

**VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LA MOVILIDAD EN LAS CIUDADES
INTELIGENTES**

SERGIO NOREÑA RENDÓN

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIRÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
MEDELLÍN
2013**

**VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LA MOVILIDAD EN LAS CIUDADES
INTELIGENTES**

SERGIO NOREÑA RENDÓN

Trabajo de grado para optar al título de Especialista
en Gestión de la Innovación Tecnológica

Directora:

GLORIA LILIANA VELEZ SALDARRIAGA

Magister en Gestión Tecnológica

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
MEDELLÍN
2013**

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	RESUMEN	9
3.	CONTEXTO.....	11
4.	MARCO DE REFERENCIA.....	12
5.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	20
6.	OBJETIVOS.....	23
6.1	Objetivo General	23
6.2	Objetivos específicos	23
7.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	24
7.1	Generación de preguntas para el proceso de vigilancia.....	25
7.2	Creación de la Ficha de planeación.....	26
7.3	Elaboración de la bitácora	27
7.4	Ejecución del proceso de búsqueda en fuentes no estructuradas	28
8.	CARACTERIZACIÓN DE LA MOVILIDAD EN CIUDADES INTELIGENTES.....	29
8.1	Planes de Movilidad Urbana Sostenible PMUS.....	30
8.2	Planes para avanzar hacia una movilidad sostenible.....	31
8.3	Productos y servicios de innovación y seguridad en movilidad y transporte inteligente	31
8.3.1	Sostenibilidad e Innovación en el transporte	32
8.3.2	Importancia del transporte público en las Ciudades Inteligentes	35
9.	TENDENCIAS EN TEMAS DE INFRAESTRUCTURA, MOVILIDAD Y TRANSPORTE EN LAS CIUDADES INTELIGENTES.....	37
10.	PROYECTOS ENFOCADOS A LA MOVILIDAD EN LAS CIUDADES INTELIGENTES.	41
10.1	El Personal Rapid Transit (PRT)	42
10.2	El proyecto europeo SARTRE (Safe Road Trains for the Environment)	43
10.3	El SMT Rail (Smart mass Transit).....	45
10.4	Sistema de transporte inteligente bajo demanda -ir2M-	47
10.5	Smarter Highways, “Autopistas Inteligentes”	48

11.	ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA INTELIGENTE DE MOVILIDAD DE MEDELLÍN (SIMM)	50
11.1	Paneles informativos.....	51
11.2	Optimización de semáforos	52
11.3	Fotodetección	53
11.4	Gestión de flota.....	54
11.5	Software gestor de tránsito	55
11.6	Web 2.0.....	55
11.7	Circuito cerrado de televisión	56
11.7.1	Principales funciones del sistema de cámaras de Medellín.....	57
12.	MODELOS DE REFERENCIA EN MOVILIDAD Y TRANSPORTE INTELIGENTE	60
12.1	Estocolmo.....	60
12.2	Londres.....	61
12.3	Singapur	61
12.4	Oregón - USA.....	62
12.5	Barcelona	62
12.6	Barakaldo	63
12.7	Santander – España.....	63
12.8	Zaragoza - España	64
12.9	Málaga- España.....	64
12.10	Proyecto Smart City de transporte entre Valladolid y Palencia en España	65
12.11	Washington D.C.....	66
13.	PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA CONSOLIDAR EL SISTEMA DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN.....	68
13.1	Desarrollar estrategias	68
13.2	Implementar un modelo de movilidad y transporte integrado.....	68
13.3	Incentivar el uso del transporte público	69
13.4	Obtener financiación para los sistemas de transporte inteligente.....	70
13.5	Comunicar a los ciudadanos la información de las diferentes iniciativas de movilidad y transporte para la Ciudad Inteligente.....	71
13.6	Elaborar un modelo o Plan de Movilidad Urbana Sostenible.	71
13.7	Promover el uso de vehículos eléctricos y más ecológicos	72

13.8	Incentivar el desplazamiento en otros medios.....	73
13.9	Uso de las TIC para el monitoreo y control del tráfico	73
13.10	Promover nuevas alternativas de transporte.	74
13.11	Compartir servicios de transporte público entre municipios	74
13.12	Políticas e incentivos para la instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos.....	74
14.	CONCLUSIONES.....	75
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema interconectado de sistemas, IBM	12
Figura 2. Componentes críticos de una Ciudad Inteligente según Forrester	13
Figura 3. Enfoque integral de gobierno en la Ciudad Inteligente	14
Figura 4. Pilares y características de una Ciudad Inteligente	15
Figura 5. Mapa conceptual de los componentes de una Ciudad Inteligente.....	16
Figura 6. Marco conceptual de las Smart City según el World Smart City Forum.....	18
Figura 7. Componentes del sistema de movilidad en Ciudades Inteligentes	29
Figura 8. Ejemplo de supermanzanas.....	34
Figura 9. Mapa conceptual para un plan de movilidad sostenible (PMUS).....	36
Figura 10. Road Infrastructure + Smart Cities	37
Figura 11. Citizen Mobility Solutions + Smart Cities	38
Figura 12. Smart Cities + road mobility + communications technologies and information .	39
Figura 13. Technology platforms + service mobility + Smart Cities	40
Figura 14. Imagen del Personal Rapid Transit (PRT), en Masdar City.	43
Figura 15. Imagen del modelo SARTRE	44
Figura 16. SMT Rail, Smart Mass Transit Rail System.....	47
Figura 17. Smarter Highways, “Autopistas Inteligentes”	50
Figura 18. Componentes del sistema inteligente de movilidad de Medellín	51
Figura 19. Proceso de fotodetección en Medellín.....	54
Figura 20. Mapa conceptual del sistema inteligente de movilidad de Medellín	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Preguntas.....	25
Tabla 2. Ficha de planeación	26
Tabla 3. Bitácora	27

1. INTRODUCCIÓN

El propósito principal de este proyecto, es realizar un proceso de vigilancia tecnológica en movilidad y transporte de Ciudades Inteligentes. En este proceso se esperan obtener modelos de referencia, políticas gubernamentales, innovaciones de infraestructura vial y transporte inteligente, plataformas tecnológicas basadas en las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, que hayan sido incorporadas de manera exitosa y que demuestren ofrecer una solución alternativa a los múltiples problemas de movilidad que existen actualmente en las diferentes ciudades alrededor del mundo.

Toda esta información deberá servir como referencia para elaborar una serie de propuestas y recomendaciones que puedan contribuir al mejoramiento del sistema actual de transporte y movilidad de la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana, en el contexto de la problemática de nuestra ciudad, teniendo en cuenta factores sociales, culturales, ambientales y económicos de la región y de Colombia.

Es importante resaltar, que no será la finalidad de este trabajo, gestionar la implementación en nuestra ciudad de las diferentes modelos de referencia, políticas, infraestructura, servicios o plataformas tecnológicas, que se identifiquen como resultado del proceso de vigilancia tecnológica en movilidad y transporte de las Ciudades Inteligentes.

2. RESUMEN

Antes de abordar el tema de movilidad en las Ciudades Inteligentes, éste documento pretende contextualizar primero al lector sobre el concepto de Smart Cities o Ciudades Inteligentes, para este propósito se elabora un marco de referencia en el cual se presentan algunas de las definiciones más representativas que se encuentran en las diferentes fuentes de información como las citadas por IBM, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, Forrester, la Universidad Tecnológica de Viena, Telefónica I+D y Santander Smart City.

Posteriormente, se especifica el planteamiento del problema y justificación del mismo. En este caso se describe la problemática de movilidad y transporte que presenta actualmente la ciudad de Medellín y que es la fuente de motivación para la elaboración del presente documento de vigilancia tecnológica en movilidad de las Ciudades Inteligentes.

Más adelante se presentan el objetivo general y los objetivos específicos, que marcan el alcance de este trabajo y dan un lineamiento de los temas en los cuales se pretende enfocar en el proceso de vigilancia.

En el informe, el lector también podrá identificar la metodología empleada para el proceso de vigilancia tecnológica, basada en una serie de preguntas que permiten cuestionar, entre otras cosas, el por qué y para qué vigilar el tema de movilidad. También se eligen los factores críticos de vigilancia, se sacan los descriptores, restrictores de búsqueda, se establece una prioridad para los factores críticos y por último se elabora una bitácora en la cual se muestra la fuente de consulta, la ecuación de búsqueda, el número de resultados obtenidos y el nivel de pertinencia.

Otro aspecto importante que contiene el documento, es la caracterización de la movilidad en las Ciudades Inteligentes, elaborado con el fin profundizar en el tema y conocer las características y componentes que lo conforman. Para ello, se utilizan mapas conceptuales que ayudan a entender mejor su estructura. Así

mismo, se describen las medidas que se pueden tomar, a través de los planes de movilidad urbana sostenible y se hace referencia de algunos proyectos representativos de movilidad y transporte inteligente. Se toman como base, estudios y prototipos elaborados en las Smart Cities, incluyendo el estado actual del sistema inteligente de movilidad de Medellín.

Finalmente, se citan algunos casos de éxito en movilidad y transporte inteligente de varias ciudades alrededor del mundo, que han desarrollado diversos proyectos, y que pueden servir como modelo de referencia en movilidad para las Smart Cities. Se realizan una serie de propuestas y recomendaciones de mejora, que pueden contribuir a la consolidación de un sistema de movilidad y transporte inteligente en la ciudad de Medellín.

PALABRAS CLAVES: MOVILIDAD, CIUDADES INTELIGENTES, PLANES DE MOVILIDAD, SMART CITIES, AUTOPISTAS INTELIGENTES, TIC.

3. CONTEXTO

El problema de la movilidad en Medellín y el Área Metropolitana, ha sido un factor común en las ciudades del mundo entero. Entender este fenómeno a fin de encontrar soluciones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos es de interés general, y se ha convertido en una de las principales prioridades de muchos gobiernos.

Para el Instituto Tecnológico de Informática (ITI), “el transporte es un factor clave para la competitividad, pues es esencial para el intercambio comercial, económico y cultural de los países”. Además, cada vez es más necesario que la infraestructura, los modos y medios de transporte estén armonizados con la economía de los particulares, los gobiernos y las empresas, así como con la economía de la ciudad y también con el medio ambiente. (Instituto Tecnológico de Informática, 2011)

Según estudios de la Secretaria de Tránsito y Transporte de la ciudad (STTM), “Medellín cuenta con una población mayor a los 2 millones de habitantes, a los cuales se les suma la población flotante proveniente de los demás municipios del Área Metropolitana”. En general toda esta población hace parte de los usuarios potenciales que ingresan al sistema de movilidad de la ciudad utilizando toda clase de medios de transporte como, buses, taxis, motocicletas, automóviles particulares, entre muchos otros, para el desplazamiento a sus sitios de trabajo, hogares y diligencias personales, lo cual genera que el sistema de movilidad de nuestra ciudad se sature frecuentemente. (STTM de Medellín, 2010)

Para las autoridades de transporte de Medellín, además de la congestión vehicular y la accidentalidad generada por el alto volumen de tráfico que convergen en las vías de la ciudad especialmente en las horas pico, se producen otros efectos que sin duda alguna, afectan de manera negativa la calidad de vida de los ciudadanos como los altos niveles de contaminación en el ambiente y los altos niveles de ruido generados por el tráfico vehicular que circula al interior del sistema de movilidad de Medellín y su Área metropolitana. (STTM de Medellín, 2010)

4. MARCO DE REFERENCIA

Actualmente existen diversas definiciones enfocadas al concepto de las Smart Cities o Ciudades Inteligentes. Para el caso específico de este proyecto, se presentan a continuación algunas de las definiciones más representativas que se encuentran en las diferentes fuentes de información, con el fin de entender y entrar en contexto sobre el concepto de Ciudades Inteligentes.

Según la visión de **IBM**, una de las empresas líderes del sector tecnológico, “las Smart Cities o Ciudades Inteligentes son un sistema interconectado de sistemas (Transporte, Energía y Agua, Ambiente, Seguridad, Planificación Urbana, Gobierno, Seguridad, Social y Salud)” -ver Figura1- Sistema interconectado de sistemas, IBM, que impulsan un crecimiento económico sustentable y la prosperidad para sus ciudadanos, donde sus dirigentes tienen las herramientas para analizar los datos y tomar mejores decisiones, anticiparse a los problemas para resolverlos de manera proactiva y coordinar los recursos para funcionar eficazmente. (IBM, 2012)

Figura 1. Sistema interconectado de sistemas, IBM



Fuente: Ciudades más Inteligentes. (IBM, 2012)

El grupo de Smart Cities del **Instituto de Tecnológico de Massachusetts** define su propia perspectiva sobre las Ciudades Inteligentes como un “sistema de sistemas”, en el cual surgen oportunidades que se deben aprovechar para incorporar sistemas digitales, capacidades de respuesta inteligente y la optimización de todos los niveles de integración de los propios sistemas. “Este enfoque, replantea radicalmente muchos problemas de diseño tradicional, y abre posibilidades para nuevos productos, servicios y modelos de negocio”. (MIT, 2009)

En el caso de **Forrester**, en su estudio “**Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require New Business Models**” incorpora a las TIC como uno de los componentes principales en su definición, ya que explica el concepto de Ciudad Inteligente como una ciudad que “utiliza las tecnologías de información y comunicación para que los componentes críticos de la infraestructura y los servicios de una ciudad (ver Figura 2), tanto en administración, educación, salud, seguridad pública, bienes raíces, transporte y servicios públicos; sean más conscientes, interactivos y eficientes”. (Forrester, 2010)

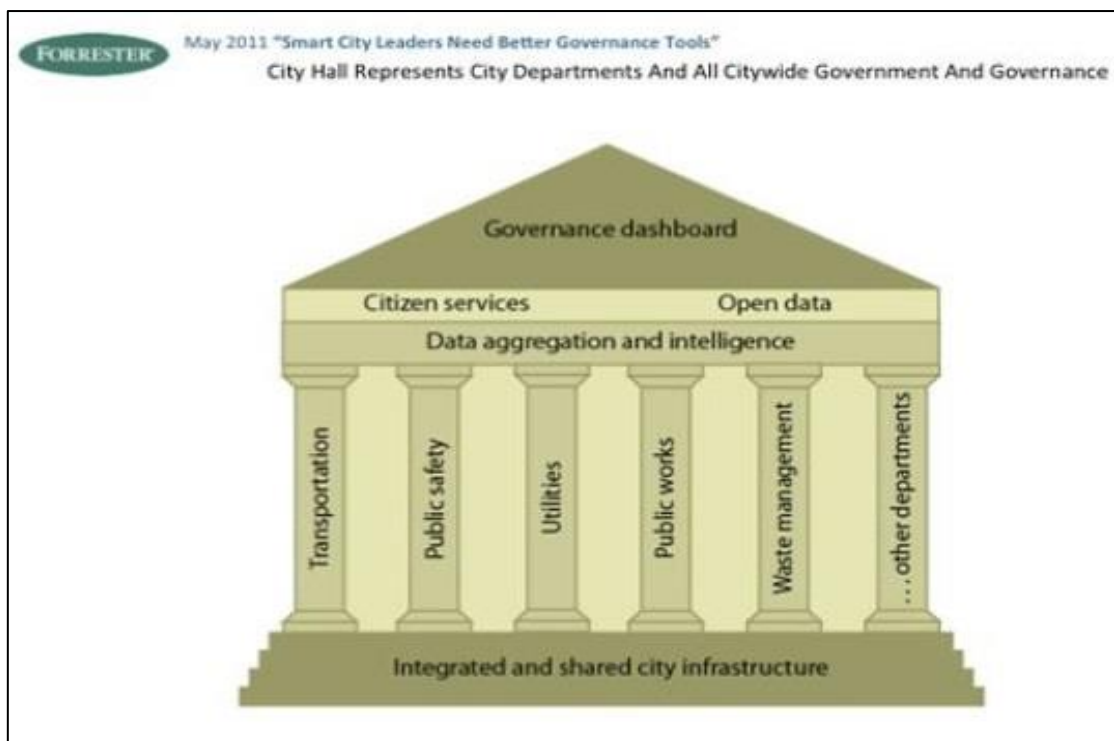
Figura 2. Componentes críticos de una Ciudad Inteligente según Forrester



Fuente: “Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require New Business Models”. (Forrester, 2010)

Adicionalmente, en otro estudio denominado (“Smart City Leaders Need Better Governance Tools”) se hace énfasis en la comunicación entre sistemas que comparten información, que a su vez, son los pilares que soportan de manera integral el gobierno y la ciudad. Concluye que “para llegar a una ciudad inteligente de verdad, es necesario que **los sistemas que la componen se comuniquen y compartan la información, creando así un enfoque integral de gobierno de la ciudad**”. (Ver Figura 3). (Forrester, 2011)

Figura 3. Enfoque integral de gobierno en la Ciudad Inteligente



Fuente: “Smart City Leaders Need Better Governance Tools”. (Forrester, 2011)

En el informe liderado por la **Universidad Tecnológica de Viena**, “Ranking of European medium-sized cities”, se profundiza en el concepto de Ciudad Inteligente, como “un lugar en el que se combinan de forma inteligente, los recursos y actividades de ciudadanos conscientes, independientes y con capacidad de decisión”.

