciudades es un reto a nivel global, la inmersión de nuevas tecnologías se convierte en herramienta primordial para un desarrollo más ecológico, sostenible e innovador cuyo objetivo es aumentar la calidad de vida de los ciudadanos buscando consigo la reducción de la polarización social y haciendo de su entorno un espacio más accesible y confortable para su desenvolvimiento diario. El presente documento expone una revisión sistemática del concepto de movilidad inteligente como pilar en la proyección de una ciudad inteligente, resaltando la importancia del término “smart” en los requerimientos básicos de infraestructura, tanto física como digital, que permiten al peatón, sin distinción y de forma incluyente, un desplazamiento cómodo, seguro y de la forma más autónoma y natural posible; explorando la bibliografía referente a la temática mencionada, analizando sus orígenes, evolución y conceptos relacionados, sus ventajas e indagando acerca de proyectos desarrollados en otras ciudades para mejorar sus índices en el área de movilidad. Lo anterior, forja las bases para el planteamiento una guía de recomendaciones para Bucaramanga con miras a una ciudad de movilidad inteligente, teniendo en cuenta las condiciones de señalización, andenes y semaforización actuales evaluadas en un estudio de caso realizado en la comuna 12 como fractal.

* Trabajo de grado

** Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora Magíster Sandra Cote.

Abstract

Title: Revisión sistémica del concepto de movilidad inteligente con enfoque en infraestructura y planteamiento de propuestas aplicables en la ciudad de Bucaramanga.*

Author: María Sofía Olarte Céspedes y José David Quijano Hincapié **

Key Words: Smart mobility, Accessibility, Inclusive innovation.

Description:

The transformation of the cities is a global challenge, the immersion of the new technologies become overriding tool for a more ecological, sustainable and innovative development whose aim is to increase the quality of life of the citizens by reducing social polarization and making their environment more accessible and comfortable for their daily development. This document presents a systematic review of the concept of intelligent mobility as a pillar in the projection of a smart city; highlighting the importance of the term "smart" in the basic infrastructure requirements, both physical and digital, that allow the pedestrian, without distinction and in an inclusive manner, to travel comfortably, safely and in the most autonomous and natural way possible; making a detailed exploration of the referent bibliography of the literature on the above-mentioned subject, analyzing its origins, evolution and related concepts, the advantages that it generates and investigating about projects developed in other cities to improve their indexes in the area of mobility. The above builds the bases to establish a guide of recommendations with a view to Bucaramanga as a city of intelligent mobility taking into consideration the current conditions of signaling, platforms and traffic lights evaluated in a case study carried out in commune 12 as fractal of the city.

*Bachelor Thesis

**Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora Magíster Sandra Cote.

Introducción

La ciudad es un espacio de todos y para todos, más allá de las grandes edificaciones, largas vías y numerosos vehículos en circulación, es el lugar donde se desenvuelve el ser humano.

El desarrollo de las ciudades se adecua a los requerimientos de su población buscando mejorar las condiciones en las que se desarrolla y aumentando así su calidad de vida; se crea entonces la necesidad de adaptar las ciudades convencionales para que estas cuenten con la capacidad de sobrellevar el basto crecimiento de las grandes urbes por medio de la eficiencia y la ecología, es allí donde nace el concepto “Smart cities”, como una ciudad que detecta las necesidades de sus ciudadanos y reacciona a dichas demandas transformando las relaciones e interacciones que tiene las personas con los sistemas y elementos de servicio público.

Con el transcurso de los años los retos a los que se enfrenta son mayores, pero así mismo las herramientas con las que se cuenta para darles solución son más avanzadas.

En lo que respecta a movilidad inteligente, que es uno de los pilares para la construcción de una ciudad inteligente, el posicionamiento de diversas ciudades a nivel mundial ha sido resultado de un arduo recorrido y del compromiso de los ciudadanos y las entidades competentes; a pesar de ser un proceso en curso, algunas son consideradas ciudades ejemplo en cuanto a la serie de cambios que conlleva la transformación a una ciudad inteligente. Hoy día, América Latina ha comenzado a incursionar en la adaptación del concepto “Smart mobility” y se reconocen países que han generado grandes avances y han puesto en marcha numerosos proyectos, entendiendo que los desafíos a los que se ve enfrentado autónomamente son propios de cada territorio y representan puntos claves de interés para su estudio y desarrollo.

La movilidad en Colombia ha demostrado encaminarse paulatinamente al uso de las nuevas tecnologías, partiendo de ciudades cuya actividad económica y turística es mayor, sin embargo, la ciudad de Bucaramanga denota un rezago que repercute en la deficiencia de infraestructura de movilidad y desplegando falencias que afectan directamente al ciudadano comenzando en su rol como peatón, partiendo de la premisa anterior se plantea la necesidad de conocer el estado actual de la comuna 12 como fractal de la situación en la que se encuentra la ciudad de Bucaramanga en cuanto a sistemas de control de tráfico y señalización, que es un foco trascendental en pro de avanzar en su desarrollo como ciudad de movilidad sostenible, con la finalidad de reconocer la problemática latente y proponer una guía de recomendaciones para adaptar posibles técnicas de solución con base en lo realizado en otras ciudades.

El alcance del proyecto reside en el planteamiento de una propuesta de guía adaptativa apuntando a Bucaramanga como una ciudad de movilidad inteligente con base en una revisión bibliográfica detallada de los conceptos que enmarcan la temática a tratar, teniendo en cuenta el estudio de información aportada a nivel mundial con enfoque en determinados países en los cuales la innovación y gestión de nuevas tecnologías en cuanto a infraestructura de movilidad se ha desarrollado con éxito.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar la revisión sistémica del concepto de movilidad inteligente con enfoque en infraestructura, referente a señalización y sistemas de control de tráfico, como fundamento para plantear propuestas aplicables en la ciudad de Bucaramanga.

1.2 Objetivos Específicos

Realizar la revisión bibliográfica referente al concepto de movilidad inteligente como pilar fundamental para la proyección de una Smart City.

Realizar un estudio de caso en la comuna 12 de la ciudad de Bucaramanga en relación a su estado actual en cuanto a infraestructura de movilidad, señalización y dispositivos de control de tráfico.

Proponer una guía de recomendaciones para implementar en la ciudad de Bucaramanga con miras hacia una ciudad con movilidad inteligente.

2. Fundamento conceptual y marco referencial

Del amplio espectro de artículos encontrados que trabajan lo referente a ciudades inteligente y a infraestructura en movilidad inteligente, que respecta al eje central del presente proyecto, se reconoce la relevancia de los utilizados como fuente de información principal siendo fundamentales sobre la totalidad de información consultada.

Se priorizan gracias a la fuente de la que provienen, en el margen de planes de desarrollo de entidades gubernamentales y trabajos universitarios a nivel de master o doctorado, así como el grado de aporte que presentan al objetivo principal del proyecto.

Tabla 1.

Artículos utilizados en cada temática

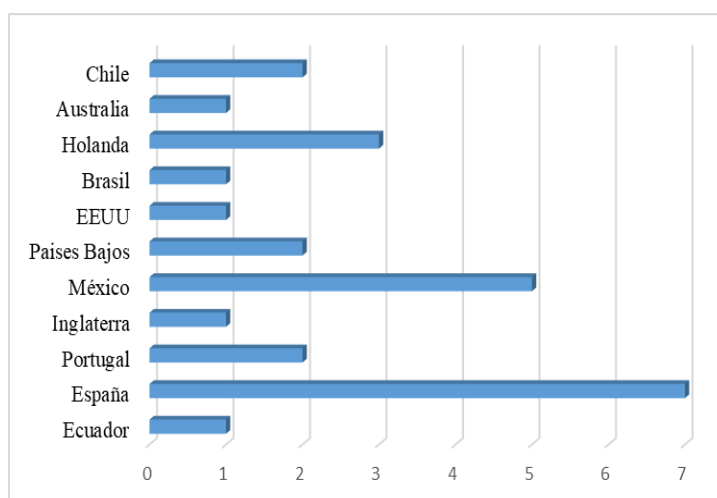
Temática	Artículos
Ciudad inteligente	10
Movilidad	16
Infraestructura	6
Normativa	8

La bibliografía tiene su foco geográfico en España, como país que no solo ha demostrado su interés en el tema, sino que desarrolla paulatinamente dispositivos para mejorar su movilidad; a

continuación, se presentan los países que así mismo demarcan un interés teniendo mayores publicaciones en la temática.

Figura 1.

Número de artículos consultados de acuerdo al país de procedencia.



2.1 Concepto de ciudad inteligente

Por medio de una revisión bibliográfica del concepto ‘ciudad inteligente’ se puede afirmar que el término se remonta hacia la década de 1990, surgiendo como respuesta al grave impacto ambiental que habían sufrido las ciudades industrializadas, haciéndose necesario impulsar e incentivar la sustentabilidad energética de las ciudades como remedio a dicho conflicto. (Achaerandio, 2001). Se registra entonces la primicia del concepto de ciudad inteligente a finales del siglo XX en el marco del movimiento neo urbanista, asociado al desarrollo y capacidad de innovación que presentaban en ese tiempo Estados Unidos, Japón y algunos

sectores europeos; esta idea visionaria generó entornos que promovían el desarrollo basado en nuevo conocimiento, el estudio y la tecnología, como respuesta a una estrategia de planeación de crecimiento enfocada en ciudades más eficientes y compactas.

El adjetivo ‘smart’ fue promovido por Castells y Halls en el año 1994 pero más ampliamente desarrollado por Nicos Komninos, considerado como padre del concepto, ocho años más tarde. Nicos define Smart city en su libro *Intelligent cities, innovation, knowledge systems and digital spaces* como “el territorio con alta capacidad de aprendizaje e innovación, en el cual aparecen las instituciones de investigación y desarrollo de educación superior, infraestructura digital y alto nivel de eficiencia en administración” (Komninos, 2002, p.10).

Así mismo Zarich (2009) y Sáenz (2011) proponen el uso de la instrumentación, interconexión e inteligencia en el procesamiento de datos como solución para la problemática ambiental, definiendo la integración de estos tres niveles como impulso de un cambio revolucionario en la gestión de las urbes que han adoptado este modelo de desarrollo en beneficio de sus habitantes.

Para ese mismo año, Caragliu añade que la ciudad inteligente es la que invierte capital humano y social, donde la infraestructura de comunicaciones, en sentido tradicional (transporte) y moderno (Tics), llevan a un desarrollo equilibrado que eleva la calidad de vida y mejorar ampliamente la administración en el uso eficiente de los recursos naturales e incluyendo al ciudadano de manera participativa y ha sido el punto de partida para el concepto que hoy conocemos de ciudad inteligente.

Es así como, este concepto ha venido evolucionando junto con el desarrollo ideológico y tecnológico de las diversas posturas asumidas, que en su mayoría concurren en que las ciudades inteligentes son un concepto abierto que se adapta a las necesidades socioeconómicas y

culturales del lugar donde se implementa, y que a su vez se ha venido transformando y complementando con el paso de los años.

En 2014, la Technische Universitat Wien propone un modelo integral desarrollando seis pilares que, en su mejora conjunta, dan como resultado una ciudad inteligente; la define entonces como aquella que consigue buenos resultados en las áreas creadas gracias a su unión inteligente, las actividades de autoridades competentes y el rol activo de ciudadanos como entes independientes y comprometidos; este modelo es ampliamente aceptado y forja los cimientos de diversas guías y propuestas metodológicas para el desarrollo de ciudades inteligentes; su base radica en la unión inteligente entre las seis categorías clave: gobierno inteligente, medio ambiente inteligente, economía inteligente, ciudadanía inteligente, modo de vida inteligente y movilidad inteligente.

El enfoque integral propuesto no solo es el más difundido en Europa, sino que se considera fundamento esencial para la inmersión de países latinos en la nueva ola del concepto y tras este suceso es notable como la bibliografía respectiva al tema aumenta y sus fuentes dejan de radicar en un mismo lugar geográfico. A continuación, se muestra el aumento en el número de artículos relacionados que fueron seleccionados como fundamento para el presente proyecto, clasificados de acuerdo al año de publicación. Se muestra su incremento tras la propuesta anteriormente mencionada involucrando países que no se encontraban activos en la temática de ciudades inteligentes.

Figura 2.

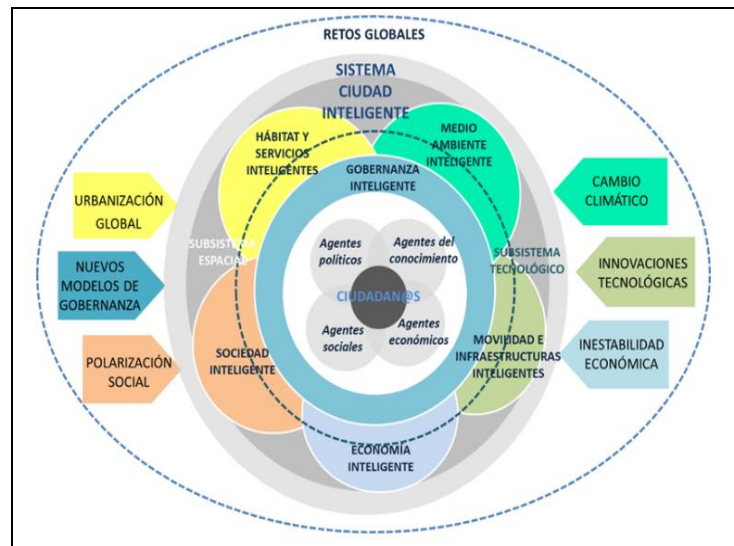
Número de artículos consultados según su año de publicación.



Dicha propuesta parte de la necesidad de comprender los desafíos y tendencias que afectan a la ciudad para llegar a una correcta definición y desarrollo de un modelo conceptual integrado donde el núcleo corresponda a los ciudadanos.

En primer lugar, se definen subsistemas básicos en cuya confluencia surge la ciudad inteligente: el subsistema espacial (calles e infraestructuras urbanas, espacios abiertos, etc.) y el subsistema tecnológico (herramientas tecnológicas en la ciudad, principalmente TIC).

En segundo lugar, la implementación de la iniciativa a través de la ejecución de diferentes proyectos en diversos ámbitos donde se incluyen agentes políticos, sociales, económicos y de conocimiento. En tercer lugar, los retos a enfrentar en cada uno de los pilares mencionados anteriormente que parten principalmente del contexto de la ciudad en estudio dándoles una respuesta que se encuentre alineada con los objetivos propios de cada territorio.

Figura 3.*Modelo conceptual integrado de ciudad inteligente***Nota. Adaptado de (Fernandez-Anez et al 2017).**

Según los informes de la Organización de Naciones Unidas, se espera que la población mundial actual de 7.600 millones alcance los 8.600 millones en 2030; 9.800 millones en 2050 y 11.200 millones en 2100. Con la incorporación de aproximadamente 83 millones de personas a la población mundial cada año, se espera la tendencia ascendente para los próximos años incluso suponiendo que los niveles de fertilidad disminuyan. (2019)

Esto repercute directamente en las obligaciones de y hacia los ciudadanos y por ende en la planeación y priorización de acciones que se deben tener en un territorio; este vertiginoso aumento demográfico es uno de los factores por los que la implementación de un sistema inteligente se comienza a ver como una necesidad más que una opción, se debe entonces lograr una urbanización sustentable velando por la calidad de vida de todos los ciudadanos, lo cual

necesariamente tendría que conllevar a un mayor cuidado al medio ambiente y la reducción de la desigualdad social. La premisa anterior es compatible con el concepto de innovación inclusiva que plantea la necesidad de que sus beneficios afecten de manera positiva a los sectores menos favorecidos de la población. Las ciudades inteligentes no consisten solo en un diseño tecnológico, económico y ecológico significativo, sino que representa la mejora en la vida cotidiana del componente de su núcleo principal que son las personas.

El continuo proceso de globalización, el gran desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, el vertiginoso crecimiento de los núcleos urbanos y el agravamiento de la situación ambiental del planeta, han generado la necesidad de buscar sistemas alternativos que permitan mitigar el impacto que estos generan dando como resultado una ciudad inteligente; es pues la promesa que responde a los desafíos, que representa la sobrepoblación de las mismas y que de la mano con la infraestructura física y digital se encuentra preparada para los cambios que trae consigo el inicio de cualquier adaptación o transformación futura y de esta manera generar procesos de innovación que aporten valor social, garantizando la competitividad y la sustentabilidad, apoyados en el despliegue acelerado de las TIC como un motor del desarrollo regional y territorial, es así que el concepto de ciudad inteligente cobra relevancia como una estrategia de hacer compatible los intereses en diversos ámbitos. (Cluster Citizem , 2018)

Según Vegara (2009) el más grande desafío al que se enfrentan las grandes ciudades es generar beneficios competitivos, lo cual implica: Que la infraestructura, los equipos tecnológicos y la cultura ciudadana estén interrelacionados y trabajen en conjunto.

Una ciudad es llamada inteligente en términos generales, cuando la inversión social, el capital humano, las comunicaciones, y las infraestructuras, conviven de forma armónica con el desarrollo económico sostenible, apoyándose en el uso y la modernización de nuevas tecnologías

(TIC), y dando como resultado una mejor calidad de vida y una gestión prudente de los recursos naturales, a través de la acción participativa y el compromiso de todos los ciudadanos

Periódicamente, se realiza un estudio de los avances que presentan las ciudades a nivel mundial en términos de sistemas inteligentes, abarcando movilidad, gobierno, ciudadanos, medio ambiente, economía y modo de vida. En el caso de las ciudades de América Latina evaluadas resulta claro que se alejan mucho de las ciudades norteamericanas y de Europa Oriental, encontrándose más cercanas hacia las de Medio Oriente, pero es relevante denotar que el tiempo de adaptación al concepto ha sido menor.

Figura 4.

TOP 5 América Latina.

América Latina		
Ciudad y país	Posición regional	Posición global
Santiago (Chile)	1	80
Buenos Aires (Argentina)	2	85
Medellín (Colombia)	3	99
Ciudad de México (México)	4	100
Monterrey (México)	5	102

Nota. Adaptado de (IESE Business School)

Las smart cities dejaron de ser un sueño hace varios años, ahora son un proyecto en desarrollo, donde las normativas y retos a los que se ve enfrentado la sociedad van de la mano con los planes gubernamentales. A pesar de que las nuevas tecnologías llevan años de ventaja en países del primer mundo, la transformación global es una realidad que innova la concepción de ciudad a términos y retos reales que permitan un progreso y crecimiento exitoso en todos los lugares del mundo.

En este sentido las ciudades inteligentes, dejan de ser un futuro, y se convierten en una realidad tangible, y se presenta como la solución a los retos que implica la creciente urbanización, donde las TIC desempeñan un papel importante como principal contribuyente de soluciones que permean hacia las esferas económica, ambiental y social. Dando como resultado que las diversas cuestiones sociales, económicas y ambientales se han conectado fuertemente, y de ahí la necesidad de tratarlas de una manera integral.

