

PROPUESTA DE MARCO DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SMART CITY EN BOGOTÁ

IVAN ALEJANDRO CELIS LIMA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2021

ESTABLECIMIENTO DE MARCO DE TRABAJO PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE SMART CITY EN BOGOTÁ

IVAN ALEJANDRO CELIS LIMA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE
TELECOMUNICACIONES

DIRECTOR
ING. FERNANDO PRIETO BUSTAMANTE

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C
2021

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO GENERAL DEL PROYECTO	8
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
2.2 JUSTIFICACIÓN	10
2.3 OBJETIVOS.....	11
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	11
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2.4 METODOLOGÍA	12
2.5 ALCANCE.....	13
2.6 MARCO TEÓRICO	14
2.8 MARCO CONCEPTUAL	18
3 DEFINICIÓN DE VARIABLES BASADOS EN CASOS DE ÉXITO.....	20
4. REVISIÓN DE LOS MARCOS DE REFERENCIA	27
5. PRINCIPALES NECESIDADES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ RESPECTO A TICS	70
6. PROPUESTA DE MARCO DE TRABAJO PARA BOGOTÁ.	73
CONCLUSIONES	89
REFERENCIAS	91

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre los cuatro marcos de trabajo.

30

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Esquema de desarrollo del proyecto.	8
Gráfica 2. Elementos de la estructura del marco de trabajo.	22
Gráfica 3. Arquitectura de la ciudad inteligente de Tel Aviv según el marco de trabajo.	27
Gráfica 4. Estructura del marco de trabajo de la ciudad inteligente de Santander.	32
Gráfica 5. Arquitectura de la ciudad inteligente de Medellín.	38
Gráfica 6. Modelo SMART City Enterprise.	39
Gráfica 7. Modelo OSI.	41
Gráfica 8. Modelo de control e integración.	42
Gráfica 9. Estructura IV marco de trabajo.	44
Gráfica 10. Tecnología aplicable a proyectos inteligentes.	49
Gráfica 11. Gráfico del sistema de control y gestión del tránsito.	52
Gráfica 12. Gráfico del sistema de control de seguridad en la ciudad.	55
Gráfica 13. Gráfico del esquema para la gestión del transporte público	56

Gráfica 14. Arquitectura para transparencia gubernamental en la ciudad.	57
Gráfica 15. Gráfica del modelo de gestión del medio ambiente.	58

1. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de este trabajo se expone el concepto de ciudad inteligente o “Smart City”, las características principales que componen una ciudad inteligente, la importancia de implementar este concepto en la actualidad y el impacto que estas ciudades han generado en diferentes urbes alrededor del mundo, revisando casos de éxito en implementación de ciudades inteligentes y analizando una serie de estudios realizados alrededor del tema, se presentan evidencias sobre el beneficio a la calidad de vida que traen este tipo de ciudades para sus habitantes y como influyen en el desarrollo de la misma.

A lo largo de este proyecto se examinan y analizan varios casos de estudio de marcos de trabajo adoptados por grandes ciudades del mundo que en conjunto con la tecnología llevaron a cabo un despliegue exitoso de una ciudad inteligente, se dan a conocer las estrategias y metodologías que usaron cada una de estas ciudades para lograr el objetivo de convertirse en ciudades inteligentes.

Tomando como referencia dichos marcos de trabajo expuestos en el presente documento se procede a plantear un marco de trabajo para la ciudad de Bogotá, con el objetivo de proponer una ruta de desarrollo para poder mejorar el estado actual de la ciudad en materia de ciudades inteligentes y tecnologías TIC, así mismo, se tomaron en cuenta los proyectos e iniciativas que actualmente se encuentran en funcionamiento y vayan en el mismo rumbo con el objetivo del presente proyecto planteado, buscando mejorarlos e incrementar su influencia en el desarrollo tecnológico de la capital.

2. MARCO GENERAL DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todos los días alrededor del mundo nacen diariamente un aproximado de 373.000 personas y mueren alrededor de 156.000, esto es menos de la mitad del total de nacimientos diarios, a este ritmo, el planeta se encuentra con un grave problema de sobrepoblación desde hace ya algunos años, pues, actualmente somos más de 7.673.533.970 de habitantes en el planeta y esta es la principal causa de la mayoría de los problemas actuales en el mundo como falta de alimentos, falta de agua potable o incluso falta de energía; lo más preocupante es que en algunas décadas se espera que la población mundial ascienda entre los ocho y diez millones de personas, lo que conllevara a un aumento en la falta de recursos en todos los países sin excepción alguna.

El acelerado crecimiento poblacional que se ha presentado en las últimas décadas ha obligado a las ciudades a afrontar nuevos retos pues todos los días más de 180.000 personas se trasladan a una ciudad para establecerse. La organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) tiene previsto que para el 2050 la población mundial ascenderá aproximadamente a 9.000 millones de habitantes [1]. Con este crecimiento poblacional que se presenta en las ciudades, los costos irán aumentando para poder afrontar las necesidades de los habitantes, la presión ejercida sobre el medio ambiente y los recursos naturales también se elevara. Las ciudades consumen más del 75% la producción de energía mundial y generan el 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero actualmente, pero, con el tiempo estos porcentajes se verán afectados pues para poder suplir las necesidades de los habitantes de estas ciudades alrededor del mundo será necesario aumentar la producción lo que conlleva a un aumento también en la producción de desechos y emisión de

gases. Viendo el impacto al planeta muchas de las ciudades del mundo han decidido hacer cambios estratégicos de reciclaje junto con una transformación digital haciendo uso de las nuevas tecnologías, con el fin de poder generar soluciones eficientes a los nuevos retos globales producidos debido a la sobrepoblación y los problemas como la escasez de recursos, gestión del agua, eficiencia energética, la polución, entre otros tantos problemas.

Es en este punto donde la alternativa de una 'Smart city' o una ciudad inteligente parece ser la solución más viable y eficaz; se conoce como ciudad inteligente a la idea de lograr construir ciudades más eficientes y completamente sostenibles de forma integral y conectada apoyándose en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Con esta solución integrando las nuevas tecnologías se presenta un nuevo reto bastante importante al que se le debe dar prioridad y que es necesario tratar, este reto es el de reducir la brecha tecnológica que existe en gran parte de la población, es necesario educar a la gente, instruir a las personas para que aprendan a usar la tecnología que tienen a su alcance y generar conciencia, que entiendan que la tecnología está allí para brindar una mejor calidad de vida en la ciudad que habitan.

Llegar a lograr una ciudad inteligente es una tarea larga y continua en el tiempo. Se deben combinar diferentes factores, pero sobre todo debe estar diseñada por y para ciudadanos inteligentes, lo que nos lleva no solo a una reforma de estructuras y tecnologías sino también de educación y cultura. Debe ser una ciudad que apuesta por un entorno 2.0 y por el uso de las nuevas tecnologías para mejorar una calidad de vida para todos sus habitantes. Convertir una ciudad en inteligente es un proceso que nunca se acaba, siempre estará en continua evolución, con novedades e innovaciones que deberán ir implementándose a lo largo del tiempo.

2.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la calidad de vida de muchos habitantes en las ciudades de Colombia es muy precaria y olvidada, aún mueren niños de desnutrición y/o deshidratación, todavía hay lugares de Colombia donde no se conoce la tecnología o son lugares donde la mayoría de su población está incomunicada y su contacto con el exterior es mínimo, lugares en los que las necesidades básicas de la población no son cubiertas.

Es muy importante lograr suplir las necesidades de los habitantes del país y al tiempo cuidar del ambiente, disminuyendo el impacto que se genera en el territorio debido al uso de sus recursos naturales. Para alcanzar esta meta el apoyo en las nuevas tecnologías es crucial, con esta integración cualquier habitante del país sin importar el lugar en el que se encuentre será capaz de interactuar con estas tecnologías y además contar con un acceso rápido y eficiente a los beneficios y ventajas que trae la implementación de una ciudad inteligente, beneficios tales como, una mejor atención médica o para emergencias, una movilidad más eficiente y fluida, brindar un mayor conocimiento de la ciudad y sus servicios, una mejor distribución de los recursos, mejor administración y gobierno, lo que puede traducirse en una mejor y plena calidad de vida dentro cualquier ciudad que implemente la tecnología.

Llegar a lograr una ciudad inteligente es una tarea larga y continua en el tiempo. Se deben combinar diferentes factores, pero sobre todo debe estar diseñada por y para ciudadanos inteligentes, lo que nos lleva no solo a una reforma de estructuras y tecnologías sino también de educación y cultura. Debe ser una ciudad que apuesta por un entorno 2.0 y por el uso de las nuevas tecnologías para mejorar una calidad de vida para todos sus habitantes. Convertir una ciudad en inteligente es un proceso que nunca se acaba, siempre estará en continua evolución, con novedades e innovaciones que deberán ir implementándose a lo largo del tiempo.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un marco de trabajo que contenga información sobre las estrategias y tecnologías requeridas para implementar una ciudad inteligente en la zona urbana de Bogotá.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las variables de casos de éxito de ciudades inteligentes en ciudades grandes del mundo con el objeto de exponer los beneficios que trae la implementación de una ciudad inteligente.
- Revisar los marcos de referencia más relevantes de los estudios realizados en temas relacionados con ciudades inteligentes aplicados a grandes ciudades, con el fin de identificar los parámetros fundamentales para desplegar una ciudad inteligente.
- Definir las principales necesidades generalizadas en la ciudad de Bogotá, que necesiten la implementación de las TIC, estas necesidades se tendrán en cuenta para la propuesta de marco de trabajo de ciudad inteligente en la capital.
- Establecer una propuesta de marco de trabajo para implementar en Bogotá una ciudad inteligente.

2.4 METODOLOGÍA

El proyecto se llevara acabo bajo el enfoque de la investigación cualitativa documental, estudiando los principales casos de éxito y revisando los marcos de referencia más importantes relacionados con estudios de ciudades inteligentes, se expondrán los parámetros necesarios para poder implementar una ciudad inteligente en Bogotá, ademas se darán a conocer las principales necesidades de los habitantes de la ciudad de Bogotá respecto a TICs y así proponer un marco de trabajo a seguir con el objetivo de pretender suplir la mayoría de las necesidades de los habitantes de la capital con apoyo de la tecnología.

El desarrollo del proyecto será por fases, las fases de desarrollo se encuentran en la siguiente gráfica:



Gráfica 1. Esquema de desarrollo del proyecto. Fuente: Autor.

- **Fase 1:** Se realizan los estudios pertinentes sobre el concepto de ciudad inteligente y las ciudades que han adoptado esta herramienta, ademas se analizan casos de éxito de despliegues previos de ciudades inteligentes en algunas de las principales ciudades del mundo, se expondrán las ventajas y beneficios que una ciudad inteligente ofrece a sus habitantes.

- **Fase 2:** Revisar y analizar estudios realizados sobre los marcos de trabajo que siguieron otras ciudades para llegar a ser inteligentes, identificar los principales sectores que fueron intervenidos y los tipos de tecnologías que fueron desplegados para obtener una ciudad inteligente.
- **Fase 3:** Se identifican las necesidades de los habitantes de Bogotá que afectan su calidad de vida diaria, se dará prioridad a los sectores que con ayuda de las TICs puedan potenciar su rendimiento y generar un impacto mayor en los usuarios y la ciudad mejorando la calidad de vida dentro de esta.
- **Fase 4:** Teniendo en cuenta las principales necesidades de la ciudad y tomando como referencia los marcos de trabajo previamente estudiados, se propondrá un marco de trabajo que se ajuste la ciudad de Bogotá, sus habitantes y su desarrollo como ciudad inteligente.

2.5 ALCANCE

Para el desarrollo de este proyecto se tendrán en cuenta las necesidades y problemas principales de los habitantes de la ciudad de Bogotá, estas necesidades son el enfoque del proyecto, se espera que con la ayuda de las nuevas tecnologías se les pueda brindar una solución adecuada.

Con el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación, se plantea un marco de trabajo para implementar una ciudad inteligente en la capital, este marco de trabajo contiene detalles sobre las estrategias que se emplearán y las tecnologías que serán desplegadas para cubrir los sectores que requieren la implementación de tecnología, como por ejemplo la seguridad, la movilidad, el manejo de residuos, etc. Este marco de trabajo servirá a la municipalidad como guía para llevar acabo un despliegue exitoso según se necesite para tratar de mejorar los diferentes aspectos que hacen parte de la calidad de vida diaria de los bogotanos.

Una implementación acertada de este marco de trabajo prevé generar un impacto positivo en la sociedad, comunidad, economía, cultura y desarrollo de la población que se encuentra en Bogotá.

2.6 MARCO TEÓRICO

¿Qué es una ciudad inteligente?

El surgimiento formal del concepto de “ciudad inteligente” se dio hacia la década de 1990, en ese entonces se impulsó con la finalidad de promover la sustentabilidad energética de las ciudades. Esto dio paso a nuevas iniciativas y proyectos en beneficio de la ciudad y sus residentes, a partir de la instrumentación, interconexión e inteligencia en el procesamiento de datos. Una Smart City o ciudad inteligente es aquella que utiliza el potencial de la tecnología y la innovación, en conjunto con una mejor administración de los recursos disponibles para lograr un uso más eficaz de estos, además, promueven el desarrollo sostenible y principalmente mejoran la calidad de vida de sus ciudadanos, aprovechando y empleando adecuadamente el internet de las cosas (IoT), el big data, las aplicaciones móviles y la industria 4.0. Las ciudades inteligentes son un concepto abierto que se adapta a las necesidades socioeconómicas y culturales del lugar en donde se implementa; una ciudad inteligente no se refiere a modernos edificios o autopistas, sino al uso de tecnologías que facilitan la recopilación y acceso a información útil para la vida cotidiana del ciudadano, e incluso información relevante para ajustar las políticas públicas, así mismo, la ciudad cuenta con datos que no son accesibles ni útiles para el residente, pero que podría tener gran impacto en cuestiones de gestión interna de la urbe.

Se puede argumentar que el concepto de ciudad inteligente aún se encuentra en una fase de reconocimiento, puesto que, las posibilidades de su aplicación para mejorar la vida urbana se siguen explorando y, en consecuencia existen diversas áreas de oportunidad aún desconocidas, es por este motivo, que es necesario

enseñar a la población la manera de mejorar la eficiencia de las ciudades y obtener ciertos beneficios como contribuir al medio ambiente, ahorrar costos a los ciudadanos, optimizar los servicios públicos, mejorar la transparencia de la gestión administrativa, entre otros, gracias a la tecnología. Para lograr este acercamiento con la comunidad se puede tomar como ejemplo algunos casos emblemáticos de ciudades inteligentes como lo son Ámsterdam, Montreal y Edimburgo con el fin de enseñar la conveniencia de implementar este concepto de smart city.

¿Cómo debe ser una ciudad inteligente?

Una ciudad será calificada como inteligente mientras promueva una calidad de vida elevada, impulse un desarrollo económico, ambiental y social durable y sostenible, ofrezca una gobernanza más participativa, justa y correcta, se interese en la gestión adecuada y prudente de los recursos naturales y ayude a los ciudadanos a aprovechar mejor su tiempo. Para lograr esta meta, se evidenció que es necesario realizar inversiones en capital humano, aspectos sociales, infraestructuras de energía y de transporte y tecnologías de comunicación. Algunas principales características de estas ciudades inteligentes son:

- Automatización y control de edificaciones.
- Planificación urbana eficiente.
- Movilidad urbana eficaz.
- Transporte público sostenible.
- Gestión inteligente de residuos.
- Preocupación por el entorno social.
- Transparencia entre gobierno y ciudadanos.
- Sostenibilidad ambiental.
- Preocupación por el entorno social.
- Tecnologías aplicadas a la educación.
- Tecnologías aplicadas a la salud.
- Datos compartidos “open data”.