Teniendo en cuenta lo anterior, para la Universidad Tecnológica de Viena la ciudad inteligente se define en seis componentes principales: **economía**

inteligente, personas inteligentes, gobierno inteligente, movilidad inteligente, medioambiente inteligente y vida diaria inteligente. En la Figura 4 se muestran las características fundamentales que deben contemplar las Ciudades Inteligentes, así como los factores que definen cada característica según el citado informe. (Giffinger, y otros, 2007)

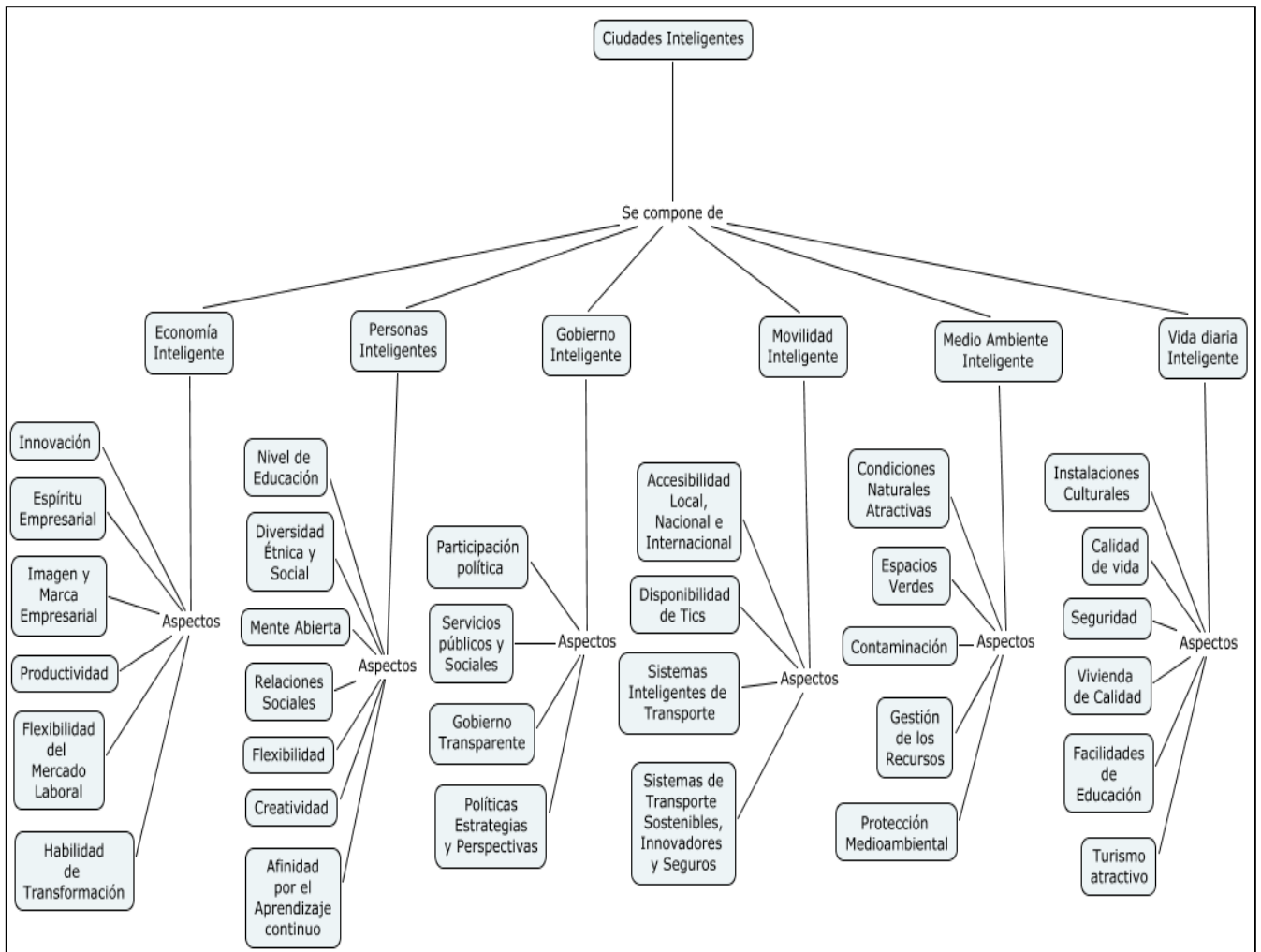
Figura 4. Pilares y características de una Ciudad Inteligente

<p>SMART ECONOMY (Competitiveness)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovative spirit ▪ Entrepreneurship ▪ Economic image & trademarks ▪ Productivity ▪ Flexibility of labour market ▪ International embeddedness ▪ Ability to transform 	<p>SMART PEOPLE (Social and Human Capital)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Level of qualification ▪ Affinity to life long learning ▪ Social and ethnic plurality ▪ Flexibility ▪ Creativity ▪ Cosmopolitanism/Open-mindedness ▪ Participation in public life
<p>SMART GOVERNANCE (Participation)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Participation in decision-making ▪ Public and social services ▪ Transparent governance ▪ Political strategies & perspectives 	<p>SMART MOBILITY (Transport and ICT)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Local accessibility ▪ (Inter-)national accessibility ▪ Availability of ICT-infrastructure ▪ Sustainable, innovative and safe transport systems
<p>SMART ENVIRONMENT (Natural resources)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Attractivity of natural conditions ▪ Pollution ▪ Environmental protection ▪ Sustainable resource management 	<p>SMART LIVING (Quality of life)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cultural facilities ▪ Health conditions ▪ Individual safety ▪ Housing quality ▪ Education facilities ▪ Touristic attractivity ▪ Social cohesion

Fuente: Ranking of European médium-sized cities. (Giffinger, y otros, 2007)

En la siguiente gráfica (ver Figura 5), se muestra un mapa conceptual, elaborado a partir del informe de la Universidad Tecnológica de Viena, donde se resume el modelo de ciudad inteligente.

Figura 5. Mapa conceptual de los componentes de una Ciudad Inteligente.



Fuente: Elaborado por el autor.

Para **Telefónica I+D**, en el artículo elaborado por José Manuel Hernández Muñoz donde explica “¿Qué son las Smart Cities o Ciudades Inteligentes?”, define a una ‘*Smart City*’ como una “*ciudad comprometida con su entorno, con elementos arquitectónicos de vanguardia, y donde las infraestructuras están dotadas de las soluciones tecnológicas más avanzadas para facilitar la interacción del ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida más fácil*”, además otra afirmación interesante de telefónica se basa en el hecho que la categoría de ‘Smart’ no es un término que perdure por si solo para siempre, ya que involucra el compromiso de los distintos actores en un constante proceso de mejora para que dicho concepto perdure y tenga valides en el tiempo.

En cuanto a las ventajas y beneficios para el ciudadano, José Manuel Hernández de Telefónica I+D sostiene que en las Ciudades Inteligentes los proyectos deben estar dirigidos a proporcionar servicios para cubrir las necesidades y preferencias de los ciudadanos a través del uso intensivo de las TIC. (Hernández Muñoz, 2011)

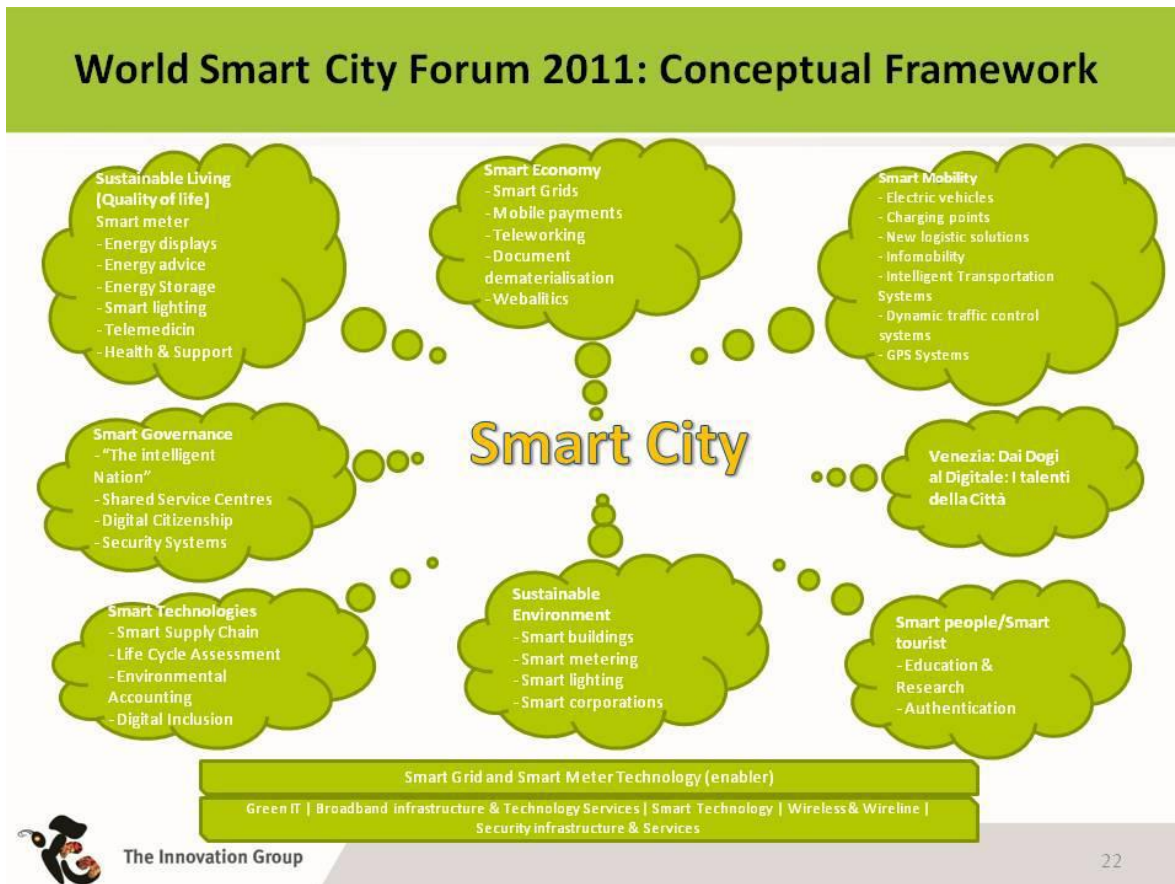
Roberto Masiero, el fundador de “The Innovation Group”, quien fue el promotor del “World Smart City Forum” en julio del 2010, junto a su grupo de trabajo plantea un acercamiento a la Ciudad Inteligente en el que se tienen en cuenta los siguientes componentes:

- ✓ **Vida sostenible**, en este componente se incluyen avances que impactan directamente la calidad de vida de los ciudadanos como la telemedicina, dispositivos inteligentes para almacenamiento de energía, alumbrado inteligente y las fuentes de energía renovables.
- ✓ **Economía inteligente**, en este componente se encuentran factores como redes de distribución de energía inteligente, el teletrabajo, y la digitalización de la información entre otros.
- ✓ **Movilidad inteligente**, en este componente entran a jugar un papel muy importante los sistemas inteligentes de transporte, los vehículos eléctricos, los sistemas de geoposicionamiento, y soluciones de movilidad a partir de la información.
- ✓ **Gobierno inteligente**, en este componente se habla de los servicios compartidos, el sistema de seguridad, y las herramientas digitales para el acceso a las entidades gubernamentales.
- ✓ **Entornos sostenibles**, se caracteriza por la inclusión de edificios inteligentes, alumbrado inteligente y medidores inteligentes.
- ✓ **Personas y Turismo inteligente**, basados principalmente en factores como la educación y la investigación.

Todos estos componentes, facilitados por las TIC, a través de tecnologías inteligentes de medición y de distribución de energía; tecnologías en

infraestructuras y servicios de banda ancha; comunicaciones inalámbricas y servicios e infraestructuras de seguridad. Para mejor ilustración ver la Figura 6. (Instituto Tecnológico de Informatica, 2011)

Figura 6. Marco conceptual de las Smart City según el World Smart City Forum



Fuente: World Smart City Forum. (Instituto Tecnológico de Informatica, 2011)

Por otra parte, **Santander Smart City**, en su Plan Director de Innovación, define la Smart City como un sistema complejo, como un ecosistema en el que intervienen múltiples agentes y en el que inevitablemente conviven muchos procesos que están íntimamente relacionados; además, la define como una ciudad que usa las tecnologías de la información y la comunicaciones TIC para hacer que su infraestructura crítica, sus componentes y servicios públicos, sean más interactivos, integrados y eficientes. (Santander Smart City, 2011)

Para concluir este apartado sobre el marco de referencia, dedicado a contextualizar el concepto de Ciudad Inteligente, es importante añadir que el

propósito final de una Smart City, “es alcanzar una gestión eficiente en todas las áreas de la ciudad (urbanismo, infraestructuras, transporte, servicios, educación, sanidad, seguridad pública, energía, etc.), satisfaciendo las necesidades de la ciudad y de sus ciudadanos”. Todo esto debe lograrse, en consonancia con los principios de desarrollo sostenible y tomando la innovación tecnológica y la cooperación entre agentes económicos y sociales, como los principales motores del cambio. En definitiva, Smart City es un concepto que ayudará a la evolución de las ciudades. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Una de las grandes dificultades que afrontan hoy en día las ciudades en todo el mundo, desde las grandes capitales hasta pequeñas poblaciones y centros urbanos, es sin duda alguna, el problema relacionado con la movilidad, fenómeno que se ha convertido en un gran dolor de cabeza para los dirigentes e instituciones gubernamentales, ya que afecta de manera directa la calidad de vida de los ciudadanos y tiene un gran impacto en factores de tipo ambiental, económico y social. Por tal motivo dicha problemática es de nuestro interés, ya que hace parte de la realidad que se refleja actualmente en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana.

En la mayoría de los casos, el problema y el caos de movilidad que se está generando en las ciudades, se convierte en un fenómeno que tiende a incrementarse de manera preocupante. Son múltiples los factores que lo pueden evidenciar: por un lado, el crecimiento desenfrenado del parque automotor, al cual se incorporan diariamente vehículos particulares, vehículos de servicio público como buses, taxis y vehículos articulados entre otros; pero además, está el transporte férreo, los vehículos de tráfico pesado y en algunos casos, vehículos de tracción animal, los cuales se han intervenido con políticas de vehículos de reemplazo a base de combustible fósil, que contaminan y aumentan más el problema.

También es común ver el ingreso de miles de motocicletas al sistema de movilidad, que por su bajo costo, se han convertido en un medio de transporte bastante popular, que inundan y “pululan” en algunas ciudades de países latinoamericanos y asiáticos como la India y China. (García, 2009)

Por otra parte, medidas como el pico y placa¹, han sido determinantes para el bajo crecimiento económico del sector comercial, ya que muchos de los

¹ En Medellín el pico y placa es una medida para restringir el uso del vehículo en horas pico según la placa.

comerciantes en las ciudades con dificultades de movilidad, se quejan constantemente por las pérdidas económicas que se registran en las horas que se aplica el pico y placa en la ciudad. (Fenalco, 2009)

También se ha identificado que junto al crecimiento del parque automotor y los problemas de movilidad, el nivel de la calidad de vida en las ciudades se ve afectado de manera significativa. No solo es el aumento de ruido (que en la mayoría de los casos, sobrepasa los niveles de decibeles permitidos en centros urbanos), sino también, por la contaminación ambiental producida por la movilización de todos estos de medios de transporte, que funcionan a partir de combustibles fósiles. El uso de este tipo de productos, está generando problemas serios de salud pública, como afecciones respiratorias crónicas, problemas auditivos y stress en la población.

