

ADAPTACIÓN DE MODELOS DE CIUDADES SOSTENIBLES E INTELIGENTES PARA SANTIAGO DE CALI

CAROLINA REINA ESPINOSA¹
reina.carolina@yahoo.com

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en gerencia ambiental y desarrollo sostenible empresarial (1)

Resumen

Las ciudades de América Latina y el Caribe (ALC) son protagonistas de uno de los procesos de crecimiento demográfico más significativos que ha vivido el planeta, con grandes consecuencias para la sostenibilidad, la calidad de vida y la competitividad de la región. Hacer frente a estos retos supone una evolución en el ámbito de la gobernanza y la toma de decisiones, así como el uso cada vez más eficiente de los recursos de nuestras ciudades, con miras a emprender una gestión inteligente. Teniendo en cuenta esta situación, los expertos a nivel mundial concluyen que las ciudades bien gestionadas a nivel socioeconómico, de seguridad y de medio ambiente ofrecen excelentes oportunidades. En este contexto, las ciudades inteligentes están concebidas para la sostenibilidad y el ahorro energético, pero también orientada a la eficacia en la transmisión del conocimiento, sin importar si son grandes o pequeñas urbes. El interés de este artículo es observar algunos casos de éxito de modelos de ciudades inteligentes y sostenibles a nivel global, latinoamericano y local, enfocados en materia de transporte público, tránsito, seguridad y medio ambiente, para así diagnosticar el estado actual de la ciudad de Santiago de Cali en estos aspectos y proponer la implementación de algunos modelos que han sido exitosos. Las ciudades latinoamericanas aún tienen un largo camino por recorrer para llegar a la "inteligencia". Claramente, se necesita un diagnóstico más completo a nivel de la ciudad para complementar y validar o rechazar algunas de las conclusiones. Pero parece que la información disponible es lo suficientemente buena como para trasladar la carga de la prueba a los administradores de la ciudad. El análisis identifica claramente algunas dimensiones en las que cada ciudad debe centrarse para poder aprovechar al máximo los recursos de los que disfruta y lograr lo que las mejores prácticas internacionales definen como gestión inteligente de la ciudad.

Palabras Clave: Ciudad inteligente, medio ambiente, ciudad planeada, transporte público, semaforización, reciclaje, internet gratis.

Abstract

The cities of Latin America and the Caribbean (LAC) are protagonists of one of the most significant demographic growth processes that the planet has experienced, with great consequences for the sustainability, quality of life and competitiveness of the region. Addressing these challenges implies an evolution in the field of governance and decision-making, as well as the increasingly efficient use of the resources of our cities, with a view to undertaking smart management. Taking into account this situation, experts worldwide conclude that well-managed cities at the socioeconomic, security and environmental levels offer excellent opportunities. In this context, smart cities are designed for sustainability and energy saving, but also aimed at efficiency in the transmission of knowledge, regardless of whether they are large or small cities. The interest of this article is to observe some successful cases of smart and sustainable cities models at a global, Latin American and local level, focused on public transport, traffic, safety and environment, in order to diagnose the current state of the city of Santiago de Cali in these aspects and propose the implementation of some models that have been successful. Latin American cities still have a long way to go to reach "intelligence". Clearly, a more complete diagnosis is needed at the city level to complement and validate or reject some of the conclusions. But it seems that the information available is good enough to shift the burden of proof to city managers. The analysis clearly identifies some dimensions that each city should focus on in order to make the most of the resources it enjoys and achieve what the best international practices define as smart city management.

Keywords: Smart cities, environment, planned city, public transport, traffic lights, recycling, free internet.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales particularidades que llevó al hombre a ser la especie dominante en el planeta tierra fue su capacidad de sociabilizar. Esta capacidad lo llevó a vivir en sociedad y agruparse desde principios de la especie, en lo que hoy denominamos ciudades. Incluso, es tan común la vida en las diferentes ciudades del mundo, que plantearse el hecho de una vida en completo aislamiento de nuestros pares, es cada vez más complicado. (Mercado, s.f).

Según las Naciones Unidas, actualmente, el 50% de la población mundial vive en las ciudades y en 2050 esa cifra subirá hasta el 70%. Debido a esto la distribución de la población cambia y los modelos de ciudad implementados hasta el

momento dejan de ser útiles, pues los recursos se disminuirán aceleradamente, se desencadenará un crecimiento desordenado de la ciudad, y se generará un empeoramiento de la calidad de vida, porque no se tiene la capacidad de abastecer a la población entrante. (Naciones Unidas Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, 2018)

Los procesos de urbanización continúan produciéndose a un ritmo acelerado en América Latina y el Caribe (ALC). Prueba de ello es que actualmente es la segunda región más urbanizada del planeta: pasó de una tasa de urbanización del 41% en 1950 a una del 80% en 2014.¹ Si esta tendencia continúa, en 30 años poco menos de la totalidad de la población latinoamericana vivirá en ciudades. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017).

Las ciudades de ALC son protagonistas de uno de los procesos de crecimiento demográfico más significativos que ha vivido el planeta, con grandes consecuencias para la sostenibilidad, la calidad de vida y la competitividad de la región. Hacer frente a estos retos supone una evolución en el ámbito de la gobernanza y la toma de decisiones, así como el uso cada vez más eficiente de los recursos de nuestras ciudades, con miras a emprender una gestión inteligente. (Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M., 2016). Con el fin de rediseñar los espacios urbanos, las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) juegan un papel muy significativo, haciendo que las Ciudades Inteligentes (Smart Cities) adquieran gran importancia.

Teniendo en cuenta esta situación, los expertos a nivel mundial concluyen que las ciudades bien gestionadas a nivel socioeconómico, de seguridad y de medio ambiente ofrecen excelentes oportunidades. En este contexto, las ciudades inteligentes están concebidas para la sostenibilidad y el ahorro energético, pero también orientada a la eficacia en la transmisión del conocimiento, sin importar si son grandes o pequeñas urbes. Las Ciudades Inteligentes promueven un ciclo virtuoso que produce no solo bienestar económico y social, sino también el uso sostenible de sus recursos con miras a elevar la calidad de vida a largo plazo.

En definitiva, los avances tecnológicos lograrán que las ciudades sean entornos más saludables, seguros y atractivos para el desarrollo económico, cultural, educativo y profesional, y mejorarán su sostenibilidad energética y medioambiental. Y, si bien estos avances se centran en entornos urbanos, tendrán su repercusión y extensión en entornos cercanos, como son las regiones, poblaciones de menor tamaño y comunidades dentro de las ciudades. Adicionalmente, los ciudadanos demandan mayor eficiencia, desarrollo sostenible, calidad de vida y mejoras en la gestión de recursos. (Pérez & Díaz, 2015).

Al igual que existen rankings de ciudades basadas en diferentes atributos de las ciudades inteligentes (calidad de vida, medio ambiente, digitalización, etc.), empiezan a desarrollarse estudios comparativos entre ciudades basados en el modelo de ciudad inteligente. Por otra parte, es significativo el hecho de que la mayoría de los estudios comparativos publicados, se refieren a ciudades globales, en general capitales de países y grandes centros económicos, estableciendo una línea comparativa de modelos implementados por las ciudades latinoamericanas. (Marca & Saldaña, 2018)

Por tal motivo el interés de este artículo es observar algunos casos de éxito de modelos de ciudades inteligentes y sostenibles a nivel global, latinoamericano y local, enfocados en materia de transporte público, tránsito, seguridad y medio ambiente, para así diagnosticar el estado actual de la ciudad de Santiago de Cali en estos aspectos y proponer la adaptación de algunos modelos que han sido exitosos.

2. CIUDAD PLANIFICADA

Desde el siglo XIX se propusieron muchos modelos y teorías concretas para la ciudad ideal, que de alguna manera afectaron los planes urbanos ideales en el siglo XX. Las ciudades modernas en el siglo XX se enfrentaron a un caos total, debido a la guerra mundial y el nuevo paradigma social vino del desarrollo de la tecnología. Este contexto social nos lleva a interesarnos por la ciudad ideal y como ejemplo tenemos dos ciudades planificadas; Chandigarh - India y Brasilia - Brasil, son significativas como resultado de la ciudad ideal moderna a principios del siglo XX, aunque se completaron solo en parte. Los distritos administrativos de ambas ciudades están planificados como lugares simbólicos, por edificios formativos y su disposición jerárquica. Para la unidad de barrio se utilizan 'Sector' en Chandigarh y 'Superquadras' en Brasilia respectivamente. El sistema vial y el entorno urbano orientado a los automóviles por el hacinamiento de la población en las ciudades son criticados. En consecuencia, como podemos ver, la ciudad planeada ideal moderna de principios del siglo XX logra crear una imagen urbana simbólica, pero expone la limitación de la sostenibilidad. (Kim, Park, 2016). Es por esto que nace el concepto de ciudad inteligente, para que aquellas ciudades que hayan sido o no planeadas puedan integrar no solo a la sociedad sino también a la sostenibilidad, al manejo de todos los sectores de una manera adecuada siendo conscientes de los recursos e interactuando con la población, para que esta sea la mayor beneficiada.