2.2 Movilidad inteligente como pilar de estudio

La movilidad es un tema que ha adquirido gran importancia en las últimas décadas debido al crecimiento exponencial que ha presentado y a los grandes impactos que genera en las ciudades.

La movilidad inteligente corresponde a uno de los pilares fundamentales enunciados en el modelo de ciudad inteligente, a pesar de que todos resultan vitales para su transformación, la movilidad refiere a uno de los mayormente priorizados por la legislación y política pública de diferentes ciudades a nivel global. La iniciativa de un adecuado manejo en estos temas es un parámetro fundamental al tratarse de la proyección inteligente de una ciudad debido a que sus falencias generan diversos problemas que afectan la calidad de vida de todos los ciudadanos, generando inconvenientes que afectan a nivel social y económico ante factores como la congestión vehicular, emisión de gases de carbono, falta de accesibilidad a los sistemas, una precaria infraestructura vial y el riesgo tanto en rol de conductor, usuario o peatón.

La movilidad inteligente se define como un sistema tecnológico basado en la utilización de las tecnologías de la información y comunicación, permitiendo a los habitantes de una ciudad tener más control del acceso al transporte y un uso más eficiente de su tiempo; por su parte, el

compromiso de las autoridades consiste en tener a su cargo la planeación y control de las distintas opciones de transporte urbano y de esta forma lograr una movilidad sostenible, inclusiva y eficiente. Es a través de la movilidad inteligente que se obtienen soluciones actuando de forma integrada en diversos ámbitos, facilitando la movilidad de las personas y de los bienes dentro de una ciudad generando seis beneficios principales: reducción de tráfico, reducción de tiempo de viaje, disminución de costo de viaje, disminución de la contaminación ambiental y auditiva y el aumento de la seguridad.

En general se puede resumir la movilidad inteligente como una solución para lograr un desarrollo urbano más sostenible al tiempo que aumenta la calidad de vida de sus ciudadanos a través del uso de las nuevas tecnologías (Neirotti, 2013)

Figura 5.

Rueda de Ciudades Inteligentes Boyd Cohen



Nota. Adaptado de <http://www.boydcohen.com/smartcities.html>.

La rueda de ciudades inteligentes expuesta por Boyd Coren presenta tres factores clave para abordar el tema de movilidad inteligente: acceso intermodal, transporte eficiente e infraestructura tecnológica. La adaptación del complejo de estos factores resulta única para cada ciudad debido a los desafíos propios y dinámicas como lo son su densidad poblacional, la topografía del sector y la infraestructura existente.

Así pues, en el margen de “smart mobility” se recurre al análisis de necesidades primarias de los usuarios como la implementación de sistemas inteligentes de transporte, digitalización de la administración pública y el uso de las herramientas que brindan las nuevas tecnologías que buscan adaptarse a las necesidades y expectativas tanto de los usuarios como para quien brinda el servicio, de igual forma es relevante destacar la incursión de diversos mecanismos que aporten a la conservación del medio ambiente optimizando el consumo de energía y reduciendo la emisión de gases nocivos para la atmósfera. (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo de México, 2016)

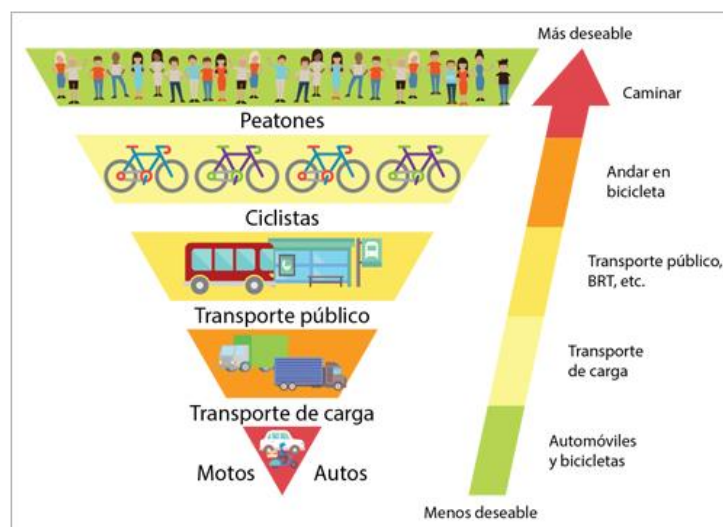
No obstante, se tiende a pensar erróneamente que movilidad refiere únicamente a temas de sistemas de transporte público y vehículos motorizados; sin embargo, en una sociedad que avanza paulatinamente hacia un desarrollo sostenible y partidario de la conservación del ecosistema se busca priorizar las opciones de transporte no motorizadas y limpias, favoreciendo la multimodalidad e involucrando dos actores que se convierten en foco principal de interés que son el bici usuario y el peatón.

Cada uno de ellos requiere, de la misma forma que un automóvil, un subsistema espacial y tecnológico que permita cumplir con los parámetros previamente mencionados hacia los cuales se dirige una ciudad en término de movilidad inteligente.

La pirámide jerárquica de movilidad avalada por el plan de ordenamiento territorial vigente, enmarca al peatón en la cúspide como protagonista de la movilidad y hacia el que se debe pensar y proyectar la ciudad.

Figura 6.

Pirámide de jerarquía de movilidad



Nota. Adaptado de (ITDP, 2013b)

Dentro de los objetivos principales de la iniciativa de la movilidad inteligente se encuentra la accesibilidad universal, donde los ciudadanos que tengan diferentes condiciones físicas, económicas y sociales puedan disponer en una totalidad de las instalaciones y herramientas de comunicación, transporte e información disponibles en un sistema inclusivo y en temas de movilidad motorizada y no motorizada, podemos definir accesibilidad como el conjunto de características de que debe disponer un entorno, producto o servicio para ser utilizable en

condiciones de confort, seguridad e igualdad por todas las personas y, en particular, por aquellas que tienen alguna discapacidad.

Lo anterior refiere a que todas las personas puedan hacer uso del sistema inteligente en la totalidad del tejido urbanizado sin alguna distinción e independientemente de sus capacidades físicas, género, edad, cultura, o sus condiciones económicas; actuando la movilidad inteligente como un factor de reducción de la polarización y teniendo impacto sobre la población de movilidad reducida, invidentes, entre otros, tanto local como visitante en relación a su desplazamiento en su rol de usuario, conductor o peatón.

Porque, como se mencionaba anteriormente, la ciudad inteligente es en la que vela por una mejora en la calidad de vida del ciudadano independiente a cualquier condición adicional. Cabe resaltar que avanzar en aras a una movilidad multimodal donde todos actores concurren de una manera armónica entre sí y con el medio ambiente.

¿Qué tal si un día recorremos la ciudad con una carriola de bebé, en silla de ruedas, con un bastón de apoyo o muletas, o simplemente con tacones? ¿Qué tal si acompañamos a un anciano y caminamos a su paso mientras los semáforos se cambian tan rápido que no alcanzamos a cruzar, tratamos de subir un puente peatonal con 34 numerosas gradas que miden más de 30 centímetros de alto, o esperamos en un cruce cebra, casi invisible, a que el carro que lo bloquea pueda seguir su camino? ¿Qué tal si un día dejamos que nuestros hijos vayan a la escuela solos en el bus, o caminamos en calles sin iluminación en la noche? (Pinto, Puga, Endara, 2017)

Movilidad inteligente incluye proteger el derecho prioritario de los usuarios, explícito en la declaración universal de los derechos humanos Artículo 13 donde se contempla la libre movilidad como un derecho universal e inalienable, partiendo de los peatones como actores

principales conformado por la población en su totalidad, garantizando que todas las personas puedan movilizarse, sin importar si se encuentran en un grupo vulnerable o de atención prioritaria, de forma segura, cómoda, eficiente y accesible, lo que implica las condiciones adecuadas y equitativas de infraestructura física y digital; así mismo, corresponde a dos de los 17 objetivos de la agenda 2030 de desarrollo sostenible avalado por la Organización de Naciones Unidas descritos como la reducción de la desigualdad y la construcción de ciudades y comunidades sostenibles.

Speck (2012) establece que el caminante es el actor que mide la calidad del espacio urbano en la medida en que se convierte en el eje hacia donde deberían estar orientados los esfuerzos en la planeación del espacio público, y entre los factores principales enuncia la seguridad del recorrido que realiza el peatón como foco de estudio latente, inmerso lo referente a cruces peatonales, señalización y diseño urbano del andén en factores de inversión necesarios.

2.3 Infraestructura inteligente

La infraestructura ha desempeñado un papel muy importante para hacer realidad el concepto de una Smart City, por lo tanto, aunque no es un el único factor que se debe tener en cuenta para el desarrollo de las ciudades inteligentes, sin duda alguna, el hecho de no contar con la infraestructura adecuada obstaculizaría por completo la transformación las ciudades convencionales a ciudades inteligentes. Se considera que una infraestructura es inteligente porque sus diversos elementos permiten organizar y gestionar las partes requeridas para llevar a cabo las metas y objetivos trazados con eficiencia y seguridad, utilizando ampliamente medios y herramientas tecnológicas novedosas. (Deloitte, 2014)

Las ciudades de los países en desarrollo tienen la necesidad apremiante de dotarse de una infraestructura urbana adecuada para satisfacer las exigencias que impone el creciente ritmo de la urbanización. En el proceso de satisfacción de las demandas de infraestructura, las soluciones de la infraestructura inteligente brindan a esas ciudades la posibilidad de dar un gran salto tecnológico.

Hoy en día, un parámetro primordial es el almacenamiento, flujo e interpretación de datos en tiempo real, así como la facilidad para comunicar los resultados obtenidos, esto hace que la innovación en mecanismos que aporten a la mejora de su capacidad analítica sea indispensable en el estudio y evolución de una ciudad. Es preciso resaltar que una infraestructura inteligente no tiene en cuenta únicamente la infraestructura física, sino que es el resultado de un trabajo y diversas adaptaciones integrales con las tecnologías de la comunicación e información.

De igual forma es necesario que la infraestructura física permita el buen funcionamiento de los modernos sistemas inteligentes de transporte que lo componen, conformando pues una red controlada por sistema de posicionamiento global, semáforos dinámicos, paneles de información al pasajero, lectores automáticos de las matrículas de vehículos, sistemas de circuito cerrado de televisión, puntos de navegación, sistemas de señalización y, lo más importante, la capacidad de integrar datos reales procedentes de la mayoría de esas fuentes.

Todo ello puede conllevar mejoras en la seguridad, la gestión de la red, la congestión del tráfico, la situación del medio ambiente, la accesibilidad, el confort y la percepción de la comunidad; las falencias que pueden ser resueltas deben ser analizadas desde un punto que incluye los diversos roles por los que pasa un ciudadano en su diario vivir primando así su estado como peatón, dicho esto se convierte en factor básico el estudio de la infraestructura que se encuentra disponible para la realización de trayectos a pie o con dispositivos de ayuda para

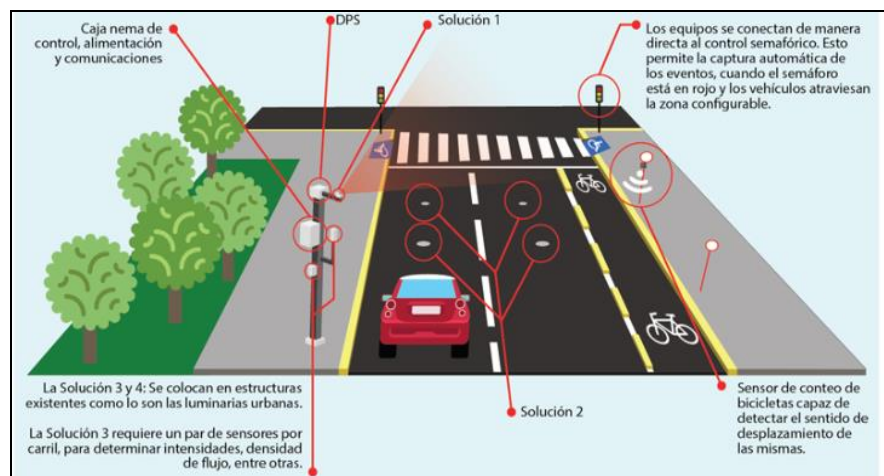
personas de movilidad reducida, siendo pues todo aquello que le permita su desplazamiento seguro y eficiente. (Perez, Velázquez, Fernández, Dorao, 2015)

Caminar como modo de transporte incluye la relación intermodal entre las diversas formas de movilidad, sean o no motorizado, así como un estudio exhaustivo entorno a los modos más eficientes y sostenibles de transporte.

El espacio público en un sector de la ciudad en el que la movilidad peatonal ocupa un lugar prioritario debe organizarse de tal forma en que los corredores peatonales y aceras brinden el espacio suficiente para que el caminante que se detiene en el trayecto no se convierta en obstáculo para los demás participantes de la escena, de igual forma y como se menciona anteriormente, el mismo espacio debe proveer redes que conecten con otros modos eficientes de transporte e igualmente con parques, plazas, redes peatonales adicionales y sitios significativos colectivamente de manera cómoda y segura sin importar la condición física del ciudadano. (Maza Ávila & Agámez Arias, 2012)

Figura 7.

Intersecciones seguras, sustentables e inteligentes

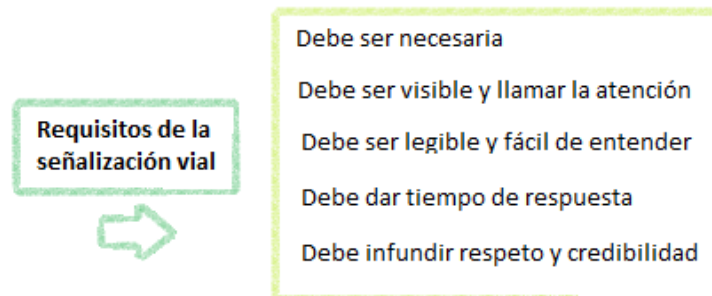


Nota. Adaptado de (Aldana, Iglesias, 2017)

Esto añade al modelo y proyección del espacio los requerimientos necesarios para que, por ejemplo, una persona invidente o en silla de ruedas pueda desplazarse sin problema por la ciudad, con la certeza de que el sistema de movilidad hará de su recorrido seguro con la implementación y mantenimiento de sistemas especiales para su condición como lo son las rampas de acceso y la señalización táctil, todo esto de la mano con el uso de nuevas tecnologías como la actualización de los dispositivos de control de tráfico. Es importante mencionar, que la atención de las necesidades expuestas del sector en mención (peatones) debe ser aplicada y respaldada a partir del acuerdo entre la gestión pública y privada, así como ir de la mano con los planes de gobernanza vigentes en el territorio.

Así como se ha mencionado, la movilidad depende de la unión inteligente entre la infraestructura física y digital dando como resultado ciudades accesibles y cercanas a la realidad de las personas que se desplazan en ella. Para lograr que sea el espacio idóneo se disponen señales, marcas y dispositivos conectados que permiten el control del tránsito tanto para vehículos motorizados como no motorizados, funcionando intermodalmente con el fin de aumentar la seguridad, el orden y la comodidad de todas las partes presentes; estas previenen e informan las conductas y normativas que deben respetar los diferentes actores para disminuir el riesgo y accidentalidad en la vía, además de hacer del recorrido más amigable tanto para el local como para el foráneo.

La finalidad principal de un dispositivo de control de tráfico es satisfacer una necesidad y/o dar solución a una problemática ya identificada, lo anterior llamando la atención del involucrado, transmitiendo un mensaje claro y sencillo de entender y dando el tiempo suficiente de reacción y acción.

Figura 8.*Requisitos de las señalizaciones*

La señalización es una herramienta que ha sido creada y utilizada como estrategia del orden público con el fin de organizar e instituir la movilidad de las distintas ciudades y países del mundo; es por ello, que los diferentes gobiernos y mandatarios se han visto en la necesidad de regular, acentuar y formar esta herramienta, garantizando a través de ella una movilidad sostenible.

Como solución a los diversos conflictos generados en la movilidad, los diferentes entes estatales y encargados, han desarrollado criterios de diseño e instalación que son ineludibles para lograr satisfacer de manera oportuna la necesidad de los usuarios, imponiendo así, la creación de señales estratégicas, claras, visibles y de fácil entendimiento, que permitan una reacción oportuna de los interesados en los distintos escenarios de la movilidad. Conforme a lo ya mencionado, y con el fin de la conservación y mantenimiento de estas herramientas, el gobierno se ha visto forzado a regular su fabricación, tipificando entonces, normas que garantizan el cumplimiento del objetivo de estas herramientas en todo el sentido estricto de la palabra, es decir, desde la creación con los materiales de fabricación que permitan la conservación de dicha señal, protegiéndola de del medioambiente, de agentes externos y de la permanencia de las

condiciones a las que se va a enfrentar, así como el contenido de una información clara y precisa que sea solución en vez de distracción.

Es por lo anteriormente dicho que uno de los factores clave a tener en cuenta para su creación es la retroreflectividad de la señal debido a que su correcta visibilidad juega un papel fundamental en el cumplimiento de la función esperada, así mismo, se debe contemplar componentes como la uniformidad y la justificación, pues son elementos determinantes para facilitar su comprensión, uso y el ahorro en el proceso de gestión e instalación.

De igual forma, se debe asegurar que la ubicación sea la adecuada, aguardando una distancia pertinente y normalizada entre la señal y la situación que ella refiere y posteriormente con la calzada o ubicación lateral, también que su altura y orientación sean las óptimas.

La autoridad legal corresponde al ministerio de transporte “La aplicación y el cumplimiento de las reglamentaciones establecidas por el Ministerio de Transporte será responsabilidad de cada una de las autoridades de tránsito en su respectiva jurisdicción.” (Ley 1383, 2010, art. 3). Así mismo, en el artículo 115 de la Ley 769 del año 2002 por medio de la cual se expide el Código Nacional de Tránsito se estableció que:

Cada organismo de tránsito responderá en su jurisdicción por la colocación y el mantenimiento de todas y cada una de las señales necesarias para un adecuado control del tránsito, que serán determinadas mediante estudio que contenga las necesidades y el inventario general de la señalización en cada jurisdicción. (2002).

Para la inclusión de nuevas tecnologías o adelantos en temas de control de tráfico se puede llevar a cabo sí y solo si se autoriza directamente por la dirección de transporte y tránsito del ministerio de transporte mediante un acto administrativo ampliamente justificado para ser incorporado posteriormente al manual de señalización vial.

Figura 9.*Aspectos de las señalizaciones*

En el manual de señalización vial se contempla la normativa y especificaciones para las señales verticales, horizontales, medidas de seguridad para obras en la vía, dispositivos para la regulación del tránsito, dispositivos para peatones, ciclistas y motociclistas, semáforos, señalización por eventos especiales y para carriles exclusivos de bus.