Según la secretaría de tránsito y transporte de Medellín “El incremento en la cantidad de vehículos, el crecimiento de la población, la urbanización y la industrialización y los cambios en la densidad de la población, tienen un alto impacto sobre la movilidad de la ciudad, trayendo como consecuencia la disminución de la eficiencia de la infraestructura de transporte y el incremento de los tiempos de viaje, de la contaminación del aire y del consumo de combustible”. (STTM de Medellín, 2010)

En el caso particular de la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana, también se ve afectada por esta problemática. Estudios recientes han precisado, que el crecimiento aproximado de las vías en la última década, es de tan solo un 1 por ciento y la velocidad promedio que ha experimentado la ciudad en los llamados “trancones” ó “embotellamientos”, ha llegado a reducirse hasta los 22,65 kilómetros por hora, cifras comparable solo con los problemas de movilidad que padecen las grandes metrópolis como Tokio, Sao Paulo y New York. (Salazar, 2012)

Todos estos factores terminan por afectar la calidad de vida de los ciudadanos,

lo cual es una motivación para tratar de entender este fenómeno, con el fin de buscar posibles soluciones a través de estrategias de movilidad y transporte inteligente que vienen siendo utilizadas por las Ciudades Inteligentes.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Identificar los diferentes modelos, servicios y plataformas tecnológicas aplicadas a los problemas de movilidad, en el marco de la inteligencia competitiva de las Ciudades Inteligentes.

6.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la movilidad en las Ciudades Inteligentes.
- Investigar sobre diversos casos de éxito, enfocados en la movilidad de Ciudades Inteligentes.
- Plantear algunos modelos, servicios y plataformas tecnológicas de Ciudades Inteligentes, que puedan ser aplicados al sistema de movilidad de la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana.

7. METODOLOGÍA DE TRABAJO

En la metodología utilizada para el proceso de vigilancia tecnológica, se genera una tabla de preguntas (ver Tabla1), y en ella se elabora una serie de preguntas, que permiten cuestionar de manera específica, por qué vigilar, para qué vigilar, cuál es el objeto de la vigilancia, qué se debe vigilar, dónde localizar, cómo tratar y la forma de organizar la información, qué recursos se deben destinar y a quién comunicar la información obtenida a través de la vigilancia tecnológica.

En esta metodología, también se realiza una segunda tabla que contiene la ficha de planeación (ver Tabla 2). En ella se establece el tema a vigilar, los factores críticos de vigilancia, las preguntas claves de vigilancia, los descriptores, los restrictores para la consulta y se determina la prioridad para los factores críticos de búsqueda.

Se elabora una tercera tabla que contiene una bitácora (ver Tabla 3), en la cual se especifica la fuente de consulta que sirve para medir el interés presentado en los países de los diversos temas de movilidad, infraestructura y tecnologías de transporte inteligente, en un período de tiempo determinado (para este caso se utiliza Google Trends). Además, se elaboran las ecuaciones de búsqueda, se determina el número de resultados obtenidos y el nivel de pertinencia para cada una de ellas.

Finalmente se ejecuta un proceso de búsqueda en fuentes no estructuradas que permite obtener información importante para la caracterización, los casos de éxito, servicios tecnologías y modelos de referencia en movilidad de las ciudades inteligentes, todo este proceso con el fin de realizar un análisis que permita elaborar una serie de propuestas y recomendaciones de mejora para la movilidad de nuestra ciudad.

7.1 Generación de preguntas para el proceso de vigilancia

Se genera una tabla de preguntas que permite tener una visión más clara y anticipada del proceso de vigilancia tecnología para la movilidad en Ciudades Inteligentes como se detalla a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Preguntas

PREGUNTAS	¿Por qué vigilar?	El problema relacionado con la movilidad, se ha convertido en un fenómeno que preocupa a gobernantes y ciudadanos a nivel mundial; que tiene impactos directos sobre el ambiente, la economía y la calidad de vida de la población, incluyendo en este caso a Medellín y su Área Metropolitana.
	¿Para qué vigilar?	Obtener a través de las diferentes fuentes de información, innovaciones en el campo de la infraestructura vial, transporte, y plataformas tecnológicas, basadas en las tecnologías de la información y la comunicación TIC, que hayan sido incorporadas de manera exitosa en Ciudades Inteligentes alrededor del mundo.
	¿Cuál es el objeto de la vigilancia?	Identificar los diferentes servicios y plataformas tecnológicas aplicadas a los problemas de movilidad, en el marco de la inteligencia competitiva de las Ciudades Inteligentes.
	¿Qué se debe vigilar?	Ciudades Inteligentes, innovaciones en movilidad, infraestructura vial inteligentes, Plataformas y Servicios tecnológicos relacionados con movilidad.
	¿Dónde localizarlas?	A nivel mundial
	¿Cómo tratar y organizar la información?	Mediante la identificación de aspectos como tendencias tecnológicas en movilidad, avances e innovaciones, TIC y plataformas tecnológicas, en el marco de la movilidad en las Ciudades Inteligentes
	¿A quién comunicar la información?	Gobernantes y encargados de movilidad / comunidad académica
	¿Qué recursos se van a destinar?	Bases de datos, artículos, revistas, publicaciones académicas, buscadores, aplicaciones web, equipos de cómputo.

7.2 Creación de la Ficha de planeación

Se elabora una ficha de planeación en la cual se determinan los factores críticos de vigilancia para el tema de movilidad en las Ciudades Inteligentes, además de las preguntas claves de vigilancia, los descriptores que ayudan a determinar las palabras claves, los restrictores para filtrar mejor las consultas y se establece la prioridad de los factores críticos de búsqueda según el criterio de interés particular como se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Ficha de planeación

Tema	Factores críticos de vigilancia KIT	Preguntas clave de vigilancia KIQ	Descriptores	Restrictores	Prioridad
Movilidad en Ciudades las Inteligentes	Infraestructura vial para las Ciudades Inteligentes Road Infrastructure for Smart Cities	¿Cuáles son las nuevas tendencias en infraestructura vial? ¿Quién las fabrica? ¿Dónde?	Infraestructura vial inteligente	Resultados posteriores a 2009 Aplicados en Ciudades Inteligentes	4
	Soluciones de movilidad aplicadas en las Ciudades Inteligentes Mobility solutions applied in Smart Cities	¿Qué tipo de transporte se usa? ¿Cuál es la tendencia en movilidad? ¿Qué innovaciones existen? ¿Dónde se están utilizando?	Soluciones de movilidad inteligente o Sistemas de transporte Inteligente	Resultados posteriores a 2009 Aplicados en Ciudades Inteligentes	3
	Servicios de movilidad implementados en las Ciudades Inteligentes Service mobility in Smart Cities	¿Qué innovaciones existen en servicios de movilidad? ¿Dónde se están implementando?	Servicios de movilidad en Ciudades Inteligentes	Resultados posteriores a 2009 Aplicados en Ciudades Inteligentes	2
	Plataformas tecnológicas y TIC aplicados a la movilidad de las Ciudades Inteligentes Technology platforms and TIC for mobility of Smart Cities	¿Qué tecnologías nuevas en TIC se ha desarrollado en movilidad? ¿Qué plataformas tecnológicas se están implementando para la movilidad? ¿Quiénes los están implementando?	Plataformas tecnológicas y TIC en movilidad de Ciudades Inteligentes	Resultados posteriores a 2009 Amigables con el ambiente Aplicados en Ciudades Inteligentes	1

7.3 Elaboración de la bitácora

Se elabora una tabla con la bitácora de las consultas que fueron realizadas para determinar el interés presentado en los países en los diversos temas de movilidad, infraestructura y tecnologías de transporte inteligente para un período de tiempo determinado. En ésta tabla se especifica la fuente y las ecuaciones de búsqueda basadas en las palabras clave y los restrictores mencionados en la tabla anterior, se determina el número de resultados obtenidos según el interés presentado en los países en los temas de movilidad y transporte especificados y el nivel de pertinencia como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Bitácora

ITEM	FUENTE	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	RESULTADOS	PERTINENCIA
1	Google trends	Road Infrastructure + Smart Cities	10 Países con Interés	Es pertinente para saber cuáles son los nuevos desarrollos en infraestructura vial inteligente.
2	Google trends	Citizen Mobility Solutions + Smart Cities	8 Países con Interés	Es pertinente para entender las tendencias en movilidad y transporte en las Ciudades Inteligentes.
3	Google trends	Smart Cities + road mobility + communications technologies and information	10 Países con Interés	Es pertinente porque nos ayuda a conocer el empleo de las TIC en las Ciudades Inteligentes
4	Google trends	Technology platforms to service mobility in Smart Cities	10 Países con Interés	Es pertinente para conocer qué innovaciones existen en servicios y plataformas tecnológicas, aplicadas a las Ciudades Inteligentes

7.4 Ejecución del proceso de búsqueda en fuentes no estructuradas

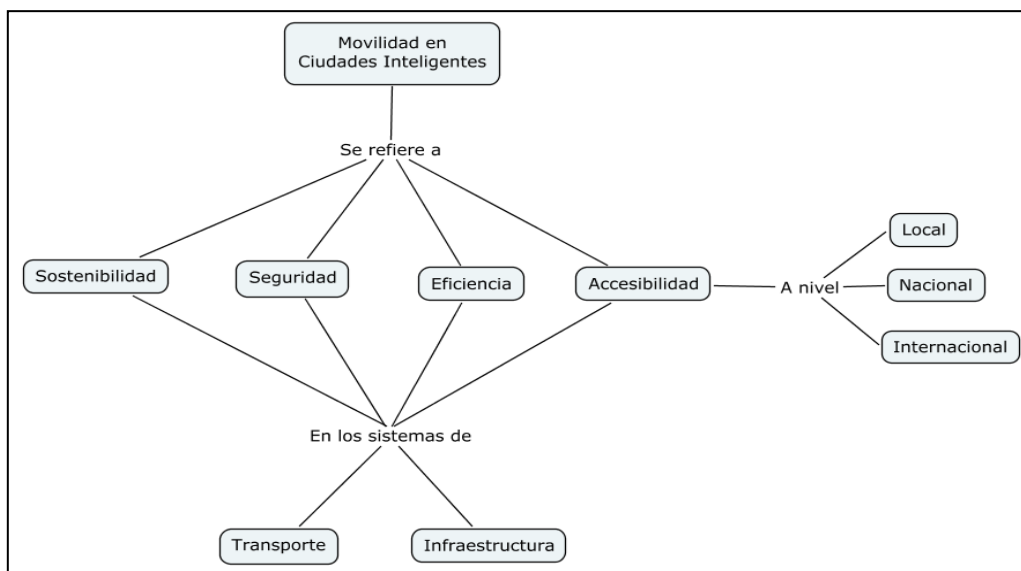
Para el desarrollo de vigilancia tecnológica en movilidad, también se utiliza un proceso de búsqueda en fuentes no estructuradas que permite obtener información importante sobre la caracterización y los casos de éxito y modelos de referencia en movilidad de las ciudades inteligentes; para este fin se emplean los descriptores elaborados en la ficha de planeación y otros términos de consulta relacionados con el tema como: los componentes de la movilidad inteligente, planes de movilidad urbana sostenible, movilidad y transporte inteligente, modelos, servicios y plataformas tecnológicas en movilidad de Ciudades Inteligentes, prototipos de movilidad y transporte inteligente, entre otros; en este proceso se consulta los diferentes términos de movilidad en buscadores web y se complementa con diversas fuentes de información como informes académicos, artículos, blogs, revistas digitales y publicaciones en la web. Finalmente, de toda la información obtenida, se realiza un análisis para sacar conclusiones y elaborar un listado de propuestas y recomendaciones para mejorar nuestro sistema de movilidad y transporte, aplicado al contexto actual de nuestra ciudad.

8. CARACTERIZACIÓN DE LA MOVILIDAD EN CIUDADES INTELIGENTES

Una excelente aproximación al componente de movilidad en las Ciudades Inteligentes se encuentra en el documento titulado “Libro Blanco” sobre las Smart Cities, en el cual se define que “el concepto de movilidad en una Smart City se refiere a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia de los sistemas de transporte e infraestructuras, así como a la accesibilidad local, nacional e internacional.” También es importante resaltar que los Planes de Movilidad Urbana Sostenible o PMUS, son una de las principales medidas que pueden establecer las Ciudades Inteligentes para mejorar sus sistemas de movilidad y transporte inteligente. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

En el siguiente mapa conceptual (ver Figura 7) se especifican los componentes de un modelo de movilidad en Ciudades Inteligentes. Basado en la definición descrita por el bloque temático del documento del Libro Blanco “Smart Cities”. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

Figura 7. Componentes del sistema de movilidad en Ciudades Inteligentes



Fuente: Elaborado por el autor

8.1 Planes de Movilidad Urbana Sostenible PMUS

Un Plan de Movilidad Urbana Sostenible o (PMUS), es básicamente un sistema de medidas que persiguen la implementación de diversos tipos de transporte de manera sostenible y amigable con el ambiente al interior de la ciudad. En dicho plan se tienen en cuentas todos los medios de transporte que a diario se utilizan como por ejemplo el hecho de caminar, desplazarse en bicicleta, el uso del transporte público etc. Además en los PMUS también se incluye el tipo de combustible que se usa para el desplazamiento de todos estos medios de transporte en la ciudad a fin de establecer un conjunto integral de transporte inteligente que sea eficiente, sostenible, amistoso con el ambiente, y con el apoyo de las TIC para garantizar una mejor calidad de vida de las personas que hacen uso del sistema de movilidad. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

Según (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012) implementar un plan de movilidad urbana sostenible es importante porque:

- ✓ Ayuda a disminuir los problemas de la congestión vehicular y otros efectos que se encuentran directamente relacionados como los altos niveles de ruido, los altos índices de polución, los accidentes en las vías entre otros.
- ✓ Reduce sustancialmente el consumo de fuentes de energía no renovables, particularmente los combustibles fósiles que son remplazados por fuentes mas limpias y renovables como la energía generada por la electricidad y los biocombustibles.
- ✓ Contribuye al mejoramiento del servicio de transporte público en la ciudad.
- ✓ Aumenta las opciones de acceso en la ciudad.
- ✓ Mejora las condiciones de salud de los ciudadanos por la disminución en los niveles de ruido y contaminación provenientes del tráfico vehicular..
- ✓ Mejora la calidad del aire y el medio ambiente en la ciudad.

8.2 Planes para avanzar hacia una movilidad sostenible

Para la elaboración de los planes que le permitan a una ciudad avanzar hacia una movilidad sostenible se debe:

- ✓ Realizar una planeación y diseño urbano que facilite la movilidad de forma sostenible.
- ✓ Aplicar normas que regulen el uso de medios de transporte los cuales deben ser mas ecológicos.
- ✓ Implementar mejoras a las tarifas del transporte público de la ciudad.
- ✓ Implementar redes eléctricas para el transporte público al interior de la ciudad.
- ✓ Tomar decisiones oportunas para mejorar la circulación del tráfico en la ciudad.
- ✓ Definir medidas y reglamentación para regular la movilidad en la ciudad, de manera que sean aprobadas y respetadas por los ciudadanos. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

8.3 Productos y servicios de innovación y seguridad en movilidad y transporte inteligente

La innovación es un concepto importante en el diseño y desarrollo de Ciudades Inteligentes, se debe incorporar la innovación en el diseño de los productos y servicios, tanto a nivel del servicio como de la seguridad en el servicio de transporte en las ciudades inteligentes. Bajo este concepto se debe tener en cuenta:

- ✓ Tecnologías para el análisis en tiempo real del flujo vehicular en el que se pueda dar prioridad a los vehículos de emergencias como las ambulancias y al transporte público.
- ✓ Dispositivos y sensores para la detección de infracciones y riesgos en las vías. Implementación de pantallas electrónicas para una señalización apropiada y servicios de información en la web sobre el estado de las

carreteras en la ciudad.

- ✓ Generación de modelos matemáticos y simulación del tráfico de la ciudad con el fin de comparar y predecir los futuros impactos sociales y ambientales a causa de los diferentes actores de la movilidad en la ciudad.
- ✓ Implementación de aplicaciones web que permitan proporcionar a los ciudadanos información en línea a través de dispositivos móviles como tablets o smartphone. Además poder publicar en pantallas de tecnología digital información relevante para los ciudadanos como tiempos estimados de llegada, los diferentes medios de transporte público, puntos de acceso, lugares para encontrar servicios de bicicleta o para compartir los vehículos, puntos de recarga de vehículos eléctricos, zonas habiles para parqueo, zonas de ciclo ruta entre otros servicios.
- ✓ Sistemas de información en tiempo real pensados para ayudar a las personas en situación de discapacidad a encontrar zonas de parqueo disponibles y zonas de recarga de para sus vehículos eléctricos. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

8.3.1 Sostenibilidad e Innovación en el transporte

En el tema de movilidad sostenible la tendencia general esta orientada a impulsar el uso de vehículos eléctricos y automóviles más amigables con el ambiente, sin embargo, el apoyo de la I+D+i no necesariamente tiene que ser de carácter tecnológico ya que también pueden surgir propuestas innovadoras y de carácter social que aporten a la consolidación de un transporte sostenible.