3. SMART CITY - CIUDAD INTELIGENTE

El concepto «Smart City» –traducido en español como «Ciudad Inteligente»– comenzó a desarrollarse en los años noventa del siglo pasado como un modelo urbano basado en la tecnología, que permitiría afrontar los grandes retos que

comenzaban a preocupar a las ciudades de nuestro planeta: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes y reconducir el cambio climático. (Fernández Güell, 2015 citado por Bello & Díaz, 2018).

Como afirma Aoun (2013), la definición más clara de "ciudad inteligente" es la de una comunidad que es eficiente, habitable y sostenible, tres aspectos que van de la mano. Los sistemas de agua, gas, electricidad, transporte, respuesta a emergencias, edificios, hospitales y servicios públicos de una ciudad siempre han sido independientes y operan en compartimentos separados entre sí. Una ciudad verdaderamente eficiente requiere no solo optimizar el rendimiento de cada sistema, sino gestionar de modo integral todos los sistemas con el fin de establecer de manera más adecuada prioridades de inversión y maximizar el valor. Una ciudad eficiente, además, permite que una comunidad adquiera competitividad en lo que respecta a captar talentos, inversiones y puestos de trabajo al volverse más habitable. Las ciudades deben esforzarse por convertirse en lugares agradables para vivir, trabajar y jugar. Deben atraer a residentes, a personas que van allí a trabajar y a visitantes por igual. Deben ser inclusivas desde el punto de vista social y crear oportunidades para todos sus residentes. La habitabilidad desempeña un papel decisivo.

Una comunidad sostenible reduce las consecuencias ambientales de la vida urbana y suele ser resultado de las iniciativas orientadas a volver la ciudad más eficiente y habitable. Las ciudades son las mayores generadoras de emisiones de carbono: las autopistas, los espacios públicos y los edificios en los que habitamos, trabajamos y jugamos generan la mayor parte de las emisiones de las ciudades. Implementar operaciones eficientes, más limpias y sostenibles en todas esas áreas es vital para reducir al mínimo la huella ambiental de las ciudades. Asimismo, las ciudades deben prestar atención a otras estrategias para lograr la sostenibilidad, como la eficiencia en el uso de los recursos, la regeneración de distritos antiguos, la garantía de robustez de los sistemas y la incorporación de un diseño y una planificación armónicos con el ecosistema natural, en lugar de la tendencia a solo limitarse a vivir en ese ecosistema.

En este sentido, para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la noción de Ciudad Inteligente es mucho más amplia, y se refiere a aquellas urbes que ponen el ser humano al centro del desarrollo y planificación, estableciendo de esa manera una visión a largo plazo. Esta visión forma parte del modelo integral de desarrollo que ellos impulsan en la región a partir de la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES). En ICES, creen que la implementación de una Ciudad Inteligente es una tarea compleja que requiere de gran liderazgo y visión, y que supone múltiples beneficios para los gobernantes y la población, estimula la cooperación público-privada y promueve la competitividad local. (Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M., 2016)

Para generalizar, como dice el Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes – GICI “ciudad inteligente es aquella que mediante la incorporación de tecnologías, procesos y servicios innovadores garantiza su sostenibilidad energética, medioambiental, económica y social, para mejorar la calidad de vida de las personas y favorecer la actividad empresarial y laboral”. (Grupo de Interplataformas de Ciudades Inteligentes, 2015).

La ingeniería de desarrollo se basa en la creencia de que las tecnologías innovadoras tienen el potencial de mejorar la vida en comunidades de bajos ingresos incorporando conocimientos de las ciencias sociales a través de la innovación tecnológica, desde la creación de prototipos hasta la producción a gran escala. (Hostettler, Besson & Bolay, 2017).

4. MARCO LEGAL Y NORMATIVO CIUDADES SOSTENIBLES E INTELIGENTES

La inclusión digital puede considerarse como un derecho desde el momento en que, debido a sus características, no es solo una necesidad, sino un valor que se suma a las potencialidades del ser humano y las formas de lograrlo como tal, mejorando y activando otros derechos inherentes a su condición, como la libertad, la igualdad, la dignidad, etc. En el contexto de las ciudades inteligentes, es imposible imaginar una democracia plena sin que este debate no se oponga necesariamente a la inclusión digital, que no se trata solo del acceso a la tecnología, sino también de la construcción y experiencia de una cultura de red. Como elementos fundamentales para el ejercicio de la ciudadanía en la sociedad contemporánea. Con el advenimiento de las ciudades inteligentes, el debate sobre la inclusión / exclusión digital ha ganado aún más espacio, especialmente cuando se ve una especie de gentrificación digital, consustancial al acceso desigual de una parte de la población a los recursos tecnológicos. En este contexto, el Poder Público juega un papel muy importante en el desarrollo de acciones dirigidas a superar este "nuevo" proceso segregacionista. Cualquier aparato creado para permitir el acceso a Internet debería beneficiarse de una reducción en las tasas de impuestos, especialmente cuando se dirige a clases de bajos ingresos. Dicha acción podría ayudar a resolver el problema de la exclusión digital. (Araújo, Guimarães, Xavier, 2019).

4.1. REINO UNIDO

Al igual que las prácticas de ciudades inteligentes difieren significativamente en todo el Reino Unido, no están dirigidas por ningún marco particular de acuerdos institucionales. Más bien, en línea con la experimentación urbana en general, las asociaciones multisectoriales cambiantes son la norma. En Bristol, el consejo toma la iniciativa, pero es solo un actor

entre muchos en el "ecosistema de innovación bien desarrollado" de la ciudad. El consejo coordina la asociación 'Bristol is Open' en colaboración con la Universidad de Bristol, apoyada por otras organizaciones privadas, públicas y caritativas, pero tiene un papel más indirecto en el programa 'Connecting Bristol', cuyas actividades normalmente son supervisadas por empresas sociales.

Las actividades de la ciudad inteligente de Manchester están coordinadas por diferentes combinaciones de actores heterogéneos junto con el consejo, especialmente las universidades de la ciudad y los grandes hospitales, las empresas locales de ingeniería y alta tecnología, Transport for Greater Manchester y la organización digital de base Future Everything. En Milton Keynes, la Open University es el actor dominante, que trabaja con compañías privadas locales y grupos comunitarios, mientras que el consejo aparentemente desempeña un papel de respaldo y habilitación.

Lo que los tres casos tienen en común, entonces, es la naturaleza en red de su gobierno: aunque los consejos municipales ejercen una influencia significativa, no tienen responsabilidad general por lo que ha surgido.

Entonces, las actividades de ciudades inteligentes operan en la periferia de la política institucional general. Sin embargo, esta periferia no disminuye su importancia, sino que es más bien constitutiva de su estatus como iniciativas experimentales. (Cowley, Caprotti, 2018).

4.2. BRASIL

Los programas desarrollados por el Gobierno Federal, especialmente el GESAC, a pesar de los obstáculos, fueron efectivos hasta cierto punto, generaron índices positivos de inclusión digital, principalmente para la clase baja y para las regiones de difícil de acceder (objetivos del programa), contribuyendo al fortalecimiento de una cultura digital y también a la ciberciudadanía. También vale la pena destacar la necesidad de que los programas de incentivos a la inclusión digital, así como una agenda política para el gobierno, se transformen en políticas estatales, como Marco Civil de Internet. Los proyectos de ley en curso en el Congreso Nacional que tienen como objetivo hacer que el servicio de acceso a Internet de banda ancha sea esencial, obligan al Estado a implementar la infraestructura de conectividad a través de las Perspectivas de Wifi sobre políticas públicas para la inclusión digital y la promoción a ciudades inteligentes. Proyectos que tienen como objetivo mejorar la legislación y fomentar el desarrollo de una cultura digital. Si bien los desafíos de la inclusión digital aún son muchos, en los últimos años este escenario ha ganado un avance especial, se deben incrementar los programas de inclusión digital, además del propio Poder Legislativo, prestando más atención a las leyes destinadas a regular las nuevas formas de sociabilidad provenientes de la sociedad virtual o la cibersociedad, que podrían verse con la aprobación del Marco Civil de Internet y con la propuesta de otros proyectos de ley, en curso en las cámaras legislativas, que planean asignar la responsabilidad del Estado al proporcionar internet de calidad para todos. (Araújo, Guimarães, Xavier, 2019).