Siendo el peatón el foco al que está dirigido el alcance del presente proyecto, se reconoce la importancia de los capítulos del manual relacionados señalización vertical, horizontal y dispositivos para peatones, reiterando la intermodalidad entre las diferentes formas de movilidad o desplazamiento en la ciudad.

2.3.1 Reglamentación señalización vertical

Su función es la reglamentación de limitaciones o restricciones previstas en la vía, así como advertir diversos peligros con la suficiente antelación e informar a cerca de puntos o rutas de interés para que el conductor pueda desenvolverse de forma más eficiente.

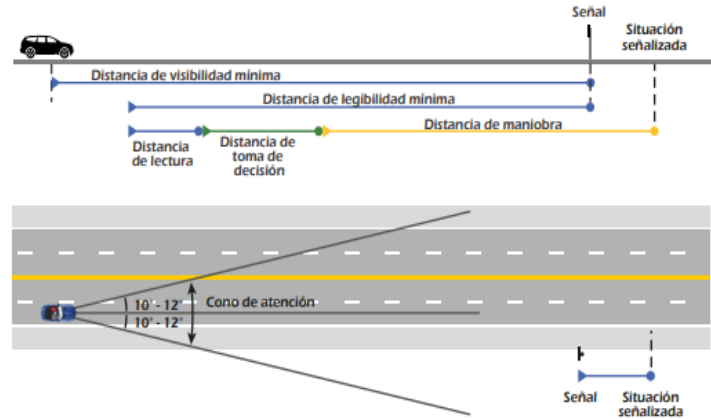
Se pueden clasificar como reglamentarias, preventivas, informativas y transitorias según la finalidad específica que desempeñan. Las primeras tienen la función de informar al usuario acerca de la normativa que debe respetar en su trayecto, prioridades, prohibiciones y obligaciones que se adjudican según su rol; el no cumplirlas conlleva a una infracción en las normas de tránsito y con ello a las sanciones de la ley, suelen ser circulares de color blanco, rojo y negro. Las preventivas se utilizan con el fin de advertir sobre alguna situación o evento imprevisto que sea un riesgo para el usuario en su recorrido, para que este tenga precaución en su paso por la vía, la gran mayoría tienen forma de rombo y color amarillo o amarillo-verde-fluorescente y negro. La tercera clasificación, como su nombre lo indica, tiene la función de informar a cerca de puntos de interés, así como de nombrar las diferentes salidas y direcciones con tal de ubicar geográficamente al conductor y facilitar la toma de decisiones respecto a la ruta que desea tomar, sus colores de fondo con azul o verde y son rectangulares. Las señales transitorias pueden ser de naturaleza estática o dinámica y representan una modificación temporal en parte de la vía donde se presenten.

Es primordial aclarar que su uso debe ser controlado debido a que el exceso de señalización puede generar confusión en el usuario y ser una distracción visual causando el efecto contrario a la función por la cual se utilizan; de igual forma, especificaciones como las propiedades de visibilidad, retro reflexión, el tamaño y la ubicación se encuentran especificada en capítulo 2 del manual de señalización.

Su tamaño y ubicación dependen directamente de la velocidad máxima permitida en el carril, debido a que esto determina la distancia a la que debe ser divisada la señal para su respectivo proceso de reacción, estos factores influyen en la altura del tablero, la orientación y posición tanto longitudinal como lateral.

Figura 10.

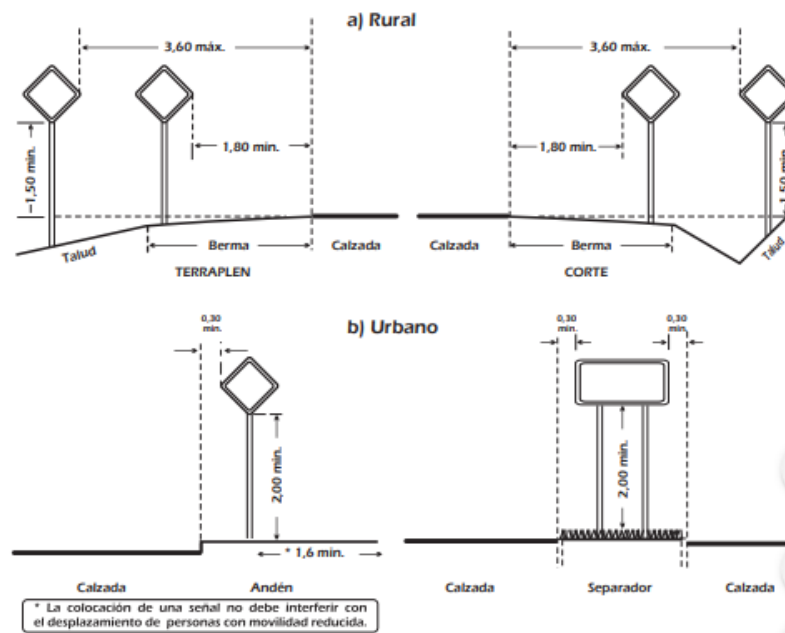
Ubicación longitudinal de señales verticales



Nota. Adaptado de (Manual de señalización vial, 2015)

Figura 11.

Ubicación lateral de una señal vertical



Nota. Adaptado de (Manual de señalización, 2015)

Los tableros de las señales deben estar elaborados en materiales tales que garanticen resistencia a cargas de viento e impacto, durabilidad, resistencia a la oxidación y que adicionalmente no representen un peligro grave al ser impactados por un vehículo. Se podrán usar láminas de acero galvanizado, aluminio, poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta u otro material que garantice las condiciones descritas.

La descripción previa corresponde a todo tipo de señalización excluyendo las de mensaje transitorio, como su nombre lo indica, la visualización de palabras o pictogramas puede variar según la situación presente en el recorrido de forma manual, mecánica, electrónica o eléctrica. Como es usada ante la aparición temporal de un acontecimiento en la vía, puede advertir y reglamentar al igual que una señalización tradicional de cualquier naturaleza; así mismo su implementación y ubicación tiene estudios que delimitan la distancia, tamaño y ubicación de dichos tableros con la finalidad de cumplir correctamente su función.

Ahora bien, el Manual de Señalización vial del Instituto Nacional de Vías e señalización estableció que:

Las SMV pueden exhibir un máximo de 3 líneas, con no más de 20 caracteres por línea. El espacio entre caracteres debe ser entre 25% y 40% de la altura de las letras. El espacio entre las palabras de un mensaje debe ser entre 75% y 100% de la altura de las letras. El espacio entre líneas debe ser entre 50% y 75% de la altura de las letras. Las letras deben ser mayúsculas con una altura de 45 cm en vías con una velocidad mayor o igual a 70 km/h y de 30 cm en vías con velocidades menores a 70 km/h. El uso de letras mayores a 45 cm no dará una distancia de lectura mayor proporcional. La proporción entre altura y ancho de los caracteres debe ser entre 0.7 y 1.0, lo que se logra usando una matriz de fuente de 5 pixeles de ancho por 7 pixeles de altura. La proporción entre ancho

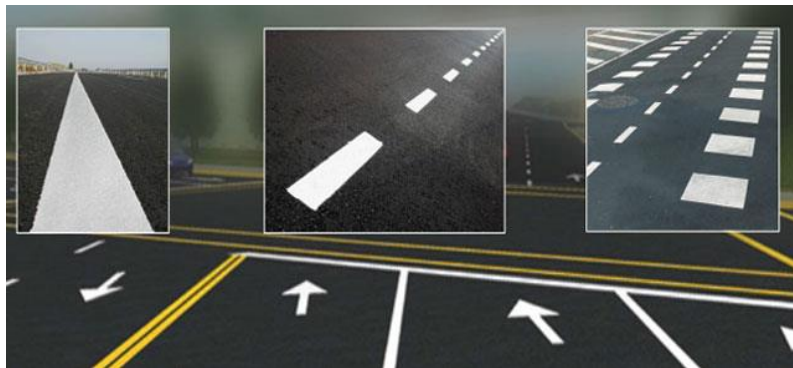
de trazo y altura debe ser de 0.2. Las SMV deben ajustar automáticamente su nivel de brillo para diferentes condiciones de luz ambiental asegurando así siempre su legibilidad. (2015)

2.3.2 Reglamentación señalización horizontal

También llamadas demarcaciones son la aplicación de marcas sobre la superficie de rodadura con la finalidad de informar e indicar acciones propias de los diferentes actores en las vías sin ser un foco distractor en el recorrido. Para la señalización horizontal se debe cumplir lo establecido en las Normas Técnicas Colombianas NTCs, adoptadas por el Ministerio de Transporte y en ningún caso se puede habilitar el servicio de una vía sin que presente mínimamente una demarcación temporal retrorreflectiva.

Figura 12.

Ejemplos tipo señalización horizontales



Nota. Adaptado de (CCIMA señalizaciones)

El principal beneficio que presentan las demarcaciones es la facilidad de visualización e interpretación que brindan sin que el usuario distraiga su atención del carril en el que se ubica, no obstante, su visibilidad se limita a una distancia corta en comparación con una señal vertical y su

ubicación hace que su perceptibilidad disminuya ante factores como la lluvia, la neblina y el polvo. Sin perjuicio a lo anterior, esta señalización cumple con dos funciones muy importantes, primeramente, complementar las instrucciones, advertencias u obligaciones en las vías de otros dispositivos como la señalización vertical y los semáforos, y a su vez transmitir instrucciones que no pueden ser presentadas a través de ningún otro dispositivo.

Los tipos de señalización horizontal se clasifican según su forma y según su altura, el primer grupo incluye líneas longitudinales, transversales, demarcaciones para cruces, líneas de estacionamiento, paraderos, leyendas y símbolos. El segundo grupo se subdivide como planas, que tienen hasta 6mm de altura, y elevadas que presentan alturas hasta de 21mm en tachas y 150mm en delineadores de piso.

En cuanto a las demarcaciones planas, existen diversos materiales que pueden ser utilizados para su elaboración, usualmente presentan colores blancos, amarillos, azules o rojos, y deben ser visibles durante todo el día sin importar la condición climática; para ello es requisito que sean autorreflectivas para garantizar su visibilidad al ser iluminada por las luces de los vehículos aun cuando no se presente buena luz natural, el manual presenta la relación de 1.7 como el contraste mínimo para que la demarcación se destaque en la superficie. El tercer factor indispensable para este tipo de señalización es la resistencia al deslizamiento relacionándose directamente con el coeficiente de rozamiento, se presenta entonces un requerimiento de 0.4 mínimo para vías urbanas y de 0.45 para vías rurales, ambos coeficientes medidos con el Péndulo Británico teniendo en cuenta la norma ASTM E.303 con ensayos a 0-45°.

Las demarcaciones elevadas por su parte refuerzan las señales planas en casos climatológicos especiales donde su visibilidad pueda disminuirse, son de este grupo las tachas, los delineadores

de piso y las demarcaciones resaltadas; cada una de ellas presenta la descripción e indicaciones para elaboración y ubicación en el capítulo tercero del manual de señalización vial.

Es pertinente mencionar que este sistema de señalización no solo ha previsto las señales que regulen la movilidad vehicular sino también ha considerado demarcaciones de cruces que cumplen una función muy importante en la relación vehículo-peaton, algunas de ellas son las que conocemos como la señal de pare, cruce peatonal, cruce cebra, cruce sendero peatonal, cruce escolar.

Con base en los principios de la movilidad sostenible, teniendo al peatón como actor principal hacia el cual se enmarca la proyección de una ciudad, la existencia de dispositivos exclusivos para ellos se convierte en indispensables para garantizar y proteger su desplazamiento en las vías, minimizando el riesgo, evitando accidentes y permitiendo que el acceder a los andenes, cruzar una vía y esperar un autobús sean acciones que el usuario podrá ejecutar con facilidad y seguridad sin distinción alguna. Se pueden encontrar dispositivos peatonales como la isla o refugio peatonal, el paso cebra, el paso peatonal regulado por semáforo y el paso peatonal a desnivel. Es importante garantizar que la interacción de este medio transporte con el resto del tránsito vehicular no sea un factor de riesgo para los usuarios y es por dicha razón que es importante contar con carriles y señales exclusivas para ellos.

2.3.3 Dispositivos para peatones

La movilidad inteligente pone su apuesta en un entorno más amigable con el peatón, poniendo su rol como el primero en la cúspide de importancia y desarrollo; el manual de señalización vial presenta en el capítulo sexto un apartado exclusivo para los dispositivos que, de la mano con las señalizaciones verticales y demarcaciones, proveen mayor seguridad al peatón disminuyendo el riesgo de sufrir un accidente y las demoras peatonales que representan cruzar una vía.

Parte de tres principios, el primero consiste en evitar que el peatón se vea en la situación de enfrentarse a una vía con alto flujo vehicular y/o cruce de más de dos carriles de circulación sin tener el apoyo de algún artefacto que facilite su tránsito, el segundo es velar por el derecho al paso sobre la calzada el tiempo que requiera o pretenda el diseño y la situación; el último consiste en proporcionar una ruta alternativa donde el peatón se encuentre alejado parcialmente del tránsito de vehículos motorizados y se sienta más tranquilo y seguro.

Los dispositivos peatonales se clasifican en:

a) Isla o Refugio Peatonal

Zona de protección para los peatones instalada generalmente en la parte central de la calzada sobre el separador, con el objeto de posibilitar el cruce de una vía en dos etapas.

Sus dimensiones deben cumplir mínimamente con el ancho del cruce peatonal, teniendo en cuenta adicionales como coches y sillas de ruedas, y presentar una profundidad de al menos 1.2 metros para brindar protección y seguridad al usuario en su paso por la isla, adicionalmente, debe presentar la iluminación y dispositivos de señalización adecuados para garantizar la visibilidad del peatón sin importar la condición climática ni la hora del día.

Figura 13. Ejemplo tipo isla peatonal



Nota. Adaptado de <http://publications.wri.org/citiessafer/es/>

b) Paso Cebra

Senda demarcada en la calzada, normalmente perpendicular al eje de esta, o en un ángulo cercano al perpendicular, en la cual los peatones tienen prioridad sobre los vehículos que se aproximan a ella. Es pertinente aclarar que, al ser un tipo de señalización horizontal, debe cumplir con los parámetros mencionados por el manual de señalización en el capítulo referente. Se deben presentar en los cruces o intersecciones donde hay paso de peatones y esta demarcación debe ser respetada por los demás actores dando prevalencia a quienes deban pasar; para garantizar que el conductor se percate de su existencia, aparecen previamente señales verticales que advierten la proximidad a un paso cebra instaladas aproximadamente a 20 o 50 metros antes o bien se puede ubicar una baliza iluminada elevada que emiten luz con una frecuencia de 25 a 60 destellos por minuto.

Figura 14.

Ejemplo tipo paso cebra



Nota. Adaptado de <https://www.tecnocarreteras.es/2013/07/15/disenan-un-paso-de-cebra-inteligente-para-evitar-atropellos/>

El paso cebra es utilizado en vías cuya velocidad de operación no supere los 50 km/h y sean máximo de dos carriles de circulación. En casos especiales, como salidas de instituciones académicas, se recomienda una elevación a nivel de aceras llamado paso pompeyano y debe estar advertido con reductores de velocidad al menos a 35m de su ubicación, adicional a esto se debe colocar una señal vertical de advertencia de resalto en el lugar del cruce.

c. Paso Peatonal Regulado por Semáforo

Senda demarcada en la calzada, generalmente perpendicular al eje de esta, o en un ángulo cercano al perpendicular, respecto de la cual un semáforo reparte alternadamente el derecho a paso de peatones y vehículos.

Frente a este concepto, el Manual de Señalización vial del Instituto Nacional de Vías e señalización estableció que:

Uno de los elementos de sistema de control del tráfico más importantes son los semáforos, que son dispositivos de señalización por medio de los cuales se regula la circulación en una intersección dando el paso alternativamente a los distintos grupos de vehículos y/o peatones, de tal manera que éstos pasen a través de la intersección con un mínimo de problemas, riesgos y demoras, el semáforo es un pilar fundamental cuando de señalización y dispositivos de control de tránsito se habla, debido a que reduce la congestión debido al ordenamiento de los movimientos de tránsito que permite generar y además es un elemento importante para reducir la accidentalidad de todos los actores en la movilidad. (2015)

De acuerdo con el tipo de conflicto que se regule, el mecanismo de operación y de sus unidades de control, los semáforos pueden clasificarse en semáforos para el control del tránsito de vehículos y semáforos para pasos peatonales y pueden ser de tiempos fijos o accionados por los

peatones. La semaforización se presenta para tramos con alto flujo vehicular, en comparación con aquellos donde se decante por únicamente el uso del paso de cebra, el manual enuncia la ubicación tanto de un semáforo que regule el paso de vehículos motorizados como de peatones de forma sincronizada y segura; el ancho del paso se determina de acuerdo a los peatones que transitan por hora de acuerdo a la siguiente tabla.

Figura 15.

Ancho mínimo de paso semaforizado.

Tabla 6.1-1 Ancho mínimo paso peatonal semaforizado	
Flujo peatonal (peatones /h.)	Ancho mínimo (m)
≤ a 500	2,0
501 a 750	2,5
750 a 1000	3,0
1000 a 1250	3,5
1250 a 1500	4,0
1500 a 1750	4,5
> 1750	5,0

Nota. Adaptado de (Manual de señalización, 2015)

Están igualmente contemplada la opción de proveer al semáforo peatonal de un tono intermitente con la finalidad de que la señal sea útil para otros peatones, principalmente aquellos que presenten dificultades visuales.

d. Paso Peatonal a Desnivel

Estructura elevada sobre el nivel de la calzada, comúnmente denominado puente peatonal, o paso deprimido o bajo la calzada (túnel), que posibilita pasar de un lado al otro de la vía sin que haya interferencia alguna entre vehículos y peatones. Se justifican generalmente en autopistas y

carreteras, aunque pueden usarse también en otras vías donde los vehículos circulan a velocidades de 60 km/h o superiores y/o el flujo vehicular y/o peatonal es muy elevado, o donde se registran atropellos frecuentemente.

e. Andenes y accesos peatonales

Los dispositivos peatonales deben localizarse en zonas en las cuales exista o se pueda proveer una superficie adecuada de andenes, donde puedan esperar los peatones que deseen cruzar. Para determinar la superficie necesaria, tanto de andenes como de islas peatonales, se debe considerar una densidad de 1,5 peatones/m².

La accesibilidad contempla que todos los ciudadanos pueden hacer uso sin importar su condición y por ende debe estar dispuesto para cualquier dispositivo auxiliar como los coches o las sillas de ruedas, así mismo, proveer de señalización táctil como aparece de forma explícita en el decreto 798 de 2010 para personas con algún tipo de limitación visual y de movilidad reducida.

Figura 16.

Ejemplo tipo rampas de acceso peatonal



Nota. Adaptado de <https://www.laopinion.com.co/cucuta/se-aviva-la-polemica-por-las-rampas-del-centro-de-cucuta-143526>.