Un interesante caso se presenta en Valladolid España, que se ha convertido en la primera ciudad de ese país en implementar un servicio de taxi 100% eléctrico, un logro importante que sin duda la convierte en un referente para muchas ciudades que van en camino de incorporar éste tipo de servició en sus sistemasde transporte público.

Cabe resaltar que a ésta forma de transporte ecológico, también se suman los autos híbridos, vehículos a gas y en general todo tipo de transporte que utiliza alguna fuente de energía renovable ó que produce una disminución importante en la emisión de gases contaminantes.

Es importante destacar que en las Smart Cities la innovación en movilidad no se debe limitar solo al campo tecnológico y a la implantación de vehículos eléctricos o de carácter ecológicos. También existen otras ideas que a pesar de su sencillez resultan ser bastante innovadoras sobre todo por la acogida y el impacto social que pueden tener por tratarse de iniciativas que van ligadas al valor de las personas como principal actor consumidor de las vías y medios de transporte, además existen otros tipos de innovación como por ejemplo la interacción entre ciudadanos que comparten servicios para un beneficio en común que genera a su vez beneficios para la ciudad. Dos ejemplos que representan este tipo de innovación los presenta (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012), estos ejemplos son el car sharing y las supermanzanas que se explican a continuación:

- ✓ El **car sharing**: es una iniciativa que consiste en compartir un vehículo privado con otras personas que tienen una ruta en común en sus recorridos a través de la ciudad. Dentro de ésta practica también aplica el alquiler de autos por periodos de tiempo corto y en el cual los ciudadanos también pueden aprovechar este servicio para adaptarlo a sus necesidades de transporte y compartir estos vehículos para sus desplazamientos.

- ✓ La **supermanzanas**: esta idea se basa en restringir el acceso de vehículos privados al interior de las manzanas y permitir su circulación solo por las vías exteriores que la rodean, de ésta manera se consigue liberar entre 60 al 70% el espacio público que puede ser utilizado por otros medios de transporte como las bicicletas, el transporte público y

los propio peatones que utilizan sus vías para caminar. (ver Figura 8).

Figura 8. Ejemplo de supermanzanas.



Fuente: La creación de supermanzanas en entornos urbanos, libro blanco Smart Cities. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

En la gráfica anterior se puede apreciar una manzana convencional en donde las vías y el espacio público están ocupados por toda clase de vehículos que generan una mayor congestión, mientras en el modelo de la supermanzana las vías y el espacio público liberado es ocupado principalmente por peatones, bicicletas y vehículos de emergencia.

8.3.2 Importancia del transporte público en las Ciudades Inteligentes

Una de las estrategias que más cobra fuerza en el tema de movilidad de las Ciudades Inteligentes está enfocada en impulsar el transporte público en todas sus variantes como son buses, taxis, metro, tranvía, etc. ya que este medio representa una alternativa de transporte energéticamente más eficiente y más sostenible que el transporte particular. Según el informe del libro blanco “Desde el punto de vista del consumo energético por viajero y por Km, el transporte público es aproximadamente 6 veces más eficiente que el vehículo privado.” (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

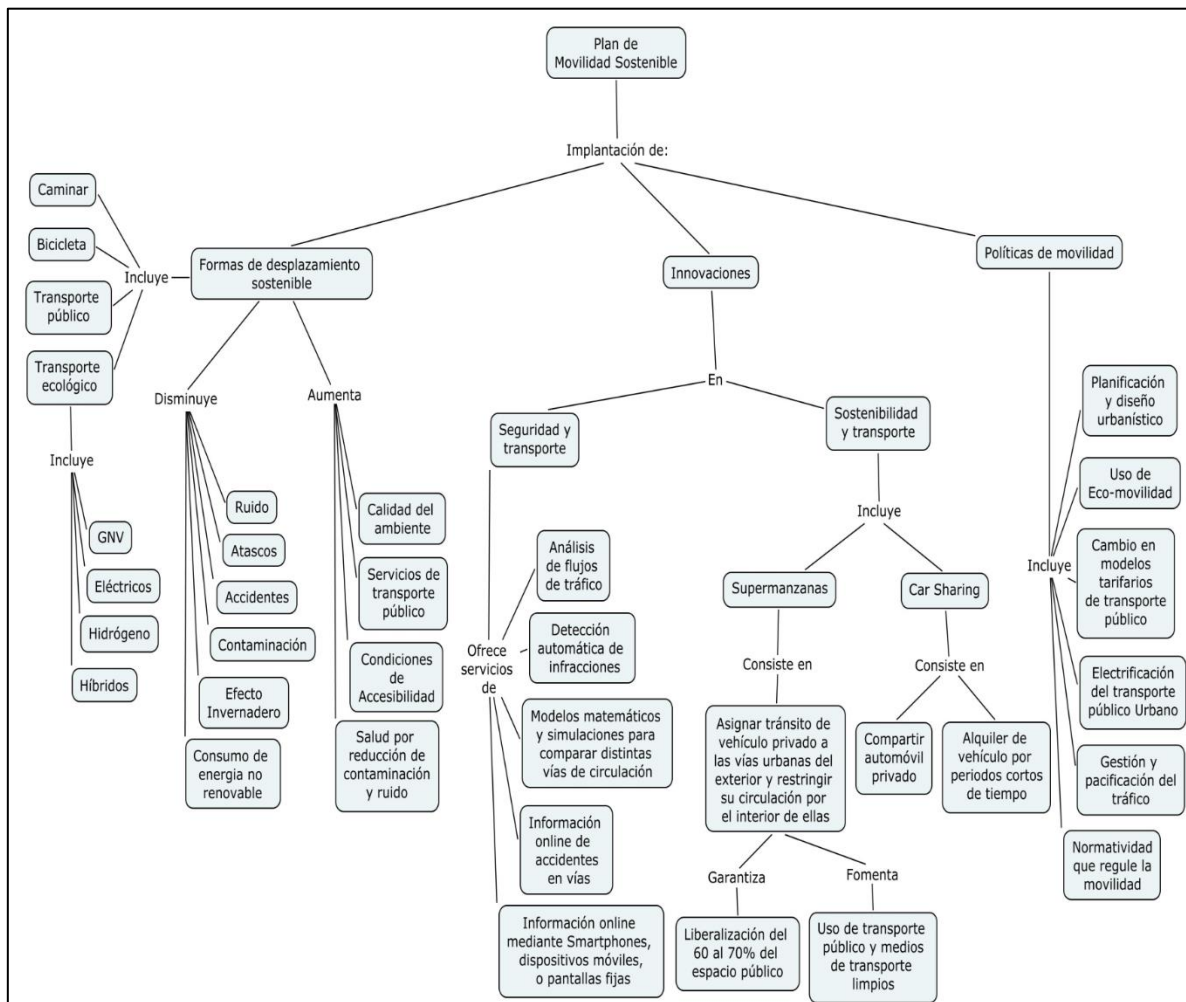
Teniendo en cuenta que factores como la eficiencia son de vital importancia para la consolidación de la movilidad en las Ciudades Inteligentes se recomienda entonces seguir una serie de pautas para promover e implementar de manera exitosa el uso del transporte público como la alternativa de transporte más atractiva para los ciudadanos.

Algunas de estas pautas son las siguientes:

- ✓ Conectar las vías que utiliza el transporte público con los planes de desarrollo urbano que se realizan en la ciudad, involucrando a los actores que operan este tipo de transporte para ayudar a diseñar nuevas vías y puntos de acceso que mejoren el sistema de transporte público.
- ✓ Crear conciencia ciudadana de la importancia del transporte público en la ciudad, dando a conocer sus fortalezas como por ejemplo el ahorro de dinero y tiempo en los desplazamiento, el impacto ambiental la descongestión de la ciudad, si se usa en forma masiva entre otros beneficios que se tienen frente a un medio de transporte particular.
- ✓ Apoyar económicamente al sistema de transporte público desde las

entidades gubernamentales, establecer políticas de precios asequibles para estudiantes, adultos mayores y ciudadanos en general. Proporcional facilidades en los puntos de acceso al transporte público para los ciudadanos en situación de discapacidad y establecer las normas que así lo garanticen.(Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)En la siguiente gráfica (ver Figura 9) se presenta un mapa conceptual que se elaboró, con el fin de resumir los componentes que hacen parte de un plan de movilidad sostenible según el informe del Libro Blanco, Smart Cities.

Figura 9. Mapa conceptual para un plan de movilidad sostenible (PMUS).

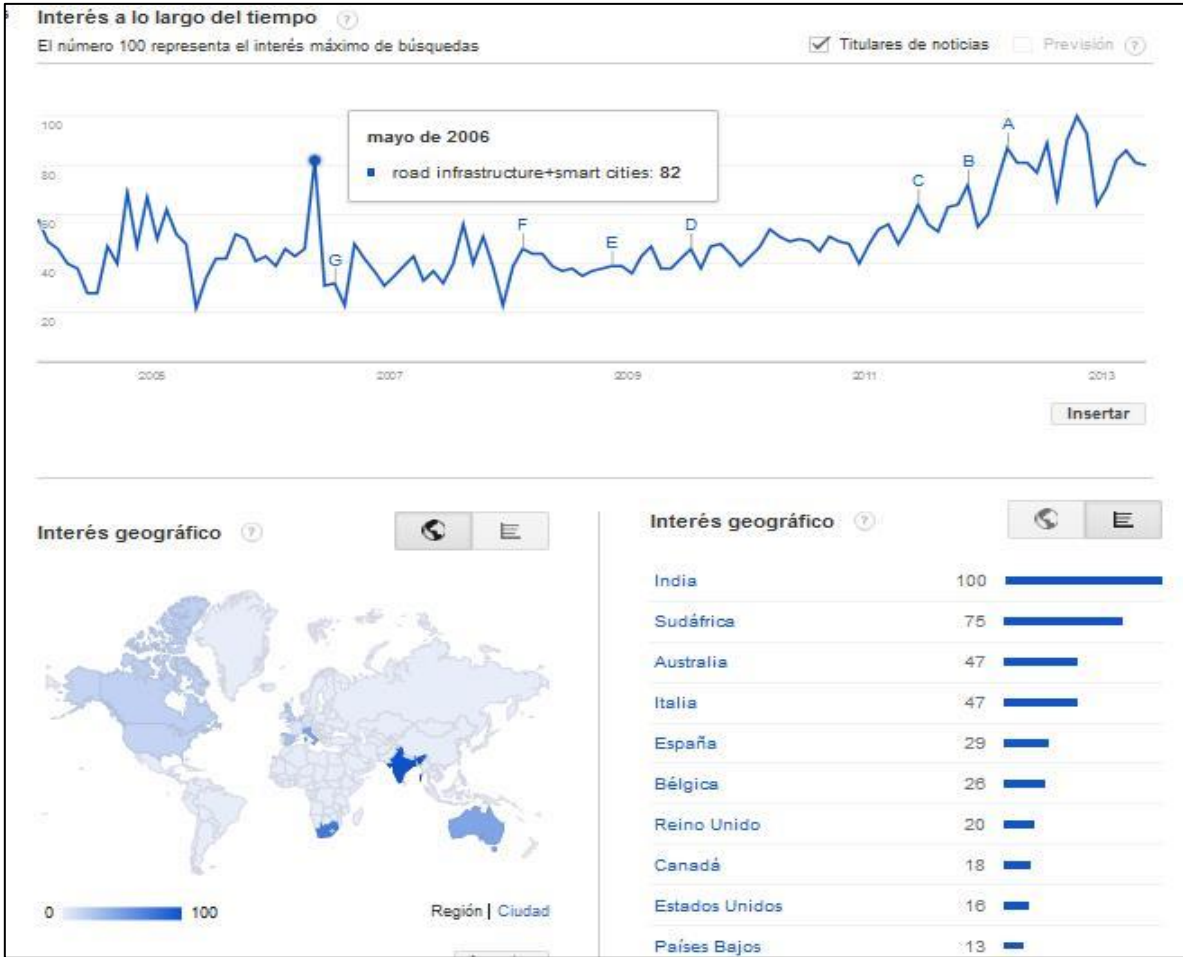


Fuente: Elaborado por el autor

9. TENDENCIAS EN TEMAS DE INFRAESTRUCTURA, MOVILIDAD Y TRANSPORTE EN LAS CIUDADES INTELIGENTES

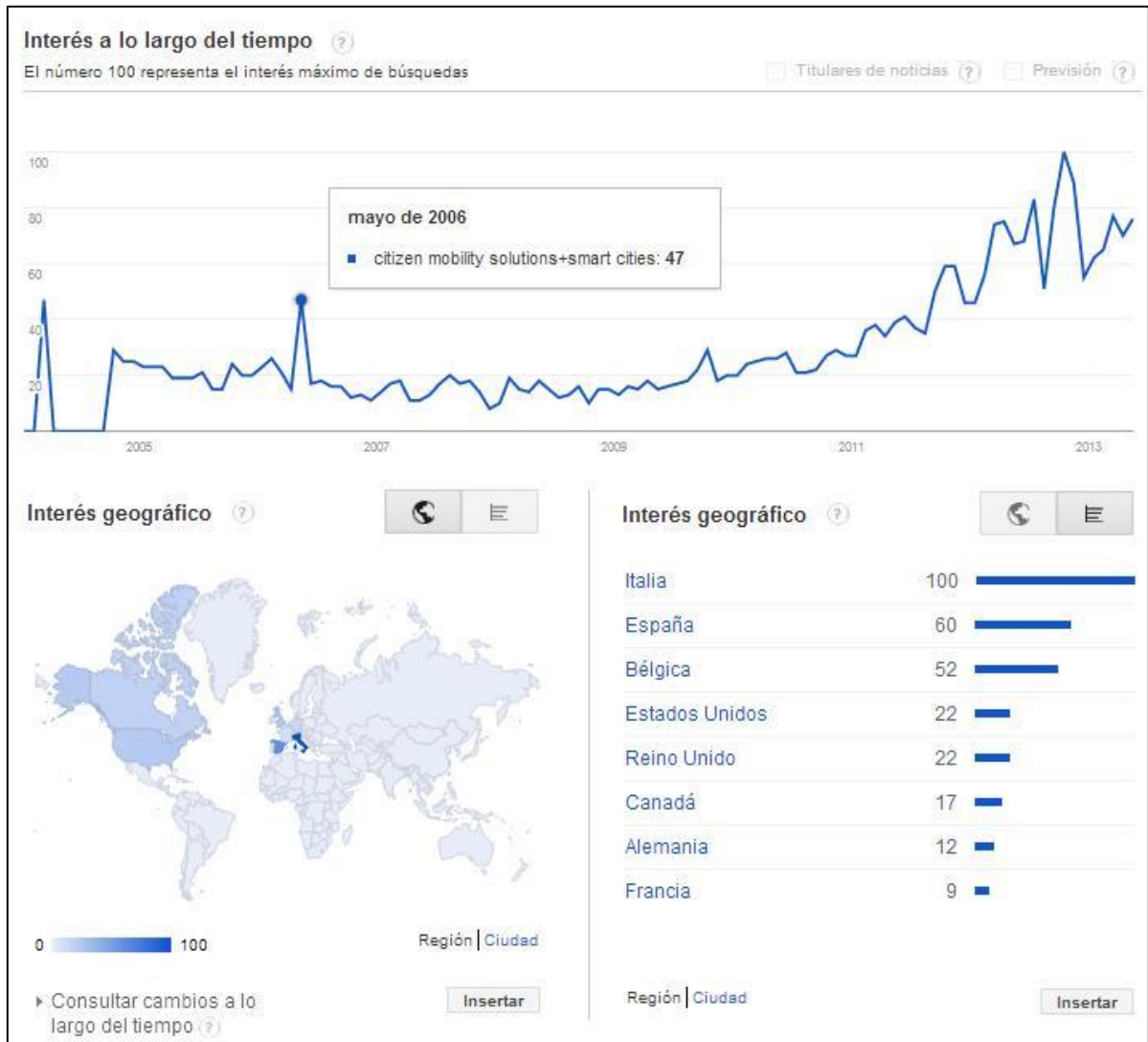
A continuación se presenta un resumen gráfico (ver Figura 10, 11, 12 y 13) elaborado a través de la herramienta web Google Trends, que proporciona datos sobre el interés presentado en los diferentes países alrededor del mundo, en temas de infraestructura, movilidad y transporte inteligente en las Smart Cities, desde el año 2006 a 1 de septiembre de 2013.