4.3. COLOMBIA

Existe un gran número de instrumentos y políticas de escala nacional, regional y local. Partiendo de la escala nacional, el Plan Nacional de Desarrollo "Prosperidad para todos" 2010-2014 incorporó estrategias de sostenibilidad en el urbanismo y en la construcción. En la escala regional, por ejemplo, el Plan de Gestión Ambiental Regional 2015-2031 permite a la región que lo desarrolla orientar de manera coordinada el manejo, administración y aprovechamiento de sus recursos naturales renovables, para contribuir a la consolidación de alternativas de desarrollo sostenible. De gran importancia es el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), incorporado en la Ley 388 de 1997 como el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal. También existen los Planes Parciales que son herramientas de planificación y gestión, sin embargo, estos son poco formulados e implementados en los municipios, áreas metropolitanas y distritos del país. La Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y de energía en edificaciones fue elaborada por el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial y la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL). Tal como lo estableció la Resolución 0549 de 2015, su objetivo es determinar los estándares de ahorro de agua y energía de mínimo un 15% para edificaciones nuevas. El documento parte de la descripción de los diversos climas de Colombia, una determinante en los consumos de agua y de energía para climatización. Construyó una línea base fundamentado un estudio de los consumos y de simulaciones del comportamiento energético de los edificios en las principales ciudades del país teniendo en cuenta los sistemas constructivos más utilizados y los perfiles de uso. También cabe destacar la propuesta de Visión Colombia II Centenario, Construir Ciudades Amables, la cual presenta una visión para las ciudades colombianas en 2019, representada en cuatro metas sectoriales sobre desarrollo urbano, vivienda, transporte, y agua potable y saneamiento básico. Este documento es un paso fundamental en la construcción de políticas integrales puesto que vincula los sectores con mayor relevancia en la construcción de ciudades amables. En Colombia existe un número importante de instrumentos reglamentarios sobre arquitectura y urbanismo sostenible e inteligente, pero es necesario integrar los enfoques parciales desarrollados por estos instrumentos en uno con una visión integral y sistémica pues aún no se tienen mecanismos y

organismos de control que permitan corroborar, evaluar y controlar de manera rigurosa el cumplimiento de estas medidas de ahorro, lo cual, deja en manos del constructor la decisión de aplicar buenas prácticas ambientales en sus proyectos constructivos. (Padilla, Osorio, 2018).

5. MODELOS DE ALGUNAS CIUDADES INTELIGENTES A NIVEL GLOBAL

5.1. TRÁNSITO

5.1.1. Mumbai

La Ciudad de Mumbai en India, tradicionalmente atascada por el tránsito implementó sistemas en tiempo real de control de tránsito adaptativo, optimizando el tránsito en 253 cruces. Un centro de control y gestión del tránsito se ocupa de supervisar y dar respuesta a los trastornos del tránsito que comprende semáforos vehiculares, peatonales y sistemas de alerta para discapacitados visuales, circuito cerrado de televisión, centro de control y comunicaciones. Como resultado se logró una reducción del 12% en el tiempo de tránsito promedio de la ciudad, junto con una reducción del 85% del consumo energético de los semáforos de la ciudad. El ahorro de costos combinados con mejoras en la calidad de vida le valió el apoyo de los ciudadanos de Mumbai a este programa. (Aoun, 2013). El Proyecto de gestión de la movilidad de Mumbai se dividió en dos hitos y la extensión del proyecto, como se observa en la Tabla 1:

Tabla No. 1 Hitos y extensión del proyecto de optimización de tránsito en Mumbai – India.

Hito 1	Hito 2	Extensión del proyecto
Implementación de 51 uniones de señal	Implementación e integración de 203 uniones de señales en el Centro de Control de Movilidad	Inclusión de herramientas de detección de video para la monitorización del estado del tráfico.
Desarrollo del Centro de Control de Movilidad de Mumbai		Instalación de 253 equipos de señalización de tráfico, solución adaptativa de gestión de tráfico y actualización del centro de gestión de movilidad.
Desarrollo de la solución SmartMobility Traffic		Servicios de mantenimiento

Fuente: Schneider Electric, 2016

El sistema de tráfico SmartMobility se configuró como un sistema de control de tráfico adaptativo (ATCS, por sus siglas en inglés) que modifica los ciclos de señales de tráfico en tiempo real mediante sensores de vigilancia o dispositivos instalados en el sitio para responder a las condiciones cambiantes del tráfico. La arquitectura ATCS está totalmente distribuida para que los controladores maestros tengan acceso a la información de tráfico provenientes de los diferentes controladores instalados en cada intersección para sincronizar así un grupo de controladores individuales.

El centro de control principal recibe información de todos los controladores maestros, lo que permite a los operadores monitorear continuamente todo el sistema, emitir órdenes de control si es necesario y optimizar el despliegue del personal de campo de acuerdo con los requisitos operativos y de seguridad del tráfico. La recopilación de datos centralizada ayuda a realizar análisis estadísticos y mantener registros históricos para una posterior evaluación estratégica.

Todos los datos de este centro de control principal están respaldados en un centro de control remoto para mayor seguridad. Este sistema dinámico que controla 253 intersecciones de calles también ayuda a llevar a cabo el control programado en determinados días de la semana y en ciertos momentos del día. (Schneider Electric, 2016)

3.1.2. Westminster

El smartparking o estacionamiento inteligente, permite la ayuda a conductores para reducir el tiempo de búsqueda de lugares de estacionamiento en las zonas más congestionadas de capitales y ciudades más importantes del mundo. Zonas importantes, como la de Westminster en Londres, son pioneras en la aplicación de estas tecnologías.

La naturaleza diversa de Westminster y las muchas personas que viven, trabajan y visitan crean una gran demanda por el espacio limitado de estacionamiento disponible. La mitad de un millón de vehículos ingresa a las ocho millas cuadradas de la ciudad de Westminster cada día y con solo 12,000 espacios de estacionamiento, esto puede significar que el 30% de todo el tráfico son conductores que buscan un lugar disponible para estacionar, mientras que el 15% de los espacios están vacantes porque los conductores no son conscientes de su ubicación. Los problemas asociados con la congestión del tráfico y la mala calidad del aire a menudo se ven agravados por la cantidad de tiempo que los automovilistas toman para recorrer la ciudad en busca de un lugar adecuado para estacionar su automóvil.

En octubre de 2014, el Ayuntamiento de Westminster puso en marcha la solución SmartPark de la empresa Smart

Parking, un paquete integrado de tecnología de vanguardia que proporciona a los conductores información en tiempo real sobre los espacios de estacionamiento de automóviles desocupados. El despliegue incluye una red de más de 3,400 sensores de detección de vehículos en tierra que registran si cada área de estacionamiento está ocupada o vacía. Esta información se transmite en vivo a la plataforma SmartCloud, la poderosa herramienta de software de administración de estacionamiento de autos de Smart Parking que recopila y analiza los datos.

La información se envía instantáneamente a ParkRight, una aplicación fácil de usar que los usuarios pueden instalar en su teléfono inteligente. El conductor la utiliza para identificar el mejor espacio disponible y recibir instrucciones claras y precisas basadas en GPS para llegar a él. Además de facilitarles la vida a los automovilistas, el sistema SmartPark también es muy beneficioso para el Consejo, ya que el panel de SmartCloud les proporciona datos e informes que no solo muestran información y estadísticas en tiempo real, sino que también les permiten identificar tendencias vitales para la planificación futura. (SmartParking, 2019).

3.2. ENERGÍA ELÉCTRICA

3.2.1 Chicago

Los residentes de Chicago estuvieron entre los primeros clientes de electricidad en Illinois en recibir medidores inteligentes en hogares y empresas como parte de una nueva iniciativa de red inteligente para modernizar la infraestructura eléctrica obsoleta. En febrero de 2016, se instalaron más de 950,000 medidores inteligentes en el área de Chicago; entre 2018 la empresa de servicio eléctrico en Illinois, ComEd, tenía la meta de instalar más de cuatro millones de medidores inteligentes para ayudar a acelerar los ahorros de los clientes. (Ciudad de Chicago, 2017)

Los medidores inteligentes son un componente clave de la red inteligente, que mejora la confiabilidad, brinda un mejor servicio y brinda a los clientes un mayor control sobre sus facturas de electricidad. Una red inteligente y programas como Retrofit Chicago brindan a las familias y empresas más opciones para ahorrar energía y dinero.

La ciudad de Chicago es compatible con la tecnología de redes inteligentes de próxima generación para infraestructura de ciudades inteligentes. Las nuevas inversiones en infraestructura sientan las bases para un crecimiento económico a largo plazo y una mejor calidad de vida para los ciudadanos. Una red inteligente proporcionará a los residentes un mejor servicio eléctrico, al tiempo que apoyará la sostenibilidad ambiental con menos desperdicio de energía.

Los medidores inteligentes instalados son medidores eléctricos digitales que envían de manera segura información sobre el uso de electricidad a la empresa de servicios públicos. Esto ayuda a eliminar las facturas estimadas y la necesidad de un lector de medidores para visitar su hogar. Con la comunicación bidireccional, los medidores inteligentes le darán acceso a más información sobre su consumo de electricidad, para que pueda tomar mejores decisiones sobre cómo y cuándo usar la electricidad.

Los costos de electricidad pueden cambiar de un día a otro, de una hora a otra e incluso de un minuto a otro. Cuando más personas usan electricidad durante las "horas pico" (a menudo entre las 2 pm y las 7 pm), el costo de la electricidad puede ser más alto. Hoy en día, la mayoría de los residentes de Chicago no lo saben porque la mayoría pagan una tarifa fija por cada kilovatio/hora de uso de la electricidad, no importa la hora del día. Este sistema aumenta la posibilidad de que los residentes paguen más por la electricidad, por la costumbre a usar más electricidad durante tiempos caros. Los medidores inteligentes le brindan a los habitantes de Chicago la oportunidad de inscribirse en programas de precios que incluyen los ahorros en horas pico y los precios por hora, que recompensan a los clientes que reducen su consumo de electricidad cuando los costos y la demanda son altos. Los medidores inteligentes también eliminan la necesidad de que ComEd calcule su consumo de electricidad porque los medidores inteligentes enviarán automáticamente las lecturas de los medidores a la empresa de servicios públicos.