Según el estudio “Smart City Index” realizado por la consultora Juniper Research y la empresa tecnológica intel, hay un listado de las cinco ciudades más inteligentes del planeta en criterios de movilidad, salud, seguridad y productividad:

- Singapur
- Londres
- Nueva York
- San Francisco
- Chicago

Estas ciudades son un ejemplo mundial de reinversión e innovación pues cada una de estas ciudades listadas cuentan con soluciones inteligentes integrando la tecnología para control de tráfico, videovigilancia inteligente, sensores con múltiples finalidades como medir calidad del aire, indicar espacios libres en parqueaderos, sensores en semáforos para ayudar a los peatones, autos y autobuses, también cuentan con transporte eléctrico autónomo, alumbrado público y contenedores de basura conectados completamente a internet.

2.7 Estado actual

A nivel mundial otras ciudades también han surgido como nuevas metrópolis inteligentes, como el caso de Masdar en Dubai, la cual es una ecociudad sostenible y sin automóviles. Otro ejemplo es Dongtan una ciudad ubicada cerca de Shanghái, donde planean usar solamente energías renovables; la ciudad de Apen a unos kilómetros de Viena planea incluir edificios sostenibles y avanzados sistemas de movilidad, también contará con un programa de agricultura urbana y uso de recursos energéticos renovables.

El índice anual del IESE ‘Cities in Motion Index 2020’ analiza el desarrollo de 174 ciudades alrededor del mundo bajo 9 dimensiones o criterios, estas dimensiones se

consideran las características clave que deben tener las ciudades inteligentes. Estas dimensiones son: el capital humano, la cohesión social, la economía, la gobernanza, medio ambiente y el entorno, la movilidad y el transporte, la planificación urbana, la proyección internacional y la tecnología. Según este índice las 10 ciudades más inteligentes para el año 2020 se encuentran en el siguiente ranking:

1. Londres – Reino Unido
2. Nueva York – Estados Unidos
3. París – Francia
4. Tokio – Japón
5. Reikiavik – Islandia
6. Copenhague – Dinamarca
7. Berlín – Alemania
8. Ámsterdam – Países Bajos
9. Singapur – Singapur
10. Hong Kong - China

Múltiples estudios mostraron que para el 2020 toda la actividad que se relaciona con las smart cities alcanzó un volumen de negocio casi que, por el valor de 1.500 billones de dólares en todo el mundo, esta cifra es una muestra irrefutable de que la apuesta por este tipo de nuevos entornos urbanos seguirá en aumento exponencialmente en las siguientes décadas.

El índice anual del IESE 'Cities in Motion Index 2020' clasificó varias ciudades de Latinoamérica dentro de este ranking, en los estudios del año 2020 se evidenció el compromiso de estas ciudades latinoamericanas por mejorar e invertir en el desarrollo con el objetivo de ser más inteligentes cada año. A continuación, se dan a conocer las principales ciudades latinoamericanas que llevan la ventaja respecto a ciudades inteligentes en Latinoamérica, el puesto de estas ciudades dentro del ranking a nivel mundial es:

- Medellín, Colombia – Puesto #72
- Buenos Aires, Argentina – Puesto #88
- Ciudad de México, México – Puesto #90
- Santiago de Chile, Chile – Puesto #91

Para el año 2020 la ciudad de Bogotá ascendió al puesto #92 dentro del índice anual del IESE 'Cities in Motion Index 2020', durante la pandemia vivida, la alcaldía de la ciudad, de la mano con entidades académicas, desarrollaron las 'jornadas de inteligencia colectiva', esta iniciativa son espacios de discusión para identificar problemas relacionados con el acceso y el uso de las herramientas tecnológicas y las TICs.

Las TICs generaron un impacto positivo para el desarrollo de la salud dentro de la ciudad, como es el caso de la asociación entre laboratorios médicos y la aplicación 'Rappi', gracias a esta asociación se beneficiaron miles de ciudadanos con la realización de la prueba de diagnóstico de Covid a domicilio, con eso se agilizaron procesos en la prestación del servicio médico. También se presentó la adquisición de 12 dispositivos que reducen el uso de respiradores mecánicos en pacientes contagiados con Covid-19, de esta forma, mejoró la atención a pacientes y aumento la seguridad de personal médico.

2.8 MARCO CONCEPTUAL

- Conceptos Clave

Smart City: Una smart city o ciudad inteligente se refiere a un tipo de desarrollo urbano el cual está basado en la sostenibilidad, capaz de responder a las necesidades básicas de manera adecuada y eficiente de los residentes de la ciudad, empresas e instituciones tanto en el sector económico, social, ambiental y en los

aspectos operativos. El objetivo principal de una ciudad inteligente es brindar a todos los habitantes una mejor calidad de vida dentro de la misma, ofrecer facilidad de acceso a todos los recursos y servicios que ofrece la urbe, también ofrecer conectividad total entre estos recursos y servicios internamente haciendo uso de las TICs principalmente.

Construcción verde: También conocida como construcción sostenible o sustentable, hace referencia a todas las estructuras y procesos que involucren construcción para que sean consientes y responsables con el impacto al medio ambiente, que utilicen recursos de una manera acertada y eficiente durante todo el periodo de construcción, y durante todo el tiempo de vida de una construcción. Con este tipo de construcción se busca evitar y disminuir por completo la contaminación del medio ambiente.

Edificios verdes: Este tipo de edificios se caracteriza por seguir las normas y políticas de la construcción verde para disminuir el impacto al ambiente durante su construcción y todo el periodo de vida de estos edificios, haciendo un uso adecuado y bien gestionado de todos los recursos necesarios.

Ciudadanos inteligentes: Estos son los ciudadanos que pertenecen y habitan una ciudad inteligente, los ciudadanos inteligentes son aquellos que interactúan con su ciudad de distintas maneras, ya sea reciclando residuos de manera correcta, ahorrando energía o adaptándose y usando las nuevas tecnologías que trae una ciudad inteligente. Estos ciudadanos cuentan con responsabilidades importantes dentro del desarrollo de la misma ciudad pues deben acatar las políticas y reglas para aprovechar al máximo todos los servicios que les ofrece la municipalidad donde habitan.

DESARROLLO

3 DEFINICIÓN DE VARIABLES BASADOS EN CASOS DE ÉXITO.

En este capítulo se enlistarán y se hablará sobre varios casos de éxito en ciudades alrededor del mundo que han desplegado de manera sobresaliente la tecnología necesaria para llegar a convertirse en las ciudades más inteligentes a nivel global.

- Singapur (Asia):

Oficialmente la República de Singapur, es una ciudad – estado líder en el mundo ubicada al sur de Malasia peninsular. Es uno de los países independientes más poblados del mundo, su área total es de 597 Km² con una población aproximada de 5,5 millones, su población es bastante diversa pues se compone de chinos, malayos, indios, euroasiáticos y asiáticos de distintos orígenes, gracias a esto la República de Singapur posee una cultura bastante distintiva.

El territorio total de Singapur se conforma por una isla principal, conocida como la isla de Singapur y un aproximado de 60 islotes más pequeños. La nación se encuentra a un grado al norte del Ecuador, por lo que es constantemente calurosa y húmeda durante todo el año, esta es una razón principal por lo que la isla carece de recursos básicos, no cuenta con depósitos de energía, no tiene bosques densos y tampoco se encuentran granjas. Sin embargo, a pesar de esta falta de recursos naturales Singapur ha logrado crecer en el comercio global y en la economía asiática basándose en el comercio exterior y su reserva de capital humano calificado. La economía de Singapur depende de los servicios financieros, la refinación de petróleo y la fabricación.

Desde 1971 el gobierno de Singapur ha realizado intentos a lo largo de los años para cumplir con su ambición de convertirse en la ciudad más inteligente del mundo. Singapur se guía por un plan conceptual con un marco de tiempo a un plazo de 40

– 50 años y cada 5 años se realizan planes más detallados sobre crecimiento inteligente. Como resultado de esta rigurosa planeación, Singapur actualmente es una ciudad inteligente muy avanzada, cuenta con tecnología TIC integrada exitosamente a todas sus características como ciudad, cuenta con una red de sensores, cámaras y dispositivos GPS que están integrados en los taxis que recorren toda la ciudad rastreando así el tráfico, predicen también congestiones futuras, así mismo, informan a los conductores sobre posibles rutas alternas. El sistema de gestión del agua de la ciudad se encuentra entre uno de los sistemas más avanzados en el mundo.

- Rio de Janeiro (Brasil):

Río de Janeiro es una ciudad y municipio brasileño, es uno de los principales centros económicos, de recursos culturales y financieros de Brasil. Es conocida internacionalmente como la “Ciudad Maravillosa” por su gente acogedora y amable, las fiestas de carnaval, sus iconos culturales y paisajes; la ciudad se encuentra ubicada en el sureste del país y es la segunda ciudad más poblada de Brasil después de São Paulo. La metrópoli ocupa un área de 1182,3 km², donde viven unos 6,5 millones de habitantes.

Durante las últimas décadas, Río de Janeiro ha utilizado la tecnología de la información y la comunicación a su favor para lograr acercar al gobierno a los ciudadanos. La ciudad ha adoptado soluciones que están ayudando a la ciudad a ser más igualitaria, más inclusiva para la planificación urbana, mejorando la calidad de vida de la población y la gestión de la ciudad. La base para el desarrollo del Plan de Ciudad Inteligente para Río de Janeiro fue la expansión de la red de telecomunicaciones del gobierno local, que ha intensificado la presencia del gobierno en toda la ciudad, y un programa de inclusión digital.

Río de Janeiro celebra el título de Ciudad más inteligente y conectada de Brasil. Este premio en el ranking Connected Smart Cities, elaborado por la consultora Urban Systems Brasil a partir de un estudio de 70 índices públicos que señalan las

ciudades brasileñas con mayor potencial de desarrollo, se suma al reconocimiento internacional otorgado por Smart Community Forum (ICF), también en 2015 (O Globo, 2015). En este caso, la entidad evalúa 300 municipios y eligió a Río de Janeiro como una de las siete ciudades más inteligentes del mundo, lo que muestra cómo Río planifica su futuro y se prepara para dejar un legado.

El municipio, que es la segunda y cuarta región metropolitana latinoamericana de Brasil, también fue elegida en noviembre de 2014 como la ciudad más inteligente del año en el Smart City Expo World Congress, una reunión de renombre sobre Smart Cities en Barcelona, España.

- Anyang (Corea del Sur):

Anyang es una ciudad ubicada en la provincia de Gyeonggi en el área metropolitana de Seúl al norte de la república de Corea del sur. Se encuentra a unos 25 km al sur de Seúl. Su área administrativa actual es de 58.46 km². La población de Anyang es aproximadamente de 619,653 y está relativamente densamente poblada con 10,242 personas por km².

Anyang es un caso modelo y llama la atención de más de 60 países como ciudad de referencia pues la ciudad ha infundido progresivamente la tecnología de ciudad inteligente. El primer proyecto de ciudad inteligente en Anyang fue el "Sistema de información de autobuses (BIS)" implementado en el año 2003, que eventualmente se ha convertido en el "Sistema de transporte inteligente (ITS)". Unos años más tarde, tras múltiples sucesos de violencia e inseguridad en la ciudad, la necesidad de construir una red de seguridad social fue muy clara y el desarrollo de un sistema de prevención criminal se inició en 2008. En la actualidad la ciudad de Anyang cuenta con más de 3.500 CCTV (circuito cerrado de televisión) de prevención criminal en la ciudad, conectados de una manera que se asemeja a la red de una araña para así limitar los puntos ciegos del orden público y la seguridad. Además, se obtiene un efecto de sinergia mediante la conexión estrecha y la utilización conjunta de la red de monitoreo con las estaciones de policía, los departamentos de

bomberos y las unidades militares. Durante los últimos 12 años de operaciones de ciudades inteligentes, la ciudad ha proporcionado constantemente a sus ciudadanos un servicio eficiente de información de llegada de autobuses en tiempo real, varios servicios de información de tráfico y un servicio de control de señales de tráfico de vanguardia para promover la comodidad del tráfico. El sistema de prevención criminal que generó efectos innovadores de prevención del crimen y mayores efectos de detención criminal recibió la mención presidencial de 2012 y recibió atención como una ciudad inteligente modelo gracias a sus esfuerzos.

- Santander (España):

Santander es la capital de la Comunidad Autónoma de Cantabria en España. La superficie total del municipio es de 34,8 km² y cuenta con una población aproximada de 200.000 habitantes actualmente. Santander se encuentra ubicada en el centro de la costa Cantábrica, en el norte de España, y limita al norte y el este con el Mar Cantábrico, y al sur con la Bahía Santander. Allí se encuentra un clima oceánico, es decir, templado y húmedo. La temperatura media del mes más frío es de unos 9 ° C, y la del mes más cálido es de, aproximadamente, 20 ° C.

Entre 2010 y 2012 Santander realizó estudios sobre su futuro junto con más de dos centenares de entidades y ciudadanos, como resultado de estos estudios, se estableció el Plan Estratégico de Santander 2010 – 2020, con el cual, a través de 30 acciones prioritarias, se plantea un modelo de ciudad cuyo desarrollo debe estar basado en la innovación y en la cultura. Para esta misma época se redactó el Plan Estratégico Smart City de Santander, el cual es un documento que estableció lo que debía ser el proyecto de ciudad inteligente en los próximos años.

Durante los últimos años, la ciudad de Santander ha venido implantando nuevos modelos de prestación de servicios inteligentes con la creación de nuevas infraestructuras y redes de comunicación. Actualmente Santander trabaja junto a 220 socios de toda Europa en el desarrollo de 15 proyectos de innovación que cuentan con un presupuesto total de € 61.144.572 financiados por la Unión Europea.

La participación de la ciudad en estos proyectos ha sido financiada por la Comisión Europea por un valor total de € 1.537.266.

- Orlando (Estados Unidos):

Orlando es una ciudad que se encuentra ubicada en Florida Central, Estados Unidos. La ciudad de Orlando es la 26ª área metropolitana más grande de los Estados y la tercera área metropolitana más grande del estado de Florida. Orlando cuenta con una población aproximada de 300,000 habitantes en su área total de 287 km².

En 1998 el alcalde de Orlando dio inicio al proyecto OOC, este proyecto es el plan de negocios del Centro de Operaciones de Orlando y unos años más tarde el OOC abrió como un centro integrado con cuatro subcentros, se decidió integrar el departamento de policía de Orlando, el departamento de bomberos de Orlando, la administración de tráfico de Orlando, el soporte de operaciones de red y el centro de operaciones de emergencia en una instalación combinada para crear un sistema de respuesta de emergencia inteligente y eficiente.

El Centro de Operaciones de Orlando se propuso una misión: “proporcionar a los ciudadanos, visitantes y empresas un sistema de operaciones de emergencia y comunicaciones de seguridad pública confiable y eficiente”, y la OCC espera cumplir con dicha misión administrando las comunicaciones, el tráfico y la coordinación de eventos en una instalación central segura, al proporcionar espacio para las necesidades presentes y futuras, integrando nuevas tecnologías, poder coordinar las respuestas de bomberos / rescate, policía, ingeniería de tránsito y otros departamentos de la ciudad en sus operaciones diarias, proporcionar ahorros de costos a través de la comunicación compartida y la infraestructura de gestión de la información, brindar al personal los avances técnicos necesarios disponibles en el mercado.

- Tel aviv (Israel):

En la actualidad Tel Aviv es la segunda ciudad más poblada de Israel y su principal centro comercial, tecnológico y cultural. Tel Aviv es la región más poblada del país, puesto que cuenta con 3, 6 millones de habitantes, esto es casi que el 46% de la población total de Israel. La ciudad cuenta con un área de 60 km² y se encuentra ubicada en la costa del Mediterráneo, en el centro geográfico de Israel, esta ciudad ofrece un clima de cuatro estaciones y cálido, típico del Mediterráneo.

La ciudad ganó el primer lugar en la competencia de Ciudades Inteligentes que se realizó en la Smart City Expo en Barcelona en noviembre de 2014 gracias a su estrategia única que emplea el uso de la tecnología para mejorar la calidad de vida en la ciudad.