Figura 10. Road Infrastructure + Smart Cities



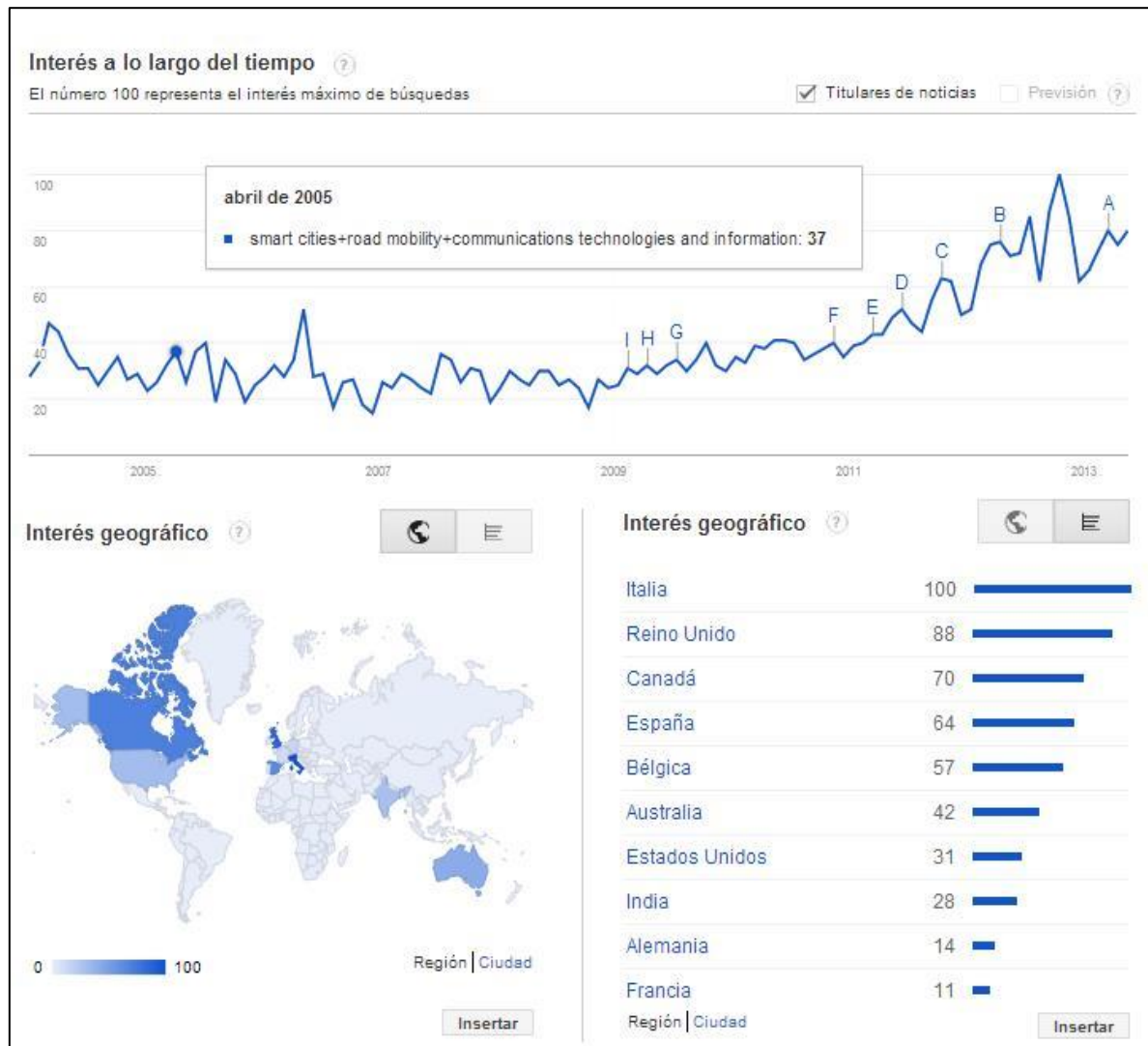
Fuente: Google Trends. (Google, 2013)

Figura 11. Citizen Mobility Solutions + Smart Cities



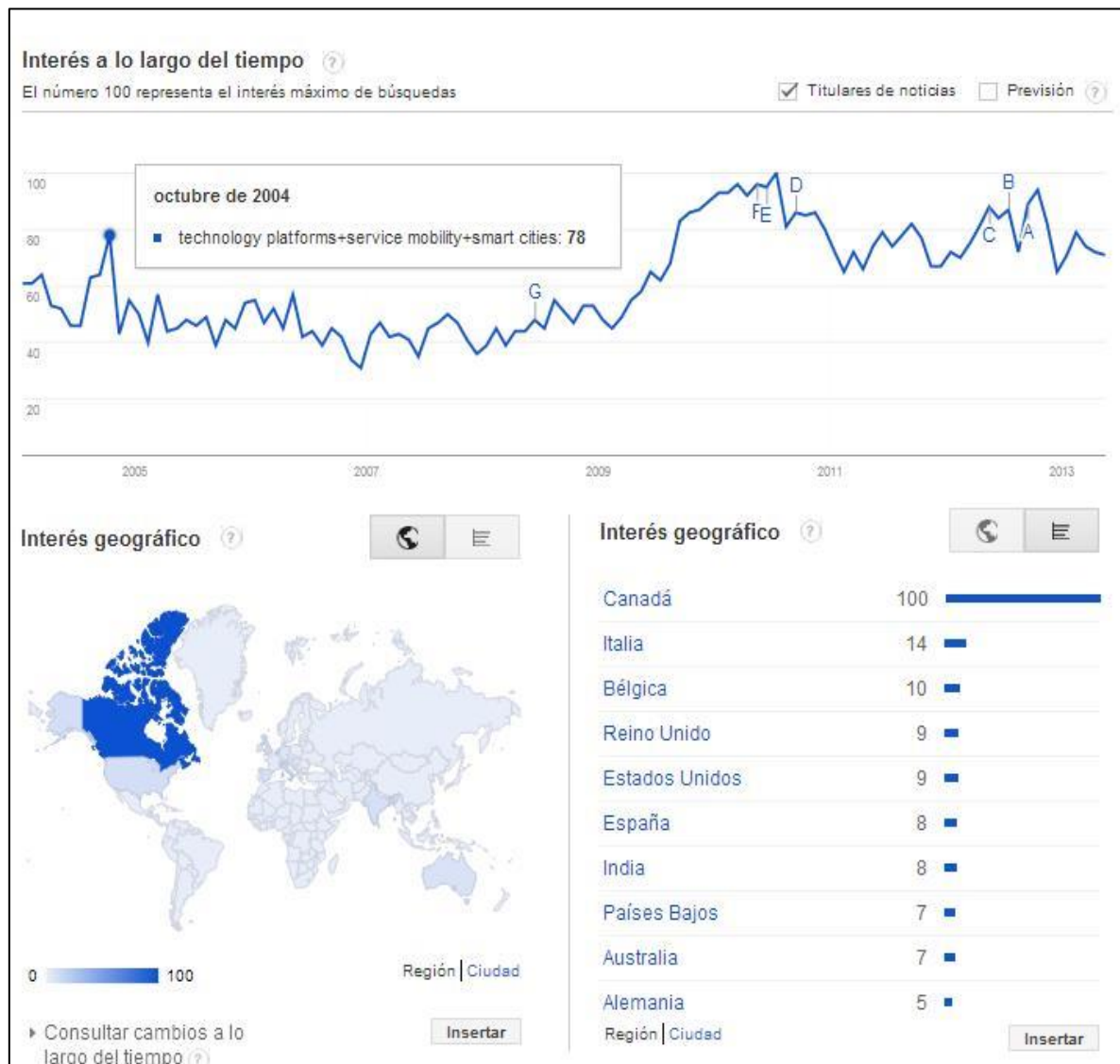
Fuente: Google Trends. (Google, 2013)

Figura 12. Smart Cities + road mobility + communications technologies and information



Fuente: Google Trends. (Google, 2013)

Figura 13. Technology platforms + service mobility + Smart Cities



Fuente: Google Trends. (Google, 2013)

En las gráficas anteriores, particularmente en las figuras 10, 11 y 12 se puede apreciar una tendencia muy similar sobre el interés presentado en algunos países que se destacan por sus consultas en los temas de infraestructura vial, soluciones de movilidad ciudadana y la movilidad vial sumada a las TIC en las Ciudades Inteligentes.

Esta tendencia muestra un interés de las personas de estos países sobre los temas de movilidad presentados, que alcanza un pico representativo de

consultas a mediados del año 2006 y luego tiende a disminuir hasta inicios del año 2007 aproximadamente; posteriormente el nivel de consulta sube y baja de forma moderada hasta 2009, año a partir del cual se puede observar que el volumen de consultas crece gradualmente hasta el año 2013.

En el caso de la gráfica que se muestra en la figura 13 para los temas de plataformas y servicios de movilidad en las Ciudades Inteligentes se aprecia un alto interés de consulta alcanzado a finales de 2004 que cae rápidamente a comienzos de 2005, las consultas se mantienen con ligeras tendencias de subida y bajada hasta 2009 donde empieza a subir el interés alcanzando un pico máximo a finales de 2010 con una leve caída y recuperación de las consultas en los temas de movilidad a finales de 2012.

Detallando el comportamiento y tendencia de estas gráficas se puede observar un interés generalizado en los países por consultas relacionadas con los temas de movilidad y las Ciudades Inteligentes a mediados del año 2006 y solo se observa que comienza a incrementarse de forma gradual el volumen de las consultas sobre estos temas a partir del año 2009 al año 2013.

10. PROYECTOS ENFOCADOS A LA MOVILIDAD EN LAS CIUDADES INTELIGENTES

En el tema de movilidad y transporte en Ciudades Inteligentes, se han venido desarrollando en países asiáticos, Norteamérica, y algunos países europeos diferentes modelos, estudios, prototipos y pruebas piloto, que han sido documentados en diversas fuentes de información como: informes, bases de datos, artículos, publicaciones en la web, entre otros. Algunos de estos países se pueden visualizar en las gráficas de interés geográfico que se presenta en el análisis previo realizado en Google trends.

A continuación se exponen algunas iniciativas encaminadas a mejorar los componentes de movilidad y transporte inteligente de las ciudades.

10.1 El Personal Rapid Transit (PRT)

Es la red de transporte público computarizado que se hace realidad en Masdar City, Abu Dhabi (ver Figura 14) se basa en el movimiento automatizado, sin conductor, de una flota de vehículos eléctricos, que se alimentan de energía en la vía, por lo que no necesitan batería, y cada auto tiene capacidad para tres personas. Estos autos pequeños y ligeros, se mueven a través de rieles controlados por un monitor, donde el pasajero sólo tiene que señalar el destino en el mapa. Los computadores que controlan el movimiento de los autos, buscan el recorrido más eficiente para llegar al destino y evitan la colisión entre los autos. El tamaño reducido de la infraestructura necesaria - rieles y estaciones-, permite que se construyan bajo tierra, en las calles o por sobre las casas, a gran altura.

Actualmente, más proyectos de PRT se encuentran en construcción. Uno está en Suncheon, en la República de Corea y pretende estar listo para este año (2013). Contempla la construcción de 9,8 km de rieles, dos estaciones y 40 vehículos para conectar la ciudad con el futuro lugar donde se realizará el Festival Internacional de la Jardinería.

Otro proyecto es el de Punjab, en India, que con 7 km de vía, 7 estaciones y 200 vehículos, pretende ser nada menos que el primer sistema urbano de PRT cuando esté terminado en 2014. (Plataforma Urbana, 2012)

Figura 14. Imagen del Personal Rapid Transit (PRT), en Masdar City.



Fuente: Plataforma Urbana. (Plataforma Urbana, 2012)

10.2 El proyecto europeo SARTRE (Safe Road Trains for the Environment)

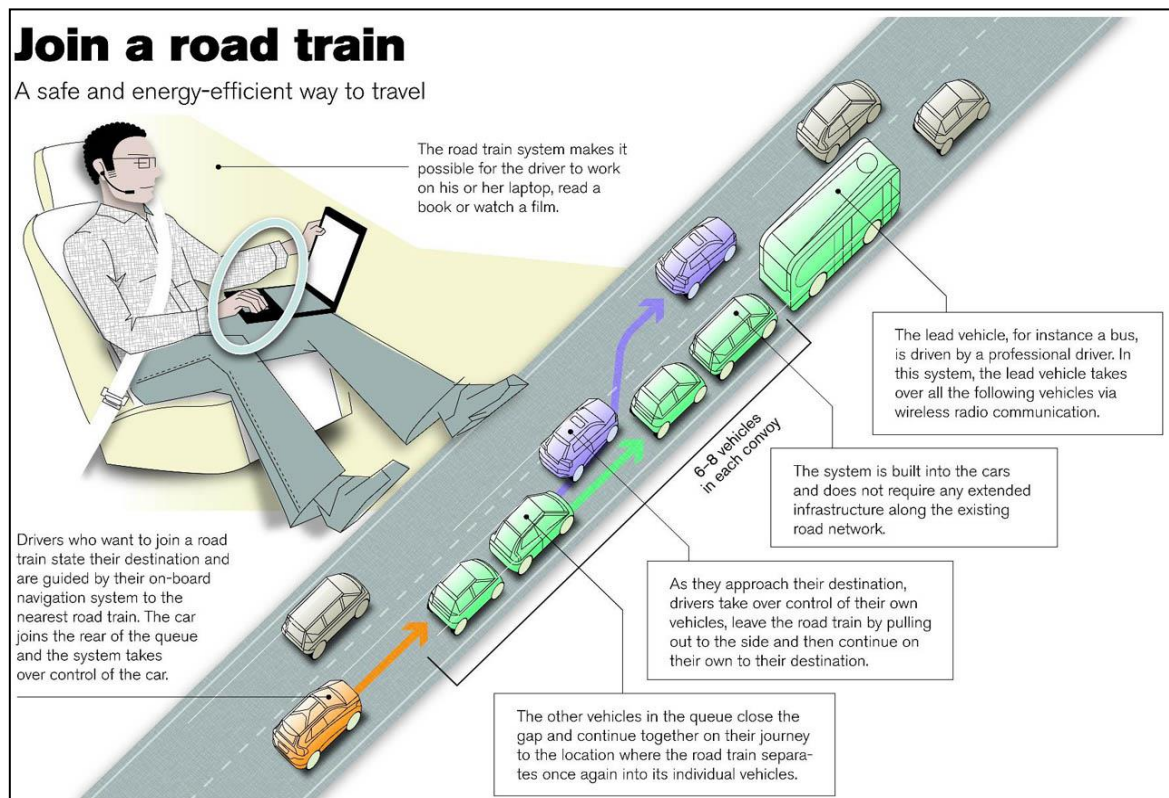
Tiene como objetivo, fomentar un cambio en el uso del transporte personal mediante el desarrollo de una tecnología denominada *roadtrains*, la cual permite a los vehículos, conducirse solos mediante trenes de carretera. Se refiere a caravanas de automóviles, conducidos de manera autónoma conectados a través de sus sistemas electrónicos.

Esta tecnología desarrollada por Volvo y probada en España, utiliza cámaras y sensores de radar, sistemas que fueron desarrollados para facilitar la adopción segura de los trenes de carretera en la vía pública, sin modificar la interacción con el resto del tráfico. Los vehículos que forman la caravana de pruebas han demostrado que pueden alcanzar velocidades de hasta 90 km/h manteniendo de forma constante una distancia de "no más de 6 metros". Al frente de los

autos se sitúa un vehículo pesado con un conductor profesional, que se hará cargo de los demás vehículos a través del equipamiento electrónico necesario para comunicarse en todo momento con los ordenadores de los vehículos seguidores, que mantienen una conversación entre sí mediante sistemas Car 2 Car o C2C para evitar cualquier imprevisto.

Los vehículos entrarán en un modo de control semi-autónomo que permite al conductor del vehículo seguidor hacer otras cosas que normalmente estarían prohibidas por razones de seguridad, por ejemplo, utilizar un teléfono, leer un libro o ver una película. Éste sistema permitiría en el futuro, mejorar la circulación, ahorrar combustible, ofrecer una mayor comodidad a los conductores y reducir el número de accidentes producidos en carretera (ver Figura 15). (SARTRE, 2012)

Figura 15. Imagen del modelo SARTRE



Fuente: Modelo SARTRE. (SARTRE, 2012)

10.3 El SMT Rail (Smart mass Transit)

Es el Sistema Masivo de Transporte sobre riel de alta velocidad. Se trata de un sistema de transporte masivo, futurista, amigable con el ambiente y que se eleva sobre la superficie utilizando rieles que sirven como vías en las cuales se van desplazando estos vehículos automatizados el cual se proyecta como unos de los sistemas inteligentes con mayor potencial a futuro.