El costo para cada cliente de ComEd para todas las mejoras de la red inteligente es de aproximadamente \$ 3 dólares por mes. Además de la reducción de los costos operativos de ComEd que se transfieren a los clientes, puede compensar con creces el costo de las mejoras de la red inteligente al aprovechar las herramientas de administración de energía en línea y al inscribirse en programas de precios opcionales.

3.3. MEDIO AMBIENTE

5.1.2. GESTIÓN DE RESIDUOS

3.3.1.1. Suecia

El reciclaje es la base del sistema sueco de gestión de residuos. Funciona bien gracias a los ciudadanos comprometidos, la responsabilidad de los productores por el empaque y los incentivos gubernamentales, como los impuestos a los vertederos y los ambiciosos objetivos nacionales. Por ley, en Suecia deben existir estaciones de reciclaje en cada zona residencial, ya que la mayoría de los suecos separan todos los residuos reciclables en sus casas y los

depositan en contenedores especiales en sus viviendas que luego llevan a estas estaciones de reciclaje.

Los hogares suecos separan diarios, plástico, metal, vidrio, aparatos eléctricos, bombillas y pilas. Muchos municipios también animan a los consumidores a separar los residuos de alimentos. Y todo esto se reutiliza, recicla o abona. Los diarios se convierten en masa de papel; las botellas se funden en nuevos elementos; los envases de plástico se convierten en materia prima plástica; los alimentos se convierten en abono para el suelo o en biogás a través de un proceso químico complejo.

Asimismo, el 50% de la basura doméstica se quema para producir energía. La incineración de residuos proporciona calor correspondiente a las necesidades de 810.000 hogares y alrededor de un 20% de toda la calefacción urbana producida. También proporciona electricidad correspondiente a las necesidades de casi 250.000 hogares.

Por otra parte, la compañía Optibag desarrolló una máquina que puede separar las bolsas de residuos de colores unos de otros. La gente tira la comida en una bolsa verde, el papel en una roja y el vidrio o el metal en otro. Una vez en la planta de reciclaje, Optibag ordena las bolsas automáticamente. Además recupera todos sus residuos no reciclables mediante incineración, convirtiendo los residuos en electricidad y calefacción urbana. Hay 44 instalaciones en Suecia, y algunas de ellas están ubicadas cerca del centro de la ciudad, ya que todas usan tecnología de filtro que reduce las emisiones de dioxinas a casi cero. (Smart City Sweden, s.f.).

Lo anterior es resultado del óptimo sistema de educación en Suecia, en donde casi la mitad de la población sueca está involucrada en alguna forma de educación organizada. Toda la educación, desde la clase preescolar hasta la educación superior, es gratuita. Suecia tiene uno de los mayores gastos públicos en educación en relación con el PIB en la UE. El sistema educativo es descentralizado, guiado por metas y resultados de aprendizaje definidos a nivel central. El gobierno tiene la responsabilidad general y establece el marco para la educación en todos los niveles.

La mayor parte de la financiación escolar en los niveles básicos, incluidas las escuelas particulares subvencionadas, provienen de los ingresos fiscales municipales. Las escuelas particulares subvencionadas están abiertas a todos y siguen el mismo plan de estudios que la escuela pública municipal, cabe resaltar que en la cultura Sueca, el ciudadano tiene un alto grado de cumplimiento en el pago de sus impuestos. La educación se organiza de la siguiente manera:

Tabla No. 2 Descripción del sistema educativo en Suecia

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Preescolar (förskola) desde 1 hasta los 5 años	Está fuertemente subsidiada y disponible desde aproximadamente la edad de un año. Más del 90 por ciento de los niños asisten a la escuela preescolar. Los niños asisten a una guardería donde les enseñan a comer, a dejar los pañales y a hacer actividades lúdicas y de recreo.
Clase preescolar (förskoleklass) empieza a los 6 años	Aproximadamente el 95 por ciento de los niños de seis años asisten a las “clases de preescolar” (förskoleklass), esto equivale al primer grado de primaria. Los niños se preparan para tener las bases para iniciar la escolaridad reciben clases para aprender matemática básica, lectura y escritura y se divierten leyendo cuentos infantiles, después de esa etapa de transición los niños inician la primaria listos para asumir el plan curricular de estudios.
Escuela obligatoria (grundskola) empieza a los 7 años	La escuela obligatoria (grundskola) comienza a la edad de siete años y finaliza a la edad de 16 años. El estado tiene un fuerte programa de enseñanza en valores, especialmente en la honradez y la igualdad, existen sistema de venta minorista de autocobranza en la que el alumno aprende a conocer la honradez como estilo de vida, todos los alumnos tienen útiles y materiales suministrados por el municipio y en una escuela pueden coincidir el hijo del CEO de Volvo con el hijo de un carpintero. Es la etapa en la que el niño recibe todos los conocimientos de la escuela básica equivalente a Primaria y secundaria en un solo bloque, el sistema educativo no es estricto, les da libertad de poder esforzarse o no en el plan de estudios, después de esta etapa estarán preparados para ser seleccionados de acuerdo a su promedio de notas a una escuela superior en la que los alumnos serán clasificados en función a la meritocracia.
Escuela secundaria superior (gymnasieskola) empieza a los 16 años	La escuela secundaria superior (gymnasieskola) consta de 18 programas nacionales y cinco programas introductorios (introduktionsprogram) para estudiantes que no son elegibles para un programa nacional. Entre los programas nacionales hay 12 programas vocacionales (yrkesprogram) y seis programas preparatorios de educación superior (högskoleförberedande program). Los estudiantes generalmente comienzan la escuela secundaria superior a la edad de 16 años y completan sus estudios secundarios superiores a la edad de 19 años. Aquí ya tenemos a los alumnos clasificados de acuerdo a su meritocracia, los mejores alumnos son exigidos con mayores retos de estudio y preparados para las carreras más difíciles de la universidad, el gobierno les da una mesada a los alumnos para sus gastos personales, en caso que el alumno faltara o si llegara tarde a clases, se le cobrará el dinero de vuelta para el estado, de esa manera el estado incentiva la disciplina en el respeto a los horarios y logra que el alumno

	asista a clases siempre, maximizando el aprovechamiento a la gran inversión que el estado realiza para la educación de los estudiantes.
Educación municipal para adultos (kommunal vuxenutbildning, Komvux)	Los estudiantes que no han completado la escuela secundaria superior pueden asistir a la educación municipal para adultos (kommunal vuxenutbildning, Komvux) o a las escuelas secundarias populares (folkhögskola). Los estudiantes que han completado la escuela secundaria superior son, dependiendo de su elección de programa nacional de secundaria superior y cursos en el marco de opciones individuales, también capaces de postular a las universidades (universitet), colegios universidades (högskola) y / o educación vocacional superior (yrkeshögskola)

Fuente: Peña, 2017

Gracias a lo anterior, según el estudio internacional Timss, Suecia tiene el porcentaje más alto de alumnos que se sienten seguros en las escuelas (95%). Tiene una gran proporción de personas con un título de educación superior. Además el sistema educativo sueco está descentralizado hasta el nivel de municipio, de forma que el Consejo Municipal de Educación es la máxima autoridad educativa. (Arcos, 2016)

5.1.3. GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

El mundo experimentará una escasez de agua dulce estimada en un 40% para 2030, convirtiendo la escasez de agua en uno de los principales desafíos globales que enfrenta la sociedad moderna. La reutilización del agua urbana se reconoce como una medida prometedoras y necesaria para aliviar el creciente estrés hídrico en muchas regiones. La transformación a la aplicación generalizada de sistemas de reutilización del agua requiere cambios importantes en la forma en que se rige el agua, y países como España ya se encuentran involucrados en este proceso. El mundo experimentará una escasez de agua dulce estimada en un 40% para 2030, convirtiendo la escasez de agua en uno de los principales desafíos globales que enfrenta la sociedad moderna. La reutilización del agua urbana se reconoce como una medida prometedoras y necesaria para aliviar el creciente estrés hídrico en muchas regiones. La transformación a la aplicación generalizada de sistemas de reutilización del agua requiere cambios importantes en la forma en que se rige el agua, y países como España ya se encuentran involucrados en este proceso.

En la actualidad, alrededor del 11% del total de aguas residuales tratadas se reutiliza en España. España ha experimentado varios episodios de estrés hídrico durante los años 90 y principios del siglo XXI. En particular, varias sequías agudas condujeron a cortes de agua domésticos y en ocasiones requirieron el uso de buques cisterna de agua de mar en diferentes lugares de la costa mediterránea. Para aliviar el estrés hídrico, el gobierno central y los gobiernos regionales han promovido las plantas de desalinización y han ideado un Plan Nacional para la reutilización del agua. En particular, antes de 2011, aproximadamente 50 municipios de Cataluña habían aprobado regulaciones locales para promover sistemas de reutilización descentralizados.

Las acciones para el uso de agua regenerada en España, consisten principalmente en el transporte para usos específicos, tales como el riego de campos de golf y jardines públicos, la limpieza de calles, o para la agricultura y la industria. La implementación de una red de distribución de agua recuperada, que coexiste con la red de agua potable, se ha aplicado hasta la fecha solo en algunas ciudades, como Madrid y Sabadell. Solo en Sabadell se suministra agua para el uso de inodoros.