El proyecto de Tel Aviv para ser una ciudad inteligente ha tomado un camino único, pues, Tel Aviv decidió no solamente transformarse en una ciudad inteligente para utilizar sus recursos de una manera eficiente, como casi todas las demás ciudades inteligentes en el mundo, sino que su motivación principal ha sido mejorar la participación de sus habitantes, así mismo reforzar la relación de confianza entre el gobierno municipal y los ciudadanos. Tel Aviv define su proceso como “Citymaking”, esto significa el proceso de transformación del espacio y del lugar, en el cual el espacio es una entidad física y el lugar atrae a la gente.

El proyecto Digi – Tel, empezó en 2011, este es el proyecto que inicio con la creación de múltiples canales de comunicación con los residentes de la ciudad. En un comunicado sobre ciudades inteligentes Tel aviv describió su proyecto de la siguiente forma: “Tel Aviv, la ciudad que nunca para, considera la participación como un valor principal en la implementación de una ciudad inteligente. Involucra a sus residentes activamente en la experiencia y el desarrollo urbanos al enfatizar la participación en los procesos de toma de decisiones y la sabiduría de la masa como medios para una administración municipal inteligente en la nueva era.

La ciudad actúa con insistencia para crear un clima que facilita la formación de colaboraciones entre los residentes, negocios, organizaciones del sector terciario y la municipalidad, mientras hace uso de tecnologías innovadoras que fomentan el aprendizaje y la creatividad.” (Smart City Tel Aviv, 2014: 6)

Después de revisar varios casos de éxito de implementación de la tecnología para ciudades inteligentes, las variables más importantes que se identificaron son:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Cada una de las ciudades que llevaron a cabo con éxito la implementación de nuevas tecnologías para lograr convertirse en una ciudad inteligente demostró un compromiso total en la búsqueda de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. |
| <ul style="list-style-type: none">• El compromiso para transformar una ciudad en inteligente no solo es por parte de los dirigentes y gobernantes de dicha ciudad, los habitantes y ciudadanos también deben demostrar un interés en adoptar las nuevas tecnologías, además es necesario las empresas privadas hagan parte de este compromiso y aporten al desarrollo de la ciudad. |
| <ul style="list-style-type: none">• Educar a la gente también es una parte fundamental para lograr transformar una ciudad en inteligente, pues es necesario generar conciencia en los habitantes y que estos aprendan a utilizar los recursos que están disponibles para mejorar su calidad de vida dentro de la ciudad. |

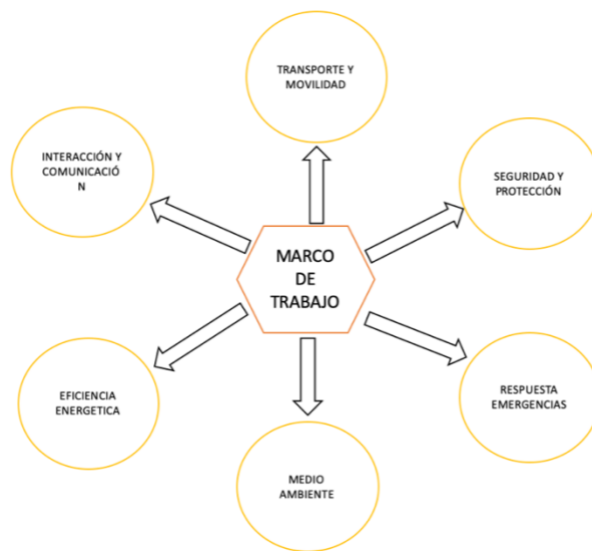
- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Es importante que las ciudades preparen planes de desarrollo a largo plazo y que estos planes continuamente estén siendo revisados y/o modificados según las necesidades actuales de la ciudad y sus habitantes. |
| <ul style="list-style-type: none">• La calidad de vida dentro de una ciudad también debe estar pensada y dirigida hacia los turistas que vienen a visitar dicha ciudad, pues estos también necesitan hacer uso de las herramientas disponibles para movilizarse, realizar tramites, o simplemente facilitar el turismo. |

4. REVISIÓN DE LOS MARCOS DE REFERENCIA

En este capítulo se expondrán cuatro marcos de trabajo para desplegar una ciudad inteligente, estos marcos de trabajo son tomados de una serie de estudios realizados por entidades y personas que se enfocan en estudiar el desarrollo de las ciudades en materia de implementación de tecnología, infraestructura y conocimiento para el desarrollo de ciudades inteligentes alrededor del mundo.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en asociación con el instituto Coreano de Investigación para los asentamientos humanos (KRIHS, por sus siglas en ingles), realizaron estudios de casos internacionales en ciudades inteligentes alrededor del mundo como Tel Aviv, Santander, Medellín, Rio de Janerio, entre otras. En estos casos de estudio se abordaron varios campos para establecer un marco de trabajo sobre como las ciudades llevaron a cabo satisfactoriamente la implementación de una smart city integrando nuevas tecnologías según el plan de desarrollo de cada ciudad. Los aspectos que se tuvieron en cuenta para el marco de trabajo fueron:

1. Transporte y movilidad urbana
2. Seguridad y protección ciudadana
3. Respuesta a emergencias
4. Medio ambiente
5. Eficiencia energética
6. Interacción con los ciudadanos y mecanismos de comunicación



Gráfica 2. Elementos de la estructura del marco de trabajo. Fuente: Autor.

A continuación, se expondrán tres marcos de trabajo tomados de los casos de estudios previamente mencionados:

MARCO DE TRABAJO I: CASO DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE TEL AVIV

Para el primer marco de trabajo se tendrá de referencia el caso de estudio realizado en la ciudad de Tel Aviv, Israel:

- Transporte y movilidad urbana:

Desde los años 90s la ciudad de Tel Aviv ha venido implementando terminales portátiles para sistemas de parqueo, sistemas de control de los semáforos entre otras herramientas para ayudar al flujo de la ciudad. Para el marco de trabajo de la ciudad inteligente de Tel Aviv, el plan de trabajo se enfocó en tres campos específicos: control de tránsito diario, la escasez de espacios de parqueo y la reducción del uso de vehículos privados. Para enfrentar estos desafíos Tel Aviv apoya el uso de soluciones inteligentes.

Control de tránsito: Para poner gestionar el trafico, la ciudad de Tel Aviv opera un centro de control de tránsito integrado con el cual se monitorea constantemente el flujo del tránsito y se resuelven problemas en el tránsito de manera inmediata.

El centro utiliza un sistema de control automatizado denominado “Avivim”, este sistema fue desarrollado en colaboración con el instituto de tecnología de Israel (Technion) y se utiliza para monitorear el flujo del tránsito dentro de la ciudad. El sistema trabaja recolectando y utilizando datos de los sensores encargados de medir el volumen de vehículos ubicados en las cámaras de tránsito y los sistemas de terceros, tales como Google Maps, Waze, entre otras apps, de esta manera el centro de control de tránsito sabe si es necesario activar políticas de tránsito para los semáforos o intervenir en el tránsito de otras formas. Esta toma de decisiones puede ser de manera manual o automática.

Parqueo: Para un uso adecuado de la infraestructura de parqueos en general y aumentar sus ingresos provenientes del mismo, la ciudad ofrece varios servicios que cuentan con el uso de la tecnología. Inicialmente se facilita a los ciudadanos que paguen por utilizar los lugares de parqueo municipales ubicados en aceras e instalaciones de parqueo público a través de aplicaciones móviles propios de la ciudad. Con estas aplicaciones los

encargados de la seguridad de los lugares de parqueo pueden verificar el estado del estacionamiento, si esta libre, si es válido y fue pagado. Otro mecanismo para el control de los lugares de estacionamiento son las cámaras de seguridad que se encuentran ubicadas en localizaciones específicas en diferentes lugares de la ciudad como intersecciones y calles comúnmente congestionadas, espacios para discapacitados, entres otros, de esta manera se multan de manera automática y casi que inmediata a los infractores.

Todos los parqueaderos de propiedad de la ciudad comparten los datos sobre espacios ocupados y disponibles, incluyendo la ubicación de estos, esta información se encuentra disponible para el público a través de SIG (sistema de información geográfica) iView y aplicaciones móviles.

Reducción del uso de vehículos privados: La ciudad de Tel Aviv se ha enfocado en reducir el uso de vehículos privados, para poder alcanzar esta meta la ciudad ha implementado un sistema de uso compartido de bicicletas denominado Tel-O-Fun, este sistema cuenta con una aplicación móvil y una aplicación web la cual permite a los usuarios ubicar la estación más cercana y si cuenta con bicicletas disponibles.

La unión entre la municipalidad y otras entidades relacionadas con el transporte público han permitido a los usuarios de la ciudad el acceso a varios servicios que optimizan el uso del transporte público. Inicialmente se implementaron pantallas de información en más de 100 paradas de transporte público en toda la ciudad, estas pantallas operan con energía solar e indican los tiempos de los buses próximos a llegar a las paradas, estos tiempos son obtenidos a través de datos GPS en tiempo real. También hay aplicaciones como Moovit que facilita ayudas para planear viajes y ver horarios del tránsito local.

- Seguridad y protección ciudadana:

La seguridad de la ciudad de Tel Aviv está enfocada en tres objetivos principales: mantener la paz en los espacios públicos, apoyar las actividades de implementación de la ley y responder a ataques de manera efectiva.

En pro de lograr los primeros dos objetivos la municipalidad y el departamento de policía emplearon un sistema de cámaras de vigilancia, la ciudad instaló alrededor de 3.000 cámaras, también utiliza sistemas de análisis automáticos en tiempo real de imágenes para identificar eventos como vandalismo, ataques terroristas, etc, y de esta manera dirigir las fuerzas de seguridad, ya sean municipales o policiales, a atender el evento lo más pronto posible.

El departamento de policía por su cuenta instaló poco más de 150 cámaras las cuales se controlan desde el centro integrado de operaciones y control (IOCC) de la policía, sin embargo, en caso de cualquier evento de seguridad la policía cuenta con acceso en tiempo real a las más de 3.000 cámaras existentes, incluyendo las municipales y las de seguridad en locaciones privadas.

La ciudad cuenta también con un sistema de alarma desplegado y disponible en todo momento en cualquier lugar de la urbe, esta alarma esta instalada en escuelas y múltiples lugares públicos, esta permite que los empleados municipales soliciten intervención inmediata por parte de la policía o las fuerzas de seguridad municipales.

- Respuesta a emergencias:

Debido al historial de seguridad y la situación política en Israel, la ciudad de Tel Aviv se ha enfocado en mejorar este servicio, pues es uno de más

importantes, ya que las emergencias tienden a incluir los conflictos armados que se presentan constantemente en el país.

El IOCC (Centro Integrado de Operaciones y Control) es el encargado de manejar estas situaciones de emergencia, desde este centro representantes de todas las entidades diferentes encargadas de la seguridad, orden y bienestar deciden como abordar las situaciones de emergencia en la ciudad.

En conjunto con el sector privado, el campo de respuesta a emergencias se ha beneficiado, inicialmente un grupo de programadores se ha encargado de crear una aplicación para enviar alertas móviles en caso de ataque con misiles, algo que es muy concurrente en Israel. Los residentes de Tel Aviv también pueden notificar eventos o emergencias a través de líneas telefónicas, de la página web de la municipalidad o de la aplicación móvil. En respuesta a estas notificaciones las autoridades municipales pueden involucrar agencias externas como la policía, ambulancias o el ejército en caso de ser necesario.

La ciudad guarda y analiza diferentes conjuntos de datos como la información de personas en necesidad de asistencia, centros de control locales, entre otros, en el sistema de información geográfica iView con el fin de asegurar una respuesta rápida y eficiente en caso de cualquier eventualidad o emergencia.

- Medio ambiente:

En este sector de cuidado al medio ambiente la ciudad de Tel Aviv cuenta con un proyecto bastante relevante, el centro de operación de la irrigación publica de la ciudad el cual está enfocado de regular y conservar el agua en la irrigación pública. La ciudad implemento un sistema de irrigación controlado remotamente en tiempo real, de esta manera supervisa los rociadores desplegados por toda la ciudad. Con este método es posible abrir

y cerrar de forma automática todos los rociadores, monitorear la cantidad de agua asignada a cada sección de la ciudad y recibir reportes detallados rastreando el consumo del agua.

La urbe cuenta con múltiples estaciones de monitoreo de la contaminación instaladas por el ministerio de protección del medio ambiente de Israel. Los datos recolectados por estas estaciones son accesibles para el público en general a través de la colaboración con una empresa local, 'Breezometer', esta aplicación permite ver los niveles actuales de contaminación en las calles.

- Eficiencia energética:

Una medida inicial para un uso energético más eficiente y sostenible dentro de la ciudad, Tel Aviv implemento un programa de luces led para sus calles principales, también un aproximado de 340 cajas de interruptores fueron conectadas a un centro de control encargado de manejar y gestionar todo el alumbrado en la ciudad, teniendo en cuenta las horas variadas de luz del día, por ejemplo, el alumbrado en espacios públicos es reducido a partir de las 10:30 pm.

Como segunda medida importante, la ciudad decidió que todos los edificios nuevos con permisos de construcción deben cumplir con un conjunto de normas de "edificios verdes", con esta iniciativa la ciudad ha estimulado una eficiencia energética más amplia, gracias al concepto de "construcción verde" los barrios existentes han empezado a adoptar las nuevas políticas de planificación relacionadas con la construcción verde.

- Interacción con los ciudadanos:

Desde un principio la iniciativa de ciudad inteligente de Tel Aviv está enfocada en la participación e integración ciudadana, por esta razón este sector en específico ha recibido atención especial, tanto en términos de presupuesto como foco a nivel municipal.

La percepción de ciudad inteligente en Tel Aviv gira en torno a sus residentes y de poder establecer una conexión donde quiera que se encuentren. Esto implica ofrecer servicios e información digitalmente que cualquier ciudadano necesite lo más fácil y eficiente posible. Los proyectos que ayudan a alcanzar esta meta dentro de la ciudad son:

- Digi-Tel:

La meta principal de este proyecto es de servir como plataforma para facilitar la participación ciudadana, sin embargo, ha servido de base para correr otras aplicaciones y funciona como base para varios componentes de la infraestructura. Los residentes mediante Digi-Tel pueden acceder a información personalizada y específicamente seleccionada, también tienen acceso a servicios que sean relevantes para los ciudadanos. Digi-Tel facilita el acceso a esos servicios e información a través de una aplicación móvil, por medio del correo e incluso en algunos casos por medio de destinos físicos por medio de una tarjeta.

Para que los residentes tengan acceso a esta plataforma es muy sencillo, solo tienen que inscribirse en alguno de los pabellones de registro que se encuentran por toda la ciudad, son mas de 40 los pabellones disponibles, luego deben registrarse en la plataforma, una vez registrados los residentes comparten información personal, sus intereses, su estado civil y escogen el metodo de comunicación de su preferencia, ya sea correo electrónico, mensaje de texto o teléfono. Después de completar el registro los residentes reciben notificaciones personales que se relacionan con sus áreas de interes.

También cuentan con acceso al “area privada” en la pagina web municipal, en esta area pueden pagar sus cuentas, inscribir a sus hijos en instituciones educativas, entre muchos mas servicios en linea disponibles.

- Aplicación móvil:

La ciudad lanzo una aplicación móvil que soporta múltiples servicios, uno de estos servicios es la capacidad de reportar incidentes, reportar baches en las calles, luces públicas quemadas o incluso problemas con las aguas negras, llamar a la municipalidad y encontrar atracciones cerca del usuario. También se integran los servicios de la iniciativa Digi-Tel.

- Sitio web municipal:

En este sitio web se almacena toda la información importante, este servicio apoya los pagos en línea, reportes de incidentes, registro de quejas, recepción de servicios educativos, acceso a datos, etc.

- Medios sociales:

La ciudad cuenta con un departamento de medios sociales bastante activo, pues este departamento opera más de 50 páginas, grupos y perfiles en todas las redes sociales de mayor importancia como Facebook, Twitter, Instagram, etc. La municipalidad sabe que las plataformas sociales sirven para compartir información relevante con el público. De la misma manera los residentes pueden dar una retroalimentación a través de Facebook o cualquier otra plataforma mediante mensajes o posts, estos mensajes se integran en el sistema de manejo de relaciones con clientes y se atienden de la misma forma como tratar cualquier queja.