2.4 Marco normativo vigente

Siendo el estado uno de los actores principalmente involucrados en la construcción de una ciudad inteligente, debe estar contemplado en la normativa vigente la reglamentación incorporada de forma tal que se vele por el cumplimiento de los objetivos trazados en temas que se relacionen directa o indirectamente con dicho proceso.

A continuación, se enuncian algunos de los artículos que exponen los compromisos de las entidades públicas y privadas en relación a temas de movilidad inteligente, así como la priorización de los modos no motorizados de transporte, accesibilidad inclusiva y la incursión de automóviles eléctricos.

2.4.1 Leyes y decretos

LEY 1083 DE 2006

Artículo 1. Con el fin de dar prelación a la movilización en **modos alternativos de transporte, entendiéndose por éstos el desplazamiento peatonal**, en bicicleta o en otros medios no contaminantes, así como los sistemas de transporte público que funcionen con combustibles limpios, los municipios y distritos que deben adoptar planes de Ordenamiento Territorial en los términos del literal a) del artículo 9 de la Ley 388 de 1997, formularán y adoptarán Planes de Movilidad según los parámetros que trata la presente ley

Artículo 2. Los Alcaldes de los municipios y distritos de que trata el artículo anterior tendrán un plazo de dos (2) años contados a partir de la promulgación de la presente ley, para adoptar mediante Decreto los Planes de Movilidad en concordancia con el nivel de prevalencia de las normas del respectivo Plan de Ordenamiento Territorial. Los Planes de Movilidad deberán:

a) Identificar los componentes relacionados con la movilidad, incluidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, tales como los sistemas de transporte público, la estructura vial, red de ciclorrutas, **la circulación peatonal** y otros modos alternativos de transporte (...) La articulación de la red peatonal con los distintos modos de transporte, deberá diseñarse de acuerdo con las normas vigentes de accesibilidad

DECRETO 798 DE 2010

Artículo 8. Estándares para los andenes. Se podrán adoptar los siguientes estándares para la planificación, diseño, construcción y/o adaptación de los andenes de las vías del perímetro urbano de los municipios o distritos:

- a) El andén se compone de la franja de circulación peatonal y de la franja de amoblamiento.
- b) La dimensión mínima de la franja de circulación peatonal de los andenes de 1.20 metros.
- c) La dimensión mínima de la franja de amoblamiento cuando se contemple arborización será de 1.20 metros y sin arborización 0.70 metros.
- d) Para el diseño y la construcción de vados y rampas se aplicará en lo pertinente la Norma Técnica Colombiana NTC 4143 "**Accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, Rampas Fijas**".
- e) Para orientar el desplazamiento de las personas invidentes o de baja visión en el diseño y construcción de los andenes se aplicará, en lo pertinente, la Norma Técnica Colombiana NTC 5610 "**Accesibilidad de las personas al medio físico. Señalización Táctil**".

LEY ESTATUTARIA 1618 DE 2013

Por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad.

Artículo 14. Acceso y accesibilidad.

Como manifestación directa de la igualdad material y con el objetivo de fomentar la vida autónoma e independiente de las personas con discapacidad, las entidades del orden nacional, departamental, distrital y local garantizarán el acceso de estas personas, en igualdad de condiciones, al entorno físico, al transporte, a la información y a las comunicaciones, incluidos los sistemas y tecnologías de la información y las comunicaciones, el espacio público, los bienes públicos, los lugares abiertos al público y los servicios públicos, tanto en zonas urbanas como rurales. (...)Las entidades municipales y distritales, con el apoyo del gobierno departamental y nacional, y respetando la autonomía de cada región, deberán diseñar, en un término no mayor a 1 año, un plan de adecuación de vías y espacios públicos, así como de accesibilidad al espacio público y a los bienes públicos de su circunscripción. En dicho plan **deberán fijarse los ajustes razonables necesarios para avanzar progresivamente en la inclusión de las personas con discapacidad, establecer un presupuesto y un cronograma que, en no más de 10 años, permita avanzar en niveles de accesibilidad del 80% como mínimo.** Dicho plan deberá fijar los criterios de diseño universal que deberán ser acatados en todas las obras públicas y privadas de la entidad pública a partir de su adopción.

DECRETO 2060 DE 2015

Por el cual se adiciona el Decreto 1079 de 2015 y se reglamenta el artículo 84 de la Ley 1450 de 2011. Que en cumplimiento de lo establecido en el artículo 84 de la Ley 1450 de 2011, el Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Transporte contrataron estudios que dieron como resultado lo siguiente:

1. La definición y especificación de las condiciones para la implementación de un sistema de **recaudo electrónico vehicular -IP/REV-** interoperable a nivel nacional, incluyendo en estas condiciones, el Concepto de Operación, los elementos de Software, Hardware y marco jurídico.

3. La necesidad de implementar un **Sistema Inteligente Nacional de Infraestructura, Tránsito y Transporte (Sinitt)** administrado por el Ministerio de Transporte, con sus respectivos subsistemas, con el fin de garantizar la **centralización de la información** y por ende la interoperabilidad de los diferentes sistemas.

(...) Que el parque automotor del país ha aumentado en los últimos 10 años en un promedio aproximado al 10% anual, lo que implica que el transporte particular y público también se ha incrementado, generando con ello altos niveles de congestión en la movilidad y la insuficiencia progresiva de las redes viales locales y nacionales.

LEY 1964 DE 2019

Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.

Artículo 8, Parágrafo 3. Las ciudades que cuenten con Sistemas de Transporte Masivo deberán implementar políticas públicas y acciones tendientes a garantizar que un porcentaje de los vehículos utilizados para la operación de las flotas, sean eléctricos o de cero emisiones

contaminantes cuando se pretenda aumentar la capacidad transportadora de los sistemas, cuando se requiera reemplazar un vehículo por destrucción total o parcial que imposibilite su utilización o reparación y cuando finalice su vida útil y requiera reemplazarse, de acuerdo con el siguiente cronograma:

A partir de 2025, mínimo el diez (10) por ciento de los vehículos adquiridos.

A partir de 2027, mínimo el veinte (20) por ciento de los vehículos adquiridos.

A partir de 2029, mínimo el cuarenta (40) por ciento de los vehículos adquiridos.

A partir de 2031, mínimo el sesenta (60) por ciento de los vehículos adquiridos.

A partir de 2033, mínimo el ochenta (80) por ciento de los vehículos adquiridos.

A partir de 2035, mínimo el cien (100) por ciento de los vehículos adquiridos.

Ahora bien, así como a nivel Nacional se decretan asuntos legales, cada ciudad se encuentra en la libertad de realizar planes de mejoramiento de acuerdo a las necesidades propias de cada territorio.

En este sentido, y de conformidad con el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Bucaramanga vigencia 2014 – 2027, se presentó la distribución del espacio geográfico y también los aspectos generales de la población, patrimonio y proyección de la misma ante factores como la economía, el empleo, la movilidad, entre otros; con un análisis de la situación actual llegando al planteamiento de propuestas, estrategias y decisiones para diversos sistemas y sectores.

En la sección de movilidad cuenta con la reorganización de los niveles de importancia entre los actores como peatones, bici usuarios, sistema de transporte público hasta llegar al vehículo particular, presentando en red vial urbana a la red peatonal como uno de los parámetros de clasificación del subsistema vial existente, así pues, presenta los objetivos y estrategias para el sistema de espacio público y movilidad.

Figura 17.

Conformación subsistema vial general

Subsistema Vial	Red vial	Clasificación	Identificación
Nacional y Regional	Red vial arterial nacional	Primer orden (a cargo de la Nación)	- Vía Cúcuta desde el km 3 + 400 - Vía Chimita – Café Madrid – La Cemento - Vía la Costa.
	Red vial intermunicipal	Segundo orden (a cargo del Departamento)	- Vía a Matanza desde el barrio Mirador del Norte.
Urbano	Red de vías arterias urbanas	Primarias Secundarias Terciarias	
	Red de vías locales	Nivel uno Nivel dos	
	Red vial peatonal		
Rural	Red de vías veredales primarias		
	Red de vías veredales secundarias		
	Red de caminos veredales		

Nota. Adaptado de (POT 2014-2027) Bucaramanga

Figura 18.

Objetivos y estrategias para el sistema de movilidad

<p>3.2.2.4. Objetivos y estrategias para el sistema de movilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo: Mejorar las condiciones de conectividad y accesibilidad de los ciudadanos y de las actividades económicas. <ul style="list-style-type: none"> ○ Estrategias <ul style="list-style-type: none"> ▪ Crear el sistema de movilidad donde se articulan la infraestructura vial con los medios de transporte y la red de estacionamientos. ▪ Determinar los perfiles normativos en concordancia con la jerarquía vial, la edificabilidad y los parámetros de ocupación del suelo en los diferentes sectores. ▪ Establecer las condiciones y restricciones de uso de la infraestructura vial. ▪ Definir las infraestructuras y proyectos que favorezcan la complementariedad de todos los modos de transporte. ▪ Cuantificar los cupos de estacionamientos asociados a los distintos usos del suelo y regular la incorporación de los requerimientos sobre accesibilidad universal. ▪ Articular los componentes del sistema de movilidad con los del sistema de espacio público. ▪ Incorporar el Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) a las determinaciones de ordenamiento.

Nota. Adaptado de (POT 2014-2027) Bucaramanga

De igual forma, Bucaramanga cuenta con el plan maestro de movilidad donde se enuncia en repetidas ocasiones la importancia de un mejoramiento en el sistema de movilidad detectando

múltiples causales de problemas que reducen significativamente la calidad en la relación del usuario de los diversos sistemas de transporte; lo anterior con la finalidad de plantear soluciones reales y tangibles a la problemática que presenta la movilidad en la ciudad.

Figura 19

Causas estructurales y factores explicativos

Causas	Factores
Deficiencias en el control y vigilancia	» Operación desordenada transporte público
	» Parqueo en vía
	» Invasión de espacio público
	» Ocupación del suelo que genera conflictos
Marco normativo inadecuado	» Operación desordenada de transporte público
	» Parqueo en vía
Demanda superior a la oferta	
Reglas de juego ineficientes	» Operación desordenada de transporte público
Debilidad técnica	» Señalización deficiente
	» Operación ineficiente del tráfico
	» Limitaciones por diseño geométrico deficiente
	» Operación desordenada de transporte público
Débil coordinación interinstitucional	» Operación desordenada de transporte público
Falta de conciencia ciudadana	» Operación desordenada de transporte público
	» Operación desordenada de transporte privado
	» Parqueo en la vía
	» Invasión del espacio público
Recursos limitados	» Señalización deficiente
	» Operación ineficiente del tráfico
	» Limitaciones por diseño geométrico deficiente
	» Condiciones deficientes de la malla vial
	» Limitaciones propias del trazado vial
Condiciones geográficas y topográficas	» Ocupación del suelo que genera conflictos

Nota. Adaptado de (Plan maestro de movilidad)

3. Casos aplicativos

Colombia es un país que se encuentra en proceso de inmersión paulatina al concepto de ciudad inteligente y, a pesar de que cada territorio presenta retos propios y el contexto social,

económico y cultural resulta único y decisivo para el planteamiento de soluciones, es importante conocer las medidas y acciones que han tomado otros países, que pueden servir como fuente de información y guía para la propuesta de ideas que se adapten al marco nacional. El presente apartado expone proyectos que se han desarrollado en diversos lugares en búsqueda de una mejora en la movilidad partiendo desde la reforma a la infraestructura física de la mano con la incursión de las Tics como herramientas de progreso en miras al aumento en la calidad de vida de los ciudadanos.

Uso de datos masivos y abiertos para la movilidad inteligente: Rio de Janeiro, Brasil (2010)

Como ya se ha mencionado en repetidas ocasiones, movilidad inteligente incluye infraestructura física en trabajo conjunto con el avance tecnológico y digital, donde el usuario sea partícipe directo y tenga acceso a la información necesaria para adaptar verazmente los datos de su territorio y facilitar el desplazamiento en la ciudad.

Portal Data.Río es una plataforma que se alimenta desde 2014 con miles de conjuntos datos en un sistema georreferenciado de forma gratuita y abierta al público que hoy día cuenta con más de 100.000 archivos al alcance de todos.

Presenta desde información histórica, demográfica y social de Rio de Janeiro, mapas digitales de las rutas para bicicleta, con ubicación de puestos escolares y de salud, hasta aplicativos de cobertura vegetal, uso del agua, del suelo y susceptibilidad de deslizamiento de tierras; lo anterior desde un portal amigable con el usuario, dinámico y de fácil entendimiento para cualquier persona que desee acceder. Adicionalmente, permite la descarga y utilización de

aplicativos paralelos como *GPS dos onibus*, que permite acceder a los datos suministrados por la empresa de manejo del transporte público como las rutas, paradas y horarios acompañados de un mapa digital, y *MonitorAR. Rio* donde se presentan los resultados correspondientes a los estudios de calidad de aire del instituto estatal de ambiente; todo a un clic de distancia.

Figura 20.

Página principal plataforma Portal Data.Rio



Nota. Adaptado de Sistema inteligente de movilidad: Medellín, Colombia 2010)

La ciudad de Medellín cuenta con una amplia red semafórica de más de 600 intersecciones interconectadas gracias a una banda ancha de fibra inalámbrica y sensores que permiten estudiar las variables del tráfico en tiempo real y así tomar decisiones asertivas, velando por la disminución de la congestión, los tiempos de viaje y ocupación vial. Lo anterior es posible gracias al apoyo en la planeación de la red semafórica que contaba con 120 unidades de evaluación para 2016, estas recopilan la información de las cámaras VDS (vehicle detection sensor) y se estudian los datos mediante el uso de softwares de análisis de video. Conociendo el

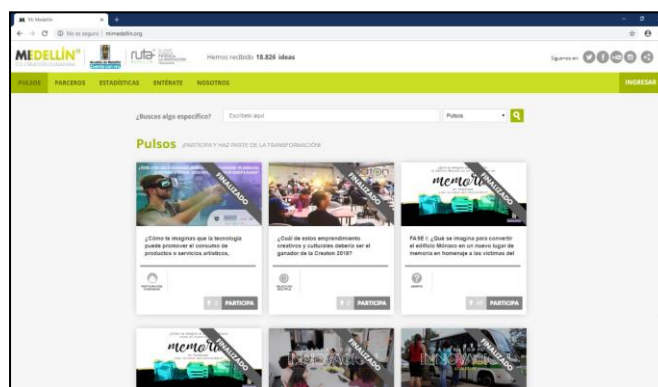
estado de congestión de las vías es posible tomar las medidas necesarias y que resultan ser las más adecuadas para el desarrollo del sector.

La secretaria de movilidad, en aras de involucrar al usuario como actor principal en temas de desarrollo inteligente, presenta como estrategia la atención virtual y efectiva para el ciudadano mediante centros de contacto, unidades móviles de atención y aplicaciones de movilidad al alcance de todos utilizando las redes sociales como punto de anclaje hacia la persona.

El Municipio de Medellín, en programa liderado por la corporación Ruta N Medellín y con el aval y apoyo de Medellín ciudad inteligente, nace como una plataforma de co-creación ciudadana donde se permite al usuario proponer ideas y hacer parte de la transformación de la ciudad, cualquier persona puede ser parte activa del portal desde la página web o cualquier red social a la que tenga acceso, tras la publicación del tema de temporada los ciudadanos pueden formular su idea o propuesta y los demás usuarios tienen la capacidad de votar, comentar y complementar las ideas de otros para así ganar puntos y convertirse en líderes de co-creación ciudadana; las ideas finalistas se encuentran en los proyectos de transformación de la ciudad de Medellín.

Figura 21.

Página principal plataforma MiMedellin



Nota. Adaptado de <http://www.mimedellin.org/>

Así mismo, la plataforma de movilidad en Medellín presenta un apartado llamado *Observatorio*, donde hace públicos resultados estadísticos de los análisis de datos e información en aspectos indispensables de la ciudad, enfocado en tres ejes temáticos que son: seguridad vial, medio ambiente y tránsito y transporte.

Lo anterior de forma amena para el usuario, que fácilmente puede captar y procesar la información gracias a la utilización de herramientas como las gráficas de torta, los histogramas y diagramas dinámicos. Su visión es ser referente nacional e internacional en la gestión de datos, información y generación de conocimiento sobre movilidad y seguridad vial, ofreciendo información confiable y oportuna como apoyo para la toma de decisiones asertivas en temas de políticas públicas, así como un mejoramiento en la movilidad y seguridad de los ciudadanos.

Figura 22.

Plataforma Observatorio (Secretaría de movilidad de Medellín)



Nota. Adaptado de <https://www.medellin.gov.co/movilidad/observatorio/> Red peatonal: Eu já passo aqui! Braga, Portugal (2017)

La visión estratégica de Braga por cumplir con el objetivo de promover la movilidad inclusiva, inteligente y sostenible tiene como actor principal al peatón y al transporte no motorizado; desarrolla entonces propuestas de la mano con la participación ciudadana y el proyecto en mención es un ejemplo de ello.

En el presupuesto participativo de 2016 emerge la problemática “*¡eu nao passo aqui!*” que abre un espacio de discusión acerca de los lugares de difícil acceso para la población, lo anterior era un factor preocupante en el margen de la política de movilidad para todos, por ende, nace el proyecto *Eu já passo aqui*, con el fin de tomar medidas contra lo que pusiera en riesgo o impidiera el acceso para las personas sin importar su condición.

Figura 23.

Programa Eu já passo aqui.



Nota. Adaptado de <https://urbact.eu/braga-mobilidade-urbana-sustent%C3%A1vel-inclusiva-e-inteligente>

Semáforos inteligentes: Av. Costera Miguel Alemán, México (2015)

Con una inversión de un millón de dólares, se reemplazaron todos los semáforos en uno de los principales corredores turísticos de Acapulco, se realizó la instalación de 350 semáforos nuevos, incluyendo los peatonales, para semaforizar un total de 18 intersecciones. Adicionalmente, se instauró un centro de control de comunicación bidireccional y cámaras de monitoreo en tiempo real.

Es considerado un caso de éxito de movilidad inteligente en México por el instituto de políticas para el transporte y el desarrollo ya que generó una reducción del tiempo de recorrido en horas de la mañana en un 26% en sentido oeste-este y de 10% en sentido este-oeste y en horas de la tarde de 16% y 46% respectivamente.

Figura 24

Ejemplo tipo semáforo inteligente.



Nota. Adaptado de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/asi-funcionaran-los-semaforos-inteligentes-en-bogota>

Otros beneficios que presenta la incorporación de los semáforos inteligentes incluyen el aumento es la regulación del tránsito y la lectura en tiempo real del tráfico para así regular de manera más eficiente los tiempos de luz verde de manera dinámica, de igual forma, la automatización de operaciones en centrales asociadas a los centros de gestión de tránsito de la ciudad y la utilización de nuevas tecnologías, como baterías con apoyo solar, de tal forma que aumente el rango de operatividad ante un fallo en el sistema.