Las aguas residuales se pueden considerar como un recurso confiable y en gran parte sin explotar que tiene mucho potencial para aliviar el estrés hídrico. Para permitir una aplicación más amplia de las prácticas de reutilización de aguas residuales, se requieren cambios importantes en la forma en que el ciclo del agua se rige a nivel local, regional, nacional e internacional. (Šteflová, Koop, Elelman, Vinyoles, Van Leeuwen, 2018).

El agua ha estado en la parte superior de la agenda en el Foro Económico Mundial en Davos durante varios años. El peor problema es la escasez de agua, que se está extendiendo por todo el mundo, también en Suecia.

En el centro de investigación e innovación líder en el mundo, Sjöstad-verket en Estocolmo, las aguas residuales se purifican en varios pasos diferentes, lo que hace posible reutilizarla como agua potable. El lodo se utiliza para producir biogás y los nutrientes se devuelven a la agricultura como fertilizante. (Smart City Sweden, s.f.)

6. MODELOS DE ESTRATEGIA INTELIGENTE A NIVEL NACIONAL

4.1. MEDIO AMBIENTE

Una de las herramientas que se tiene en Bogotá para medir la gestión medio ambiental desarrollada es: el Observatorio Ambiental de Bogotá (OAB) el cual es un espacio que permite conocer a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente en Bogotá, así como los resultados de la gestión desarrollada por varias entidades del Sistema

Ambiental del Distrito Capital (SIAC) frente a problemas ambientales del Distrito Capital. Permitiendo democratizar la información ambiental, dado que integra indicadores de múltiples dimensiones del desarrollo, recursos y temas de la gestión ambiental; todo con el objetivo de crear una Bogotá más amigable con el medio ambiente (Bello, Díaz, 2018). Este informe abarca siete temas para los indicadores ambientales, descritos en la Tabla 2, los cuales se distribuyen en:

Tabla No. 2 Indicadores ambientales - Sistema Ambiental del Distrito Capital

INDICADOR AMBIENTAL	CARACTERÍSTICAS DEL INDICADOR
Cambio climático	Presenta índices e indicadores sintéticos sobre la variabilidad climática, los escenarios e impactos, así como sobre los resultados de las medidas de mitigación y adaptación.
Control para la Calidad Ambiental	Muestra información sobre todas las actividades de control respecto al uso y aprovechamiento de los recursos en el Distrito Capital. Se refiere a actividades de gestión de la SDA como autoridad ambiental.
Ecosistemas	Suministra indicadores sobre las acciones y procesos de restauración de los elementos de la Estructura Ecológica Principal y del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital.
Educación Ambiental y Participación	Presenta información sobre cantidad de personas que participan en los procesos de Educación Ambiental.
Gestión Ambiental Empresarial	Enseña la gestión y las reducciones en los temas de agua y residuos de la implementación del Programa de Excelencia Ambiental Distrital -PREAD-.
Movilidad Sostenible	Mide el desempeño y comportamiento del parque automotor respecto a las normas ambientales. Se suministran datos sobre la calidad del combustible u otra información relevante que de alguna manera indica la sostenibilidad de la movilidad en Bogotá.
Ordenamiento y Ecurbanismo	Suministra información sobre las determinantes ambientales del Plan de Ordenamiento Territorial y la evolución de algunos instrumentos de planeación que toca la misionalidad de la SDA. (Observatorio ambiental de Bogotá)

Fuente: Bello & Díaz, 2018

7. PROPUESTAS DE MODELOS PARA IMPLEMENTAR EN SANTIAGO DE CALI

5.1. CONTEXTO INICIAL

Cali se encuentra localizada al suroccidente Colombiano, es una ciudad de aproximadamente 21.195 km², un clima promedio de 25 °C, al medio día puede subir hasta 30°C, los periodos de lluvias son cortos, sus tardes son muy frescas debido a los vientos que la circundan, tiene zonas muy agradables que la hacen propicia para realizar caminatas o andar en bicicleta. Actualmente cuenta con aproximadamente 2.4 millones de habitantes de los cuales más del 80% se concentran en centros urbanos y el resto en el área rural. Casi toda la ciudad es plana, aunque ha habido gran expansión de barrios en ladera (Alcaldía de Santiago de Cali, 2017).

Actualmente Santiago de Cali es una ciudad que cuenta con una cobertura del 90% de los servicios públicos de energía, acueducto y alcantarillado, pero carece de cobertura en infraestructura digital; el servicio de salud para muchos es precario y aunque la educación básica es gratuita para los estratos más bajos; no hay una continuidad hacia la educación superior debido a que las condiciones económicas de algunos no lo permiten. Otra característica que empeora el panorama es la calidad en la gobernanza, pues en los últimos años Cali ha tenido alcaldes dedicados a sustraer el erario público, sin dejar obras que realmente impulsen a la ciudad al desarrollo.

La modernización de las instituciones y un buen gobierno son fundamentales para un exitoso desarrollo de las ciudades inteligentes, las cuales no dependen solamente de infraestructura digital. Se debe mejorar la calidad de vida de los más desamparados, proveyéndole, no solo de tecnología de punta, si no también supliendo sus necesidades básicas como servicios públicos, vivienda digna, servicios de salud y de educación, con el fin de generar sentido de pertenencia entre los habitantes. Cuando los derechos de propiedad de diferente naturaleza: privados, cooperativos o comunitarios no son respetados, el desarrollo social es casi imposible, especialmente cuando en el gobierno son comunes las conductas predatorias.

Teniendo en cuenta sus características, Santiago de Cali es una ciudad que se puede adaptar fácilmente a los cambios, es una ciudad que en los últimos años ha venido evolucionando e involucrando la tecnología en sus proyectos, pero el desarrollo ha venido siendo lento debido a los gobiernos que no han permitido que sea continuo y acelerado, aunque la

tarea no es imposible. La participación ciudadana es vital en un proceso de implementación de alternativas inteligentes, tanto el rol del área pública como la privada deben estar en asociación para que desarrollo del proyecto sea un éxito. Los costos de la implementación de algunos proyectos pueden tener costos elevados, por lo tanto es importante que se hagan alianzas público privadas o concesiones en caso tal de que por medio de la alcaldía o la gobernación no sea posible conseguir la totalidad de los recursos.

A continuación se presenta una serie de propuestas en materia de transporte público, tránsito y medio ambiente que con base en los casos de estudio en otras ciudades del país, de Latinoamérica y del mundo podrían ser viables para la adaptación en una ciudad con las características ambientales, económicas, de población y de gobierno de Cali.

5.2. TRÁNSITO

Referente a la infraestructura de tránsito, Cali cuenta con avenidas principales y secundarias pavimentadas, pero el mantenimiento de las mismas es precario, por lo que se encuentran con baches, semáforos en mal estado, falta de señalización y los peatones y los ciclistas deben arriesgar sus vidas todo el tiempo mientras transitan y aunque en los últimos meses, se han implementado en algunas zonas de la ciudad una vía exclusiva para el tránsito de bicicletas, esta alternativa no ha sido 100% un éxito debido a la falta de cultura en la ciudad, no se respetan, las motocicletas, los carros y los peatones las invaden.

En cuanto al tránsito de las personas en situación de movilidad reducida, son muy pocas las zonas que cuentan con acceso para sillas de ruedas, andenes completamente pavimentados y seguros y/o con sistema táctil, lo cual no hace inclusive a la ciudad, esto debe cambiar, se deben restaurar los andenes, crear accesos para sillas de ruedas en todos los cruces viales donde exista paso peatonal, que los andenes cuenten con sistema táctil, como también la instalación de alertas auditivas en los semáforos para que las personas con deficiencias visuales puedan transitar tranquilas y con seguridad.

Con relación a las alternativas para que Cali sea una ciudad inteligente en materia de tránsito, se debe implementar un gran cambio en sus vías, mantenerlas en óptimas condiciones, incrementar los metros de vías exclusivas para bicicletas, implementar sanciones para las personas que las invadan y en general implementar programas de educación para que la población adquiera cultura vial, no solamente impartir educación para los infractores, como es el caso del curso dictado por la secretaría de tránsito municipal a las personas que tienen comparendos. Tanto peatones, como personas que transitan en cualquier vehículo (bicicleta, motocicleta, carro, etc.) deben involucrarse, conocer y respetar la normatividad vial.