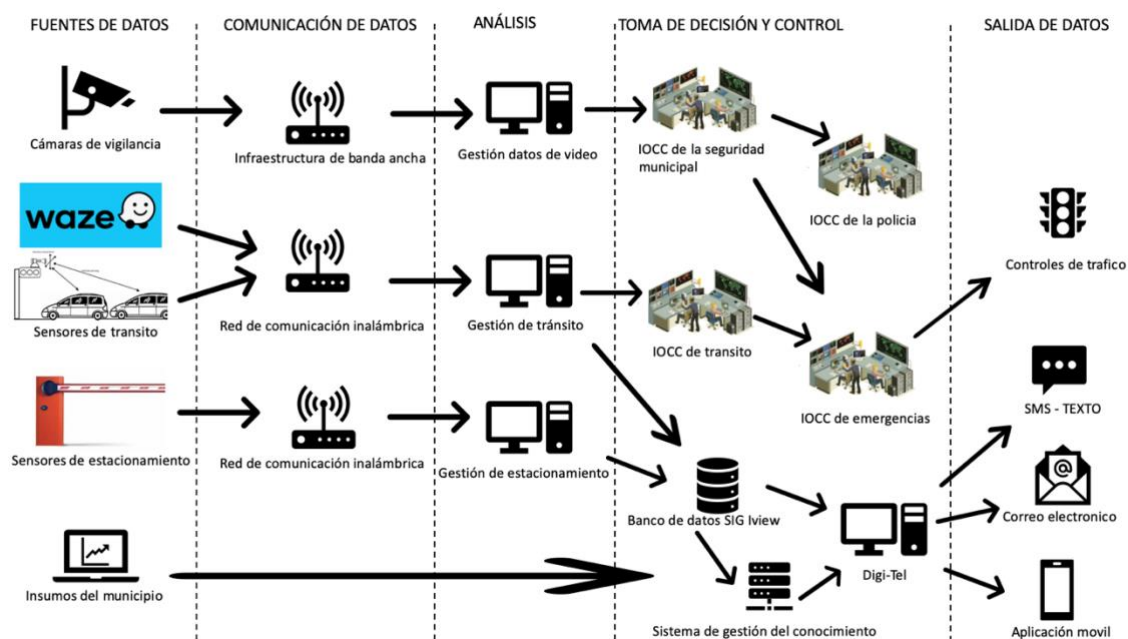
- Plataforma de consultas:

Tel Aviv utiliza una plataforma digital para atender la participación pública a gran escala con respecto a temas específicos, como, por ejemplo, cual

debería ser el enfoque del plan estratégico del siguiente año. Esta plataforma facilita la contribución digital por parte de todos los residentes de la ciudad.

En esta plataforma también se ofrecen servicios como el acceso al WiFi y el portal de datos abiertos en inglés con total disponibilidad para turistas y visitantes.

En la siguiente gráfica se muestra un resumen de la arquitectura del marco de trabajo de como funciona la ciudad inteligente de Tel Aviv:



Gráfica 3. Arquitectura de la ciudad inteligente de Tel Aviv según el marco de trabajo. Fuente: Autor.

MARCO DE TRABAJO II : CASO DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE SANTANDER

En el segundo marco de trabajo se tomará de referencia el caso de estudio realizado en la ciudad de Santander, España:

Antes de exponer el marco de trabajo del caso de estudio implementado en la ciudad de Santander, es importante entender y tener en cuenta que la ciudad cuenta con más de 20.000 “dispositivos” activos diariamente, estos dispositivos actúan en

conjunto para contribuir al desarrollo de la ciudad inteligente. Hay tres tipos de dispositivos:

- Estáticos: Estos dispositivos se encuentran desplegados en distintos puntos fijos de la ciudad, los datos que son recolectados se procesan en un servidor de gestión para luego ser enviados a múltiples aplicaciones y herramientas encargadas de generar modelos predictivos.
- Dinámicos: Este tipo de dispositivos están instalados en elementos que se encuentren en constante movimiento, elementos como autobuses públicos, vehículos de recolección de basuras, taxis, vehículos de parques y jardines.
- Participativos: Los dispositivos son los propios ciudadanos que contribuyen recogiendo datos e información en tiempo real, en el punto donde se encuentren de la ciudad.

Una vez descritos los tipos de dispositivos que se encuentran desplegados por toda la ciudad y que trabajan de manera conjunta diariamente se expondrá el marco de trabajo propuesto para la ciudad de Santander:

- Transporte y movilidad urbana:

Para una gestión eficiente del tráfico se desplegaron más de 50 sensores que miden el tráfico de entrada en la ciudad y más de 200 sensores dentro de la ciudad que miden la intensidad de este. Para complementar el trabajo de estos sensores están los dispositivos dinámicos instalados en los buses, taxis y otros vehículos que transitan la ciudad, estos dispositivos permiten la recolección de información del tráfico en múltiples puntos de la ciudad, esto facilita a los ciudadanos conocer el estado de la movilidad, así mismo, estos datos son recolectados y difundidos a través de las aplicaciones disponibles para el ciudadano.

En el centro de la ciudad se desplegaron más de 10 paneles viales los cuales informan al conductor en tiempo real sobre la disponibilidad de aparcamiento en los espacios libres y designados para parqueo sobre la calle. Estos paneles proporcionan información de las 400 plazas de parqueo en el centro de la ciudad. También se han instalado 10 paneles informativos en puntos seleccionados de la ciudad con información en tiempo real sobre el estado de las vías principales y del tráfico, estos paneles facilitan al usuario elegir entre las alternativas disponibles para lograr llegar a su destino, reduciendo los tiempos de desplazamiento y las emisiones de CO2.

La ciudad cuenta con tags o etiquetas instaladas en las paradas de los autobuses, estas brindan información acerca de las paradas, rutas, tiempos de recorrido, tiempos de espera, entre otros datos importantes para el viajero, de los autobuses municipales.

Como otro apoyo para los ciudadanos se encuentra la aplicación SmartSantanderRA, dentro de esta aplicación se encuentra la información ampliada de las paradas de autobús, rutas y tiempos, también proporciona información en tiempo real indicando el tiempo que tardara el siguiente autobús en llegar y la distancia a la que se encuentra. Dentro de esta misma aplicación se encuentra información sobre el estado del tráfico, los puntos y disponibilidad de alquiler de bicicletas, ubicación de las paradas de taxis o espacios de aparcamiento subterráneos con datos en tiempo real sobre la disponibilidad. Existe también una aplicación para el pago del estacionamiento.

- Seguridad y protección ciudadana:

Durante muchos años la ciudad de Santander se ha caracterizado por ser una de las urbes con menor tasa de criminalidad de España y un índice de

seguridad ciudadana elevado. Por esta razón la ciudad no se ha enfocado en desarrollar este sector de la ciudad inteligente.

Sin embargo, la ciudad cuenta con cámaras de seguridad instaladas por toda la ciudad, estas cámaras son monitoreadas, visualizadas, gestionadas desde el centro de control de la policía local, allí también se almacenan las incontables horas de video captadas por estas cámaras. En total hay un aproximado de 200 cámaras desplegadas, están distribuidas en 15 grupos o sistemas, estos grupos corresponden a edificios e infraestructuras municipales.

La ciudad reemplazo las antiguas cámaras, o adapto algunas, para que todas fueran cámaras IP y funcionaran en conjunto con un software central de gestión de todas las imágenes de seguridad, de esta manera todas las cámaras IP envían sus imágenes a la central de datos del ayuntamiento, específicamente al servicio de informática de la dirección general de innovación, y al centro de control de la policía municipal. De esta forma la ciudad dispone de un sistema único y centralizado de almacenamiento y explotación de datos.

Otra medida de monitoreo son los taxis, en los taxis que transitan por la ciudad se instaló un “botón de pánico”, de esta manera pueden generar avisos de emergencia de seguridad, estos avisos llegan al centro de la policía local donde se tienen los datos y visualización de la posición de todos los taxis de la ciudad.

- Respuesta a emergencias:

La ciudad de Santander cuenta con una red de comunicaciones propia para los cuerpos de emergencias, los bomberos, la policía y protección civil. Debido a la implementación de esta red, los servicios de emergencias

disponen de un sistema de cobertura total en la ciudad, en el que están todos integrados bajo un único sistema y canal común de coordinación.

Se instalaron terminales con última tecnología para poder tener la posición exacta tanto de los vehículos como las propias fuerzas públicas, bomberos, policías, etc., de manera individual. Para lograr este objetivo se dieron equipos a la policía y los bomberos para disponer de señal en lugares donde incluso no haya cobertura, de esta manera se puede conocer su posición, incluso dentro de los edificios.

La ciudad está trabajando en el desarrollo de una fase de automatización e integración de las alarmas por fenómenos naturales, más específicamente fenómenos marítimos como medida de adaptación al cambio climático.

- Medio ambiente:

La ciudad de Santander se ha enfocado en esta área para implementar las soluciones Smart. Inicialmente como parte de la gestión ambiental de la ciudad, la gestión del ciclo integral del agua urbano es uno de los proyectos más avanzados respecto a soluciones inteligentes.

El proyecto de Smart Water llevo acabo exitosamente su primera fase, la cual consistió en el despliegue de un millar de dispositivos de lectura de contadores domiciliarios a distancia, sensores de caudal de la red de acueductos, sensores de presión y nivel del agua, de esta manera se dio a conocer de manera exacta el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua y el sistema de manejo de aguas negras del barrio Nueva Montaña, tanto a nivel general como a nivel individual de cada usuario.

En la segunda fase el proyecto Smart Water extendió su alcance al distrito centro de la ciudad instalando 1.220 equipos de telelectura y sensores que monitorean la presión de la red de acueductos y los parámetros de la calidad

del agua. Para complementar y apoyar al proyecto se creó la aplicación móvil, llamada igual que el proyecto, Smart Water; por medio de esta aplicación los usuarios tienen acceso a información en tiempo real acerca de su consumo propio, el consumo del sector, la calidad del agua e incluso la presión con la que el agua llega a su hogar. Los usuarios a través de la aplicación pueden darse de baja del servicio o adquirirlo, cambiar de titular, recibir avisos sobre cortes de agua programados, averías y arreglos, etc.

La ciudad trabaja en extender este proyecto a la municipalidad entera en colaboración con el prestador de servicio, esto permitiría a la ciudad gestionar de manera adecuada la demanda del suministro y adaptarse a los cambios que se presenten debido al cambio climático.

Otro proyecto bastante importante en los pilares de la gestión ambiental municipal en Santander en el cual se están implementando las soluciones inteligentes, es el proyecto de la gestión de residuos sólidos urbanos. Se desplegaron más de 3.000 sensores que permiten la recolección de datos en tiempo real en los puntos de vertido, sus niveles de llenado, incidencias del servicio, estado, etc. Los sistemas de control por GPS y los sensores móviles en los vehículos de recolección recogen información sobre la calidad del aire, temperatura, humedad, el control de peso que pueden cargar los contenedores en los camiones de recolección, etc.

Para complementar la gestión ambiental se han desplegado múltiples sensores ambientales, estáticos y dinámicos, que facilitan el seguimiento en tiempo real de la temperatura, humedad, precipitaciones, tormentas, luminosidad, ruido, niveles de contaminación de la propia ciudad. Estos datos se pueden consultar a través del portal de la Ciudad <http://maps.smartsantander.eu/>.

- Eficiencia energética:

En el proyecto de Smart City de la ciudad de Santander los mayores avances se han desarrollado en el servicio de alumbrado público de la urbe. La ciudad a través de un contrato dirigido a empresas de servicios energéticos reemplazo 22.700 bombillas luminosas por unas luces de tecnología led, estas varían su intensidad lumínica según su ubicación y el momento del día, estas luces de tecnología led en conjunto con detectores de presencia han permitido obtener datos en tiempo real sobre ahorros en el consumo, el flujo de consumo y tráfico de transeúntes.

Este servicio de alumbrado público cuenta con total interconexión con la plataforma Smart City de Santander y con todo el resto de los servicios. Con este proceso de transformación la ciudad produce un ahorro del 65% en el consumo de energía para alumbrado exterior y un ahorro considerable de emisiones de CO2 debido al menor consumo energético.

- Interacción con los ciudadanos y mecanismos de comunicación:

La ciudad de Santander se ha enfocado en esta área pues puede ser considerado uno de los puntos fuertes del proyecto Smart City Santander. La ciudad tiene disponibles múltiples herramientas de información, comunicación y participación ciudadana, las cuales facilitan al ciudadano estar informado a todo momento sobre eventos, estados y situaciones de la ciudad en tiempo real. Estas herramientas también benefician el sector turístico. Los proyectos más relevantes en el campo de interacción ciudadana son:

- Un proyecto llamado “Santander al móvil” reúne más de diez aplicaciones móviles, todas disponibles para los ciudadanos y turistas, con información detallada y en tiempo real a todo momento sobre la ciudad y sus servicios.

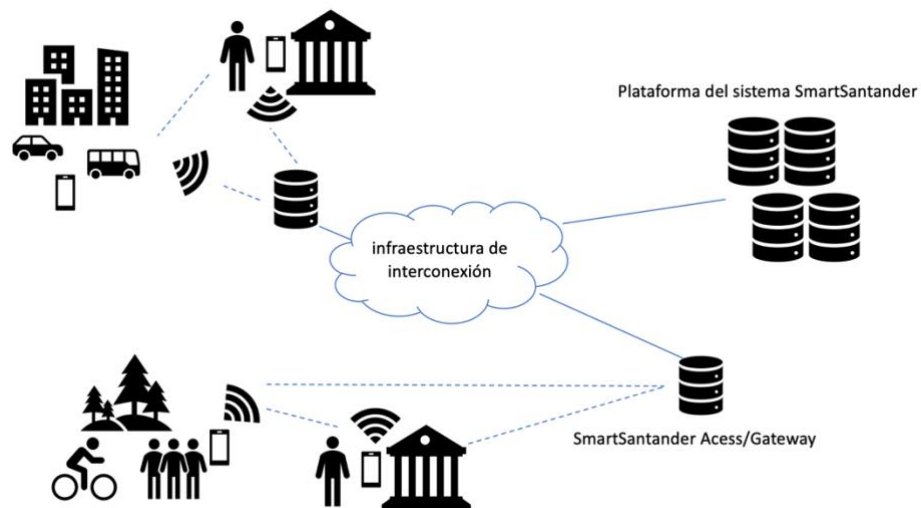
Dentro de estas diez aplicaciones esa incluida “Smart SantanderRA”, esta aplicación cuenta con un amplio banco de información de tráfico, eventos culturales, información sobre comercio, autobús urbano, bicicletas públicas, etc. Esta aplicación puede usarse mediante realidad aumentada. Otra aplicación bastante popular es la app “E-park”, a través de esta aplicación se facilita el pago del aparcamiento en zonas OLA (Ordenanza Limitadora de Aparcamiento).

De todas las aplicaciones disponibles hay una que resalta por su utilidad para todos los ciudadanos o turistas que se encuentren en Santander, la aplicación “El pulso de la ciudad” permite a sus usuarios obtener de manera sencilla e inmediata información en tiempo real sobre las “constantes vitales” de la ciudad, es decir, el usuario tiene acceso a información sobre la temperatura, la calidad del aire, del agua, el consumo energético de la ciudad, el tráfico y concurrencia de las calles, noticias, disponibilidad de aparcamiento, etc. Además de tener toda esta información disponible, la aplicación también le permite al usuario, al ciudadano, comunicar al ayuntamiento de su ciudad incidencias de cualquier tipo, de manera que esta informando a todos los demás ciudadanos sobre el estado de la urbe.