Este sistema sobresale como una gran innovación en sistemas de transporte masivo ligeros, que hacen uso de materiales y aleaciones recicladas para la creación de la estructura y un sistema novedoso de nano imanes que permiten a éstos vehículos automatizados levitar de manera invertida sobre los rieles para generar su movimiento, de esta manera se disminuye el consumo energético y se aprovechan otras fuentes alternas como la energía solar. Este sistema también está concebido para utilizar tecnología de avanzada como el uso de inteligencia artificial en sus dispositivos electrónicos para controlar el desplazamiento, la logística de los pasajeros y además transporte de carga a través de toda la red y terminales de puntos de partida y destino. Algo llamativo de este sistema es que los costos tanto de instalación como de operación y mantenimiento a largo plazo se sitúan muy por debajo de los costos de sistemas de transporte tradicional convirtiéndolo en una alternativa interesante para gobiernos y sector privado por el excelente retorno de la inversión que ofrece ésta opción de transporte.

El uso del SMT se puede orientar tanto al transporte interior de la ciudad, como a rutas interurbanas con largos trayectos de distancia desplazándose a un promedio alto de velocidad, todo esto sin dejar al lado el confort y la comodidad ofrecida a los pasajeros que usan éste servicio.

Una de las grandes ventajas a la hora de implantar éste sistema de transporte SMT, es que permite a las empresas del sector privado ofrecer a los usuarios un servicio con precios muy económicos y generar un retorno rápido de la inversión, sin tener que acudir a subsidios del gobierno para que este tipo de proyectos sea viable de implementar.

Esta alternativa de transporte vanguardista, tiene características que lo hacen muy atractivo para ser implementado en diversos contextos de movilidad como puede ser en las terminales aéreas, parques de diversión, zoológicos, universidades, parques públicos, hospitales y parques empresariales entre otras aplicaciones.

Este es un sistema bastante versátil que se puede adaptar fácilmente a las necesidades particulares del espacio en el cual prestará su servicio; los usuarios de esta clase de servicio podrán disfrutar de una experiencia de transporte, suave, rápido, confortable y silencioso, el que pueden relajarse mientras están disfrutando del paisaje y la panorámica que le ofrece la ciudad desde lo alto de sus redes de transporte.

Al ser un sistema totalmente automatizado y elevado sobre las carreteras, se evitarán los accidentes atribuidos a los errores humanos y serán más eficientes los tiempos de desplazamiento entre las diferentes rutas. (Ver Figura 16). (Grupo Colombia 21, 2009)

Figura 16. SMT Rail, Smart Mass Transit Rail System



Fuente: SMT Rail. (Silicon Valley, 2011)

10.4 Sistema de transporte inteligente bajo demanda -ir2M-

El **ir2M** es “una solución integral que diseña, despliega y gestiona rutas dinámicas e inteligentes de transporte de pasajeros, aplicando desarrollos basados en tecnologías de la información, sistemas de información geográfica, comunicaciones móviles y procedimientos, con el fin de facilitar un transporte colectivo más sostenible”. (IRM2. The Intelligent Transport System Company, 2013)

Este proyecto propone un novedoso sistema de transporte público inteligente soportado por las tecnologías de la información y comunicaciones TIC, que ofrece a sus pasajeros recorridos basados en las necesidades de los usuarios, con el fin de hacer ésta una experiencia más placentera, con rutas más cercanas a los domicilios y destinos de trabajo, que faciliten el desplazamiento en cortos periodos de tiempo, contando con el apoyo de dispositivos tecnológicos que faciliten identificar las novedades en la movilidad del tráfico de la ciudad y así poder tomar las mejores rutas de manera eficiente.

Además pretende ser un servicio personalizado que conoce las necesidades y gustos de los usuarios.

Este modelo de transporte público se ofrece como una solución alternativa a los problemas de movilidad que se presentan en las ciudades, incrementando el uso de transporte público de manera eficiente al reducir los tiempos de los recorridos. Se expone además como una solución ecológica y que mejora la calidad de vida en la ciudad al reducir la congestión vehicular del tráfico urbano, ya que ofrece una posibilidad diferente de transporte a los ciudadanos que utilizan vehículos particulares como medio de transporte.

El proyecto está concebido para grandes centros urbanos. La implementación de éste tipo de servicio, tendrá lugar en el continente Europeo. Las ciudades piloto en las cuales se llevará a cabo este novedoso sistema son: son Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Bilbao, Málaga, París, Londres, la región Essen-Ruhr, Fráncfort, Berlín, Milán, Nápoles, Atenas, Moscú, San Petersburgo y Estambul. La sede principal estará ubicada en España, mientras que cada país contará con su propia sede regional. La segunda fase de éste proyecto se apuntará a las grandes áreas metropolitanas de América y Asia, específicamente en Tokio, Osaka, Nueva York, Los Ángeles, México D.F., Seúl, Sao Paulo, Nueva Delhi, Shanghái y Buenos Aires. (IRM2. The Intelligent Transport System Company, 2013)

10.5 Smarter Highways, “Autopistas Inteligentes”

Consiste en autopistas cada vez más inteligentes, que utilizan alta tecnología, a través de sensores en la carretera y pantallas electrónicas donde se muestran los límites de velocidad variable, el estado del carril e información del tráfico en tiempo real, para que los conductores sepan lo que está pasando en los trayectos más delante de su recorrido.

Se estima que esta tecnología inteligente de carretera aumenta la eficiencia vial y ayuda a los conductores a reducir los atascos, prevenir accidentes y viajar de forma más segura.

En esta tecnología, se disponen sensores de tráfico a lo largo de la calzada, que recogen información sobre la velocidad de los vehículos, la congestión y las tasas de flujo del tráfico en tiempo real. Esta información es transmitida continuamente al centro de gestión del tráfico para ser analizada por un centro de cómputo. Cuando se identifican circunstancias que se beneficiarían de la velocidad límite variable, como por ejemplo la congestión del tráfico, el equipo disminuye la velocidad gradualmente para reducir de este modo el flujo vehicular que se acerca a la zona congestionada.

Adicionalmente, estas autopistas emplean símbolos en pantallas, que advierten sobre carriles cerrados o bloqueados, semáforos que modifican la duración de la luz verde según el flujo de los carros, dispone de un sistema de cámaras de seguridad para monitorear el tráfico vehicular, sugieren unirse a otros carriles de menos congestión y las velocidades indicadas en las señales electrónicas se basan en lo que está pasando en el camino.

La congestión en la carretera sube y baja y las señales de límite de velocidad reflejan dicha fluctuación. Es como un indicador de aceleración y desaceleración para adaptarse al flujo del tráfico; la única diferencia es que los signos de carreteras inteligentes permiten saber de antemano que el cambio de velocidad se aproxima, esto ayuda a los conductores a evitar la necesidad de frenar bruscamente cuando se acercan a la congestión. Al igual que una señal estática, los límites de velocidad deben ser respetados y podrían ser multados por la autoridad si éstos no se cumplen (ver Figura 17). (Washington state, Department of transportation, 2009)

Figura 17. Smarter Highways, “Autopistas Inteligentes”



Fuente: Smarter Highways. (Washington state, Department of transportation, 2009)

11. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA INTELIGENTE DE MOVILIDAD DE MEDELLÍN (SIMM)

Para nuestro caso particular, la ciudad cuenta con una estrategia interesante de movilidad denominada (SIMM), o Sistema Inteligente para la Movilidad de Medellín, que está alineada con muchos de los objetivos a los cuales apuntan los Sistemas Inteligentes de Transporte de las Smart Cities, y que busca enfrentar con el apoyo de las TIC, los inconvenientes de movilidad que se presentan en nuestra ciudad.

El SIMM es básicamente un sistema integrado conformado por diversas herramientas tecnológicas para la gestión de la movilidad en Medellín, La finalidad de éste sistema integrado es reducir la accidentalidad en las vías y mejorar la movilidad en la ciudad.

En la siguiente gráfica (ver Figura 18) se muestran los componentes que integran el sistema inteligente para la movilidad de Medellín, estos son los

siguientes:

- ✓ Paneles Informativos
- ✓ Optimización de semáforos
- ✓ Cámaras de fotodetección
- ✓ Gestión de flota
- ✓ Software gestor
- ✓ Web 2.0
- ✓ Circuito cerrado de TV

Figura 18. Componentes del sistema inteligente de movilidad de Medellín



Fuente: STTM. (STTM de Medellín, 2010)

11.1 Paneles informativos

Son pantallas electrónicas que se encuentran en las principales vías de la ciudad en las cuales se publica información en tiempo real del estado de las carreteras según el estado del tráfico vehicular que circula en el momento. Estos paneles informativos brindan a los ciudadanos de Medellín los siguientes beneficios:

- ✓ Información oportuna y veraz.
- ✓ Reducción de la accidentalidad.
- ✓ Optimización de los flujos vehiculares.
- ✓ Toma de mejores decisiones en los desplazamientos.
- ✓ Reducción en la congestión vehicular.
- ✓ Reducción en los tiempos de viaje.

Toda la información que brindan los paneles informativos son enviadas desde el centro de control de tránsito de la ciudad, que opera de manera continua las 24 horas del día durante todo el año, con un personal operativo capacitado, que monitorea permanentemente el estado de las vías en la ciudad. La información publicada en estos paneles permite alertar de forma anticipada a los conductores de vehículos públicos y privados, de las dificultades en las vías, disminuyendo el riesgo de accidentes y orientando a las personas para que tomen decisiones oportunas de movilidad en su sus trayectos de recorrido diario. (STTM de Medellín, 2010)

11.2 Optimización de semáforos

La red de semáforos de la ciudad ha sido actualizada para permitir a la secretaria de movilidad de Medellín tener mejores análisis del flujo vehicular y así poder tomar mejores decisiones en la programación para los intervalos de tiempos, de manera más inteligente y adaptadas a las necesidades del tráfico en la ciudad.

La optimización de los semáforos permite los siguientes beneficios:

- ✓ Administrar la red semaforica, según el tráfico vehicular.
- ✓ Maximizar los desplazamientos por la ciudad, reduciendo los tiempos de recorrido.
- ✓ Ordenar el tránsito.
- ✓ Minimizar las paradas de los vehículos.
- ✓ Reducir el tiempo de espera en los semáforos.
- ✓ Economizar combustible y reducir los mantenimientos al vehículo y el desgaste de sus piezas.
- ✓ Dar seguridad a los usuarios de la vía y proteger al peatón.

Según la secretaría de tránsito y transporte de Medellín, este componente ofrece información importante, como el conteo de vehículos que circulan por una vía, el tipo y clasificación vehicular, la velocidad promedio de desplazamiento, densidad vehicular, ocupación de la vía y longitud de la cola de automóviles en los diferentes puntos de acceso a los semáforos. (STTM de Medellín, 2010)

11.3 Fotodetección

La fotodetección es una de las herramientas tecnológicas más polémicas en la ciudad, pero a pesar de ser una tecnología poco popular entre algunos ciudadanos, el objetivo principal, es contribuir al mejoramiento de la movilidad y reducir los accidentes viales. Este tipo de infracción capturada por cámaras de fotodetección tiene la misma validez que un comparendo impuesto por la autoridad de Tránsito de la ciudad.

La estrategia de las autoridades de movilidad es ubicar las cámaras de fotodetección en diferentes zonas según las necesidades de control en los sitios más propensos a cometer infracciones que ponen en riesgo la seguridad de los ciudadanos. Con la fotodetección se busca disminuir precisamente los accidentes en estos sitios que presentan dificultades de movilidad.

En la siguiente grafica (ver Figura 19) se puede ver el proceso de una fotodetección en la ciudad de Medellín.

Figura 19. Proceso de fotodetección en Medellín



Fuente: STTM. (STTM de Medellín, 2010)

11.4 Gestión de flota

La gestión de flota promueve una nueva cultura de la movilidad entre los conductores del transporte público, buscando el respeto por las normas y por la vida. En los buses, microbuses y busetas de Medellín, se ubican diferentes dispositivos tecnológicos, que permitirán velar por la seguridad vial y el buen servicio a la ciudadanía. La tecnología en el transporte público busca:

- ✓ El uso de los paraderos autorizados
- ✓ La circulación a la velocidad máxima permitida
- ✓ El transporte de cantidad de pasajeros autorizados
- ✓ El desplazamiento con puertas cerradas
- ✓ El cumplimiento de horarios, frecuencias y rutas autorizadas
- ✓ La verificación de documentos como el SOAT y la Revisión Técnico

Mecánica.

- ✓ El control de la idoneidad del personal que conduce los buses

Actualmente, se realizan pruebas con más de mil ochocientos vehículos, para recolectar, interpretar y procesar información, que permita mejorar la calidad en la prestación del servicio del transporte público colectivo. (STTM de Medellín, 2010)

11.5 Software gestor de tránsito

El software gestor de tránsito tiene por objetivo mejorar la movilidad, disminuir la accidentalidad e integrar los sistemas de transporte con tecnología de punta para gestión de tráfico inteligente, la secretaría de tránsito y transporte de Medellín, lleva a cabo un proyecto para la creación de un centro de gestión de movilidad en la ciudad por medio de los siguientes elementos:

- ✓ El monitoreo y análisis del flujo vehicular en tiempo real.
- ✓ La divulgación de información de tránsito en tiempo real que permita a la ciudadanía tomar decisiones de desplazamiento.
- ✓ El suministro de información oportuna al ciudadano sobre el estado de las vías.
- ✓ La recolección de información para estudios del flujo vehicular.
- ✓ La mejora a la calidad del servicio del transporte público. (STTM de Medellín, 2010)

11.6 Web 2.0

La estrategia que presenta la secretaría de movilidad de Medellín a través de las redes sociales, presta el servicio durante las 24 horas del día; es uno de los componentes del Sistema Inteligente de Movilidad y busca que los ciudadanos interactúen y se retroalimenten constantemente con la información que se

comparte en tiempo real sobre el estado de las vías lo cual facilita a las personas la toma de decisiones y planear mejor sus recorridos.

Para este fin la secretaría de movilidad de Medellín ha creado diversas cuentas en redes sociales como Twitter y Facebook, mediante las cuales emite sus mensajes que se transforman muchas veces en verdaderas soluciones de movilidad para los conductores que se trasladan por las diferentes zonas de la ciudad de Medellín. En el caso de Facebook la secretaria mantiene una fuerte campaña de educación en movilidad y una constante promoción de la seguridad vial.

Otra de las estrategias de la secretaria de movilidad en la web se encuentra en su canal de YouTube, en el cual los ciudadanos pueden acceder a múltiples videos en los que pueden aclarar sus inquietudes sobre trámites, normativas de tránsito y donde se comunica las acciones de las autoridades para mejorar la movilidad de la ciudad. En Flickr no se queda atrás y también se tiene una gran participación, en la cual se muestra a través de fotos, el trabajo de Medellín en materia de movilidad. (STTM de Medellín, 2010)

11.7 Circuito cerrado de televisión

Medellín cuenta con un circuito cerrado de televisión (CCTV) que está integrado por cámaras instaladas en diferentes zonas de importancia para la ciudad, como las glorietas, intersecciones de las vías principales, el sistema vial del río, entre otros puntos de interés.

Este sistema de cámaras está diseñado para enviar capturas de video al centro de control de movilidad del tránsito, donde es monitoreado constantemente por personal capacitado para esta labor, con la ayuda de herramientas de cómputo especializadas, que permiten generar reportes sobre el estado de las carreteras y realizar análisis sobre el tráfico vehicular, todas estas acciones

permiten la toma de decisiones oportunas que contribuyen a mejorar la seguridad y a reducir la congestión de las vías en la ciudad de Medellín.