Implementar el uso de semáforos que funcionan con energía solar, es una gran alternativa para disminuir el consumo de energía eléctrica, como se puede evidenciar en las experiencias dentro del país: en Tuluá que fue la ciudad pionera en el país al implementar esa tecnología y Santa Marta donde actualmente se cuentan con 25 de 48 semáforos instalados de este tipo con una inversión global de 620 millones de pesos (Iguarán, A. 2018). En las experiencias alrededor del mundo: en San José de Costa Rica, en Huanta Perú y específicamente se tiene el caso de estudio realizado para la ciudad de Junín provincia de Buenos Aires, donde la metodología funciona de la siguiente manera: Se emplea tecnología solar para la generación de energía, a través de paneles fotovoltaicos comerciales, el semáforo utilizará la energía almacenada en batería, hasta que su nivel de carga se encuentre en un 30%. En este momento el controlador genera el cambio de obtención de suministro eléctrico hacia la red doméstica a la espera de una nueva carga de batería mediante la radiación solar. En caso de emergencia en el suministro eléctrico local, la batería con carga completa deberá poder soportar un tiempo de autonomía de 12 horas. Con este método no solo se certifica la continuidad del servicio provisto por el equipo aún en situaciones de corte de suministro eléctrico, si no que se garantiza la seguridad vial y un ahorro energético cercano al 60% de una intersección típica semaforizada. (Busso & Bonora, 2018)

Teniendo en cuenta lo citado en el numeral 5.3.1 donde en Mumbai el caso de éxito fue la semaforización inteligente e instalación de cámaras de control de tráfico y seguridad, se propone la instalación en Cali de cámaras en los semáforos que registren en tiempo real las condiciones de tránsito, esto ayudaría en gran manera a tomar decisiones en los momentos precisos y todo desde un centro de control y gestión del tránsito el cual se encargaría no solo de manejar el tránsito de una manera mucho más eficiente, si no que a la vez serviría para controlar la delincuencia en la ciudad, deben ser cámaras con características especiales, donde se puedan verificar claramente a las personas, las placas de los vehículos, etc. Son alternativas que han sido aplicadas en Sao Paulo donde además de realizarse una recuperación del sistema de señalización de semáforos, por medio de la recuperación de las instalaciones eléctricas y sistema de protección, cambio de cableado y conexión a tierra, instalación de 1.400 no-breaks (ups), 1000 Controladores de Tránsito y 1.800 dispositivos de detección de fallas en 6365 cruces y de esos instalar 1252 inteligentes, además se creó una central de supervisión (centro de mantenimiento de semáforo) donde el sistema controla las 24 horas, siete días a la semana el comportamiento de cada

uno de los semáforos recuperados. (Bispo, 2016). Los resultados fueron bastante relevantes pues se redujo en, aproximadamente tres años, un 20,6% el número de muertes de tráfico en la ciudad. Otros resultados obtenidos fueron la rápida recuperación de fallas en semáforos, mejor flujo del tráfico vehicular y peatonal y mejor uso de los recursos humanos. (Companhia de Engenharia de Tráfego, 2013). El público en general también se involucra en el uso de esta información, pues por medio de la transmisión en tiempo real de la situación de los cruces más relevantes en la ciudad, las personas pueden enterarse de la situación del tráfico en la zona para tomar decisiones al instante.

Además de ampliar las vías exclusivas para bicicletas, otra propuesta para el tránsito en Cali es la implementación de una zona exclusiva para bicicletas y motos, entre la cebrá por donde los peatones cruzan las vías y los carros, alternativa que funciona muy bien en la ciudad de Sao Paulo – Brasil (Figura 1), considerada la ciudad más grande del hemisferio sur, es el hogar de más de 22 millones de personas, lo que la convierte en la ciudad más poblada de América Latina (Batten, 2016), donde fue implantada la medida de “Frente Segura” en 326 cruces (desde 2013 hasta 2015), siendo estos los más concurridos y con mayor accidentalidad de la ciudad desde el año, con un costo de implementación por cada semáforo de aproximadamente \$500.000 pesos. Alternativa que en dos años de uso disminuyó en un 28% los atropellos por motos, los accidentes que involucraron a algún lesionado se redujeron a un 6%, los heridos se redujeron en un 17% y los accidentes con motocicletas en un 25%. Incluso, los accidentes con cualquier tipo de vehículo bajaron un 12%, en este último caso, el número de heridos también se redujo de 186 a 155 según los datos de la CET (Compañía de ingeniería de tráfico por sus siglas en portugués) (Companhia de Engenharia de Tráfego, 2015). Esto no solo genera seguridad en las personas que transitan en carros, pues todas las motos se ubicarían en la parte de adelante, sin zigzaguar, sino que también ayuda a que la movilidad sea mucho más rápida y más ordenada, disminuye el conflicto vehicular entre motos y carros cuando la luz del semáforo cambia a verde, aumenta la visibilidad de las motos para los peatones que están transitando por la cebrá evitando ser atropellados por la aparición repentina de motos entre los carros y los motociclistas también tienen mejor visibilidad de los peatones que atraviesan la vía.

Figura 1. Zona compartida en cruce de vía peatonal.



Fuente: Companhia de Engenharia de Tráfego - Sao Paulo, 2015

5.3. TRANSPORTE PÚBLICO

Los paraderos de autobuses tradicionales se están volviendo obsoletos rápidamente. Fuera de la estética, han permanecido igual durante años. Esto está cambiando. Ahora se están utilizando nuevas tecnologías y aplicaciones que permiten que los paraderos de autobuses sean mucho más. En el contexto de una comunidad inteligente, los paraderos de autobuses equipados con conexiones de banda ultra ancha pueden cobrar vida, mejorar las experiencias de los usuarios y permitir nuevas oportunidades de negocios. (Nokia, 2016)

En materia de transporte público se debe pensar en un sistema de transporte óptimo, que cumpla con los horarios, que se encuentre interconectado con una aplicación para verificar rutas y horarios en tiempo real, que sea completamente limpio y amigable con el medio ambiente, con combustibles como el biodiesel, el bioetanol o completamente eléctricos.

En cuanto a los paraderos de buses se refiere, los más modernos que fueron construidos hace pocos años por el sistema de transporte masivo de la ciudad (denominado MIO) en algunos casos tienen un lugar para sentarse mientras se espera el bus, unos pocos protegen del sol y de la lluvia y algunos tienen publicidad estática; por su parte las estaciones del masivo protegen de la lluvia y del sol pero no tienen lugares para sentarse, ni publicidad. La empresa de transporte tuvo un costo por la construcción de estos espacios, tiene un costo por su mantenimiento y también por su reparación cuando actos vandálicos se presentan. Pero actualmente dicha empresa puede optar por generación de ingresos por medio del

alquiler de los espacios de publicidad en los paraderos de buses y estaciones, pero teniendo en cuenta que deben modernizar y volver un poco más útiles los paraderos y que esta publicidad puede ser aún más moderna, no solo estática, puede ser publicidad interactiva, además los paraderos pueden contar con un sistema de carga eléctrica usb, banda ancha y de conexión a internet gratuito, y mejorar la experiencia de los usuarios pues el tiempo de espera se siente menos largo y una publicidad llamativa genera nuevos consumidores.

En cuanto a la conexión a wifi gratuita, en algunas estaciones actualmente se presenta, pero es muy importante que se expanda a todas las estaciones y en lo posible a los paraderos y buses, pues no todas las personas cuentan con plan de datos en su teléfono móvil y tanto los locales como los extranjeros pueden ubicarse en la ciudad y usar el transporte de manera segura pues pueden estar conectados y de esta manera conocer las rutas y sus horarios. Un caso de éxito con esta tecnología es el caso de Ribeirão Preto en Brasil donde para los servicios ofrecidos por el transporte colectivo del municipio, se emplean 317 autobuses convencionales y 30 microbuses, totalizando 347 vehículos.

Para el ciudadano obtener información sobre líneas, horarios y puntos de autobús vía internet, puede acceder al sitio del Ayuntamiento o utilizar las aplicaciones CittaMobi y Moovit. Estas aplicaciones son gratuitas y se pueden instalar en teléfonos inteligentes, tabletas y pueden ser accedidas por ordenadores.

En el municipio está disponible por el Ayuntamiento de la Ciudad, en asociación con la Compañía de Desarrollo Económico de Ribeirão (CODERP) a través del proyecto Ribeirão Digital, internet gratuito a la población en varios puntos de la ciudad. Esta conexión gratuita permite el uso de las aplicaciones de movilidad y otras informaciones relacionadas con los equipos urbanos que pueden facilitar el acceso de las personas a los servicios públicos. Para los ciudadanos utilizar esa conexión, deben poseer un aparato que permita la conexión a las redes inalámbricas (notebook, tablet, smartphones, etc.), realizar registro y validación en el portal de la Red "Ribeirão Digital" y luego poder acceder a internet en los sitios los puntos disponibles.

Al utilizar esta aplicación, el ciudadano tiene acceso al horario preciso del autobús que desea, puede verificar qué puntos de paradas cerca del lugar donde está, logra identificar la previsión de llegada del autobús en la parada en que se encuentra, consigue obtener información del itinerario de la línea y la ubicación del autobús en tiempo real y puede contribuir a compartir información sobre el transporte público de su ciudad. Además, al entrar en el autobús, el usuario puede obtener la previsión de llegada en su destino final, y puede personalizar su aplicación registrando información importante como puntos y líneas más utilizadas, tiene la posibilidad de comprar créditos de transporte a través de billete electrónico y configurando su aplicación con el filtro de accesibilidad, puede realizar la búsqueda de autobuses accesibles. (Loss, Pierini, Simoni, Jacob, Esteves, 2017).

5.4. COBERTURA DIGITAL

Con el fin de aumentar los porcentajes de cobertura digital en la ciudad se propone el siguiente plan de acción: Incrementar la dotación de equipos de cómputo, capacitación de docentes y modernización de equipos obsoletos en las sedes educativas. Ampliar las zonas de wifi gratuito en la ciudad. Ampliación de proyectos de acceso comunitario a Internet como "Vive Digital" tanto en la zona urbana como en la zona rural, los cuales en este momento son puntos de acceso comunitario a Internet para los niños, jóvenes y adultos que habitan las zonas rurales del país, donde pueden conectarse a Internet y recibir capacitaciones gratuitas en uso y apropiación de las TIC. (Mintic, s.f).