- “Santander datos abiertos” es otro proyecto el cual ha mejorado la comunicación entre el ciudadano y los dirigentes de la ciudad. Es un portal que fomenta la transparencia ante la ciudadanía, al tiempo que genera un ecosistema que favorece al emprendimiento y los desarrollos empresariales en sectores de alto valor, como las tecnológicas. Dentro de este portal se ofrece un catálogo de datos de acceso libre y gratuito, son aproximadamente 85 conjuntos de datos y 1.200 recursos. La información se encuentra agrupada en seis categorías: transporte, sector público, comercio, demografía, sociedad y bienestar, urbanismo e infraestructuras.
- “Santander City Brain” es otra herramienta disponible que promueve el diálogo entre gestores y ciudadanos. La creatividad de los ciudadanos es el pilar de

esta iniciativa, se convocan certámenes o reuniones donde se propone un reto, por ejemplo, un reto propuesto fue sobre como mejorar a Santander como destino turístico, las mejores ideas dadas por los ciudadanos y las mas votadas por los mismos son premiadas y llevadas a cabo. La plataforma permite realizar aportes y propuestas en cualquier momento sobre cualquier cosa que sea para mejorar la ciudad y su desarrollo. Actualmente se tiene registro de 2.000 usuarios y mas de 1.500 ideas compartidas.

- El “Portal de transparencia municipal de Santander” es un proyecto desarrollado gracias a un acuerdo con Microsoft, este permite a la ciudad disponer de esta herramienta sin algun costo. Este portal pretende disminuir la distancia entre ciudadanos y responsables públicos, en la pagina web www.transparencia.santander.es se encuentra información sobre dos aspectos importantes: los indicadores internacionales de transparencia municipal (ITA) de Santander, y la evolución en detalles del presupuesto municipal por áreas y por meses detallados.
- “Centro de demostraciones de Enclave Pronillo” es una iniciativa en colaboración con Telefónica, se desarrollo como un espacio pensado para los ciudadanos interesados en conocer acerca de las posibilidades y características de Santander como smart city. Con más de 3.000 visitas a dia de hoy, allí se permite conocer físicamente los principales dispositivos instalados, las aplicaciones y facilidades provenientes de estos. Este proyecto se considera bastante importante en la aportación para la aceptación social del proyecto de ciudad inteligente por medio del conocimiento directo y enseñanza, disminuyendo la brecha tecnologica y la falta de familiaridad con los conceptos y terminología sobre tecnologia.



Gráfica 4. Estructura del marco de trabajo de la ciudad inteligente de Santander.
Fuente: Autor

MARCO DE TRABAJO III: CASO DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN

En el tercer marco de trabajo se tomará de referencia el caso de estudio realizado en la ciudad de Medellín, Colombia:

- Transporte y movilidad urbana:

El municipio de Medellín implementó el “Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín” (SIMM) aproximadamente desde el 2010, este sistema busca enfrentar los inconvenientes de movilidad a través de soluciones tecnológicas integrando las tecnologías de la comunicación e información, la infraestructura de transporte y los diferentes tipos de vehículos propios de la ciudad.

Con el sistema SIMM se gestiona de manera eficiente todos los componentes para mejorar la movilidad dentro de la ciudad, optimizando el uso de las vías, reduciendo los tiempos de desplazamiento, así mismo la contaminación y el

consumo de combustible, mejorando la seguridad y la difusión de información al usuario para la toma de decisiones sobre su viaje.

El SIMM es un caso de éxito de alianzas entre el sector público y privado, este sistema cuenta con siete componentes tecnológicos integrados en un Centro de Control de Tránsito para la vigilancia y gestión de la movilidad en la ciudad.

- Detección electrónica de infracciones de tránsito:

En la ciudad se encuentran desplegadas 40 cámaras de detección electrónica de infractores de tránsito que pueden rotar en 70 puntos de control fijo, estas cámaras detectan infracciones como exceso de velocidad, pico y placa, paso de semáforo en rojo, circulación en carril prohibido e invasión de paso peatonal.

El sistema realiza la lectura de más de un millón de placas al día, esta información es usada para el estudio de la movilidad en la ciudad, la fijación de normas y la evaluación del nivel de aprendizaje de los conductores. Esto ha permitido reducir en un 80% las infracciones en los lugares monitorizados previniendo accidentes gracias a la educación vial.

- Circuito cerrado de televisión:

La municipalidad de Medellín cuenta con más de 80 cámaras desplegadas por toda la ciudad, estas cámaras son visualizadas, operadas y analizadas en el Centro de Control de Tránsito (CCT). El propósito de estas cámaras es el de permitir un monitoreo visual constante de la red vial por medio de fotografías y videos, debido a esto los incidentes viales que afectan la circulación han disminuido o son detectados de inmediato para ser atendidos de manera adecuada. La detección automática de incidentes (DAI) se da mediante un software inteligente que permite identificar en tiempo real situaciones como un vehículo detenido, un vehículo lento en tráfico fluido y congestión vehicular. También es posible obtener información sobre la

intensidad del tráfico, ocupación de las vías, velocidad promedio de los conductores y un conteo vehicular detallado. La Empresa de Seguridad Urbana (ESU) integro más de 823 cámaras al sistema de CCTV, sin posibilidad de manipulación, estrictamente visualización, esto con el fin de brindar un apoyo al monitoreo del estado de las vías.

El sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) permite a los operadores del centro de control tomar decisiones acertadas y a tiempo gracias a la información que reciben del sistema, de esta manera se atienden accidentes en el menor tiempo posible, se calcula una ruta mas eficiente desde el centro de control para ambulancias y conductores, se les informa a los conductores en tiempo real sobre cualquier incidente a través de la comunicación con el sistema de paneles de mensajería variable.

Toda la información recibida por el sistema es almacenada y procesada para tomar decisiones a mediano y largo plazo para la planeación de la ciudad y la creación de estrategias de apoyo a políticas públicas.

- Paneles de mensaje variable (PMV):

La ciudad instalo 22 tableros electrónicos que se encuentran ubicados en lugares de gran flujo vehicular, esto les permite a los conductores la toma de decisiones informadas, inteligentes y acertadas para la movilidad de cada uno, la selección de rutas alternas para reducir tiempos de viajes, conocer los niveles de congestión y accidentes. La información mas importante que se muestra en los tableros es:

1. Inicio y fin de pico y placa.
2. Señales reglamentarias, preventivas e informativas.
3. Embotellamientos vehiculares por alto flujo.
4. Incidentes en el tránsito como choques, vehículos detenidos, cierres viales, etc.

5. Mensajes de educación vial.

Gracias a estos paneles los ciudadanos se mantienen informados sobre el estado del tráfico en tiempo real, así mismo pueden divulgar la información a otros ciudadanos sobre incidentes o eventos oficiales que puedan influir en la movilidad.

- Centro de control de semáforos:

La red vehicular de Medellín cuenta con más de 600 intersecciones semaforicas interconectadas por medio de una red de comunicaciones de banda ancha, esta red es propiedad de la ciudad, de esta forma el centro de control tiene conocimiento sobre el estado de la movilidad y puede tomar decisiones inmediatas para mantener una movilidad fluida en el perímetro urbano avisando a las fuerzas publicas pertinentes pueden actuar en tiempo real sobre las situaciones de tráfico presentadas.

La ciudad cuenta con el apoyo de sensores instalados en las vias, estos sensores realizan una medición de las variables del tráfico en tiempo real. Estos sensores miden de manera constante la ocupación de las vias, los volúmenes de tráfico y los tiempos de viaje de los conductores, esto con el fin de monitorear y mejorar la movilidad con estrategias de descongestión vial.

- Apoyo a la planeación de la red semaforica:

Para brindar un apoyo permanente al comportamiento vehicular, específicamente al volumen y la optimización de la red semaforica, Medellín cuenta con más de 400 unidades de evaluación en casi 100 intersecciones semaforicas compuestas por cámaras tipo VDS (vehicle detection sensor) y un software de analítica de video que obtiene información del tráfico, intensidad, ocupación, velocidad promedio y conteo vehicular para tres tipos de vehículos: liviano, camión y moto.

- Gestion de flota:

En un acuerdo con las empresas de transporte público colectivo, estas deben garantizar que todos sus vehículos vinculados cuenten con los dispositivos tecnológicos necesarios para transmitir y recolectar datos en tiempo real que sean requeridos para el seguimiento de los indicadores de calidad, eficiencia y seguridad del servicio, conforme a las reglas de la secretaría de transportes y tránsito de Medellín. En el seguimiento se monitorean las siguientes variables:

1. Conducir un vehículo a una velocidad máxima a los límites establecidos.
2. Cambiar el recorrido de la ruta para vehículos del servicio de transporte público.
3. Dejar o recoger pasajeros en sitios no autorizados por las autoridades.
4. Conducir un vehículo con una o mas puertas abiertas.
5. No seguir el plan de rodamiento o no reportar el vehículo cuando sea indicado.
6. No cumplir con los horarios de despacho y las frecuencias establecidas.
7. Exceder la capacidad del vehículo autorizada.

Esta solución involucra el control en 3.800 buses en la ciudad y poco más de 6.000 en el área metropolitana, esto permite mejorar el comportamiento de los conductores en la vía y apoyar a una mejor planificación de rutas y frecuencias.

- Seguridad, proteccion ciudadana y respuesta a emergencias:

El municipio para preservar y mejorar la seguridad de sus ciudadanos se ha enfocado en tres mecanismos principales para que los ciudadanos de

Medellín puedan estar informados o comunicar sobre cualquier tipo de incidente que se presente en la ciudad a cualquier momento.

- Sistema de seguridad urbana y número único de emergencias:

La alcaldía de Medellín implemento el Sistema Integrado de Emergencias y Seguridad Metropolitano (SIES-M) en conjunto con la Empresa de Seguridad Urbana (ESU), este sistema es una estrategia de convergencia interinstitucional entre los organismos de seguridad y emergencias del estado que integra diferentes componentes como: seguridad ciudadana, movilidad, prevención y atención de desastres, salud y emergencias médicas.

Los ciudadanos pueden acceder al SIES-M a través del número unico de seguridad y emergencia 123 que cuenta con mas de 60 líneas de apoyo, este sistema recibe un aproximado de 30.000 llamadas al dia.

- Seguridad en Línea.com:

El proposito de esta iniciativa implementada desde el 2013 es de disminuir tiempos y facilitar los procesos de denuncia, para que los ciudadanos de Medellín sean mas cercanos al proceso de denuncia al ciudadano. Gracias a esta estrategia los ciudadanos han encontrado comodidad y facilidad para realizar denuncias en linea, esto es bastante importante, pues la denuncia por parte de los ciudadanos es el principal insumo con el que cuentan los organismos de seguridad y justicia para individualizar y judicializar. En la actualizad el sistema cuenta con mas de 20.000 usuarios activos.

- Sistema de videovigilancia:

El sistema de videovigilancia de Medellín cuenta con 823 cámaras que se encuentran distribuidas por toda la ciudad, cada cámara cubre 120 metros

de radio de acción, el 40% está concentrado en zonas de mayor riesgo de delito. Las camaras son de alta definicion (HD), cuentan con zoom óptico de hasta 22X y están enlazadas por fibra óptica y radio frecuencias con una captura de 30 cuadros por segundo para video IP.

- Medio ambiente:

La ciudad implemento soluciones inteligentes en dos areas especificas para el monitoreo y cuidado del medio ambiente, estos proyectos son:

- Sistema de alertas tempranas (SIATA):

Es un proyecto producido por la alianza entre instituciones públicas, empresas públicas y privadas. Esta iniciativa es una de las principales estrategias de gestión de riesgo con las que cuentan el Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo (DAGRED) y los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo (CMGR).

El SIATA se encarga de alertar de manera oportuna sobre la probabilidad de ocurrencia de un evento meteorológico extremo que pueda causar alguna emergencia, por consiguiente, la municipalidad puede tomar desiciones acertadas sobre las medidas de respuesta pertinentes para reducir el impacto de cualquier tipo fenómeno que represente una amenaza. El sistema tambien se encarga de monitorear las cuencas y microcuencas hidrográficas en tiempo real, la modelación hidrológica y meteorológica regional, a fin de generar infromación vital para la gestión ambiental y de riesgo.

El Sistema de Alerta Temprana cuenta con una red de más de 71 sensores para el monitoreo de la lluvia, la humedad del suelo, las variables meteorológicas como la temperatura, dirección y velocidad del viento, para monitorear el nivel de las quebradas el sistema cuenta con mas de 8 sensores. Cuenta Además con una red de 7 cámaras en live streaming.

En el corregimiento de Santa Elena se desplego un radar hidrometeorológico para apoyar la recolección de información obtenida por el SIATA, con esta información se generan alertas para la comunidad e instituciones de la municipalidad sobre la posibilidad de algún evento que pueda llegar a generar un estado de emergencia.

- Red de monitoreo de ruido ambiental:

En el área metropolitana del Valle de Aburrá se instalo una red de ruido con el objetivo de recibir, analizar y publicar los datos generados por la red de ocho estaciones de monitoreo que miden los niveles de presión sonora las 24 horas, minuto a minuto en cinco municipios. Esta red cuenta con siete estaciones de monitoreo fijas y una estación móvil, estas estaciones de monitoreo de ruido ambiental se encuentran ubicadas a lo largo del Valle de Aburrá.

- Eficiencia energetica:

- Piloto en redes eléctricas inteligentes:

Como parte del programa “Colombia inteligente”, desde el 2010 se viene trabajando el concepto de las redes eléctricas inteligentes, la ciudad de Medellín en particular ha destinado recursos desde 2016 para el desarrollo de las redes eléctricas inteligentes (smart grids). El proyecto mas importante hasta el momento es el de los medidores prepago de electricidad, la compañía proveedora cuenta con más de 120.000 medidores instalados en a ciudad, destinados principalmente a sectores de bajos recursos.

La energía prepago es una modalidad de prestación del servicio de energía, permitiendo a los usuarios acceder al servicio a través de un cobro previo que se adapta a la capacidad de pago del usuario en una zona determinada. El usuario puede hacer autogestión de su consumo según la disponibilidad de su dinero.

- Interacción con los ciudadanos y mecanismos de comunicación:

La municipalidad de Medellín tiene claro que, para poder alcanzar su objetivo de implementar una ciudad inteligente, debe mejorar la participación ciudadana y la comunicación con los habitantes de la ciudad. Por este motivo se han desarrollado los siguientes proyectos de interacción y comunicación ciudadana:

- Portal de co-creación Mi Medellín:

Es una plataforma de co-creación ciudadana en donde la inspiración y las ideas de todos forman parte de la transformación de la ciudad. Los ciudadanos de Medellín y de todo el mundo pueden participar planteando nuevas ideas o proyectos que correspondan a cualquiera de los temas publicados a través del portal web www.MiMedellin.org. Gracias a las tecnologías y las redes sociales, los ciudadanos pueden votar, comentar y compartir las ideas propias o de los demás. Los autores y las ideas más votadas son reconocidos públicamente al final de las temporadas, las ideas o proyectos finalistas se tienen en cuenta por los encargados de ejecutar y desarrollar proyectos que transforman la ciudad en una ciudad inteligente.

- Portal Alcaldía de Medellín:

Este portal tiene como objetivo ser el canal de interacción y comunicación entre el ciudadano y la administración municipal, también pretende ser el mecanismo de divulgación de las múltiples políticas públicas de inclusión del gobierno municipal. De este modo el objetivo principal es de mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio, por ende, el portal ofrece acceso a trámites, programas y proyectos de las secretarías para las áreas de atención ciudadana, bienestar y desarrollo social, contratación, hacienda, medio ambiente, movilidad y transporte, planeación municipal y salud.