Adicionalmente, existen dispositivos auxiliares que pueden ser incorporados al semáforo dispuestos para las personas con visibilidad reducida, permiten la emisión de ondas sonoras específicas para indicar el cruce de la vía de forma segura. Los sistemas acústicos hacen que los usuarios invidentes tengan mayor autonomía y facilita la toma de decisiones en su desplazamiento; con la inmersión y adaptación de cruces inclusivos se generaban molestias para la comunidad no beneficiada debido a que sonaban de forma constante así no estuvieran siendo utilizados, por ello han evolucionado hasta propuestas como el sistema *PassBlue Ilunion*.

Los nuevos semáforos *PassBlue* se activan mediante señales bluetooth emitidas, por un app de fácil instalación en cualquier teléfono móvil, cuando la persona con discapacidad visual se aproxima al cruce, el semáforo emite entonces las ondas auditivas; cuentan con tres señales sonoras: la primera de ellas llamada tono de orientación tiene como finalidad que el peatón se ubique en la zona segura para el paso, la segunda, conocida como tono de fase verde, indica el momento en el que el usuario puede pasar y la tercera, llamada tono de fin de paso, anuncia que en unos instantes el semáforo peatonal cambiará y no se deberá cruzar.

Dispositivos alimentados mediante energía solar.

La señalización inteligente no solamente busca implementar nuevas formas de señalización sino transformar las ya existentes. La energía a través de paneles solares es una alternativa viable para generar dicho cambio, esta tecnología ha tomado gran importancia debido a que no es necesaria la presencia de cableado en su instalación, lo que permite una reducción considerable en cuanto al valor monetario de la instalación y mantenimiento. Es por dichas razones que la tendencia mundial en cuanto a señalización es implementar paneles solares en los diferentes dispositivos, los cuales, por lo general, están conectados con iluminación led.

Dentro de esta tecnología podemos encontrar diferentes dispositivos que han sido implementados con gran éxito en diferentes países del mundo. Los dispositivos en los cuales se ha implementado esta tecnología con éxito más común son los bolardos, capta faros y las balizas u ojos de gato.

Figura 25.

Ejemplo tipo captafaro solar (Roadstudlight)



Nota. Adaptado de Semáforos LED de piso: Bodegraven, Holanda (2016)

Los teléfonos celulares se han convertido en un indispensable en el diario de muchos ciudadanos, no solo por diversión en redes sociales sino también por cuestiones laborales. Dicha

dependencia hace que la atención esté enfocada únicamente en la pantalla, pasando por alto normativas de seguridad vial y aumentando la accidentalidad en las calles.

Según un estudio de la Fundación Mapfre, el 98% de los accidentes donde el peatón es el culpable están causados por la utilización de dispositivos portátiles, esto representa un desafío para la tomar acciones preventivas y proyectos adicionales a una concientización urbana, por esta razón nacen propuestas como + *Light Line*. Consiste en un sistema de iluminación LED, conectado al semáforo peatonal convencional del cruce, que varía entre rojo y verde según la necesidad y parpadea para el cambio de luz. La ciudad de Bodegraven comenzó instalando prototipos cerca de los cruces escolares y se expandió tras el éxito de su incursión, los semáforos de piso son dispositivos complementarios al control de tráfico tradicional que llaman la atención más asertivamente al peatón, sobre todo cuando se encuentran utilizando el móvil y/o auriculares.

Figura 26. *Semaforización complementaria de piso*



Nota. Adaptado de <https://relatable.mx/instalan-semaforos-en-el-suelo-para-los-adictos-al-celular/>

Almohadillas táctiles para peatones, Australia

Cumpliendo una función muy similar a la de un interruptor, las almohadillas táctiles se ubican antes del paso peatonal adherida a la rampa existente, su diseño patentado PSP 1200 en

materiales no corrosivos de alta resistencia permite emitir un aviso automático al semáforo inteligente ubicado en el paso, informando que se encuentra al menos una persona esperando el espacio para cruzar, esto permite la modificación de los tiempos de variación de luz de paso para facilitar el cruce del peatón, así mismo, en caso de que no haya solicitud, aumenta el flujo de los autos en la vía evitando que se detengan de forma innecesaria en el semáforo.

Lo anterior, gracias a la adopción de información oportuna en tiempo real bajo las condiciones existentes del paso, mejora significativamente los tiempos de los actores involucrados, así como la seguridad en su trayecto.

Figura 27

Almohadillas táctiles peatonales



Nota. Adaptado de <https://www.traffictech.com.au/products/psp/psp.html>

Cruce inteligente para vehículos, España.

En España, se ha implementado un innovador sistema de control de tráfico para reducir la accidentalidad en cruces particulares que presentan esta problemática. Este novedoso sistema

ofrece advertir a conductores que se encuentran cerca una intercesión, cuando hay presencia de otro vehículo en la misma, esto se da por medio de una serie de datos tomados en tiempo real que avisan a los conductores en el momento adecuado para que puedan cambiar su velocidad y estar alertas de las maniobras de los demás vehículos.

Este sistema inteligente puede adaptarse a las diferentes necesidades que presentan las intersecciones en el país, ya que está fundamentado en un algoritmo con la capacidad de detectar la presencia de vehículos en diversos puntos del cruce y dar una respuesta de advertencia a los conductores a través de una señal luminosa retroalimentada a través de energía solar. Actualmente ya se encuentra funcionando exitosamente en cinco comunidades del país, Madrid, Navarra, León, A Coruña y Asturias. (Gutiérrez, 2016)

Figura 28.

Cruce inteligente para vehículos



Nota. Adaptado de <https://relatable.mx/instalan-semaforos-en-el-suelo-para-los-adictos-al-celular/>

Radar aforador para vehículos Metis, Chile.

En Chile, Lorenzini empresa de seguridad vial, se ha empezado a comercializar un radar aforador llamado metis, esto con la intención de dar a conocer a los conductores la velocidad a la que se están desplazando con el fin de concientizar la importancia de los límites de velocidad establecidos y de conocer a fondo los datos en tiempo real de los vehículos que transitan por distintas zonas. Este dispositivo cuenta con una señal de código junto con un velocímetro luminoso que permite observar la velocidad de manera visual.

Esta tecnología permitirá recopilar datos como la velocidad promedio de los vehículos y de esta forma disminuir la accidentalidad y tomar medidas preventivas contra la siniestralidad.

Figura 29.

Aforador Metis



Nota. adaptado de https://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal

Señalización dinámica de ciclistas, La Rioja España.

En la rioja, España, la Dirección General de Tráfico debido a la alta accidentalidad del lugar ha implementado un sistema de señalización que busca minimizar las colisiones de los vehículos con los ciclistas, para esto ha instalado un sistema de señales que a través de un sensor, detecta

tanto individualmente como grupalmente a los ciclistas que transitan por la zona y a su vez emite una señal de tres luces que empiezan a parpadear para alertar a los conductores de la presencia de las bicicletas y de esta forma puedan transitar con mayor precaución.

(Dirección General de Tráfico, 2017)

Figura 30.

Señalización dinámica de ciclistas



Nota. Adaptado de <http://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2017/100C>

Paneles turísticos inteligentes, España.

En Santa Susanna, España, debido a la gran cantidad de turistas que cada año arriban al municipio y a la necesidad de brindar una óptima información acerca de las actividades de interés para los mismos, el gobierno local ha decidido implementar un sistema de señalización inteligente llamado Inventrip desarrollado por la empresa Sismotur que permite al turista acceder a una plataforma digital a través de un código QR con el añadido de que no necesita pagar

ninguna tarifa por el tráfico de datos. Esto genera una disminución de costos de inversión en cuanto a recurso humano y brinda una herramienta de gran utilidad para los turistas. (Cedó, 2017)

Figura 31.

Panel turístico inteligente



Nota. Adaptado de <https://www.lavanguardia.com/local/maresme/>.

Soportes seguros para señalización vertical, España.

La empresa española Lacroix Señalización ha creado un soporte para la señalización denominado Mx3D, este con el fin aumentar la seguridad en las vías y además para contribuir en el ahorro económico en los presupuestos públicos, este soporte es una solución a la alta tasa de mortalidad que se presenta cuando un vehículo impacta contra la señalización.

Este soporte está construido en un material metálico menos rígido que otros, que, debido a sus características, al momento de ser impactado reduce los riesgos por la colisión, añadido a eso no

es necesaria su protección con barrera de seguridad y permite una disminución considerable en los costos de su balizamiento. (Dirección General de Tráfico, 2017)

Figura 32.

Soporte seguro para señalización vertical



Nota. Adaptado de https://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal/Articulos/125416-Seguridad-y-ahorro-con-el-poste-Mx3D-de-Lacroix-Senalizacion.html

Vías fluorescentes, Holanda.

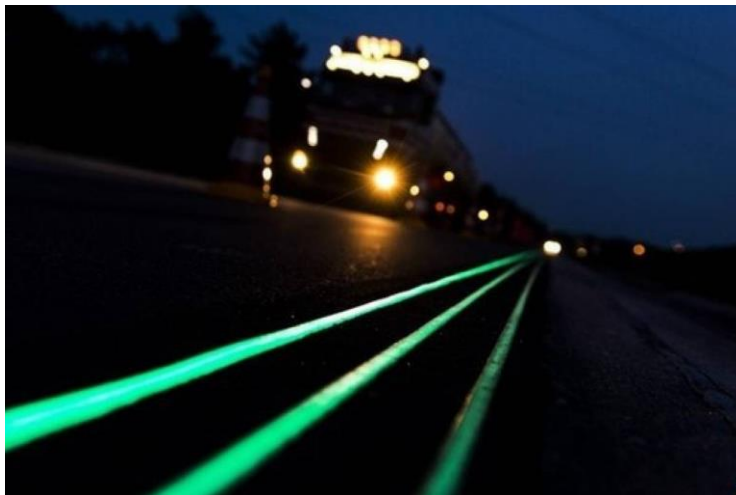
En los países bajos, existe una autopista denominada N329, que por las condiciones de su baja iluminación fue el motivo para implementar un avance tecnológico diseñado por el Studio Roosegaarde, una empresa holandesa que ha permitido que el país se ubique en los primeros puestos a nivel mundial en cuanto a prevención de siniestros nocturnos.

La señalización nocturna está elaborada en un material fluorescente que tiene la capacidad de absorber la luz solar y en la noche generar una iluminación de neón durante la noche.

Esto permite un aumento significativo en la iluminación y visibilidad de las vías, un ahorro energético considerable y la eliminación de inconvenientes con el servicio eléctrico. (Wysocky, 2014)

Figura 33.

Vías fluorescentes -Holanda, 2014.



Nota. Adaptado de <https://www.fayerwayer.com/2014/04/estrenan-carretera-con-pintura-florescente-en-paises-bajos/>

Incorporación de materiales reciclados en la señalización.

Un criterio que se debe tener en cuenta al momento de hablar de señalización inteligente es el impacto que los dispositivos tienen en el medio ambiente, es por dicha razón que durante los últimos años se enfocó la innovación en materia vial hacia la búsqueda de materiales amigables con el medio ambiente. Esto ha permitido la fabricación de la señalización que

conocemos convencionalmente a través de materiales reciclados, lo que ha logrado una disminución en los costos de producción y en la cantidad de residuos de materiales acumulados.

Alrededor del mundo se han logrado grandes avances en la implementación de esta iniciativa, algunos ejemplos se presentan a continuación.

Balizas en PVC reciclado, Barcelona, España.

Estos elementos han sido una solución a la preocupación por reducir el impacto ambiental, a través de la fabricación de estas balizas se ha generado la valorización del PVC como material industrial, este material proveniente del recubrimiento de cables eléctricos desechados y se han generado beneficios como una alta resistividad a los impactos lo que genera una mayor durabilidad y un menor gasto económico. Esta tecnología implementada en la ciudad de Barcelona obtuvo el premio Best Recycled European Products Awards en 2011 y actualmente ya se encuentran en el mercado y ha sido implementado en ciudades como Londres, Washington, Houston, San Antonio, Santiago de Chile, Estambul, y varias ciudades de Australia y Nueva Zelanda.

Figura 34.

Balizas en PVC reciclado



Nota. Adaptado de <https://www.eadic.com/innovacion-y-futuros-desarrollos-en-senales-de-balizamiento/>

Bolardos de caucho reciclado, valencia, España.

Existe otro material que ha generado la necesidad de ser reciclado debido al aumento masivo de su producción y a la gran acumulación de sus residuos, el caucho. En valencia, España, Instituto Tecnológico del Plástico y el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) han desarrollado un proyecto llamado Eco-Rubber, que consiste en reciclar caucho proveniente de llantas de vehículos para producir bolardos de señalización vial. Este proyecto ha tenido un gran impacto, lo que permitió que ganará el premio a la innovación Green up que se desarrolló en la feria de paisajismo y urbanismo de valencia. (Manresa, 2012)

Figura 35.

Bolardos tipo de caucho reciclado



Nota. Adaptado de <https://www.eadic.com/innovacion-y-futuros-desarrollos-en-senales-de-balizamiento/>

Pinturas con plástico frío, Colombia.

La empresa colombiana de pinturas Pintuco ha desarrollado una tecnología que fue presentada a un grupo de inversionistas quienes se encargan del desarrollo de las vías en Colombia, este producto consiste en una pintura a base de plástico en frío el cual pretende ser utilizado para la señalización de las vías.

Este producto busca generar un proceso de aplicación más eficiente, incrementando la seguridad para los conductores en las vías debido a la disminución en el factor de deslizamiento y generando una duración de hasta tres veces más que otro material en las demarcaciones.

Esta tecnología es un compuesto de dos materiales que permite darle una textura de relieve al suelo en el momento de su aplicación, esto, con la intención de que cuando los usuarios pasen en sus vehículos sobre el material, se produzca un ligero sonido como señal de alerta. De igual forma el material cuenta con un sistema de esferas de retroreflectividad que aumentan el nivel de visibilidad cuando se conduce de noche. (Dirección de tránsito, 2016).

Pasos de cebra inteligentes, la marina de valencia, España.

En España, La marina, Valencia, ha instalado dos cruces inteligentes para peatones, este sistema inteligente es una respuesta a la necesidad de salvaguardar la vida de los peatones debido a que los cruces convencionales brindan poca visibilidad lo que frecuentemente es causa de

siniestros. Este sistema consiste en cruces de cebra inteligentes para peatones que está compuesto por sensores y paneles led que emiten luz en el momento en el que el sensor detecta que una persona va a cruzar la vía, esto sirve para advertir a los conductores y de tal modo puedan tomar medidas de precaución en la intersección. (Smart Cities, 2018)

Los capítulos anteriores reúnen dos factores de estudios primordiales: el estado de la comuna 12 en la zona nororiental de Bucaramanga como fractal representativo de la ciudad y los casos ejemplo de la adaptación de soluciones hacia la resolución de la problemática latente de movilidad inteligente enfocada a una infraestructura vial amigable con el medio ambiente, de política transparente y entorno al actor principal que es el peatón.

En el año 2017 la cifra de los vehículos que entraron a circular en la ciudad de Bucaramanga, en reportes del tránsito, fue de aproximadamente 28.000 generando un aumento significativo para la infraestructura vial (González, 2018); su crecimiento repentino ha traído consigo una serie de incógnitas frente a la capacidad y organización vial existentes en la ciudad, demostrándose que no se presentan las condiciones adecuadas en cuanto a factores trascendentales como la señalización, lo que irrumpe con la movilidad tanto para peatones como para conductores.

Aunado a lo anterior, y como fundamento de ello, es importante traer a colación los datos de la dirección de tránsito de Bucaramanga en cuanto a la accidentalidad en la ciudad que para el año 2018 presentaron un aproximado de 2100 accidentes donde al menos 60 víctimas fueron fatales (González, 2018). En este sentido, se hace necesario implementar medidas de prevención y optimización de tiempos de desplazamiento, en pro de la disminución de los índices mencionados, mediante dispositivos de señalización de donde puede partir una respuesta efectiva a las alarmantes cifras de accidentalidad del municipio comenzando con la ponderación de

múltiples factores de presupuesto, facilidad de implementación, duración y resistencia, que den como resultado el cumplimiento responsable del objetivo propuesto.

Esta es una de las razones por las que el presente trabajo de investigación cobra importancia y se procede entonces a realizar un paralelismo entre lo encontrado en la zona estudio y lo mencionado anteriormente, de esta forma se plantea una guía adaptativa de recomendaciones para hacer de Bucaramanga una ciudad con miras al aumento de mecanismos para mejorar su movilidad peatonal hacia el progreso sostenible, para ello se describen y explican a detalle aquellas que resultan acordes a la infraestructura existente para exponer las diferentes ideas en cuanto a señalización y dispositivos de control de tráfico pensando en ciudad como un espacio de todos y para todos sin importar sus limitaciones físicas.

5. Estudio de caso: Comuna 12

La metodología para el desarrollo de la temática incluye el estudio de la comuna 12 de la ciudad de Bucaramanga debido a que integra factores cruciales como zona comercial y escolar, así como sector hospitalario y residencial. La justificación para su realización radica en que este representa un fractal de la ciudad, cuyo estudio y análisis puede ser similar al de la mayoría restante. Se realiza previamente la elaboración de formatos, adjuntos en el anexo del presente documento, que permiten evaluar los sectores de la comuna bajo los mismos ítems identificados como primarios, tales como la visibilidad de las demarcaciones y estado de las señales, donde la inclusión social representa un valor primordial de estudio.

Para la toma de datos se evalúa cualitativamente el estado de parámetros, donde se incluyen andenes, semaforización, demarcaciones y señalización vertical, que permitan el desplazamiento seguro de un peatón sin importar su condición de movilidad y se realiza el análisis separando la comuna 12 en los diferentes barrios que la conforman tal como lo hace el Plan de Ordenamiento Territorial 2014-2027.

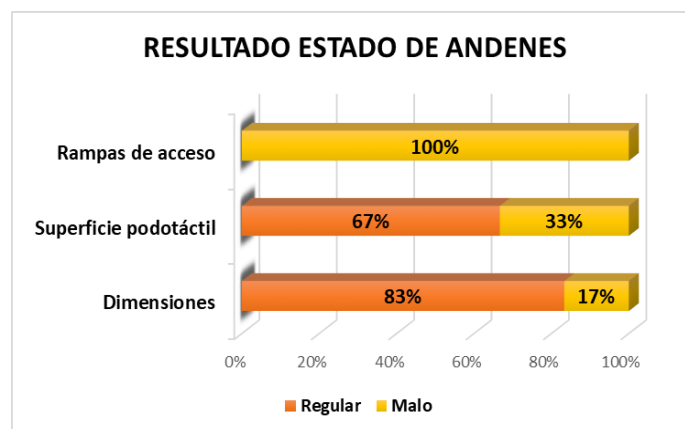
5.1 Andenes

- a) Se identifica si las dimensiones reglamentarias se cumplen a lo largo de los andenes presentes en el barrio de estudio y se asocia con estado bueno si las cumple en gran mayoría, regular si es parcial y malo si no se observa cumplimiento de las mismas.
- b) La superficie podotáctil en el espacio del peatón es vital para un desplazamiento seguro de las personas invidentes, su estado es bueno si se observan secuenciales y a lo largo de las calles de los barrios, regular si solo algunas secciones lo presentan y malo si difícilmente se encuentra una superficie como estas en el recorrido.
- c) Las rampas de acceso son indispensables para personas con movilidad reducida, sillas de ruedas, coches para bebés, entre otros, estas deben facilitar el descenso del andén en cruces, que pueden ser de cebra, semafóricos o esquinas de manzanas. Su estado es bueno si hay una presencia notable y permiten un fácil descenso, regular si no se encuentran en las condiciones óptimas o en su defecto existe una falencia parcial en su disposición y malo si no se cuenta con ellas o sus condiciones lo inhabilitan.