5.5. MEDIO AMBIENTE

5.5.1 GESTIÓN DE RESIDUOS

Calí necesita con urgencia un cambio en este aspecto, aunque la ciudad ha venido avanzando en cuando a limpieza de calles, a la gente aún le falta demasiada cultura, no les importa botar colchones, muebles, animales muertos, etc. en cualquier esquina y a los canales de agua lluvia. El manejo de los escombros es otro dolor de cabeza para la ciudad, pues la gente por ahorrar dinero le paga a cualquier persona para que disponga los escombros y no llaman a las empresas prestadoras de este servicio, dicha persona lo único que hace es recorrer unos pocos metros y disponer los escombros en la siguiente avenida.

La ciudad debe trabajar de la mano de los colegios y universidades, pues la cultura se debe fomentar desde los más pequeños ellos son los que les van a enseñar a sus padres a reciclar, a reusar y a reducir la generación de residuos sólidos y así empiezan a crecer las nuevas generaciones con esta cultura. Esta es una ciudad amable, en la que se tienen proyectos a

pequeña escala, de manejo de residuos sólidos, donde las personas de un barrio no solo cosechan sus propios alimentos, los comercializan y reducen el uso del plástico, sino que usan los desechos orgánicos para hacer compost, que sirve de abono para sus pequeños cultivos. Este es un gran ejemplo de lo que se puede hacer a nivel macro en la ciudad o es una alternativa para que cada barrio lo implemente, de esta manera es mucho el impacto que se reduce en cuanto a generación de residuos.

Hemos avanzado en el cobro del impuesto del uso de la bolsa plástica en supermercados, pero aún hay muchas personas que prefieren pagar el impuesto que cargar con sus propias bolsas de tela. Los supermercados deberían implementar el uso de bolsa en papel, que es más amigable con el medio ambiente y así se evitarían el “vender” las bolsas plásticas generadoras de un residuo de difícil degradación. Otra alternativa sería la implementación de incentivos y sanciones a las personas que dejan de usar plástico para los vegetales, las frutas, las compras en general y para las empresas productoras que empaquetan en plástico.

Referente a los residuos no reciclables, una gran alternativa es la usada en Suecia (numeral 3.3.1.1), donde mediante incineración, convierten los residuos en electricidad y calefacción urbana, la cual no contamina pues todas las estaciones usan tecnología de filtro que reduce las emisiones de dioxinas a casi cero.

En cuanto a la problemática de disposición final de escombros, donde en la ciudad de Cali las personas pagan a terceros para que los dejen en cualquier esquina, con las cámaras de seguridad instaladas en los semáforos y en puntos cruciales de la ciudad, una de las alternativas propuestas en el ítem 5.1 y la ayuda de los taxistas que recorren toda la ciudad, se pueden prevenir este tipo de disposición de residuos en cualquier lugar. Tal y como lo implementaron en la ciudad de Anyang en Korea, donde primero instalaron las cámaras de televisión para transmisión en vivo del tráfico y además control de la delincuencia, las imágenes grabadas con dichas cámaras sirven actualmente para la recolección de evidencia y para atrapar a personas en el acto de tirar basura ilegalmente, también se articularon con un grupo de vigilancia del medio ambiente vial compuesto por 126 conductores de taxis.

El grupo está a cargo de recolectar evidencia, a través de teléfonos inteligentes de personas que tiran basura ilegalmente o tiran cigarrillos mientras conducen. Además, se realizan actividades de orientación para prevenir y detener el vertido ilegal de basura. La ciudad de Anyang analiza las filmaciones informadas e impone multas, mientras que, por otro lado, otorga un pequeño premio económico a los miembros del grupo de vigilancia.

5.5.2 GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

En cuanto a recurso hídrico, Cali es afortunada, pues cuenta con 7 ríos que la atraviesan. De los cuales para abastecerse de agua son muy pocos los que cuentan con las características fisicoquímicas óptimas y el caudal requerido. Cada invierno Cali vive desabastecimiento en el servicio de agua potable debido a las condiciones del mayor aportante de agua para potabilización, el Río Cauca, las cuales obligan al cierre de las bocatomas de las plantas de potabilización, haciendo que la ciudad tenga pocas horas de suministro por medio de los tanques de almacenamiento que la rodean e iniciando el tratamiento de nuevo cuando el río retorna a la normalidad. El deterioro del río es debido a que las personas no han tomado conciencia de cuidar el recurso, de cuidar las cuencas, de no deforestar por lo que con el transcurrir del tiempo vamos perdiendo más y más nuestros recursos hídricos.

Los ríos urbanos son ecosistemas complejos y dinámicos, donde el agua, la flora y la fauna son recursos que juegan un papel importante en el equilibrio y funcionalidad del ambiente. Estos cuerpos de agua deberían ser considerados hábitats preferenciales para la recreación de la sociedad, protección de la naturaleza y la biodiversidad, control climático y sobre todo, seguridad a la población frente a las amenazas naturales, tales como inundaciones y efectos del cambio climático.

La revegetación incrementa la protección del suelo, frena la escorrentía y facilita la infiltración. Los componentes radiculares contribuyen a aumentar la resistencia mecánica del suelo y la presencia de materia orgánica, ofrece estabilidad, rugosidad y porosidad, lo que supone un aumento en la capacidad de infiltración. Por esta razón, una de las alternativas

Más importantes desde el punto de vista ético, estético, práctico y económico es la siembra de especies nativas para controlar la erosión, crear conectividad entre seres vivos y aumentar la conservación del ecosistema.

El uso de vegetación para el control de la erosión en taludes de ríos urbanos es una técnica positiva a la salud del suelo y de bajo costo. Las plantas proveen de un sostén mecánico a nivel subterráneo y una protección biofísica a nivel aéreo. Un suelo protegido es menos vulnerable a ser erosionado. Las especies nativas cumplen un rol ecológico importante en los ecosistemas, por lo que el uso de éstas promueve un beneficio para el ecosistema, al recuperar interacciones entre la flora, la fauna y el medio. Es además un elemento estético que provee de paz emocional al ser humano, logrando

ciudades más paisajísticas. Por otro lado, para determinar los efectos de las actividades antropogénicas sobre el ecosistema, se han propuesto el uso de bioindicadores como por ejemplo las aves, que por su facilidad de estudio nos brindan información efectiva a corto plazo para proponer acciones de conservación y control de la contaminación (Gastezzi, Alvarado, Perez, 2016).

En Cali se deben implementar planes de manejo de cuencas serios por medio del Dagma y la Corporación Autónoma del Valle del Cauca, que son las entidades encargadas de velar por la salud medioambiental de Cali y el Valle del Cauca respectivamente. Pero las cuales por ser entidades politizadas no están cumpliendo al 100% con su tarea. Se deben fortalecer estas instituciones, se debe tener vigilancia de los planes de manejo que implementan y que tengan un seguimiento a largo plazo de los mismos, dichos planes deben involucrar a los habitantes de las zonas aledañas a los ríos, que sean los verdaderos veedores. Obligar a que dichas entidades muestren resultados concretos y no simplemente paños de agua tibia.

En cuanto a prestación del servicio público, actualmente en Emcali se adelanta un proyecto piloto donde se instalan sensores en las tuberías de las acometidas de acueducto y a la red de suministro, los cuales están conectados a un software que en tiempo real informa si se están presentando pérdidas de agua por daños, lo cual permite corregirlos en tiempo récord, evitando así pérdidas de agua no contabilizada las cuales actualmente ascienden casi al 50% de la cantidad de agua producida.

Pero sería ideal implantar un sistema de agua inteligente, como el que se encuentra implementado en Israel, el cual está diseñado para recopilar datos significativos sobre el flujo del agua de la ciudad y actuar para optimizar las operaciones de manera eficiente. Las soluciones monitorean continuamente el consumo de agua y aprenden los patrones de consumo de agua de un hogar u oficina para administrar de manera eficiente y precisa los recursos hídricos.

Dichas tecnologías pueden proporcionar una indicación del consumo de agua, incluso por horas, y alertar a los usuarios sobre el consumo anormal. Empresas como Flowless, Aqua Rimat y TaKaDu han desarrollado soluciones para la gestión y el control inteligente del agua para hogares privados y negocios, que ayudan a prevenir el daño por agua, el desperdicio innecesario de agua y los costos relacionados con una detección y alerta de fugas en tiempo real, sistemas de cierre automático, monitoreo continuo del consumo de agua y herramientas analíticas para proveedores del servicio de agua que les permiten monitorear y analizar el rendimiento de la red de agua. Reconocer fugas es una tarea particularmente difícil.