- Redes sociales web 2.0 Alcaldía de Medellín:

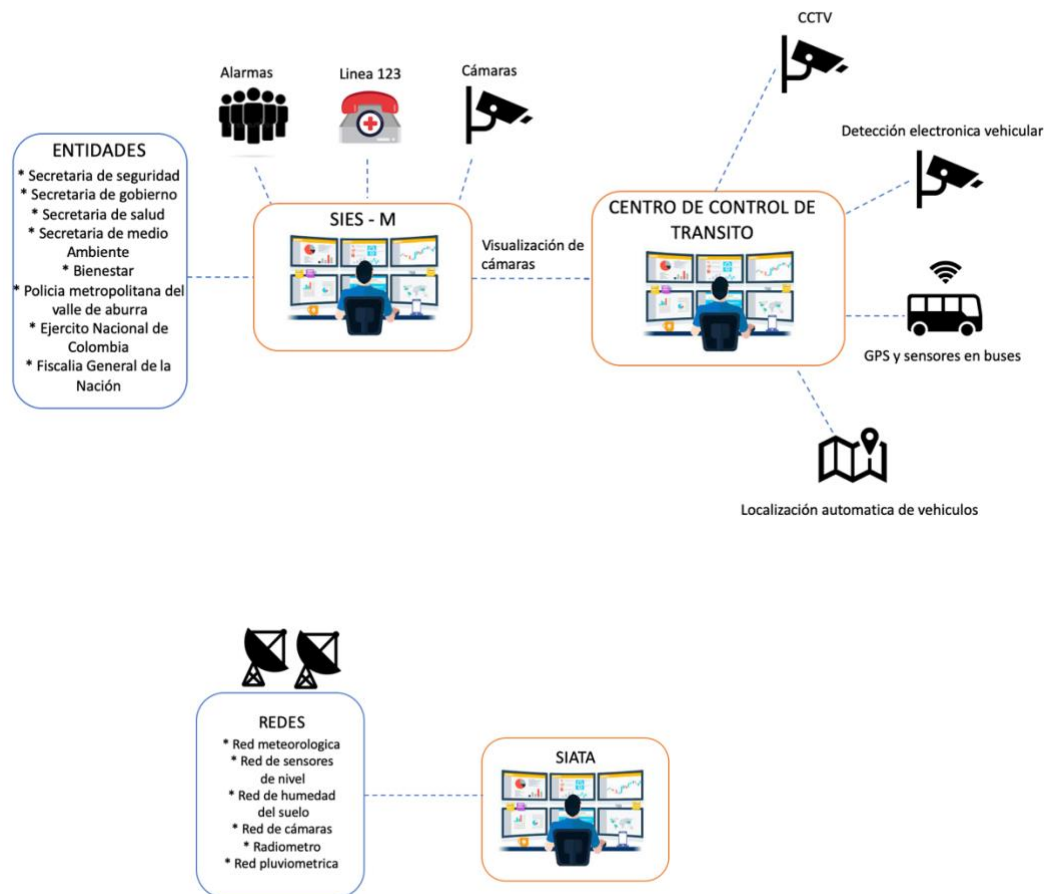
La alcaldía de Medellín vio el potencial de las redes sociales por lo que decidió implementar una estrategia de interacción con sus habitantes a través de estas, es un trabajo integral en Twitter, Facebook, Flickr, Youtube e Instragram. Desde 2014 se viene publicando contenido en múltiples formatos, este contenido incluye mensajes informativos, mensajes de respuesta y pedagógicos a toda la comunidad que sigue a la alcaldía de Medellín, estas interacciones se mantienen en español, inglés y francés.

Los videos subidos a Youtube recibieron reproducciones de más de 193 países, todas las fotos alcanzan mas de 600.000 visitas, esto demuestra la importancia de las redes sociales para enseñar a sus ciudadanos y al resto del mundo la transformación que vive Medellín.

- Canales de televisión regional:

Para generar un espacio de participación y cultura ciudadana se creó el canal local de televisión Telemedellín, es un canal de carácter público, sin ánimo de lucro, de señal abierta, el objetivo de esta iniciativa es la vida de la ciudad y su área metropolitana. En este canal se presentan programas como “La movida”, a través de este programa la Secretaría de movilidad de Medellín presenta información de servicio, proyectos de educación vial, campañas para la ciudadanía, etc. Otro programa que destaca es el de “Medellín, ciudad segura”, en el cual se dan a conocer los avances de la estrategia integral de seguridad y convivencia.

En la siguiente grafica se muestra la estructura del marco de trabajo de la ciudad inteligente de Medellín:



Gráfica 5. Arquitectura de la ciudad inteligente de Medellín. Fuente: Autor.

MARCO DE TRABAJO IV: CASO DE ESTUDIO DE PROPUESTA REALIZADA POR PAUL GOLF

Para el cuarto marco de trabajo se tomará de referencia la investigación conceptual de un marco de trabajo para el despliegue de una Smart City realizado por Paul Goff. Este marco de trabajo podría ser adoptado por cualquier municipio o comunidad, esta investigación le permite a municipalidad conocer sobre la manera

de implementar la infraestructura física y lógica necesaria para respaldar toda la tecnología funcional Smart.

Según el conocimiento del autor de esta investigación, quien cuenta con una vasta experiencia como jefe de TIC dentro del Grupo de Inteligencia Urbana de Buro Happolds (UIG) y ha contribuido a varios planes maestros de tecnología y ciudades inteligentes para desarrollos existentes y propuestos en todo el mundo, Paul Goff plantea el siguiente marco de trabajo para desplegar una ciudad inteligente en cualquier ciudad del mundo.

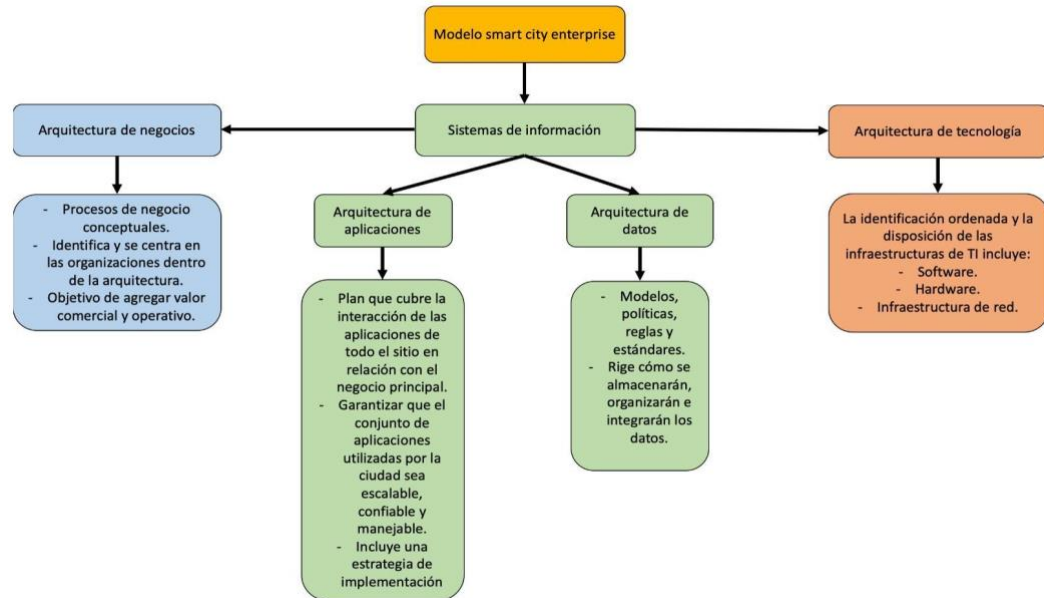
El marco de trabajo está compuesto por los siguientes cinco apartados:

- Arquitectura empresarial:

Un buen manejo de los sistemas e infraestructuras que hacen parte de la ciudad aseguran un enfoque apropiado para el despliegue de sistemas de tecnología de la información dentro de la ciudad, es importante lograr la integración y convergencia de los sistemas físicos y lógicos para alcanzar una implementación smart exitosa. Por otro lado, si estos sistemas e infraestructuras son operados o gestionados por múltiples facciones, agencias, etc, que tengan objetivos dispares y diferentes al enfoque de un despliegue smart, para la ciudad implicaría una limitación.

Para lograr afrontar estos problemas de gobernanza asociados con el nivel de integración necesario y llevar a cabo las relaciones comerciales adecuadamente, es imperativo hacer uso de un marco o metodología que trate a la ciudad y sus socios comerciales como una empresa. De esta manera, con objeto de abordar correctamente las relaciones comerciales y los problemas de gobernanza asociados con este nivel de integración, es necesario utilizar un marco o metodología que tratará a la ciudad y sus socios comerciales como una empresa. Existen múltiples sistemas para modelar una empresa y sus sistemas, pero en busca de un enfoque abierto, la siguiente figura utiliza elementos de las arquitecturas TOGAF (The open

group architecture framework), ADM (architecture development method) que podrían ser usadas para desarrollar la base de una estrategia.



Grafica 6. Modelo SMART City Enterprise. Fuente: Autor.

Los desafíos de ingeniería que se enfrentan al desarrollar e implementar sistemas urbanos inteligentes son numerosos, sin embargo, los problemas comerciales que deben también resolverse para permitir que comience el desafío técnico, pueden llegar a resultar abrumadores para un equipo de trabajo sin la ayuda de un arquitecto empresarial debidamente calificado.

Por ejemplo, una forma de abordar las relaciones comerciales es que los líderes comunitarios pueden influir a mejorar la utilización y gestión de la energía dentro de los límites de una municipalidad mediante la introducción de una oficina de energía municipal y una red de energía inteligente. Este es el objetivo de muchas ciudades de todo el mundo, en particular, los esquemas propuestos recientemente en el mundo en desarrollo, sin

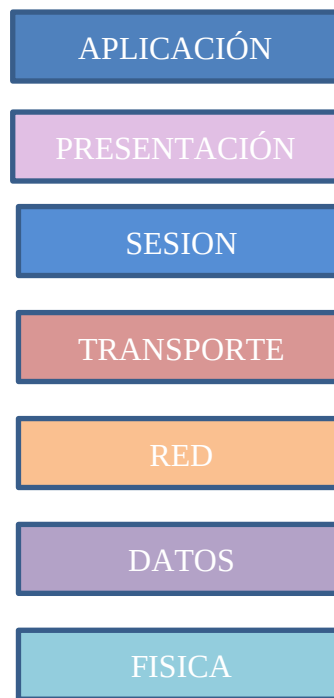
embargo, esta aspiración generalmente implica navegar por numerosos problemas complejos de gobernanza y tenencia, entre ellos la propiedad de la infraestructura de distribución eléctrica de la ciudad. Las oficinas de energía y las redes inteligentes requieren el despliegue de sistemas de tecnología de la información para integrar numerosos procesos, incluida la medición y la facturación, junto con las bases de datos de los consumidores. Las implicaciones físicas para la infraestructura de comunicaciones incluyen la resolución de una estrategia de medición adecuada y la conectividad de dichos medidores a las redes de TIC de todo el sitio.

Es evidente la importancia de un trabajo en conjunto de la tecnología, la infraestructura y la topología con la política energética de la ciudad; por ejemplo, una estrategia de medición especificada incorrectamente podría limitar todas las propuestas futuras de energía para la ciudad, incluida la respuesta a la demanda y la reducción de carga.

No se puede negar la necesidad de alinear tecnología, infraestructura, política, gobernanza y relaciones comerciales dentro de la ciudad para lograr llevar a cabo un despliegue de un sistema urbano inteligente en cualquier ciudad del mundo.

- Infraestructura y comunicación de datos:

En este apartado se contemplará el despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones físicas, inalámbricas y fijas en toda la ciudad. Por lo general, los elementos de la infraestructura de una ciudad inteligente se encuentran dentro de las capas físicas (capa 1) y de enlace de datos (capa 2) del modelo OSI desarrollado por ISO.



Gráfica 7. Modelo OSI. Fuente: Autor.

Normalmente, en la capa 1 esta el espacio físico asignado a las rutas de cable, infraestructura civil, planta central, mobiliario urbano, infraestructura inalámbrica y celular y salas de equipos. La capa 2 se centra en la tecnología de red y las implicaciones asociadas de esa tecnología en la topología de infraestructura propuesta, por ejemplo, fibra hasta la premisa (FTTP), redes de área metropolitana (MAN), etc. La estrategia desarrollada bajo ambas capas debe basarse en estándares definidos para evitar la implementación de sistemas propietarios.

Inevitablemente, el despliegue de infraestructura fija y activos tecnológicos estará ligado a la discusión sobre la inversión del capital necesario, los gastos operativos, la tenencia y la posible generación de ingresos. Por ejemplo, una ciudad puede aspirar a implementar una infraestructura de telecomunicaciones de acceso "abierto" con redes cableadas y civiles que sigan siendo propiedad de la comunidad a la que sirven. En este caso, los

ingresos se generarán a través de cargos impuestos contra los operadores de telecomunicaciones que hacen uso de la infraestructura para brindar servicios de voz, datos y video a los habitantes de la ciudad. Hay que tener en cuenta el costo de construir y mantener dicha infraestructura, pues este valor de manutención puede resultar demasiado limitante para muchas ciudades y municipios.

Sin embargo, se puede considerar que todos los elementos de la red pueden optar por retener la infraestructura civil mientras alquilan la colocación de cables dentro del espacio de los conductos a los operadores. Alternativamente, muchas ciudades optan por implementar infraestructura de nivel superior, como redes de área metropolitana, que se pueden desarrollar de manera más gradual mediante la interconexión de los principales centros municipales, como la ciudad. Al implementar un MAN adecuadamente especificado, la ciudad renuncia a cualquier obligación y costo a los operadores de telecomunicaciones establecidos para la interconexión de edificios que sean propiedad de la ciudad. El MAN también se puede utilizar para respaldar la telemetría de los servicios de toda la ciudad, como el transporte y la seguridad, y constituye la base para el backhaul del tráfico de datos generado a través de WiFi municipal en el ámbito público.

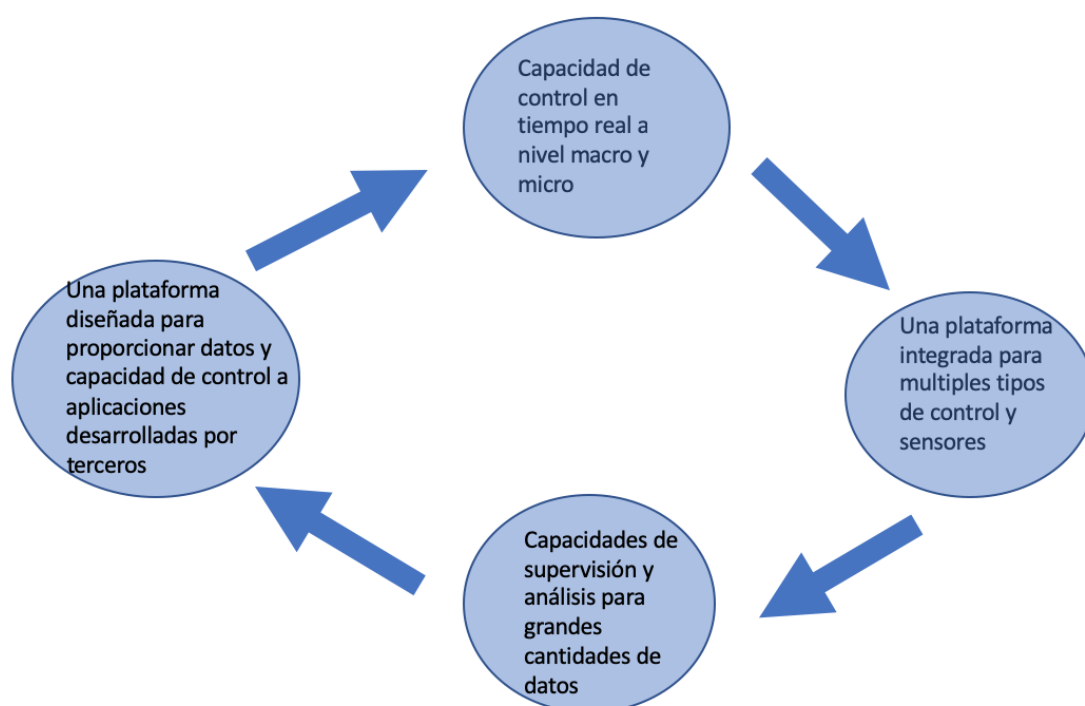
Finalmente, la implementación de un MAN puede proporcionar a la ciudad una columna vertebral que permitirá el despliegue de la verdadera funcionalidad de ciudad inteligente mediante la introducción de salas de control y plataformas operativas urbanas en toda la ciudad.