Es evidente que los andenes del sector evaluado no responden a los mínimos requerimientos de movilidad inclusiva haciendo tortuoso el desplazamiento y obligando al peatón a caminar por la vía de los vehículos poniendo su vida en riesgo al ser ineficiente la infraestructura.

Figura 36.

Tabulación resultados del estado de los andenes.



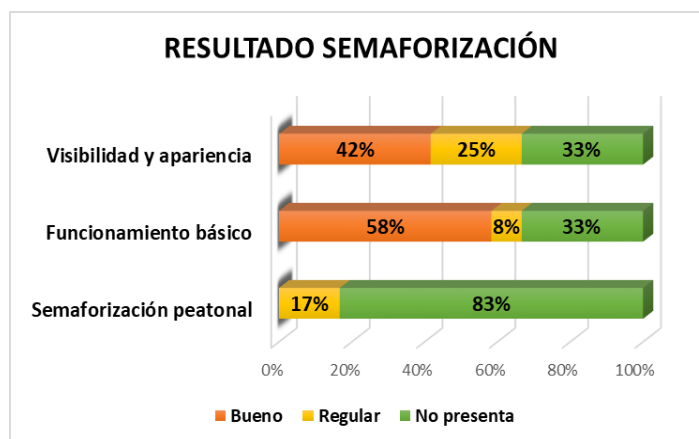
La zona evaluada refleja patrones de falencias respecto a las condiciones de las rampas de acceso, se encuentra de manera recurrente lugares donde no se presenta el espacio idóneo para su descenso debido a que en muchas ocasiones la propiedad privada abarca el espacio público ubicando las baldosas o piso a gusto del propietario en el andén, de la misma manera repercute negativamente en la continuidad de la superficie podotáctil y en la continuidad de la altura óptima del andén, y aunque es necesario denotar su presencia en las vías de alto flujo, se observa un deterioro que amerita el cambio de algunas tabletas.

5.2 Semaforización

- a) La semaforización peatonal se hace necesaria en primera instancia para los cruces que presenten semaforización vehicular, en este ítem se considera bueno si se cuenta en una mayoría de cruces con dicha semaforización, regular si solo existe en algunos cruces y malo si no hay presencia de ninguno a pesar de que si haya cruces que lo requieran por su alto flujo vehicular. En este punto se enuncia la salvedad a barrios netamente residenciales donde no hay cruces de esta clase.
- b) El funcionamiento de los semáforos es de gran relevancia en cuanto a un cruce seguro por parte del peatón, se considera bueno si en las intersecciones semafóricas los dispositivos cuentan con las tres luces de intensidad considerable funcionando correctamente, regular si se detectan algunos que no estén en condiciones óptimas, y malo si no se encuentran en funcionamiento.
- c) El estado físico del soporte y la visibilidad de las bombillas juegan un papel crucial que afectan la reacción de los actores involucrados, su estado es bueno cuando no existen obstáculos que impidan ver el cambio de luces en el cruce y que no se encuentre ladeado o con afecciones físicas relevantes, regular si su visibilidad es reducida por la presencia de ramas o señales temporales y malo si sus condiciones impiden su detección para el correcto funcionamiento.

Figura 37.

Tabulación resultados del estado de la semaforización.



El estudio permite conocer que se presentan falencias notorias en cuanto a dispositivos que faciliten al peatón su desplazamiento y una de las causas más reiterativas e importantes reside en la falta de control por parte de las entidades responsables respecto a la adecuación personal del espacio público. No obstante, es relevante resaltar que en sectores comerciales y universitarios se está modernizando el tipo de semaforización utilizada e implementándose los semáforos para peatones.

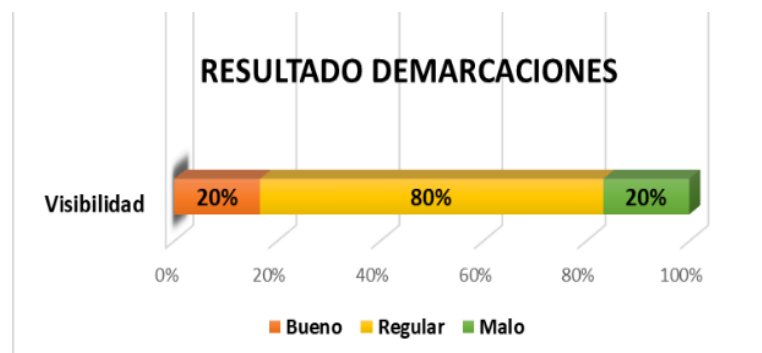
Los dispositivos de tráfico en el sector comercial se encuentran en proceso de adaptación a tecnologías más modernas y se comienzan a ubicar en diferentes cruces los semáforos peatonales, lo que facilita el paso y los hace seguros para los diferentes actores. Sin embargo, en algunos sectores se evidencian bombillas dañadas y estructuras deterioradas, así como cruces complicados donde no existe el tiempo semafórico para el paso peatonal aun cuando existe cebra de paso.

5.3 Demarcaciones

1. El estado de las señales horizontales es indispensable tanto para conocimiento del conductor como para el uso del peatón, su visibilidad es transcendental para un desplazamiento seguro en la vía y por ello representa el factor principal de clasificación. Se considera bueno si las demarcaciones se encuentran en su mayoría en condiciones óptimas y es sencillo verlas a distancia, regular cuando el color no se encuentra uniforme y se nota un desgaste de la pintura que hace que su visibilidad disminuya, y malo cuando la señales se encuentran muy gastadas al punto de que a la distancia son casi imperceptibles.

Figura 38.

Tabulación resultados del estado demarcaciones.



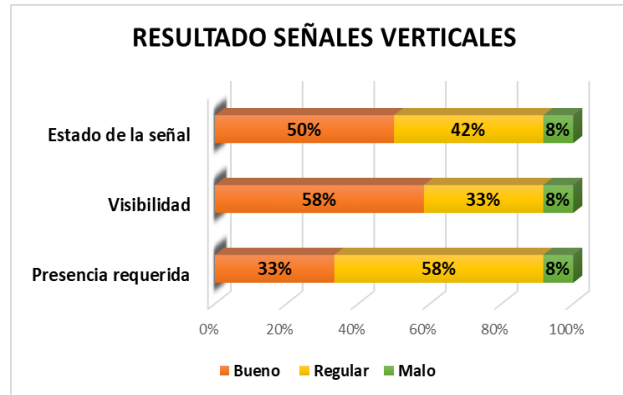
Resulta más que evidente que las demarcaciones de la zona en estudio requieren mantenimiento de manera urgente, los sectores que presentaron buena visibilidad corresponden zonas escolares y universitarias; en la parte comercial, que conglojera un alto flujo de peatones, es casi imperceptible la existencia de pasos de cebra o lugares de paradas de transporte público.

5.4 Señalización vertical

- a) Las señales verticales presentan con antelación la información que puede encontrarse en las demarcaciones, haciendo que el conductor esté más alerta a cruces de peatones, pares, salidas de vehículos, entre otros, esto refiere una presencia mínima requerida en los cruces no semafóricos. Se considera entonces bueno si en su mayoría cuentan con una señal vertical que prevenga o informe al conductor y vele por la seguridad del peatón, regular si no se observan en reiterados cruces, y mala cuando no se presenten señales verticales en el barrio de estudio.
- b) Es importante igualmente evaluar su visibilidad, se considera buena si se puede ver fácilmente y a la distancia sin obstáculos como otras señales o la arborización del andén, regular cuando se detectan en el barrio señales ocultas o de visibilidad parcial y mala cuando no es posible visualizar las señales existentes.
- c) El estado físico de la señal se relaciona igualmente con su visibilidad, pero refiere a que esta se encuentre completamente vertical y no presente papeles que modifiquen o impidan entender su mensaje, se considera bueno en caso de que la mayoría de señales presentes se encuentren en las mejores condiciones de apariencia, regular si se detectan en el barrio señales que no lo hagan y malo si las señales existentes no cuentan con una adecuación física suficiente para su funcionamiento.

Figura 39.

Tabulación resultados del estado de señales verticales.



En temas de señalización vertical, se observa la implementación de nuevas señales de materiales reflectivos que facilita al conductor conocer los pasos peatonales a una distancia considerable en las vías principales de tránsito, aun así, hay sectores mayormente residenciales donde hace falta mantenimiento en las señales existentes; respecto a demarcaciones es necesario pintar nuevamente los pasos de cebra ya que su visibilidad es prácticamente nula en gran parte de la zona.

6. Paralelismo estratégico

6.1 Datos abiertos

La ciudad inteligente, en cualquiera de sus pilares, parte de ser una ciudad pensada para las personas en sus diferentes roles y posiciones en la sociedad, haciendo de su participación un punto clave de desarrollo. Para que esto ocurra se debe contar con la infraestructura digital requerida donde se presente la información suficiente y de manera pública, no solo del estado

actual en cuanto a diversos aspectos de interés, sino también los planes y proyectos de mejora que se tienen, ayudados pues de formatos modernos y tecnológicos para que dicha base de datos sea realmente útil.

Movilidad inteligente vista desde la perspectiva del usuario debe disponer de las herramientas tecnológicas aptas para hacer el proceso más cercano a la persona, desde su planeación y ejecución, velando así por el cumplimiento de los factores que motivan su desarrollo como lo son la reducción de tiempo de viaje y aumento en la seguridad del mismo.

Partiendo de lo anterior, es de suma importancia que se tenga conocimiento de la información en campo sin importar en el rol que se desempeñe; dado que el presente proyecto se enfoca en el peatón como actor principal de la movilidad, se plantea entonces la necesidad de poner al acceso público, mediante una herramienta digital dinámica y amigable con el usuario lo que respecta, a los avances en movilidad y la infraestructura existente en la ciudad de Bucaramanga.

Viendo el ejemplo nacional de Medellín en temas de datos abiertos, se propone la realización de una plataforma de fácil acceso y amigable con el usuario que en primera instancia presente un mapeo de los cruces y pasos peatonales seguros, resaltando los que tengan semaforización peatonal con dispositivos auditivos, así como la demarcación de pasos para sillas de ruedas, zonas con acera táctil y demás dispositivos que sean de útil conocimiento para una persona que desee recorrer la ciudad de forma segura.

Lo anterior plantea la base para el desarrollo de un aplicativo que no solo muestre la ruta más cercana al destino escogido, sino que también que cumpla las normas indispensables para aumentar la comodidad y seguridad en el trayecto en una ciudad que apenas está adentrándose en un proceso paulatino de mejora y adaptación inclusiva de sus dispositivos y demarcaciones viales. Este ideal parte de pensar no solo en el habitante de Bucaramanga, sino partiendo de él y

sus necesidades, visionar de igual forma que el foráneo se sienta bienvenido y seguro en la ciudad bonita.

6.2 SemafORIZACIÓN para todos

Es innegable decir que, actualmente la capital Santandereana no cuenta con una red semafórica adecuada a las condiciones necesarias, pues como se ha expresado en fragmentos anteriores, el aumento de los vehículos que hoy transitan en nuestras vías, demandan a viva voz una inversión que sea solución para menguar el inminente riesgo que demanda el tránsito por las calles en los diferentes roles.

El crecimiento en el campo automotriz hace que la congestión vehicular aumente vertiginosamente, esto afecta de manera directa la calidad de vida de los ciudadanos ya que repercute en los índices de contaminación auditiva y ambiental, así como aumenta el tiempo de recorrido y deteriora la seguridad en el viaje. Se vuelve una necesidad latente mejorar las condiciones de tránsito de los vehículos, pero sobretodo garantizar los cruces como zonas seguras para el desplazamiento del peatón. En concordancia a ello, el municipio, mediante sus diferentes representantes y autoridades de movilidad, han adelantado algunas iniciativas para implementar un sistema semafórico de movilidad inteligente que salvaguarden los derechos fundamentales tanto de los conductores como de los peatones, sin embargo, dichos prospectos se han visto truncados por diferentes factores económicos, sociales, y aún políticos, que no han permitido dar solución a dicha problemática.

Para la ejecución de este proyecto de investigación, hemos tomado como referencia específicamente la comuna 12, pues consideramos que es uno de los sectores más transcurridos

de nuestra ciudad, y que a pesar de ser una vía tan importante, padece de una red semafórica adecuada que permita una verdadera prevención a la problemática esbozada, pues en estudio de campo, se pudo determinar que a pesar de la existencia de unidades semafóricas vehiculares, no cuentan con semáforo peatonal y mucho menos con sonorización del cruce, adicionalmente, el tiempo semafórico en diversas intersecciones hacen riesgoso el paso peatonal por las cebras demarcadas.

Ahora bien, durante años, las autoridades de tránsito y de movilidad, han desconocido que un sistema de semaforización inteligente en nuestra ciudad, es la respuesta más económica y óptima para mejorar la movilidad en Bucaramanga, trayendo consigo múltiples ventajas como la capacidad de estudiar las variables del tráfico en tiempo real, para así tomar decisiones asertivas que generen una optimización en los tiempos de viaje y ocupación vial.

Análogamente al desarrollo de este proyecto investigativo, se contempló el caso de la ciudad de Acapulco y Medellín, donde se han visto en la obligación de implementar estos dispositivos de control de tráfico, teniendo como resultado la evidente optimización de la movilidad vial y siendo partícipes de las ventajas que esta tecnología genera. A continuación, se enuncian dos dispositivos, de los muchos que ahora están a disposición en el mercado, que tienen como función hacer de un cruce semaforizado un lugar de paso seguro para el usuario.

Semáforo LED peatonal mano/mono con cronómetro de alta potencia apariencia pixel

Puesto al mercado por una empresa mexicana llamada SemaForos es un semáforo fabricado en policarbonato de alto impacto con cierre hermético y de fácil instalación y anclaje a la infraestructura existente, que presenta diodos independientes para que este no deje de funcionar

ante un corto o fallo en alguno de los puntos de luz LED; como su nombre lo indica, presenta un cronómetro de 16"x18" con una altura de 9" que garantiza su visibilidad.

Se especifica en la ficha técnica, ubicada igualmente en los anexos, que cumple con las especificaciones del instituto de ingenieros de transporte, con la normativa vigente en el país de origen y los métodos de prueba en temperatura y vibración mecánica. Su aspecto se resume en tres paneles, uno que presenta el icono de una mano en rojo para que el peatón sepa que no puede cruzar, el segundo con una silueta de persona en verde que se ilumina cuando es cruce seguro y finalmente el cronómetro que especifica el tiempo de paso restante.

Semáforos de piso

A principios del presente año, la ciudad de Bucaramanga instaló el primer semáforo de piso ubicado en la carrera 15 con calle 36. Consiste en una franja ubicada en la acera antes del paso de cebra, donde se aprecian luces LED conectadas con el semáforo para vehículos respectivo, su color varía verde o rojo dependiendo si el paso es seguro para el peatón. Esta es una alternativa adicional que no pretende reemplazar al semáforo tradicional, pensada para disminuir el riesgo de ser accidentado en una generación que ocupa su atención y tiempo en los aparatos electrónicos. Aún no se reporta de manera pública el resultado de esta prueba piloto ni la respuesta de la comunidad ante su funcionamiento.

Semáforo auditivo peatonal

Este dispositivo es compatible con cualquier lámpara o controlador de semáforo, lo que hace que su instalación sea sencilla y dependa de los dispositivos previos; cuenta con dos sonidos diferentes de acuerdo al sentido de la vía: el “cuckoo” en orientación norte-sur y el “peep-peep” en este-oeste, así mismo su volumen ajustable de acuerdo a los requerimientos del lugar y presenta la opción de adicionar mensajes de voz personalizados.

Su funcionamiento resulta básico pero esencial en el cruce semaforizado para personas de baja capacidad visual debido a que emite un sonido anunciando que el cruce peatonal es seguro y dando a entender que es momento de cruzar la calle, la frecuencia sonora aumenta notoriamente cuando el tiempo de paso está llegando a su fin para que la persona sepa que debe pasar rápidamente o tome la decisión de mejor esperar el siguiente cambio de luz.

Los sonidos son aprobados por las autoridades de transporte americanas y sus aplicaciones abarcan cualquier espacio público o privado donde se encuentre un cruce peatonal, contribuyendo así a la disminución de accidentes donde hay un peatón involucrado y haciendo de la ciudad un espacio seguro para persona con debilidad visual y personas de la tercera edad.

Aquí conviene detenerse y entender que el resultado de esta tecnología es exclusivamente evitar demoras injustificadas en el tráfico, siendo necesario analizar que lo que tarda un vehículo en transitar de un lugar, ya que además de ser un problema social para los conductores debido a las demoras, también es un inconveniente ambiental, pues entre mayor tiempo que los vehículos transiten en las vías, mayores son las emisiones de gases hacia el medio ambiente.

Es por dichas razones que, esta propuesta de semaforización permitiría mitigar en todos los aspectos negativos tanto económicos, de tiempo, ambientales, de seguridad y demás que padecen hoy la comunidad bumanguesa.

Ahora bien, hemos dicho ya que la accidentalidad es un factor que en la ciudad de Bucaramanga deja miles de peatones y conductores lesionados cada año, siendo este un factor clave que influye considerablemente en la necesidad de regular e implementar estrategias de señalización y visibilidad que activen la capacidad de maniobrabilidad o reacción de los mismos al presentarse una situación que lo requiera.

Continuando con las estadísticas reportadas por las respectivas autoridades de tránsito y movilidad, en el año 2018 se presentaron al menos 1.740 accidentes en los cuales se presentaron múltiples daños en vehículos que según los estudios, fueron el resultado del irrespeto las señales de tránsito, donde el 42% del total de accidentes, fueron justificados con ocasión a la falta de visibilidad hacia las señales y hacia otros vehículos debido a la distribución de los edificios en las intersecciones que no permiten una reacción oportuna e inmediata (González, 2018).

Es por todo lo anteriormente dicho que, este proyecto de investigación cobra importancia, entendiendo que el sistema de semaforización inteligente en nuestra ciudad, es de vital importancia en la prevención de accidentes, dando aviso a los conductores sobre la presencia de otros vehículos al acercarse a una intersección y de esta forma puedan reducir su velocidad y transitar de manera precavida.