Las nuevas tecnologías apuntan a incorporar este proceso al encontrar fugas con sensores acústicos y aprendizaje automático. Estos sensores se pueden conectar, temporal o permanentemente, a tuberías de agua por encima del suelo, eliminando la necesidad de colocar sensores bajo tierra. AquariusSpectrum desarrolla tecnología en este campo, extendiendo los sensores con aplicaciones tales como monitoreo, administración y sistemas de planificación presupuestaria. Otra forma innovadora de descubrir filtraciones de agua es mediante el análisis de imágenes de satélite desde el espacio. El agua tratada puede reconocerse buscando una firma espectral particular típica del agua potable. Luego se le presenta al usuario un informe gráfico de fugas superpuesto en un mapa con calles y tuberías. Una empresa llamada Utilis desarrolló una tecnología que puede identificar las fugas de agua dulce en los sistemas de suministro de agua potable urbana. Otra forma en que Cali puede reducir el desperdicio de agua y optimizar su uso es controlando varios aspectos del sistema de gestión del agua con dispositivos conectados. Las tecnologías que gestionan diversos componentes del sistema se centran en componentes internos, como válvulas de control hidráulico inteligentes, y terminales, como medidores de agua conectados. (Toch, 2018).

8. CONCLUSIONES

El auge de las ciudades inteligentes se debe a una combinación de varios factores, destacando la tecnología como consecuencia del rápido desarrollo de hardware, software y redes. Además, esta tecnología ha experimentado una reducción de costos y ahora está disponible para la mayoría de las ciudades del mundo. También hay importantes factores sociales y económicos entre las causas del auge de las ciudades inteligentes, como lo son el uso intensivo de las tecnologías de la información por parte de los ciudadanos y autoridades locales.

Las ciudades requieren apoyo para desarrollar un gran proceso para convertirse en inteligentes. El primer paso es definir las debilidades y las oportunidades inmediatas con el fin de generar impulso y confianza cívica. Se deben tener en cuenta las necesidades, los desafíos, las oportunidades y los recursos propios de cada ciudad con el fin de proyectarla a ser inteligente. En el caso de Cali, estos puntos débiles son el tránsito, el transporte y el medio ambiente (gestión del recurso hídrico y gestión de los residuos sólidos).

En los casos de estudio se evidenciaron dimensiones en las que cada ciudad debe centrarse para poder aprovechar al máximo los recursos de los que disfruta y lograr lo que las mejores prácticas internacionales definen como gestión inteligente de la ciudad. Un elemento por mejorar es la escasa disponibilidad de datos a nivel de ciudad; sin embargo, la digitalización realizada por las autoridades ciudadanas ha estado dando sus frutos.

Se evidencia que el éxito de la mayoría de los planes de construcción de una ciudad inteligente se encuentra cuando existe la participación de diversos actores tanto del área pública como privada, y en aquellos casos donde la ciudad y las autoridades están abiertas a los aportes e ideas de la comunidad en general; para ello es vital, abrir un espacio para que participe la comunidad activamente. Es importante el papel que juega el capital humano y social en las ciudades inteligentes.

La prestación de los servicios como agua, energía, transporte y gas se vio mejorada en las ciudades inteligentes analizadas, debido principalmente a la integración e datos de consumo y producción con sistemas de software inteligente, logrando abrir la oportunidad de analizar información útil, incrementando su eficacia y eficiencia. En toda ciudad inteligente debe existir una integración física entre los espacios sociales, digitales y físicos.

Si bien a finales del siglo XIX y comienzos del XX se planearon algunas ciudades, donde se tuvieron en cuenta varios aspectos de arquitectura y urbanismo, no se tuvieron en cuenta aspectos de sostenibilidad, de recursos.

Aunque Colombia cuenta con una gran cantidad de reglamentaciones sobre arquitectura y urbanismo sostenible e inteligente, se hace necesario desarrollar mecanismos y organismos de control que permitan corroborar, evaluar y controlar de manera rigurosa el cumplimiento de estas medidas.

9. REFERENCIAS

- Alcaldía Santiago de Cali. (2017). Datos de Cali y el Valle del Cauca. Recuperado en Marzo 19, 2019, desde http://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/227/datos_de_cali_y_el_valle_del_cauca/
- Aoun, C. (2013). La piedra angular de la ciudad inteligente: la eficiencia urbana. Schneider Electric de Colombia S.A.
- Araújo, D. D. S., Guimarães, P. B. V., & Xavier, Y. M. de A. (2019). Perspectivas sobre políticas públicas de inclusão digital e fomento às cidades inteligentes. *Revista Do Direito*, 3(56), 33–44.
- Arcos, A. (2016). El sistema educativo de Suecia - Magisnet. Recuperado June 29, 2019, desde <https://www.magisnet.com/2016/06/el-sistema-educativo-de-suecia/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). Guía Metodológica iniciativa ciudades emergentes y sostenibles, 0–54.
- Batten, J. (2016). Sustainable Cities Index 2016. Arcadis Global, 10.
- Batten, J. (2017). Sustainable cities mobility index 2017.
- Bello, J., & Díaz, F. (2018). Prácticas de gestión sostenibles para el desarrollo de las Smart Cities o ciudades inteligentes. Bogotá.
- Bispo, V. (2016). Impacto de la revitalización de semáforo en la ciudad de São Paulo. Sao Paulo.
- Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). La ruta hacia las Smart Cities Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente. Banco interamericano de desarrollo BID.
- Busso, M., & Bonora, M. (2018). Estudio de diseño y factibilidad para la implementación de semáforos viales que inyecten energía a la red, sean inteligentes y se autoabastezcan, en la ciudad de Junín provincia de Buenos Aires. *Energías Renovables y Medio Ambiente (Vol. 6)*. Argentina.
- Ciudad de Chicago. (2017). Smart grid for a smart Chicago. Recuperado en Abril 15 de 2019 de <https://www.chicago.gov/city/en/progs/env/smart-grid-for-a-smart-chicago.html#smartmetersandpricingprograms>
- Companhia de Engenharia de Tráfego. (2015). Relatório de avaliação do projeto “frente segura” para o contran. Sao Paulo.
- Companhia de Engenharia de Tráfego. (2013). Sinalização semaforica. Sao Paulo.
- Cowley, R., & Caprotti, F. (2018). Smart city as anti-planning in the UK. *Environment and Planning D: Society and Space*.

- De Halleux M., Estache A., (2018) How "smart" are Latin American cities?
- Gastezzi, P., Alvarado, V., Pérez, G., (2016). La importancia de los ríos como corredores interurbanos.
- Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes. (2015). Smart cities documento de visión a 2030.
- Hostettler, S., Besson, S., Bolay, J., (2017) Technologies for Development.
- Iguarán, A. (2018). Santa Marta tiene 25 semáforos con sistema de energía solar | El Heraldó. Recuperado en Abril 16 de 2019 de <https://www.elheraldo.co/magdalena/santa-marta-tiene-25-semaforos-con-sistema-de-energia-solar-568348>.
- Kim, J.-M., & Park, Y. (2016). A Study on Characteristics of Modern Planned City's Form and Space in the 1950s - Focused on two planned cities realized: Chandigarh and Brasilia-. KIEAE Journal, 16(4), 55–62.
- Lee, S. K., & Kim, J. (2016). International Case Studies of Smart Cities Anyang , Republic of Korea, (2016).
- Loss, C. F., Pierini, C. R., Simoni, J. P. da S. C., Jacob, J. B., & Esteves, J. C. (2017). A abrangência do sinal Wireless e o uso de aplicativos em dispositivos móveis para o transporte público em Ribeirão Preto-SP. Cadernos Zygmunt Bauman, 8(18), 288–306.
- Marca, M., Saldaña. J., (2018). Análisis y evaluación de la implementación del modelo de ciudad inteligente en la ciudad de Guayaquil.
- Mercado, G., Álvarez, L., Bocaccini, L., Ledda, M., Membrives, J., Muros, M., López, L., Juárez, D., Guillén, L., Gómez, F., Favaro, G., Ciperiani, G., Dumé, S., Berra, G., (s.f). Diagnóstico y Metodología para la Implementación de "Internet of Things"; en el Planeamiento y Desarrollo de Ciudades Inteligentes.
- MINITIC, (s,f). Vive Digital. Recuperado junio 29 de 2019 desde <https://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-channel.html>
- Naciones Unidas Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. (2018). NOTICIAS ONU. Recuperado Abril 17, 2019, desde <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- Nokia. (2016). Innovation 2020: Connected bus shelter - A foundation for new applications and business models.
- Padilla, S. E., & Osorio, H. (2018). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia, 28(3), 19–26.
- Peña Villafuerte, C. (2017). El Sistema Educativo Sueco. Recuperado Junio 29, 2019, desde <https://medium.com/@leoncesarp/el-sistema-educativo-sueco-6a8b1b907bfa>
- Pérez-González, D., & Díaz-Díaz, R. (2015.). Public Services Provided with ICT in the Smart City Environment: The Case of Spanish Cities.
- Smart City Sweden (s.f). Export & investment platform for smart and sustainable cities.
- SmartParking. (s.f). SmartPark is being used by the City of Westminster to make life easy for motorists. Recuperado en Abril 19, 2019, desde <https://www.smartparking.com/latest/case-studies/city-of-westminster>
- Šteflová, M, Koop S, Elelman R, Vinyoles J, Van Leeuwen C, (2018). Governing Non-Potable Water-Reuse to Alleviate Water Stress: The Case of Sabadell, Spain.
- Toch, E. (2018). Smart City Technologies in Israel.
- Schneider Electric (2016). Traffic Management-Greater Mumbai Case Study.