- Controles e integración de la plataforma operativa de la ciudad:

La integración de los sistemas de tecnología de la información en toda la ciudad se refiere al proceso de vincular diferentes plataformas informáticas, aplicaciones e infraestructura física o funcionalmente para actuar como un todo coordinado. Aplicada de manera integral en toda la ciudad mediante la

aplicación de interfaces abiertas entre varios sistemas, flujos de sensores y plataformas de supervisión, esta integración se convierte en una herramienta poderosa, como por ejemplo la base de un sistema operativo de la ciudad.

El término sistema operativo de la ciudad se ha asociado a menudo con capacidades de control, detección y supervisión dentro de los límites de la ciudad. La arquitectura del sistema operativo de una ciudad debe basarse en un modelo con potencial de evolución e innovación que haga que la producción de nuevos componentes del sistema sea atractiva para terceros y una gama de organizaciones alternativas. La siguiente figura abarca componentes clave del sistema operativo de una ciudad:



Gráfica 8. Modelo de control e integración. Fuente: Autor.

Como se discutió anteriormente, la integración de sistemas de tecnología de la información en toda la ciudad se refiere al proceso de vincular diferentes plataformas informáticas, aplicaciones e infraestructura bajo una arquitectura urbana SMART. Esta arquitectura urbana inteligente abarcará una plataforma operativa y una topología de red física que tal vez sea propiedad de la ciudad y se implemente dentro de una infraestructura civil dedicada. En los bordes de esta infraestructura como viviendas, propiedades comerciales, redes inteligentes desplegadas en el ámbito público, etc, habrá una combinación de interfaces: fija e inalámbrica que admiten una variedad de dispositivos inteligentes, incluidos sensores y actuadores. La infraestructura central que respalda la transmisión de datos y la telemetría de retorno en esta red será una infraestructura de fibra óptica que será propiedad de la ciudad y será desplegada por la misma.

Es razonablemente seguro asumir que las fuentes de datos de la ciudad, las instalaciones y los servicios propuestos serán administrados por una combinación de una plataforma operativa de la ciudad como el Sistema Operativo Urbano (UOS) de Living PlanIT y esta red de fibra óptica dedicada. Por ejemplo, los sensores desplegados dentro de las diversas envolventes de edificios, el ámbito público o junto a la infraestructura de servicios públicos se ubicarán junto con los actuadores.

Cuando se activa un sensor de luz en un apartamento, un actuador encenderá una luz. Dentro de un apartamento individual durante un día típico, este tipo de control en tiempo real (RTC) ocurre en numerosas ocasiones para luces, aire acondicionado, funcionamiento de electrodomésticos, etc.

Como un problema local individual, este RTC es de baja prioridad para el funcionamiento de la ciudad, sin embargo, será de interés un registro agregado de estas acciones y las instancias de RTC de los apartamentos circundantes dentro del mismo bloque y se transmitirá a un nodo UOS en 15

minuto, 60 minutos o diariamente. Estas transmisiones se priorizarán a través del UOS para aprovechar los períodos más silenciosos del tráfico de la red, p. la información relacionada con el funcionamiento de la información de transporte en todo el sitio será una prioridad mucho más alta que la utilización de energía en un apartamento individual.

Las redes de sensores desplegadas dentro de cada vivienda, propiedad comercial o paisaje urbano se interconectarán con el UOS a través de paneles de control dedicados que utilizan una combinación de interfaces fijas e inalámbricas. El UOS ve estos paneles de control como otro sensor en la red desplegada y cada panel de control individual se conectará físicamente a una instancia de UOS a través de cableado de fibra óptica dedicado.

Los nodos UOS se distribuirán por toda la ciudad y el diseño de la red debe centrarse en ubicarlos en áreas densamente pobladas para reducir los requisitos de infraestructura física de manera similar a la planificación de la infraestructura de telecomunicaciones fijas.

El número mínimo de instancias o nodos de UOS que se implementarán como parte de un proyecto metropolitano será 2 para proporcionar una plataforma resistente para la ciudad. Los nodos UOS se pueden ubicar físicamente en los distribuidores de edificios y salas de computadoras de MDU y MTU, en PoP de telecomunicaciones, en centros de datos comerciales o en gabinetes y gabinetes al lado de la calle.

- Analítica:

Este flujo de trabajo implica el desarrollo de una plataforma informática capaz de recopilar datos de toda la ciudad a escala industrial, miles de flujos de datos que operan a nivel macro y micro, en otras palabras, "macrodatos".

Con los sistemas adecuados implementados, la capacidad de almacenar, administrar y manipular datos en este flujo de trabajo creará oportunidades masivas para la ciudad, además de presentar problemas éticos, como quién es el propietario de estos datos y cómo puede beneficiar mejor a la ciudad y su población.

Las aplicaciones y los análisis son componentes dentro de un modelo operativo de ciudad

- Aplicaciones:

Las aplicaciones y los flujos de trabajo de análisis están intrínsecamente vinculados, ya que las plataformas informáticas y los sistemas operativos implementados en la ciudad deben basarse en modelos derivados de estándares con potencial de evolución y una "hoja de ruta" tecnológica claramente definida.

Al utilizar este enfoque, se alentará a los desarrolladores y fabricantes externos a producir nuevos componentes del sistema y tecnologías funcionales para mejorar aún más las operaciones de la ciudad.

En resumen, la estructura del marco de trabajo para una ciudad inteligente según el autor esta compuesta por:

ARQUITECTURA EMPRESARIAL
INFRAESTRUCTURA Y COMUNICACIÓN DE DATOS
CONTROLES E INTEGRACIÓN DE LA PLATAFORMA OPERATIVA DE LA CIUDAD
ANALÍTICA
OPERACIONES

Gráfica 9. Estructura IV marco de trabajo. Fuente: Autor.

Después de haber expuesto los cuatro marcos de trabajo que se tomaran como referencia para el desarrollo de este proyecto, se realiza un cuadro comparativo entre los cuatro marcos de trabajo planteados con el fin de evidenciar los puntos fuertes y debiles de cada uno.

Marco de trabajo	FORTALEZAS	DEBILIDADES	ENFOQUE
1	En el marco de trabajo de la ciudad de Tel Aviv, la municipalidad ha invertido tiempo, recursos y esfuerzo en brindar a sus ciudadanos un mejor sistema de transporte y movilidad urbana con la finalidad de reducir tiempos en la movilidad de sus usuarios. Debido al historial de violencia en el pais de Israel, en	La ciudad inteligente de Tel Aviv cuenta con iniciativas y pequeños proyectos para monitorear el medio ambiente, sin embargo, la ciudad no ha destacado en su desarrollo tecnologico para cuidar al medio ambiente.	Desde un principio la iniciativa de ciudad inteligente de Tel Aviv se ha enfocado en la participación e integración ciudadana, por esta razon este sector en especifico ha recibido atención especial, tanto en terminos de presupuesto como foco a nivel municipal.

	el marco de trabajo también se le ha dado prioridad a la seguridad de la ciudad de Tel Aviv, mantener la paz en los espacios públicos, apoyar las actividades de implementación de la ley y responder a ataques de manera efectiva.		
2	La ciudad de Santander ha priorizado en aumentar y mejorar los mecanismos de comunicación e interacción con el ciudadano, pues puede ser considerado uno de los puntos fuertes del	Durante muchos años la ciudad de Santander se ha caracterizado por ser una de las urbes con menor tasa de criminalidad de España y un índice de seguridad ciudadana elevado. Por esta	La ciudad de Santander se ha enfocado en esta área para implementar las soluciones Smart. La gestión del ciclo integral del agua urbano es uno de los proyectos más avanzados respecto a

	proyecto Smar City Santander. La ciudad tiene disponibles multiples herramientas de información, comunicación y participación ciudadana, las cuales facilitan al ciudadano estar informado a todo momento sobre eventos, situaciones y el estado de la ciudad.	razon la ciudad no se ha enfocado en desarrollar este sector de la ciudad inteligente.	soluciones inteligentes. Otro proyecto bastante importante en los pilares de la gestión ambiental municipal en Santander en el cual se estan implementando las soluciones inteligentes, es el proyecto de la gestión de residuos sólidos urbanos.
3	Con la implementación del “Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín” (SIMM), el municipio de Medellín busca enfrentar los inconvenientes de movilidad a	En lo que se refiere a materia de eficiencia energetica el marco de trabajo de la ciudad de Medellin se encuentra un poco atrasado, pues esta solo cuenta con un	La municipalidad de Medellín tiene claro que, para poder alcanzar su objetivo de implementar una ciudad inteligente, debe mejorar la participación ciudadana y la

	través de soluciones tecnológicas integrando las tecnologías de la comunicación e información, la infraestructura de transporte y los diferentes tipos de vehículos propios de la ciudad, gracias a este sistema se gestiona de manera eficiente todos los componentes para mejorar la movilidad dentro de la ciudad.	proyecto importante: el concepto de las redes eléctricas inteligentes (smart grids).	comunicación con los habitantes de la ciudad. Por este motivo se han enfocado en desarrollar varios proyectos importantes y de alto impacto para mejorar la interacción y comunicación ciudadana.
4	El marco de trabajo entiende que un buen manejo de los sistemas e infraestructuras que hacen parte de la ciudad	Es un marco de trabajo netamente investigativo por lo que le hace falta tomar en cuenta muchos aspectos que	La integración de los sistemas de tecnología de la información en toda la ciudad se refiere al proceso de vincular diferentes

	aseguran un enfoque apropiado para el despliegue de sistemas de tecnología de la información dentro de la ciudad, lograr la integración y convergencia de los sistemas físicos y lógicos para alcanzar una implementación smart exitosa.	hacen parte de una ciudad y que requieren inversiones de tiempo, recursos y personal. Es necesario tomar en cuenta dichos aspectos para lograr desarrollar una ciudad inteligente que sea sostenible y rentable para sus habitantes y dirigentes.	plataformas informáticas, aplicaciones e infraestructura física o funcionalmente para actuar como un todo coordinado. El marco de trabajo se enfoca en la manera de aplicar de manera integral en toda la ciudad mediante la aplicación de interfaces abiertas entre varios sistemas, flujos de sensores y plataformas de supervisión, esta integración se convierte en una parte fundamental.
--	---	--	---

Tabla 1. Cuadro comparativo entre los cuatro marcos de trabajo. Fuente: Autor.

Según el anterior cuadro comparativo entre los cuatro marcos de trabajo estudiados para el desarrollo de este proyecto, podemos evidenciar que cada una de las ciudades implemento distintas estrategias según sus necesidades y el enfoque que decidieron darle a su proyecto de convertirse en una ciudad inteligente, sin embargo podemos observar que tienen algunos elementos en común, por ejemplo en cada uno de los marcos de trabajo un pilar importante fue el compromiso de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, el trabajo en conjunto con las entidades privadas también represento un apoyo significativo para el desarrollo de cada uno de los marcos de trabajo. Cada ciudad decidió dar prioridad a un sector en específico según su plan de trabajo y sus necesidades, por esto es importante que las nuevas ciudades interesadas en desarrollar un marco de trabajo para llegar a ser ciudades inteligentes logren identificar sus necesidades y les den prioridad a dichas necesidades para fortalecer el desarrollo tecnológico de la ciudad en su plan de trabajo a futuro.

5. PRINCIPALES NECESIDADES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ RESPECTO A TICS

En la ciudad de Bogotá desde la alcaldía de Enrique Peñalosa se ha venido trabajando en el plan distrital de desarrollo 2016-2020 para alcanzar el objetivo de volver a Bogotá en una ciudad inteligente, el gobierno de la ciudad ha implementado múltiples iniciativas que promueven el desarrollo de una ciudad y un gobierno inteligente, estas iniciativas se pueden clasificar en tres categorías:

1. Iniciativas de despliegue de conectividad.
2. Acciones de consolidación de gobierno digital.

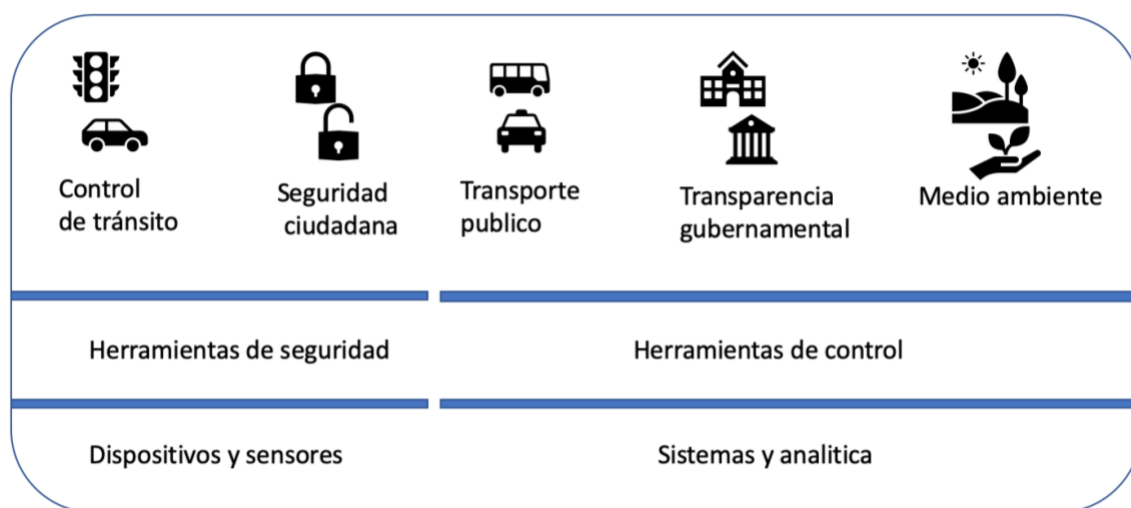
3. Iniciativas de innovación ciudadana basada en TIC.

A continuación, se enlistarán una serie de iniciativas que están transformando a Bogotá en una ciudad inteligente

- Se realizó el despliegue de 276 zonas wifi en parques, plazas y estaciones de TransMilenio.
- La ciudad implementó el Secop II, este es un sistema mejorado de contratación pública digital.
- La plataforma de datos abiertos fue potencializada con más de 904 'datasets'.
- Se virtualizaron 72 trámites para ser realizados en línea.
- Implementación de una red de laboratorios digitales de Bogotá: el laboratorio digital de la universidad Nacional, el laboratorio digital de la universidad EAN, el laboratorio de información digital de Ciudad Bolívar, el laboratorio digital de la nueva Cinemateca y el laboratorio de formación virtual Bogotá aprende TIC.
- La capital inició con la implementación de la semaforización inteligente, se instalaron 444 semáforos de alta tecnología, cuyo funcionamiento se basa en el análisis de datos en tiempo real.
- Se instalaron 40 puntos del sistema de detección electrónica de infractores.
- Inicio el programa de implementación de la aplicación de taxis inteligentes, estos vehículos marcan las tarifas con base a una aplicación en vez del taxímetro clásico.
- Se implementaron 4 zonas con sistemas inteligentes de estacionamiento.
- La ciudad actualizó la infraestructura física y tecnológica de hospitales públicos.
- Se puso en funcionamiento el centro de comando, control, comunicaciones y cómputo.
- La oficina virtual de hacienda fue puesta en marcha.

- Implementación de un nuevo sistema de planificación de recursos.
- Se creo FITIC: el fondo de innovación tecnológica de industrias creativas. El programa de aceleración invirtió 12.700 millones de pesos para apoyar nuevas iniciativas.
- Se desarrollo un sistema basado en Blockchain para desarrollar elecciones estudiantiles.
- El lanzamiento de múltiples aplicaciones como: Sexperto.co, Distrito APPnimal, SofiaApp, Apporta Bogotá, Bogotá te escucha, Mapas Bogotá.
- Se instalaron sensores para controlar la prestación del servicio de basuras.
- La ciudad paso de tener 267 cámaras de vigilancia a tener 4.000.