Estos dispositivos también permiten observar en tiempo real los incidentes que se presentan en las vías, lo cual permite establecer mecanismos de apoyo para atender oportunamente los sucesos que se puedan presentar en las carreteras, coordinando de manera conjunta con los organismos de socorro, las autoridades de seguridad y tránsito para atender los eventos reportados y poder restablecer el flujo vehicular. (STTM de Medellín, 2010)

11.7.1 Principales funciones del sistema de cámaras de Medellín

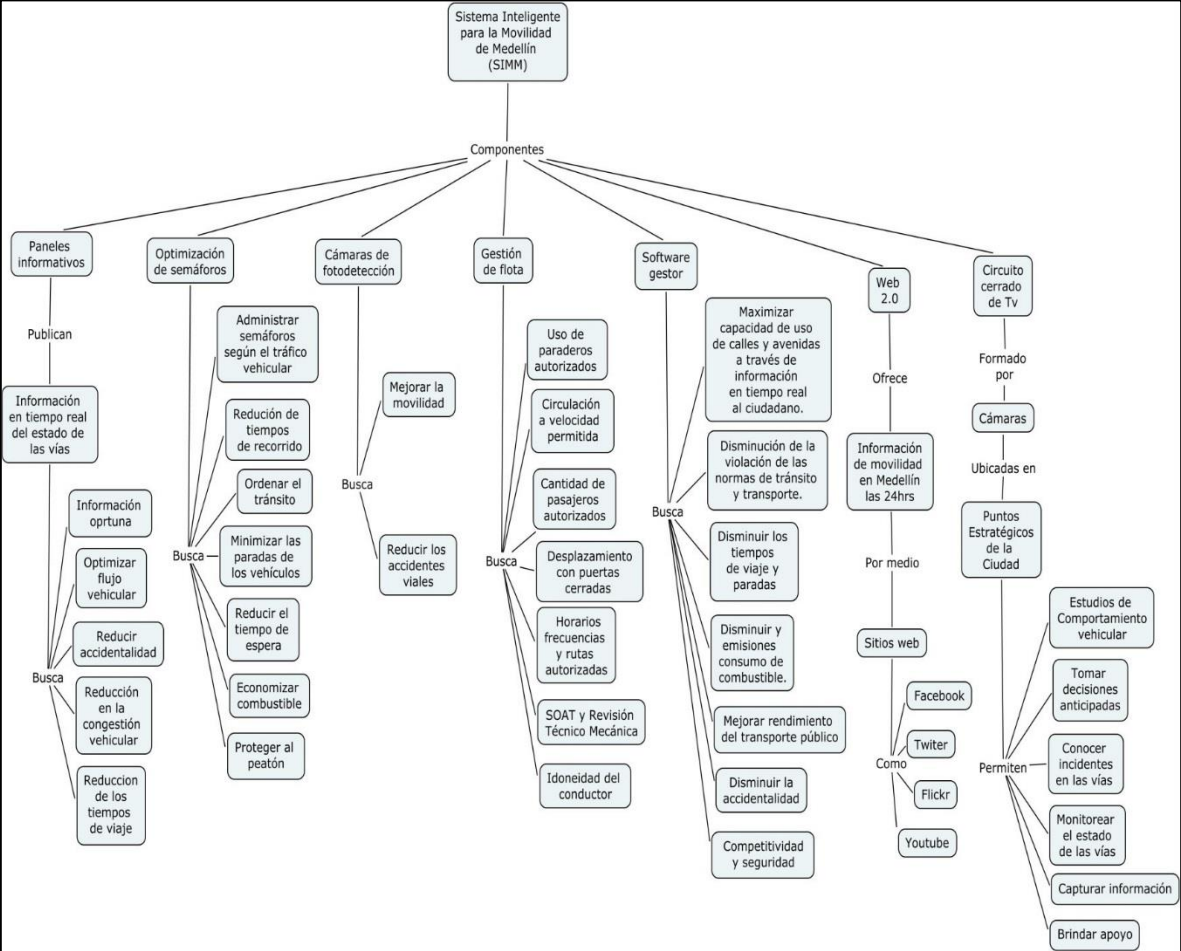
- ✓ Vigilar el estado de las principales conexiones y cruces viales de la ciudad de Medellín, con el objetivo de detectar de forma rápida y precisa los eventos que ocurren sobre las vías, para tomar las acciones necesarias que permitan retornar el flujo normal en las carreteras.
- ✓ Ofrecer el apoyo a las autoridades de tránsito de la ciudad para atender las diferentes situaciones de movilidad que se presentan en las vías y facilitar las operaciones de control que se ejercen en los diversos corredores viales de la ciudad.
- ✓ Captar información en video para facilitar a los organismos de tránsito de Medellín elaborar análisis de comportamiento del flujo vehicular en las vías de la ciudad con el objeto de identificar los incidentes en las carreteras que pueden ocasionar accidentes y congestión vehicular.
- ✓ Obtener datos e información en tiempo real que permita a las autoridades control de tránsito proporcionar a la ciudadanía el estado de las vías por medio de la web, las redes sociales y los paneles informativos.

- ✓ El circuito de cámaras es un sistema de tecnología avanzada que incluye funciones como de gestión de las imágenes para la detección automática de eventos en las vías, además permite generar el conteo y clasificación automóbiles, velocidad por carril, tiempo entre vehículos, formación de colas, congestión vehicular, entre otras variables.

A través del portal web de la STTM se presta un interesante servicio online que permite a los ciudadanos, ingresar y observar las capturas de video en tiempo real de algunas cámaras instaladas en las vías y puntos estratégicos de la ciudad; este servicio permite que las personas se pueden percatar del estado actual del tráfico de Medellín. (STTM de Medellín, 2010)

A continuación se presenta un mapa conceptual, (ver Figura 20) donde se especifican los componentes y características que conforman el Sistema Inteligente para la Movilidad de Medellín SIMM.

Figura 20. Mapa conceptual del sistema inteligente de movilidad de Medellín



Fuente: Elaborado por el autor

12. MODELOS DE REFERENCIA EN MOVILIDAD Y TRANSPORTE INTELIGENTE

A continuación se describen algunos casos de éxito en movilidad y transporte inteligente, de varias ciudades alrededor del mundo, que han logrado desarrollar diversos proyectos que pueden servir como modelo de referencia en movilidad de las Smart Cities. En este punto, es interesante observar como en el análisis realizado previamente a través de Google trends, algunas de las ciudades de referencia como Oregón, Washington, Londres, Barcelona, Barakaldo, Ayuntamiento de Santander, Ayuntamiento de Zaragoza, Málaga y Valladolid, hacen parte de los países en los que se presenta interés en los temas de movilidad en Ciudades Inteligentes como U.S.A, Inglaterra y España.

12.1 Estocolmo

Un caso de éxito en movilidad y transporte es la ciudad de Estocolmo en Suecia, con su impuesto vehicular y mejora en el transporte público logra reducir la congestión vehicular y la contaminación. Esta ciudad se ha fijado entre sus principales metas, posicionarse como una de las ciudades con mayor accesibilidad en el mundo partiendo de su sistema de transporte urbano. Para ello ha implementado un sistema de impuesto anti embotellamientos que ha logrado reducir la contaminación por emisiones del tráfico vehicular en aproximadamente un 14% y el uso del automóvil privado en aproximadamente un 25%. Todo esto teniendo en cuenta que la ciudad se ha preocupado por mejorar notablemente sus servicios de transporte público y los sistemas de transporte integrado que circulan por la ciudad.

También es importante resaltar que el cobro de los impuestos a los usuarios de vehículos privados no solo ha logrado reducir los embotellamientos y la contaminación, sino que también han tenido una muy buena aceptación por parte de los ciudadanos ya que la ciudad se ha asegurado de reinvertir

eficientemente los ingresos de dichos impuestos en su propio sistema de transporte y movilidad. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

12.2 Londres

Londres incentiva a los ciudadanos al uso del transporte público. Es otra de las ciudades modelo y punto de referencia en el mundo, en cuanto a políticas de transporte público se refiere. Ha logrado tener éxito en sus campañas para motivar a los ciudadanos a usar más el servicio del transporte público, entre ellos el metro, taxi y en el que se destaca el principalmente el uso del autobús, con un incremento de un 40% desde el año 1999, lo cual evidencia un plan de movilidad que se viene trabajando a largo plazo y que en la actualidad está cosechando sus frutos.

Este cambio ha sido factible gracias a los planes de mejora en el transporte público que incluyen, tarifas y soluciones de pago mucho más atractivas para los usuarios; mejora en la infraestructura vial, calidad, seguridad y eficiencia en los servicios que prestan los buses; todo esto acompañado de medidas como peajes anti trancones en el centro urbano de Londres que buscan disminuir el ingreso de vehículos privados y dar prioridad a la circulación del transporte público. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

12.3 Singapur

Un ejemplo exitoso aplicado a un sistema de transporte inteligente que facilitan la movilidad y las compras. Singapur, cuenta con un sistema de pago electrónico multipropósito llamado “Symphony for e-Payment”, que como su nombre bien lo sugiere, establece una sinfonía para el pago electrónico de diversos servicios.

Es una tarjeta inteligente de transporte multiusos, válida a nivel nacional y que

permite a sus usuarios acceder tanto a los servicios de transporte público como el bus, taxi, tren y peajes y al mismo tiempo le proporciona la facilidad realizar compras en diferentes sitios con la misma tarjeta. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

12.4 Oregón - USA

En USA, el estado de Oregón está utilizando un novedoso sistema para el cobro de impuesto vehicular por kilometraje recorrido, es decir se cobra a los usuarios con base en el número de kilómetros recorridos en vez de hacer uso del cobro estatal de impuesto sobre la gasolina. A pesar de ser una medida tomada por la reducción de los ingresos fiscales, los usuarios y el gobierno consideran que es una buena medida para financiar el mejoramiento continuo de las vías del estado. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

12.5 Barcelona

Barcelona, otra de las ciudades referentes en el tema de la movilidad urbana, sobresale por la implantación del proyecto público privado LIVE que significa: (Logística para la implementación de vehículos eléctricos). Es un proyecto que tiene por objeto promover el desarrollo de la movilidad de los vehículos eléctricos en Barcelona y su área Metropolitana. Algunas de las principales características de este proyecto son las siguientes:

- ✓ Dar soporte en el desarrollo y promover los proyectos de movilidad eléctrica para beneficiar los primeros despliegues del vehículo eléctrico.
- ✓ Promover la organización de eventos y actividades que estimulen la movilidad de los vehículos eléctricos en Barcelona.
- ✓ Impulsar el despliegue de redes tanto privadas como públicas para la

recarga de los vehículos eléctricos en Barcelona y su Área Metropolitana.

- ✓ Convertir a la ciudad de Barcelona en el referente de ciudadanos y empresas por medio de la creación de la primera oficina técnica en Europa para el despliegue de movilidad de vehículos eléctricos. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

12.6 Barakaldo

En España la ciudad de Barakaldo, que ha sido reconocida por el gobierno de éste país como ciudad de la ciencia y la innovación, se ha desarrollado un interesante proyecto de colaboración público privado, que consiste en la instalación de puntos de recarga de vehículos eléctricos utilizando una fuente de energía solar y ubicados de forma estratégica en el centro urbano de la ciudad.

Con este proyecto vanguardista y la creación de un City Lab o laboratorio urbano de innovación, la ciudad apunta a estar alineada con los modelos de transporte de las Smart Cities a través de una iniciativa que busca ofrecer un servicio claramente sostenible y amigable con el medio ambiente. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

12.7 Santander - España

El Ayuntamiento de Santander en España es otro referente en Europa en sistemas de movilidad sostenible y menos agresiva con el ambiente, en ella se destaca su interés por impulsar el transporte público como su principal medio de desplazamiento entre sus ciudadanos. Dos proyectos que se destacan en ésta ciudad son los siguientes:

- ✓ **Proyecto para motivar a compartir el auto privado:** Este proyecto consiste básicamente en propiciar el encuentro de las personas que están interesadas en compartir un vehículo privado para dirigirse a una ruta común en la ciudad.

- ✓ **El proyecto TUSBIC:** Es un proyecto ideado como un servicio de préstamo de bicicletas, para que las personas se puedan desplazar entre diferentes puntos de la ciudad de una forma saludable y amigable con el ambiente. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

12.8 Zaragoza - España

En el caso del Ayuntamiento de Zaragoza en España, se ha implementado el uso de herramientas TIC con el fin de mejorar el sistema de movilidad de la ciudad. Una de las novedades es el sistema de monitoreo, que mediante sensores de presencia detectan los espacios libres en las zonas de parqueo, informando a los usuarios a través de pantallas electrónicas. Así los conductores reducen el consumo de combustible y ahorran tiempo en la búsqueda de parqueaderos para sus vehículos.

Además, la ciudad cuenta con un sistema de monitoreo para el tráfico automotriz, el cual permite conocer con precisión en qué partes de la ciudad se presentan, por ejemplo, condiciones de movilidad reducida, accidentes de tránsito, bloqueos en las vías, entre otras; lo cual contribuye a la toma oportuna de decisiones para el control del flujo de movilidad y transporte en la ciudad. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

12.9 Málaga - España

Málaga en España es otra ciudad reconocida por su modelo de ciudad sostenible, obteniendo incluso el reconocimiento del instituto de diversificación

del ahorro y la eficiencia energética IDEA. Dicho reconocimiento ha sido fruto de sus iniciativas para disminuir el flujo de vehículos particulares en el centro histórico de la ciudad Española. Para llevar a cabo éste proyecto la ciudad ideó un plan de movilidad municipal sostenible (P.M.M.S) en el que se incluye la tecnología en los diferentes puntos de acceso al centro histórico como cámaras de televisión y dispositivos de reconocimiento de matrículas. El plan busca también impulsar los siguientes proyectos:

- ✓ **En movilidad peatonal:** El objetivo de la ciudad en este sentido es implementar un sistema de vías peatonales continuas que se integren de manera cómoda y segura con las áreas residenciales y los centros urbanos, con el fin de facilitar al peatón los recorridos por la ciudad en una vía diseñada para esto.
- ✓ **En movilidad en bicicleta:** La idea de este proyecto es crear la infraestructura necesaria para convertir la bicicleta en una alternativa altamente competitiva, como medio de transporte en las zonas urbanas y litorales que comprenden la ciudad, además de impulsar este medio de transporte como una de las posibilidades diarias de transporte con la cual pueden contar las personas en la ciudad.
- ✓ **En movilidad en transporte público:** En éste sentido la ciudad desea impulsar el transporte público modernizando la infraestructura vial dedicada exclusivamente éste tipo de transporte. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

12.10 Proyecto Smart City de transporte entre Valladolid y Palencia en España

El proyecto Smart City de (VyP) en España surge como una iniciativa entre Valladolid y Palencia, para la implementación de proyectos de carácter

innovador en los espacios urbanos y de interconexión entre ambas ciudades. Lo interesante de este proyecto es que aborda el concepto de Smart City y el componente de movilidad de una manera muy novedosa, ya que intervienen dos ciudades que están cercanas pero que a pesar de las características que las diferencia, se han unido para trabajar en un plan conjunto de movilidad para mejorar el transporte entre las dos ciudades. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

12.11 Washington D.C

El Departamento de Transporte del Estado de Washington (Washington State Department of Transportation) cuenta con un proyecto denominado “Autopistas Inteligentes” (Smarter Highways), uno de los primeros proyectos en los Estados Unidos que captura datos de velocidad y volumen del tráfico en tiempo real, por medio de sensores de pavimentos instalados a lo largo del camino. El proyecto fue implementado en la Autopista Interestatal número 5 (I-5), la cual es una de las autopistas más importantes de la costa oeste de los Estados Unidos. El recorrido de la I-5 por el Estado de Washington es de aproximadamente 11 kilómetros, por lo que se han instalado alrededor de 97 señales electrónicas, que cambian en tiempo real según las condiciones de tráfico de la autopista. Las condiciones del tráfico son el resultado del procesamiento de los datos obtenidos de la red de sensores instalados a lo largo de la I5.

Las señales electrónicas muestran cuál es el carril más lento, cuáles carriles de las vías se encuentran en mantenimiento o están fuera de servicio por accidentes. Adicionalmente, la I-5 cuenta con medición del tráfico en las intersecciones de semáforos, con el objetivo de romper grandes bloques de tráfico y reducir el volumen excesivo del mismo hacia la autopista, modificando la duración de la luz verde en los semáforos según el flujo de carros. También dispone de un sistema de cámaras de seguridad para monitorear el tráfico.

Los resultados que se han logrado con este tipo de sistema son: mejorar la eficiencia del tráfico, aliviar la congestión y así mismo el número de accidentes, gestionar los accidentes con menores tiempos de respuesta, proporcionar a los conductores, la confianza de vías más seguras con información en tiempo real de la velocidad promedio, carriles rápidos y lentos, mantenimiento de vías, accidentes, vías alternas y estado meteorológico del área. (Cintel, 2010)

13. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA CONSOLIDAR EL SISTEMA DE MOVILIDAD EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

Según IBM 2009, independientemente del estado actual de los sistemas de transporte y movilidad de una ciudad, siempre suele haber margen para mejorar y continuar el desarrollo de estos planes. A continuación se plantean algunas propuestas y recomendaciones que pueden contribuir a mejorar el plan actual del sistema de movilidad y transporte inteligente en la ciudad de Medellín.

13.1 Desarrollar estrategias

Una de las principales recomendaciones para Medellín y su Área Metropolitana consiste en desarrollar estrategias para un sistema de transporte inteligente a largo plazo, que puede ser establecido en un rango de tiempo entre 10 a 15 años, de modo que se garantice entre las transiciones de los diferentes mandatos, la continuidad y coherencia de los planes de transporte y movilidad previamente establecidos y aprobados por la nación.