6.3 Pasos peatonales más seguros

Las demarcaciones y señales verticales en los cruces no semaforizados son otro punto importante a tratar cuando se dispone a hacer una mejora en la seguridad del peatón, el estudio de caso arroja un resultado desconcertante debido a que los pasos de cebra y señalización de

cruces presentan falencias en su estado y visibilidad no únicamente para el conductor sino para el mismo peatón.

Únicamente en el año 2019 en el periodo de enero a agosto se han presentado 35 accidentes fatales, de los cuales 15 de ellos son peatones o ciclistas, y en el año 2018 se presentaron 61 víctimas de accidentes fatales en el que un 44% de las víctimas fueron peatones según lo reporta la dirección de tránsito de Bucaramanga (González, 2019).

Como solución primaria existe la necesidad de pintar nuevamente la cebra con los materiales y la técnica de aplicación especificada en la normativa vigente, así como el mantenimiento de señales verticales que presentan desviación por choques previos y adecuación de vegetación que llega a impedir su visibilidad.

No obstante, el desarrollo de nuevos tipos de pintura amigable con el medio ambiente representa una alternativa dado la necesidad de su mantenimiento, la pintura patentada por Pintuco, también conocida como geo pintura, tiene como materia prima el plástico frío con catalizador en dos componentes basadas en resinas metil metacrilato 100% puro, diseñada según la norma NTC 1360, y asegura en su ficha técnica el aumento de fricción de la superficie, lo que reduce en gran medida el riesgo de un accidente para quien pase sobre esta, sea peatón, moto, bus o auto; así mismo el relieve que provoca la aplicación de esta pintura cuenta con esferas retrorreflectiva que permiten un aumento considerable en la visibilidad tanto diurna como nocturna de la demarcación. Los beneficios adicionales de la aplicación del producto son el secado rápido, su dureza y la durabilidad en cuanto a la conservación de su buen estado como la prolongada retrorreflectividad de la misma.

Así mismo, partiendo de la necesidad de hacer de la cebra un espacio seguro para el peatón, es necesario que sea realmente visible, la propuesta realizada en Valencia, España es viable para la

ciudad de Bucaramanga, que ha comenzado a utilizar capta faros con funcionamiento con base en pequeños paneles solares en dispositivos que demarcan con luces LED la separación de los carriles e iluminan el recorrido de la vía, lo que ha sido un verdadero avance para la movilidad del municipio, pues no solamente ha generado una mayor visibilidad de la demarcación en las vías sino que la misma ha proyectado a nuestro Municipio como una ciudad más moderna, estéticamente atractiva y lo mejor, con bajos gatos de inversión; así pues es posible ubicarlos en la posición de la cebrá aumentando su visibilidad a distancia y asegurando la atención de los diferentes actores.

Colombia ha empezado un proceso de reciclaje debido a la necesidad de procesar los residuos que día a día se producen, “La meta nacional es llegar a reciclar el 30% de los residuos sólidos, para el año 2023” “Bucaramanga no se puede quedar atrás” según lo mencionó el jefe de Gobernanza de la Alcaldía de Bucaramanga, Manuel Azuero.

El gobierno de la ciudad ha destinado aproximadamente 3.100 millones de pesos para el cumplimiento de este objetivo, esto brinda una oportunidad para el aprovechamiento de los productos de dicho proceso, utilizando los materiales producto del reciclaje para la delimitación de vías y el direccionamiento de los senderos peatonales, lo que se puede lograr a través de bolardos y capta faros.

Según el Ministerio del Medio Ambiente, al año el país “produce” cerca de 5’300.000 de llantas, que pesan aproximadamente 100 mil toneladas que producen residuos de caucho que en su mayoría no son utilizados, es por dicha razón que esta propuesta es una solución ambiental y además un aprovechamiento económico de los recursos.

6.4 Cultura

Como se ha mencionado, las ciudades inteligentes son una realidad latente que busca la actualización de infraestructura física y digital desde diferentes ámbitos de estudio con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, haciendo de la ciudad un espacio de todos y pensado para todos. No obstante, al caso específico del presente proyecto y en razón a factores de análisis en la zona estudio, se evidenció cómo la imprudencia y falta de cultura vial y ciudadana, por parte no solo de los conductores sino de los mismos peatones, es un agravante en la situación de movilidad urbana.

Se tiene conocimiento en este punto de la deficiencia en el estado de las señalizaciones, demarcaciones y dispositivos de control de tráfico, siendo un factor preocupante que perjudica gravemente la seguridad del peatón en su recorrido, pero no se puede obviar el hecho de que lo anterior no refiere a la única razón por la cual el desplazamiento a pie representa un riesgo para quien lo realiza; el vehículo que ocupa la cebra, el conductor que acelera su auto en amarillo, el peatón que no mira el tráfico antes de cruzar o el que pasa en diagonal para disminuir su trayecto, son unos pocos de los muchos casos que se presencian a diario en las calles de la ciudad y que desafortunadamente llegan a causar accidentes y percances en la vía.

La última semana del mes de septiembre del 2019 la agencia nacional de seguridad vial realizó la estrategia “La seguridad vial se toma tu ciudad” donde se presentaron de forma gratuita, dinámica y pedagógica una serie de actividades de sensibilización con el fin de que la población conozca la importancia de ser responsables en la vía sea cual sea el rol que desempeñe abarcando desde conducción preventiva para motociclistas y seguridad para bici usuarios hasta educación vial para peatones y adultos mayores.

La importancia de actividades de esta índole hace que Bucaramanga avance a paso lento pero seguro en temas de movilidad inteligente, concientizando desde el más pequeño hasta al más grande de su papel en la transformación a la ciudad en la que se quiere vivir.

7. Conclusiones

En referente a la bibliografía consultada, es correcto afirmar a manera de conclusión que el concepto de ciudad inteligente es evolutivo, desde su primera mención a finales del siglo XX hasta la actualidad sus características se adaptan a las necesidades propias de cada territorio, su fundamento prevalece dando respuesta a los desafíos que se presentan mediante el uso asertivo de herramientas innovadoras y avances tecnológicos.

La revisión bibliográfica demuestra que la movilidad siempre estuvo presente en las diversas propuestas de ciudad inteligente, sin embargo, responde más ampliamente al modelo propuesto por la Technische Universitat Wien (2014) donde no solo se convierte en uno de los seis pilares fundamentales, sino que enmarca su desarrollo como parte de la unión inteligente que se requiere para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Así mismo, que la movilidad inteligente corresponde a un eje primordial para el desarrollo de las ciudades, representando un modelo sostenible en la vida y en los entornos urbanos, planteando reducir la congestión vehicular, disminuyendo la emisión de gases contaminantes y además prometiéndolo un sistema inclusivo de usuarios autónomos.

El peatón representa el primer enfoque para el desarrollo de un espacio de movilidad incluyente, contemplada en la pirámide jerárquica de movilidad del plan de ordenamiento territorial vigente; donde todas las personas gocen plenamente del derecho inalienable de poder desplazarse de manera libre y segura. La persona con movilidad reducida, el adulto mayor de paso lento e inestable, el invidente, quien debe llevar un coche o un tanque de oxígeno, entre muchos otros, son actores que requieren de infraestructura especial y necesaria, al igual que un automóvil, para garantizar su seguridad al desplazarse, se olvidan en la planeación del espacio público y se han dejado de lado como factor irrelevante cayendo en la ironía de no pensar en el ciudadano como eje central de la ciudad.

Tras el estudio cualitativo de zona en la comuna 12 se demuestra que la capital Santandereana es una ciudad de mínima competitividad en elementos de infraestructura, siendo deficiente en temas de movilidad inteligente por sus falencias en materia de semaforización, señalización vertical, demarcaciones e infraestructura de andenes, evidenciándose entonces la falta de seguridad, accesibilidad e inclusión que la misma representa. El resultado del trabajo en campo enmarca las principales problemáticas radicadas en el andén como espacio público que no presenta las condiciones básicas para que, sin distinción alguna, las personas logren desplazarse óptimamente al recorrer la ciudad, así como la falta de mantenimiento en las demarcaciones de cruce de cebra, siendo estas últimas indispensables conformando la zona segura para el peatón sino advirtiendo al conductor y evitando así un posible accidente.

Anexo al presente artículo se encuentra el entregable correspondiente a una guía de recomendaciones realizadas a partir del resultado de los datos tomados en campo y la búsqueda de soluciones que han logrado su cometido en otros lugares con condiciones similares, buscando adaptarse a las necesidades de los usuarios en materia de movilidad, teniendo en cuenta los

distintos factores característicos de la ciudad que sirvan para transformar la movilidad convencional a una movilidad inteligente.

8. Recomendaciones

Movilidad inteligente responde a la problemática del desplazamiento óptimo en la ciudad, el presente documento tiene su enfoque en el peatón como actor principal y las recomendaciones se enmarcan bajo la necesidad en infraestructura que este requiere. No obstante, existen otros actores que responden al desplazamiento en bicicleta y el uso de transporte público que representan otro enfoque para darle continuidad al proceso.

El estudio de caso realizado se toma como fractal de la ciudad, no obstante, para la continuación y profundización de la temática a tratar se recomienda realizar el análisis con las comunas restantes de Bucaramanga con la finalidad de corroborar y ampliar la información presentada.

Referencias Bibliográficas

Alumbrado Publico, Smart Cities. (2018). *Smart Lighting*.

Alvarez Guerrero, J., Marín Ochoa, B. E., & Amaya Fernandez , F. (2015). *Propuesta de construcción de ciudades inteligentes en Colombia con la participación de la ciudadanía*. Obtenido de Metodología Adaptativa para el desarrollo de Ciudades Inteligentes y Sostenibles.

Álvarez Guerrero, J., Marín Ochoa, B. E., & Amaya Fernández, F. (2016). *Propuesta metodológica para el desarrollo de ciudades sostenibles en Colombia mediante la integración de las TIC*. Obtenido de Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI: <https://acofipapers.org/index.php/eiei2016/2016/paper/viewFile/1795/692>

Álvarez Valencia, C. (2016). *La movilidad sostenible como política global y su consolidación hacia el futuro en la ciudad de Medellín en respuesta a la ocupación territorial y sus problemáticas*. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/52870/1/43876410.2016.pdf>

Antiroiko, A.-V., Bailey, S., & Valkama, P. (Noviembre de 2013). *Smart Cities in the new service economy: Building platforms for smart services*. Obtenido de Al&Society: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2467900

Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *Guía Metodológica: Iniciativa ciudades emergentes y sostenibles*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/desarrollo-urbano-y-vivienda/programa-ciudades-emergentes-y-sostenibles>

Carrillo Guajardo-Fajardo, F. J. (Septiembre de 2018). *"El nuevo rol de las ciudades" La Smart City: El verdadero reto del S.XXI*. Obtenido de Desarrollo y Planificación Estratégica de la Ciudad Inteligente: http://www3.uah.es/iaes/publicaciones/DT_09_18.pdf

- Cedó, F. (7 de Septiembre de 2017). *La vanguardia*. Obtenido de La vanguardia:
<https://www.lavanguardia.com/local/maresme/20170907/431030127701/santa-susanna-smart-destination-senalizacion-inteligente.html>
- Centro de Investigación de las Telecomunicaciones. (2018). *Ciudades Inteligentes: Bases de un modelo de medición de la inteligencia de la ciudad*. Obtenido de
https://invattur.softvt.com/ficheros/noticias/129132022E61A_CiudadesInteligentes_Cintel.pdf
- Cluster Citizem . (marzo de 2018). *Guia de soluciones y tecnologías para municipios inteligentes v 1.0*. Obtenido de The Gateway to Innovation:
<http://clustercitizem.com/2018/03/06/guia-soluciones-tecnologias-municipios-inteligentes/>
- Colombia Inteligente. (3 de Septiembre de 2019). *Informe de gestión 2018-2019*. Obtenido de
<https://www.colombiainteligente.org/index.php/noticias/tendencias-y-estudios/otros/3168-andi-informe-de-gestion-2018-2019>
- Deloitte. (2014). Africa is ready to leapfrog the competition through smart cities technology.
- Deloitte. (s.f.). *Being smart about creating smart cities*. Obtenido de
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/risk/us-deloitte-advisory-being-smart-about-creating-smart-cities.pdf>
- Desarrollan pinturas de plástico en frío para demarcación vial. (2013). *Inpra Latina*.
- Dirección de tránsito. (2016). *Macroproceso gestión de la seguridad vial, proceso plantamiento vial*. Bucaramanga.
- Fiamma Perez Prada, G. V. (s.f.). MOVILIDAD INTELIGENTE. *Economía Industrial*, 118.

Friedrich-Ebert-Stiftung. (2017). *Más allá de los límites, Apuntes para na movilidad inclusiva* .

Quito, Ecuador: Primera Edición .

González, N. R. (2018). *Accidentes de Tránsito*. Bucaramanga.

González, N. R. (2019). *Accidentes Fatales*. Bucaramanga.

Gutiérrez, A. (2016). Cruces inteligentes. *Revista DGT*.

Herce, M. (2009). *Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano*. Barcelona : Reverté.

Houghton, J., Reiners , J., & Lim, C. (Junio de 2009). *Transporte Inteligente, Cómo mejorar la movilidad en las ciudades*. New York, Estados Unidos de América: IBM Global Services. Obtenido de IBM Global Business Services: https://www.academia.edu/8607875/Transporte_inteligente_C%C3%B3mo_mejorar_la_movilidad_en_las_ciudades_IBM_Global_Business_Services_IBM_Institute_for_Business_Value

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo de México. (Noviembre de 2016). *Movilidad interigente: diagnóstico de la situación actual en México*. Obtenido de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Movilidad-Inteligente.pdf>

Interempresas. (9 de Septiembre de 2014). Obtenido de Interempresas: https://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal/Articulos/126839-Lorenzini-comercializa-Chile-radar-aforador-Metis-desarrollado-Lacroix-Senalizacion.html

Interempresas. (3 de Julio de 2017). Obtenido de Interempresas: https://www.interempresas.net/Smart_Cities/Articulos/189781-Lacroix-Senalizacion-Lacroix-Traffic-inauguran-instalaciones-Alcobendas-Madrid.html

- Jiménez Gómez, C. E. (Noviembre de 2014). *"Smart Government": un paso más allá del gobierno abierto*. Obtenido de XIX Congreso Internacional del CLAAD sobre la reforma al estado y la administración pública: <https://orcid.org/0000-0001-7777-1936>
- La DGT instala 16 equipos de señalización dinámica de ciclistas en cuatro carreteras autonómicas de La Rioja. (17 de Noviembre de 2017). *EcoDiario*.
- Lizarraga, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. En *Economía, sociedad y territorio VOL VI* (págs. 283-321). Granada, España.
- Manresa, P. R. (8 de Marzo de 2012). *Gestores de Residuos*. Obtenido de Gestores de Residuos.
- Maza Ávila , F., & Agámez Arias, A. (2012). La infraestructura de movilidad y su relación con el desarrollo económico y la competitividad . *Panorama Económico* , 147-164.
- Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo. (2006). Sistemas de transporte inteligentes. En *Módulo 4e Transporte sostenible* (págs. 38-60). Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft fur.
- Neirotti, P. (2013). Current trends in smart City initiatives: Some stylised facts. En P. Neirotti.
- Pérez Prada, F., Velázquez Romera, G., Fernández Añez, V., & Dorao Sánchez, J. (2015). *Movilidad Inteligente*. Obtenido de Centro de Investigación del Transporte TRANS y T-UPM: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5248694>
- Quintero González, J. R., & Prieto Vaca, L. F. (2015). Sistemas inteligentes de transporte y nuevas tecnologías en el control y la administración del transporte. *Puente Revista Científica*, 53-62.
- RicardoGonzález, N. (2019). *Accidentes Fatales* . Bucaramanga.
- Rozga Luter, R. (28 de Agosto de 2017). *Ciudad inteligente- Concepto en discusión* . Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/3731/1/035-Rozga.pdf>

- Secretaría de planeación, Alcaldía de Bucaramanga . (Mayo de 2014). *Plan de ordenamiento territorial de Bucaramanga segunda generación 2013-2027*. Obtenido de <http://www.concejodebucaramanga.gov.co/pot-2012-2027/tomo02.pdf>
- Secretaría distrital planeación Bogotá. (2014). *Infraestructura de movilidad para la integración metropolitana*. Obtenido de <http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/infraestructura.pdf>
- Serrano Romero, R. O. (2019). *Movilidad urbana y espacio público*. Bogotá, Colombia: DGP Editores, SAS.
- Siroka Fernández, D. (2017). Factores de Desarrollo de las Ciudades Inteligentes . *Revista Universitaria de Geografía*, 135-152.
- URBACT Driving change for better cities. (27 de Junio de 2017). *Braga- Movilidad urbana sostenible, inclusiva e inteligente para todos*. Obtenido de https://urbact.eu/sites/default/files/media/article_es_2.pdf
- Wysocky, K. (22 de Diciembre de 2014). Roosegaarde, el holandés que quiere revolucionar las carreteras. *BBC*.

9. Anexos

Anexo A. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio El Jardín.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	El jardín
--------	-----------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	No presenta		
Visibilidad y apariencia	No presenta		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad	x		

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida	x		
Visibilidad	x		
Estado de la señal	x		

Observaciones. Zona residencial y universitaria, las instituciones educativas invierten en la señalización
--

Anexo B. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Los Cedros.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Los cedros
--------	------------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias			x
Superficie podotáctil			x
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	No presenta		
Visibilidad y apariencia	No presenta		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida		x	
Visibilidad		x	
Estado de la señal		x	

Observaciones. Zona netamente residencial

Anexo C. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Nuevo Sotomayor

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Nuevo Sotomayor
--------	-----------------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia		x	

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad			x

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida	x		
Visibilidad	x		
Estado de la señal	x		

Observaciones. Zona intervenida en la parte residencial

Anexo D. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Terrazas.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Terrazas
--------	----------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	No presenta		
Visibilidad y apariencia	No presenta		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida		x	
Visibilidad	x		
Estado de la señal	x		

Observaciones. Zona residencial y comercial, los negocios intervienen ligeramente en las demarcaciones
--

Anexo E. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Pan de Azúcar.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Pan de azúcar
--------	---------------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil			x
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	No presenta		
Visibilidad y apariencia	No presenta		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida		x	
Visibilidad	x		
Estado de la señal	x		

Observaciones. Zona residencial y comercial

Anexo F. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Puerta del Sol.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Puerta del sol
--------	----------------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias			x
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia	x		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad	x		

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida	x		
Visibilidad		x	
Estado de la señal		x	

Observaciones. Zona residencial y comercial

Anexo G. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Conucos.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Conucos
--------	---------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia	x		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida	x		
Visibilidad		x	
Estado de la señal		x	

Observaciones. Zona residencial, comercial y de servicio de la salud.