Elaborar estrategias a largo plazo para un sistema de transporte inteligente en Medellín permitiría además, establecer objetivos medibles, desarrollar planes detallados y adelantarse a las futuras necesidades de los ciudadanos en los diferentes tipos de transporte y problemáticas de movilidad que se puedan presentar en la ciudad. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

13.2 Implementar un modelo de movilidad y transporte integrado

Para Medellín y su Área Metropolitana se propone desarrollar la implementación de un modelo de movilidad y transporte inteligente integrado. Para esto es necesario identificar los planes y proyectos independientes que la

ciudad y el Área estén desarrollando en sistemas inteligentes de transporte, de esta forma se podrán evaluar cómo los diferentes tipos de transporte benefician al sistema de movilidad y se podrán unificar en un sistema integrado más general. Por ejemplo evaluar posibles rutas de transporte en las periferias de la ciudad que aún no se hayan tenido en cuenta para alimentar el sistema integrado de transporte que utiliza actualmente el metro de Medellín, con el fin de unificarlas e integrarlas al sistema de transporte, evitando así el ingreso innecesario de transporte a los centros urbanos de la ciudad.

Todas estas estrategias de movilidad y transporte integrado, también deben estar alineadas con las políticas y planes de gobierno regional y nacional, ya que si por ejemplo se desarrolla un plan por parte del ministerio de transporte para la modificación de carreteras sin tener en cuenta todos los modos de transporte que intervienen en ésta, el sistema de movilidad integrado se puede ver afectado y por lo tanto afectar la calidad del servicio de transporte en la ciudad. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

13.3 Incentivar el uso del transporte público

Una de las propuestas que más pueden contribuir a los problemas de movilidad y en especial para descongestionar el tráfico vehicular en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana sería la implantación de una fuerte campaña para incentivar el uso del transporte público en la ciudad con tal impacto, que los ciudadanos la consideren como una alternativa de transporte más interesante y con mayores beneficios que el uso de automóvil privado.

Para conseguir este objetivo es muy importante empezar a cambiar la percepción que tenemos actualmente del transporte público en nuestra ciudad ya que para muchos ciudadanos se trata de un medio de transporte poco atractivo. Para lograrlo es necesario mejorar significativamente la experiencia de los usuarios con sistemas de transporte más modernos, diversos, seguros,

eficientes y a un costo que resulte realmente atractivo para las personas; con infraestructura dedicada específicamente al transporte público y facilidades para llegar a los puntos de acceso en toda la ciudad y con la posibilidad de acceder a los sistemas integrados de transporte.

Todas estas acciones pueden contribuir a cambiar la percepción del transporte público en nuestra ciudad y muy seguramente la convertirá en una alternativa más interesante que el uso del automóvil privado. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

13.4 Obtener financiación para los sistemas de transporte inteligente

En la gran mayoría de proyectos, la financiación para el desarrollo de los mismos es uno de los principales obstáculos a la hora de su aprobación y ejecución, en este sentido los proyectos para desarrollar sistemas de movilidad y transporte inteligente en nuestro país no serían la excepción.

Por lo tanto se recomienda a los gobernantes y particulares encargados de los proyectos de movilidad inteligente en Medellín, aplicar nuevos modelos de negocio que permitan elaborar diferentes modos de financiación, como por ejemplo el cobro de parqueaderos por tipo de vehículos o por el tiempo de utilización del servicio, o aprovechar los datos obtenidos a través de las TIC y los sistemas inteligentes de transporte para sacar información de interés para los ciudadanos, el sector público y privado y que se pueda ofrecer como servicios que puede ser cobrados en virtud de la utilidad que proporciona dicha información.

Todos estos modelos de financiación para sistemas de transporte inteligente deberán ser muy convincentes y demostrar un valor agregado a los ciudadanos, ya que generalmente éste tipo de proyecto o modelo de negocio tiende a venderse por sí mismo. Por ejemplo, demostrar que una propuesta

innovadora de movilidad reduce los tiempos de desplazamiento y el índice de accidentalidad en la ciudad de Medellín sería una propuesta que llamaría la atención tanto a ciudadanos como a gobernantes y muy seguramente ganaría la aceptación de ambas partes. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

13.5 Comunicar a los ciudadanos la información de las diferentes iniciativas de movilidad y transporte para la Ciudad Inteligente

Se propone como una estrategia de gran beneficio, comunicar abiertamente a los ciudadanos de Medellín y su Área metropolitana todo tipo de información relacionada con las iniciativas de movilidad y transporte a través de los diferentes medios de comunicación, de tipo audiovisual como la televisión y la radio, y en medios digitales, como la web y las redes sociales; todo esto con el propósito de obtener una mejor aceptación por parte de los ciudadanos, de las nuevas normas o planes de movilidad que se implementen en la ciudad. (Houghton, Reiners, & Lim, 2010)

13.6 Elaborar un modelo o Plan de Movilidad Urbana Sostenible

Para nadie es un secreto que en las ciudades el transporte tiene una alta dependencia del consumo de combustibles fósiles, en particular de la gasolina y el diésel que incluso es mucho mayor que la demanda exigida por la industria o el consumo en hogares.

Es importantes entonces, que en la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana se entienda la necesidad de crear un modelo de movilidad y transporte inteligente más sostenible y eficiente en el consumo de energía, que sea cada vez menos dependiente de los combustibles fósiles como la gasolina o el diésel que son recursos altamente contaminantes, cada vez más escasos y por lo tanto cada vez más costosos y susceptibles de la especulación.

Para ser consecuentes con un plan de movilidad sostenible y sin tanta dependencia de los combustibles fósiles, la ciudad por su parte, debe ofrecer un sistema de transporte acorde y a la altura de dicho plan, con una infraestructura vial que sea viable por ejemplo para las recargas y el uso de vehículos eléctricos de transporte público y privado, el uso de tranvías con redes apropiadas para el consumo de energía, entre otros. Para dicho plan se recomienda además, realizar evaluaciones periódicas que permitan medir los beneficios a corto, mediano y largo plazo en la ciudad. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

13.7 Promover el uso de vehículos eléctricos y más ecológicos

Promover en la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana el uso de vehículos más ecológicos y amigables con el ambiente, como es el caso de los vehículos eléctricos, que más que una moda de las Ciudades Inteligentes, se está convirtiendo en la fuente de transporte más prometedora para las ciudades en el mundo entero, tanto en el uso vehículos privados, como en el transporte de servicio público en taxis y tranvías eléctricos. Con este tipo de vehículos se beneficiarían mutuamente las personas y la ciudad ya que el propietario se beneficia del gran ahorro que representa los altos costos del combustible y la ciudad empezaría a disminuir los altos niveles de ruido y contaminación que redundan en la calidad de vida de los ciudadanos. También se recomienda, como un interesante medio de transporte, el uso vehículos híbridos que ya se comercializan en la ciudad de Medellín, básicamente se trata de un tipo de vehículo que puede combinar varias fuentes de energía para generar movimiento como por ejemplo, vehículos que pueden trabajar en conjunto con un motor eléctrico y un motor de combustión. Otro medio de transporte que se recomienda y que ya ha tenido mucho éxito en nuestra ciudad es el uso de los vehículos a GNV, sin duda alguna llamó la atención de las personas como una gran alternativa por los altos costos de la gasolina en nuestro país. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

13.8 Incentivar el desplazamiento en otros medios

Incentivar a los ciudadanos para que caminen y usen sus bicicletas como un medio de desplazamiento ecológico y saludable, apoyados en campañas publicitarias entre el gobierno, el sector privado y las entidades educativas. En nuestro caso particular, se puede observar que la ciudad de Medellín ya cuenta con algunas ciclorutas y se ha venido mejorando un poco en la implantación de vías peatonales como es el caso de los parques lineales, pero para que éste tipo de iniciativas tengan éxito es de vital importancia que en la ciudad se generen más espacios con vías especiales y dedicadas únicamente a los desplazamientos en bicicleta y vías peatonales; que sean respetadas y que se puedan integrar con la mayor parte de las zonas urbanas de la ciudad, para que las personas perciban estas vías como un medio real de transporte y no solo como un simple espacio temporal dedicado a la lúdica en los fines de semana. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

13.9 Uso de las TIC para el monitoreo y control del tráfico

Una de las iniciativas de los planes de movilidad en las Ciudades Inteligentes consiste en apoyarse en las TIC para el monitoreo y control de los diferentes aspectos que tiene relación con el tráfico de la ciudad. El uso de las TIC puede contribuir significativamente a vigilar intersecciones, semáforos, zonas de parqueo, zonas de movilidad reducida y además nos pueden ayudar a verificar el estado del tráfico en tiempo real, todo esto con el fin de facilitar la toma de decisiones oportunas que permitan optimizar la movilidad de los ciudadanos apoyados en la tecnología y para mejorar la calidad de vida. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

13.10 Promover nuevas alternativas de transporte

Promover en la ciudad nuevas alternativas de transporte para disminuir el uso del vehículo privado, como por ejemplo, incentivar a los ciudadanos para que hagan uso del modelo de vehículo compartido o car sharing, al igual que el uso de servicios para compartir bicicletas, servicios de alquileres de vehículos ecológicos por periodos cortos de tiempo y adopción de sistemas urbanos donde se dé mayor prioridad a las vías peatonales y de bicicleta al interior de las manzanas. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

13.11 Compartir servicios de transporte público entre municipios

Para el caso de transporte público entre municipios cercanos se recomienda compartir los servicios de transporte como taxis, buses y colectivos, esta fórmula puede contribuir a disminuirla contaminación y congestión que proviene del servicio de transporte público. (Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network, 2012)

13.12 Políticas e incentivos para la instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos

Una de las grandes dificultades para la incorporación de vehículos eléctricos en las ciudades, es la falta de acceso a los puntos de recarga para este tipo de transporte. Es de vital importancia, que las instituciones de gobierno y las entidades a cargo de la gestión del transporte y movilidad en la ciudad de Medellín, elaboren planes en conjunto con las empresas del sector eléctrico, para incentivar a la instalación de puntos de recarga en zonas de parqueo residencial y lugares de público interés.

14. CONCLUSIONES

- ✓ El transporte es un factor clave de competitividad, ya que afecta de forma directa el intercambio comercial, económico y cultural de los países, además del medio ambiente y la calidad de vida de los ciudadanos.
- ✓ Las dificultades de movilidad no son un problema exclusivo de nuestra ciudad, también se presentan en diversas ciudades del mundo entero que han logrado avanzar hacia una solución en los planes de movilidad urbana sostenible.
- ✓ Es importante que Medellín cuente con un plan de movilidad y transporte inteligente a largo plazo que garantice la continuidad de los proyectos entre los mandatos gubernamentales.
- ✓ Medellín debe estar atenta a la tendencia en movilidad de las Smart Cities que va encaminada hacia una movilidad sostenible, con la inclusión de vehículos eléctricos y formas de transporte más ecológicas y amigables con el ambiente.
- ✓ Para la consolidación de un transporte Inteligente y sostenible en la ciudad de Medellín y su área Metropolitana el apoyo de la I+D+i no tiene que ser siempre de carácter tecnológico, también se pueden implementar propuestas innovadoras de carácter social.
- ✓ Una de las estrategias con mayor fuerza en el tema de movilidad de las Smart Cities está enfocada en impulsar el transporte público, para nuestra ciudad, este medio representa una alternativa de transporte energéticamente más eficiente y más sostenible que el transporte particular.
- ✓ El uso de las TIC se convierte en uno de los principales aliados de la movilidad inteligente, facilita la interacción de las personas con la ciudad de manera eficiente y proporciona tecnologías para el análisis de información en tiempo real y la toma de decisiones oportunas.

- ✓ Comunicar abiertamente a los ciudadanos de Medellín la información relacionada con iniciativas de movilidad y transporte logrará una mejor aceptación de las nuevas normas o planes de movilidad que se implementen en la ciudad. (Haciendo uso de la web, redes sociales y medios de comunicación).

- ✓ Las estrategias de movilidad y transporte integrado de Medellín y su Área Metropolitana, deben estar alineadas con las políticas y planes de gobierno regional y nacional.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Cintel. (08 de 2010). *Movilizando el transporte con tecnología*. Obtenido de http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/RCT_57.pdf
- Enerlis, Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network. (2012). *Libro Blanco Smart Cities*. Madrid: Imprintia.
- Fenalco. (13 de 03 de 2009). *Sinergia Informativa*. Recuperado el 13 de 02 de 2012, de http://www.sinergiainformativa.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1076:el-pico-y-placa-es-una-medida-al-azar-que-afecta-la-economia-fenalco-antioquia&catid=13&Itemid=27
- Forrester. (2 de 11 de 2010). *Forrester*. Obtenido de http://www.forrester.com/rb/Research/getting_clever_about_smart_cities_new_opportunities/q/id/56701/t/2
- Forrester. (13 de 05 de 2011). *Forrester*. Obtenido de http://www.forrester.com/rb/Research/smart_city_leaders_need_better_governance_tools/q/id/58966/t/2
- García, E. (23 de 03 de 2009). *Comercialización del Nano en la India*. Recuperado el 17 de 02 de 2012, de <http://es.autoblog.com/2009/03/23/tata-inicia-la-comercializacion-del-nano-en-la-india/print/>
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler Milanović, N., & Meijers, E. (2007). *Smart Cities: Ranking of European médium-sized cities*. Obtenido de http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf
- Google. (01 de Septiembre de 2013). *Google Trends*. Obtenido de <http://www.google.es/trends/>
- Grupo Colombia 21. (2009). *Ciudades Inteligentes*. Obtenido de <http://www.grupocolombia21.com/metro.htm>
- Grupo de investigación Conocimiento, i. y. (2007). *Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial: lecciones y resultados de cinco estudios*. Bogota: Fundación Cultural Javeriana de Artes Gráficas (Javegraf).
- Hernández Muñoz, J. M. (2011). *Fundación Telefónica*. Obtenido de http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/seccion=1188&idioma=es_ES&id=2011050916510001&activo=4.do
- Houghton, J., Reiners, J., & Lim, C. (2010). *Transporte inteligente*. Obtenido de [Cómo mejorar la movilidad en las ciudades: http://www-05.ibm.com/services/es/bcs/pdf/transporte-inteligente-como-mejorar-la-movilidad-en-las-ciudades.pdf](http://www-05.ibm.com/services/es/bcs/pdf/transporte-inteligente-como-mejorar-la-movilidad-en-las-ciudades.pdf)

- IBM. (2012). *Ciudades más inteligentes, IBM*. Recuperado el 06 de 2013, de http://www.ibm.com/smarterplanet/co/es/smarter_cities/overview/
- Instituto Tecnológico de Informatica. (2011). *Las TIC en las Ciudades Inteligentes*. España.
- IRM2. The Intelligent Transport System Company. (2013). *Innovación para un Transporte Sostenible e Inteligente*. Obtenido de http://www.ir2m.com/sol_inteli.php
- Lopez, M., Joyanes, L., & Marulanda, C. E. (2012). *Servicios de Computación para las Ciudades Inteligentes*. Manizales, Colombia - Madrid, España.
- MIT. (2009). *Smart Cities*. Recuperado el 06 de 2013, de <http://smartcities.media.mit.edu/>
- Palop, F., & Vicente, J. M. (1999). *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*. Madrid: Fundación COTEC.
- Plataforma Urbana. (12 de 07 de 2012). *Plataforma Urbana*. Recuperado el 15 de 02 de 2013, de Personal Rapid Transit, el transporte público que se hace realidad en Abu Dhabi: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/02/20/personal-rapid-transit-el-transporte-publico-que-se-hace-realidad-en-abu-dhabi/>
- Sáez Domingo, D., Antolín Fernández, M., & Ricau González, F. (2011). *Smart Environments - Las TIC en las Ciudades Inteligentes*. Madrid, España: ITI - Instituto Tecnológico de Informática.
- Salazar, R. (27 de 11 de 2012). Trancones en Medellín alcanzaron el nivel de las grandes metrópolis. (E. Colombiano, Entrevistador)
- Sánchez Torres, J. M., & Palop Marro, F. (2006). *Herramientas de Software especializadas para Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*.
- Santander Smart City. (2011). *Plan Director de Innovación*. Ayuntamiento de Santander.
- SARTRE. (17 de 09 de 2012). *The SARTRE Project*. Recuperado el 10 de 07 de 2013, de <http://www.sartre-project.eu/en/Sidor/default.aspx>
- Silicon Valley. (2011). *SMT RAIL SYSTEM*. Recuperado el 30 de 07 de 2013, de <http://www.smtrail.com/>
- STTM de Medellín. (2010). *Sistema Inteligente de Movilidad*. Obtenido de http://www.medellin.gov.co/transito/sistema_inteligente_movilidad.html
- Washington state, Department of transportation. (2009). *Smarter Highways*. Obtenido de <http://www.wsdot.wa.gov/smarterhighways/default.htm>