Anexo H. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Mercedes.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Mercedes
--------	----------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia	x		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida		x	
Visibilidad	x		
Estado de la señal		x	

Observaciones. Zona residencial y de servicio de la salud

Anexo I. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Bolarquí.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Bolarquí
---------------	----------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico		x	
Visibilidad y apariencia	x		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida	x		
Visibilidad		x	
Estado de la señal		x	

Observaciones. Zona residencial y de servicio de la salud. Intervenido por edificaciones recientes.

Anexo J. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Sotomayor.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Sotomayor
--------	-----------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal		x	
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia		x	

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad			x

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida			x
Visibilidad			x
Estado de la señal			x

Observaciones. Zona residencial y comercial. Falta mantenimiento y control

Anexo K. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio Cabecera del Llano.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	Cabecera del llano
--------	--------------------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil		x	
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal		x	
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia		x	

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida		x	
Visibilidad		x	
Estado de la señal		x	

Observaciones. Zona residencial y comercial. Falta mantenimiento y control

Anexo L. Plantilla estudio en campo, Comuna 12, Barrio La floresta.

ESTUDIO DE CAMPO: COMUNA 12

Barrio	La floresta
--------	-------------

Andenes	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Dimensiones reglamentarias		x	
Superficie podotáctil			x
Rampas de acceso			x

Semaforización	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Semaforización peatonal	No presenta		
Funcionamiento básico	x		
Visibilidad y apariencia	x		

Demarcaciones	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Visibilidad		x	

Señalización vertical	Estado		
	Bueno	Regular	Malo
Presencia requerida		x	
Visibilidad	x		
Estado de la señal	x		

Observaciones. Zona netamente residencial.
--

Anexo M. Movilidad inteligente: Propuesta aplicables a la ciudad de Bucaramanga



MOVILIDAD INTELIGENTE APLICADA A BUCARAMANGA.

Bucaramanga es una ciudad en la cual el parque automotor crece día a día de manera significativa, aproximadamente en el año 2017 los vehículos que entraron a circular fueron aproximadamente 28.000 generando un aumento significativo para la infraestructura vial, no obstante, es evidente que las vías existentes no cumplen las condiciones adecuadas en cuanto a señalización y semaforización, para dar una buena movilidad tanto a peatones como para conductores.



SABIAS QUE:

En el año 2018 se presentaron aproximadamente 2100 accidentes de tránsito con lesionados en el que por lo menos 60 personas fueron víctimas fatales según el reporte entregado por la dirección de tránsito de Bucaramanga.



Es por dicha razón que es necesario implementar ciertas medidas de prevención y optimización de tiempos de desplazamiento mediante señales y dispositivos de señalización que generen una disminución en las cifras de accidentalidad pero que no representen "dificultad" para su implementación.

Es por eso que en este estudio se propone adaptar propuestas ya existentes en otras ciudades que han sido aplicadas con éxito y que podrán reducir el impacto social generado por el tráfico.

LA MOVILIDAD INTELIGENTE BUSCA QUE TENGAS ACCESO A LAS RUTAS MAS CONVENIENTES.

La ciudad inteligente, en cualquiera de sus pilares, parte de ser una ciudad pensada para las personas en sus diferentes roles y posiciones en la sociedad, haciendo de su participación un punto clave de desarrollo. Para que esto ocurra se debe contar con la infraestructura digital requerida donde se presente la información suficiente y de manera pública, no solo del estado actual en cuanto a diversos aspectos de interés, sino también los planes y proyectos de mejora que se tienen, ayudados pues de formatos modernos y tecnológicos para que dicha base de datos sea realmente útil.



Partiendo de lo anterior, es de suma importancia que el usuario disponga de las herramientas tecnológicas y que tenga conocimiento de la información en campo sin importar en el rol que se desempeñe.

Se propone la realización de una plataforma de fácil acceso y amigable con el usuario que en primera instancia presente un mapeo de los cruces y pasos peatonales seguros, resaltando los que tengan semaforización peatonal con dispositivos auditivos, así como la demarcación de pasos para sillas de ruedas, zonas con acera táctil y demás dispositivos que sean de útil conocimiento para una persona que desee recorrer la ciudad de forma segura.



Lo anterior plantea la base para el desarrollo de un aplicativo que no solo muestre la ruta más cercana al destino escogido, sino que también que cumpla las normas indispensables para aumentar la comodidad y seguridad en el trayecto en una ciudad que apenas está adentrándose en un proceso paulatino de mejora y adaptación inclusiva de sus dispositivos y demarcaciones viales.

LA MOVILIDAD INTELIGENTE ES SEMAFORIZACIÓN PARA TODOS

Es innegable decir que, actualmente la capital Santandereana no cuenta con una red semafórica adecuada a las condiciones necesarias, ya que, debido al aumento de los vehículos que hoy transitan en nuestras vías, se requiere una inversión que sea solución para menguar el inminente riesgo que demanda el tránsito por las calles en los diferentes roles.

El crecimiento en el campo automotriz hace que la congestión vehicular aumente vertiginosamente, esto afecta de manera directa la calidad de vida de los ciudadanos ya que repercute en los índices de contaminación auditiva y ambiental, así como aumenta el tiempo de recorrido y deteriora la seguridad en el viaje. Se vuelve una necesidad latente mejorar las condiciones de tránsito de los vehículos, pero sobretodo garantizar los cruces como zonas seguras para el desplazamiento del peatón.

Se ha tomado como referencia específicamente la comuna 12, pues se considera que es uno de los sectores más transcurridos de nuestra ciudad, y que a pesar de ser un sector tan importante, padece de una red semafórica adecuada que permitan una verdadera prevención a la problemática esbozada ya que a pesar de la existencia de unidades semafóricas, estas son únicamente vehiculares y no tienen en cuenta al peatón.

Un sistema de semaforización inteligente en nuestra ciudad, es la respuesta más económica y óptima para mejorar la movilidad en Bucaramanga, trayendo consigo múltiples ventajas como la capacidad de estudiar las variables del tráfico en tiempo real, para así tomar decisiones asertivas que generen una optimización en los tiempos de viaje y ocupación vial.

A continuación, se enuncian dos dispositivos, de los muchos que ahora están a disposición en el mercado, que tienen como función hacer de un cruce semaforizados un lugar de paso seguro para el usuario.

El presente capítulo está fundamentado en la normativa técnica colombiana, y su ejecución está ceñida a los parámetros que dicha normativa contempla.

- MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL, 2015, MINISTERIO DE TRANSPORTE, CAPITULO 7.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4695. ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FISICO. SENALIZACION PARA TRANSITO PEATONAL EN EL ESPACIO PUBLICO URBANO
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4902. ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FISICO. CRUCES PEATONALES A NIVEL. SENALIZACION SONORA PARA SEMAFOROS PEATONALES.





Semáforo LED peatonal de apariencia pixel

Este semáforo es exclusivamente para peatones, su aspecto se resume en tres paneles, uno que presenta el icono de una mano en rojo para que el peatón sepa que no puede cruzar, el segundo con una silueta de persona en verde que se ilumina cuando es cruce seguro y finalmente el cronómetro que especifica el tiempo de paso restante, advirtiendo al peatón si cuenta con el tiempo requerido para realizar su cruce con seguridad.



Semáforos de piso

Este dispositivo consiste en una franja ubicada en la acera antes del paso de cebra, donde se aprecian luces LED conectadas con el semáforo para vehículos respectivo, su color varía verde o rojo dependiendo si el paso es seguro para el peatón. Esta es una alternativa adicional que no pretende reemplazar al semáforo tradicional, pensada para disminuir el riesgo de ser accidentado en una generación que ocupa su atención y tiempo en los aparatos electrónicos.



Semáforo auditivo peatonal

Su funcionamiento resulta básico pero esencial en el cruce semaforizado para personas de baja capacidad visual debido a que emite un sonido anunciando que el cruce peatonal es seguro y sea momento de cruzar la calle, la frecuencia sonora aumenta notoriamente cuando el tiempo de paso está llegando a su fin para que la persona sepa que debe pasar rápidamente o tome la decisión de esperar el siguiente cambio de luz.

**LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DICHO DISPOSITIVOS
SE ANEXAN AL FINAL DEL DOCUMENTO**

LA MOVILIDAD INTELIGENTE PRIORIZA TU SEGURIDAD COMO PEATÓN.

Las demarcaciones y señales verticales en los cruces no semaforizados son otro punto importante a tratar cuando se dispone a hacer una mejora en la seguridad del peatón. Únicamente en el año 2019 en el periodo de enero a agosto se han presentado 35 accidentes fatales, de los cuales 15 de ellos son peatones o ciclistas, y en el año 2018 se presentaron 61 víctimas de accidentes fatales en el que un 44% de las víctimas fueron peatones según lo reporta la dirección de tránsito de Bucaramanga (González, Accidentes Fatales, 2019).

Como solución primaria existe la necesidad de pintar nuevamente la cebrá con los materiales y la técnica de aplicación especificada en la normativa vigente, así como el mantenimiento de señales



verticales que presentan desviación por choques previos y adecuación de vegetación que llega a impedir su visibilidad.

No obstante, el desarrollo de nuevos tipos de pintura amigable con el medio ambiente representa una alternativa dada la necesidad de su mantenimiento, la pintura patentada por Pintuco, también conocida como geo pintura, asegura en su ficha técnica el aumento de fricción de la superficie, lo que reduce en gran medida el riesgo de un accidente para quien pase sobre esta, sea peatón, moto, bus o auto; así mismo el relieve que provoca la aplicación de esta pintura permite un aumento considerable en la visibilidad tanto diurna como nocturna de la demarcación.

Otra alternativa partiendo de la necesidad de hacer de la cebra un espacio seguro para el peatón, es que dichos pasos de cebra sean realmente visibles, la propuesta realizada en Valencia, España es un modelo que cumple con dichas características.

Dicha alternativa consiste en un paso de cebra en el cual no se utilizan demarcaciones sino paneles LED que aumentan la visibilidad.

Adicionalmente es viable para la ciudad de Bucaramanga, que ha comenzado a utilizar capta faros con funcionamiento con base en pequeños paneles solares en dispositivos que demarcan con luces LED la separación de los carriles e iluminan el recorrido de la vía.



Colombia ha empezado un proceso paulatino de reciclaje debido a la necesidad de procesar los residuos que día a día se producen, "La meta nacional es llegar a reciclar el 30% de los residuos sólidos, para el año 2023" "Bucaramanga no se puede quedar atrás" según lo mencionó el jefe de Gobernanza de la Alcaldía de Bucaramanga, Manuel Azuero.

El gobierno de la ciudad ha destinado aproximadamente 3.100 millones de pesos para el cumplimiento de este objetivo, esto brinda una oportunidad para el aprovechamiento de los productos de dicho proceso, utilizando los materiales producto del reciclajes para la delimitación de vías y el direccionamiento de los senderos peatonales son importantes a través de bolardos y capta faros. Según el Ministerio del Medio Ambiente, al año el país "produce" cerca de 5'300.000 de llantas, que pesan aproximadamente 100 mil toneladas que producen residuos de caucho que en su mayoría no son utilizados, es por dicha razón que esta propuesta es una solución ambiental y además un aprovechamiento económico de los recursos.

El presente capítulo está fundamentado en la normativa técnica colombiana, y su ejecución está ceñida a los parámetros que dicha normativa contempla.

- MANUAL DE SEÑALIZACION VIAL, 2015, MINISTERIO DE TRANSPORTE, CAPÍTULO 2 Y 3.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC4739. LAMINAS RETRORREFLECTIVAS PARA CONTROL DEL TRANSITO.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1360. PINTURAS EN FRIO PARA DEMARCACIÓN DE PAVIMENTOS.
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4744. APLICACION DE MATERIALES PARA LA DEMARCAACION DE PAVIMENTOS.

LA MOVILIDAD INTELIGENTE EMPIEZA POR TI



Como se ha mencionado, las ciudades inteligentes son una realidad latente que busca la actualización de infraestructura física y digital desde diferentes ámbitos de estudio con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, haciendo de la ciudad un espacio de todos y pensado para todos. Dos factores presentes en ciudad son la imprudencia y falta de cultura vial y ciudadana, por parte no solo de los conductores sino de los mismos peatones, que son agravantes en la situación de movilidad urbana.

Se tiene conocimiento en este punto de la deficiencia en el estado de las señalizaciones, demarcaciones y dispositivos de control de tráfico, siendo un factor preocupante que perjudica gravemente la seguridad del peatón en su recorrido, pero no se puede obviar el

hecho de que lo anterior no refiere a la única razón por la cual el desplazamiento a pie representa un riesgo para quien lo realiza; el vehículo que ocupa la cebra, el conductor que acelera su auto en amarillo, el peatón que no mira el tráfico antes de cruzar o el que pasa en diagonal para disminuir su trayecto son unos pocos de los muchos casos que se presencian a diario en las calles de la ciudad y que desafortunadamente llega a causar accidentes y percances en la vía.

La última semana del mes de septiembre del 2019 la agencia nacional de seguridad vial realizó la estrategia "La seguridad vial se toma tu ciudad" donde se presentaron de forma gratuita, dinámica y pedagógica una serie de actividades de sensibilización con el fin de que

La población conozca la importancia de ser responsables en la vía sea cual sea el rol que desempeñe abarcando desde conducción preventiva para motociclistas y seguridad para bici usuarios hasta educación vial peatones y adultos mayores.



La importancia de actividades de esta índole hace que Bucaramanga avance a paso lento pero seguro en temas de movilidad inteligente, concientizando desde el más pequeño hasta al más grande de su papel en la transformación a la ciudad en la que se quiere vivir.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS

SEMÁFORO AUDITIVO PEATONAL

CARACTERÍSTICAS GENERALES

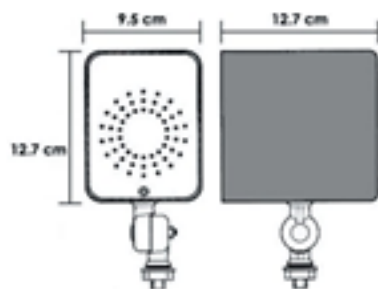
- Es compatible con cualquier lámpara peatonal y cualquier controlador de semáforos.
- Cuenta con dos sonidos diferentes.
- Es posible colocar 2 dispositivos en un mismo cruce, con sonidos diferentes, sin confundir al peatón.
- Su volumen es ajustable para evitar la contaminación auditiva en el cruce.
- Sonidos aprobados por Autoridades de transporte americanos.
- Mensaje de voz personalizables opcionales.
- Sonido inhibitorio o botón temporizador (opcional). Funcionamiento
- Cualquier espacio público o privado donde se requiera un cruce peatonal con dispositivo audible que indique a las personas con debilidad visual o de la tercera edad cuando deben cruzar la calle.

- 1) Contribuye a la reducción de accidentes peatón-vehículo.
- 2) Incrementa la velocidad y seguridad de peatón al cruzar la calle.
- 3) Mayor seguridad para las personas con debilidad visual y de la tercera edad, quienes centran su atención en la señal audible.

Dimensiones: 12.7 cm de alto x 9.5 cm de ancho x 12.7 cm de largo.

Voltaje: 115 VAC +/- 22% (220 VAC, opcional).

Peso: 1.3 kg.



Sonido	Orientación
(▶) Cuckoo	(Norte / Sur)
(▶) Peep-peep	(Este / Oeste)



SEMÁFORO LED PEATONAL MANO/MONO CON CRONOMETRO DE ALTA POTENCIA APARIENCIA PIXEL

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Semáforo led peatonal tipo americano con cronómetro de 16" x 18".
- Fabricado en policarbonato de alto impacto con cierre hermético y de fácil instalación.
- Gran eficacia y larga vida de la luz emitida por los diodos.
- La falla de un diodo específico en los símbolos de la mano o la persona, no producirá un efecto en serie para que otros diodos fallen.
- Se ajusta automáticamente a los intervalos programados en el controlador de semáforos.
- Fáciles de instalar y remover.
- La altura de los dígitos del cronómetro es de 9" para mayor visibilidad.
- Cronómetro de led en color ámbar y peatón en color blanco.
- Caja de policarbonato de alto impacto con cierre hermético.

Voltaje de operación: 110 volts.

Opera de 40°C hasta + 74° C. Factor de potencia mayor a 0.9. Distorsión de armónicas <20%.



SEMÁFORO LED HORIZONTAL PARA CRUCE DE PEATONES

CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Fabricado en vidrio templado de alta resistencia con superficie antirresbaladizo.
- De fácil mantenimiento; solo desatornille para reemplazar el producto.
- Resistente al agua.
- Sincronizado con semáforos peatonales.
- Diseño novedoso, cubierto por una superficie de acero inoxidable.
- Ajuste de brillo automático en luz ambiente.
- Sensor que medirá la luz ambiental y será capaz de atenuarse en un rango de 20% hasta 100%.
- Medida de la superficie luminosa: 95.4 cm de largo x 8 cm de ancho.
- Dimensiones: 100 cm de largo x 13 cm de ancho x alto 8.3 cm.

Voltaje de funcionamiento 12 W- 45 W

Longitud de onda color verde: 505 nm

Longitud de onda color rojo: 625 nm

INSTALACIÓN

Su instalación es sencilla y consiste en:

1. Realizar una ranura sobre el pavimento de 1,2 o 3 metros dependiendo de la longitud del semáforo led.
2. El ancho de la misma deberá de ser de 13 cm.
3. La profundidad de 8.5 cm.
4. Deberá colocar el marco en la ranura, si la ranura es mucho más grande para el marco incrustado, utilice cemento y asegúrese de que no haya espacio entre ellos.
5. Coloque el semáforo led horizontal en el marco incrustado, los cables deben de pasar por la parte inferior del marco.
6. Fije las luces con dos tornillos hexagonales.
7. Instale la fuente de alimentación.



GEOPINTURA EN PLASTICO FRIO PINTUCO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Pintura en dos componentes basadas en resinas metil metacrilato 100% puro. Para demarcación de pavimentos en áreas de alto TPD. Presenta excelente visibilidad diurna y nocturna, resistente a la abrasión severa y a gran variedad de contaminantes, gasolina y diésel, de rápido secamiento.

- Diseñada según la norma NTC 1360
- 100% sólidos
- Rápido secado
- Flexibilidad
- Permite aplicaciones especiales (relieve)
- Durabilidad
- Antideslizante
- Prolongada Retroreflectividad



**Pintutráfico Plástico en Frio
en Lana**

Balizas Solares AS030

CARACTERISTICAS GENERALES

Definición de límites de calzada y pasos de peatones

De fácil instalación, se fijan a la calzada mediante taladro \varnothing 35 x 50 mm y con adhesivo bicomponente.

No precisan mantenimiento.

Peso: 550 gr

Materiales: Fundición/PC

Dimensiones: 120x130x25 mm

Compresión: 15 Tons