Si bien existen varias iniciativas y programas que encaminan a Bogotá como una ciudad inteligente, aun existen varios sectores dentro de la ciudad que necesitan mayor atención o la implementación de las TICs. Las principales necesidades de los habitantes de Bogotá que requieren una mayor intervención de la tecnologia se pueden ver en la siguiente grafica:



Gráfica 10. Tecnología aplicable a proyectos inteligentes. Fuente: Autor

6. PROPUESTA DE MARCO DE TRABAJO PARA BOGOTÁ.

Para llevar acabo el desarrollo de la propuesta para este marco de trabajo, inicialmente es importante empezar por conocer el estado actual de la ciudad de Bogotá respecto a tecnología y en materia de ciudades inteligentes, una buena referencia para iniciar es un estudio realizado anualmente por el instituto para la gestion del desarrollo (IMD Institute for management development) conocido como el 'Smart city index', según este estudio en el año 2020 la ciudad de Bogotá se posiciono en el numero 92 a nivel mundial, sin embargo en el presente año 2021 la ciudad descendio a la posición 116, bajando 24 posiciones dentro del ranking de ciudades inteligentes en el mundo segun el IMD. Con esta información podemos decir que en el transcurso de un año muchas ciudades han avanzado significativamente en el despliegue e instalacion de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y que la ciudad de Bogotá se ha quedado un poco atrás respecto a estas ciudades, pero esto no quiere decir que sea definitivo pues aumentar los esfuerzos e inversiones pueden lograr que Bogotá ascienda en este ranking. Los proyectos mas relevantes desarrollados en los ultimos años que han logrado posicionar a Bogotá dentro de las 150 ciudades mas inteligentes del mundo han sido en los sectores del control de tránsito, la seguridad ciudadana, la salud, hacienda, educación y Género.

Para mejorar la movilidad dentro de la ciudad y el control de tránsito se desarrollaron las iniciativas del proyecto de semaforización y los taxis inteligentes, ademas la ciudad de Bogotá actualmente cuenta con el Centro de Gestión del Tráfico, este centro se encuentra en funcionamiento desde el año 2015 con el objetivo de monitorear, analizar y gestionar el tráfico dentro de la capital, la razon principal del CGT (centro de gestión del tráfico) es de mantener informadas a las entidades encargadas de gestionar y atender las necesidades del tráfico, se encarga de divulgar el estado y las condiciones del transito en la capital.

En lo que respecta a la seguridad ciudadana las iniciativas mas destacables son el sistema de videovigilancia y el C4; para preservar y mejorar la seguridad de sus ciudadanos la ciudad de Bogotá cuenta con un centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo (C4), este centro se encuentra en funcionamiento y operación desde el año 2016, este proyecto fue una iniciativa creada y desarrollada bajo la alcaldía de Enrique Peñalosa, el objetivo principal bajo el que se creo este sistema fue el de lograr integrar las cámaras que existían en el momento y las futuras que serían desplegadas en los años siguientes por toda la capital, también se busco mejorar la atención al ciudadano y brindar una solución integral a las emergencias que se presentaran en la ciudad. El centro C4 se encarga en la actualidad de atender incidentes ambientales, sanitarios, de convivencia y seguridad ciudadana, el centro reduce los tiempos de respuesta y reacción frente a esos incidentes.

En el sector de la salud se mejoro la infraestructura tecnologica y se llevo acabo el proyecto de 'Historia clinica electrónica U', esta historia clinica electrónica es un registro unificado y personal en el que se almacena toda la información referente al paciente y su atención, esta información es accesible despues en cualquier caso en los que se necesite brindar asistencia medica al paciente.

Para la hacienda se implementaron dos iniciativas importantes, el proyecto de oficina virtual y el proyecto para mejorar el ERP (Enterprise Resource Planning) este es un sistema informatico que se encarga de la administración y gestión de recursos de una organización. La secretaria distrital de hacienda y la secretaria general decidieron llevar acabo una implementación de un nuevo sistema ERP que este acorde a las necesidades actuales de la ciudad para el funcionamiento adecuado en la nube y que se encuentre alineado a los estandares necesarios en compañía a unas mejores practicas.

El sector de la educación se enfoco durante los ultimos años en brindar a sus docentes y estudiantes nuevas herramientas tecnologicas para aumentar e incentivar el uso de tecnologias en las aulas de clases.

Respecto al género se desarrollo la aplicación conocida como ‘SofiAPP’, esta es una aplicación movil desarrollada por el gobierno, la secretaria distrital de la mujer y la alta consejeria distrital de TIC, esta app les permite a las mujeres identificar y reportar cuando se encuentren en riesgo o sean victimas de cualquier tipo de violencia y solicitar ayuda de manera inmediata.

Las anteriores iniciativas y proyectos han puesto en marcha el proceso para convertir a Bogotá en una ciudad inteligente, gracias a estos la capital de Colombia se encuentra posicionada en latinoamerica como una de las ciudades mas avanzadas respecto a implementación y despliegue de tecnologia, sin embargo, el camino aun es largo para lograr alcanzar la meta de situar a Bogotá como una de las ciudades mas inteligentes a nivel mundial. En el capitulo anterior (IV) fueron expuestas las necesidades mas relevantes respecto a TICs dentro de la ciudad de Bogotá, lograr atender a estas necesidades de manera eficaz y adecuada seria un avance significativo para la ciudad y sus habitantes, con el fin de alcanzar esta meta se propone a continuación un marco de trabajo para la implementacion de nuevas tecnologias, teniendo en cuenta las necesidades previamente mencionadas, el diagnostico del estado actual de la ciudad de Bogotá y su proyectos en TICs realizado al inicio de este capitulo y tomando como referencia los marcos de trabajo implementados por otras ciudades estudiados previamente en el capitulo III.

Para la capital se tomará de referencia principalmente el caso de estudio del marco de trabajo que se implemento para la ciudad de Medellín, esta ciudad que tambien hace parte de Colombia presentó unas necesidades similares a la ciudad de Bogotá en lo que a TICs respecta. La forma en que Medellín abordo la solución para implementar una ciudad inteligente sirve de guia para realizar la implementación

dentro de Bogotá, este marco de trabajo se enfocara principalmente en los siguientes sectores:

- Control del tránsito.
- Seguridad ciudadana.
- Transporte público.
- Transparencia gubernamental.
- Medio ambiente.

El marco de trabajo para la capital es el siguiente:

- Control de tránsito:

Con el objetivo de alcanzar un control mas acertado del tráfico dentro de la ciudad es necesario mejorar el centro de control y gestion del trafico, con este sistema mejorado se busca enfrentar los inconvenientes de movilidad a través de soluciones tecnológicas integrando las tecnologías de la comunicación e infomación, la infraestructura de transporte y los diferentes tipos de vehículos propios de la ciudad.

El sistema se encargara de gestionar todos los componentes que hacen parte de la movilidad dentro de la ciudad, como semaforos, control de flujo vehicular, manejo adecuado del espacio para el transito de todo tipo de automoviles y los transeuntes, de esta forma se lograra optimizar el uso de las vías, reducir los tiempos de desplazamiento, asi mismo disminuir la contaminación, el consumo de combustible y el impacto al medio ambiente, tambien se prevee una mejora de la seguridad vial y la difusión de información al usuario se realizara de manera mas efectiva y veloz.

Para lograr alcanzar este objetivo es necesario garantizar alianzas entre el sector público y privado, de esta manera se asegura un despliegue exitoso

de la tecnología adecuada e infraestructura necesaria para llevar el centro de control y gestión de tráfico a un nivel apropiado de una ciudad inteligente.

El plan para mejorar el sistema cuenta con los siguientes cinco componentes tecnológicos para la vigilancia y gestión de la movilidad en la ciudad.

- Detección electrónica de infracciones de tránsito:

Para este sector es indispensable desplegar cámaras de detección electrónica de infractores de tránsito que puedan rotar entre varios puntos de control fijo ubicados dentro de la ciudad, estas cámaras detectan infracciones como exceso de velocidad, pico y placa, paso de semáforo en rojo, circulación en carril prohibido, circulación en contravía, parqueo en lugares prohibidos e invasión de paso peatonal.

El sistema debiera realizar la lectura de más de un millón de placas de vehículos y motos diariamente, esta información se usa para el estudio de la movilidad en la ciudad, la fijación de normas y la evaluación del nivel de aprendizaje de los conductores. Las ciudades que han implementado este sistema en logrado reducir hasta en un 80% las infracciones en los lugares monitorizados previniendo accidentes gracias a la educación vial.

- Circuito cerrado de televisión:

En la capital es indispensable llegar a desplegar por lo menos más de 50 cámaras por toda la ciudad, estas cámaras son visualizadas, operadas y analizadas en el centro de control y gestión del tráfico de la ciudad. El propósito de estas cámaras es el de permitir un monitoreo visual constante de la red vial por medio de fotografías y videos, de esta manera los incidentes viales que afectan la circulación serán detectados de inmediato para ser atendidos de manera adecuada y disminuir el tiempo que se verá afectado el flujo del tráfico. La detección automática de incidentes (DAI) se da mediante un software inteligente que permite identificar en tiempo real situaciones anormales dentro del tránsito vehicular normal, como un vehículo detenido,

un vehículo lento en tráfico fluido, un accidente o congestión vehicular. También es posible obtener información sobre la intensidad del tráfico, ocupación de las vías, velocidad promedio de los conductores y un conteo vehicular detallado. Con el fin de brindar un apoyo al monitoreo del estado de las vías, las empresas privadas de seguridad urbana se deberán integrar con el centro de control y gestión del tráfico público de la ciudad, integrando más cámaras al sistema de CCTV de Bogotá sin posibilidad de manipulación, estrictamente visualización, se podrá obtener un control más estricto y efectivo de las calles y vías dentro de la ciudad.

El sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) permite a los operadores del centro de control tomar decisiones acertadas y a tiempo gracias a la información que reciben del sistema, de esta manera se atienden accidentes en el menor tiempo posible, se calcula una ruta más eficiente desde el centro de control para ambulancias y conductores, se le informa a los conductores en tiempo real sobre cualquier incidente a través de la integración y comunicación con el sistema de paneles de mensajería variable.

Toda la información recibida por el sistema es almacenada y procesada para tomar decisiones a mediano y largo plazo para la planeación de la ciudad y la creación de estrategias de apoyo a políticas públicas.

- Paneles de mensaje variable (PMV):

La ciudad deberá instalar una serie de tableros electrónicos que se encuentren ubicados en lugares estratégicos de gran flujo vehicular en toda la ciudad, esto les permite a todos los usuarios de las vías la toma de decisiones informadas, inteligentes y acertadas para la movilidad de cada uno, la selección de rutas alternas para reducir tiempos de viajes, conocer los niveles de congestión y accidentes. La información más relevante que se daría a conocer en los tableros es:

1. Inicio y fin de pico y placa.

2. Señales reglamentarias, preventivas e informativas.
3. Embotellamientos vehiculares por alto flujo.
4. Incidentes en el tránsito como choques, vehículos detenidos, cierres viales, etc.

Gracias a estos paneles los ciudadanos podran mantenerse informados a todo momento sobre el estado del tráfico en tiempo real, así mismo pueden divulgar la información a otros ciudadanos sobre incidentes o eventos oficiales que puedan influir en la movilidad.

- Centro de control de semáforos:

El centro de control debe tener conocimiento sobre el estado de la movilidad y la red vehicular de intersecciones semaforicas dentro de la ciudad, esta red de semaforos se internconectan mediante una red de comunicaciones de banda ancha, la cual es propiedad del gobierno, de esta forma se pueden tomar decisiones inmediatas para mantener una movilidad fluida en el perímetro urbano avisando a las fuerzas publicas pertinentes y actuar en tiempo real sobre las situaciones de tráfico presentadas.

La ciudad necesita contar con el apoyo de sensores instalados en las vias, estos sensores se encargan de realizar una medición de las variables del tráfico en tiempo real. Los sensores cumplen con el objetivo de medir de manera constante la ocupación de las vias, los volumenes de tráfico y los tiempos de viaje de los conductores, con el fin de monitorear y mejorar la movilidad con estrategias de descongestion vial.

- Apoyo a la planeación de la red semaforica:

Se propone a la ciudad desplegar una serie de intersecciones semaforicas compuestas por cámaras tipo VDS (vehicle detection sensor) en conjunto con un software de analítica de video encargado de obtener información del tráfico como: intensidad, ocupación, velocidad promedio y conteo vehicular para tres tipos de vehículos: liviano, camión y moto. Esto con el fin de brindar un apoyo permanente al monitoreo del comportamiento vehicular, específicamente al volumen y la optimización de la red semaforica dentro de Bogotá.



Gráfica 11. Grafico del sistema de control y gestión del tránsito. Fuente: Autor.

- Seguridad ciudadana:

Despues de haber estudiado varios casos de éxito en la implementación de la tecnologia para mejorar la seguridad dentro de varias ciudades alrededor del mundo, es evidente la importancia de lograr que los ciudadanos de la ciudad de Bogotá puedan estar informados o comunicar sobre cualquier tipo de incidente que se presente en la ciudad a cualquier momento en tiempo real, de manera que las entidades pertinentes puedan atender la situación con la mayor eficiencia y eficiacia posible.

En este marco de trabajo se propone a la ciudad de Bogotá adoptar los siguientes mecanismos de seguridad ciudadana, o bien, mejorar los sistemas actualmente presentes encargados de la seguridad dentro de la ciudad.

- Número único de seguridad y emergencias (NUSE):

El NUSE es el sistema integrado encargado de recibir las llamadas entrantes por parte de los ciudadanos o cualquier entidad, ya sea pública o privada, que requieran algún tipo de ayuda en casos de seguridad y/o emergencias. La línea designada encargada de recibir todas las llamadas para este sistema es la línea 123, esta línea es operada y monitoreada desde el C4 en la ciudad de Bogotá. Debido a que el C4 integra 7 agencias diferentes, el tiempo de respuesta a estos incidentes de seguridad o emergencias se ha disminuido y la eficacia para atender estas necesidades ha sido mayor.

Las entidades que han presentado un aumento en la demanda de peticiones de ayuda desde el 2020 gracias a la pandemia son:

- Centro regulador de urgencias y emergencias (CRUE)
- Unidad administrativa especial del cuerpo de bomberos
- Policía metropolitana de Bogotá

La secretaria de seguridad dio a conocer la cifra de llamadas al día que recibía la línea 123 en promedio durante la pandemia, fueron más de 119.000 llamadas que se presentaban diariamente de ciudadanos necesitando ayuda de cualquier tipo, esto obligó al centro C4 a incrementar la cantidad de operadores que se encargarían de recibir y atender estas llamadas, la solución que se propuso presentó mejoras dentro del sistema NUSE sin embargo aun quedaban llamadas sin poder ser contestadas o atendidas, por este motivo es necesario que el distrito considere invertir recursos y tiempo, para llevar a cabo una mejora de infraestructura física y tecnológica en el

centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo, de esta manera se puede aumentar la efectividad del centro C4, ampliando la cantidad de operadores y equipos disponibles para atender las llamadas y emergencias que se registran a diario a través de la línea 123, es importante tener en cuenta que también es necesario mejorar la comunicación e integración entre el C4 y las diferentes agencias gubernamentales encargadas de brindar servicios de ayuda y seguridad dentro de la ciudad, pues mejorar la comunicación entre entidades equivale a un menor tiempo de respuesta, ahorro de recursos y despliegue adecuado de estos. De esta manera se podrá ofrecer a los ciudadanos de Bogotá una mejor atención y seguridad ciudadana, pertinente a una ciudad inteligente mejorando significativamente la calidad de vida dentro de la capital.

- Sistema de videovigilancia:

El sistema de videovigilancia en Bogotá cuenta actualmente con más de 4000 cámaras que se encuentran distribuidas por toda la ciudad, cada cámara es monitoreada desde el centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo (C4), y por los cuatro comandos operativos de seguridad ciudadana COSEC que están ubicados en Chapinero, Puente Aranda, Ciudad Bolívar y Kennedy, el COSEC es un proyecto de la Alcaldía de Bogotá con participación de la Policía Metropolitana de Bogotá para apoyar el trabajo de observación, revisión y análisis de las cámaras de seguridad que se lleva a cabo en el C4. Estos centros de monitoreo permiten una visión en tiempo real de las cámaras y lo que sucede en la ciudad a todo momento lo que permite a las entidades encargadas de la seguridad dentro de la ciudad poder responder lo más pronto posible a cualquier tipo de incidente que afecte la seguridad dentro de la capital.

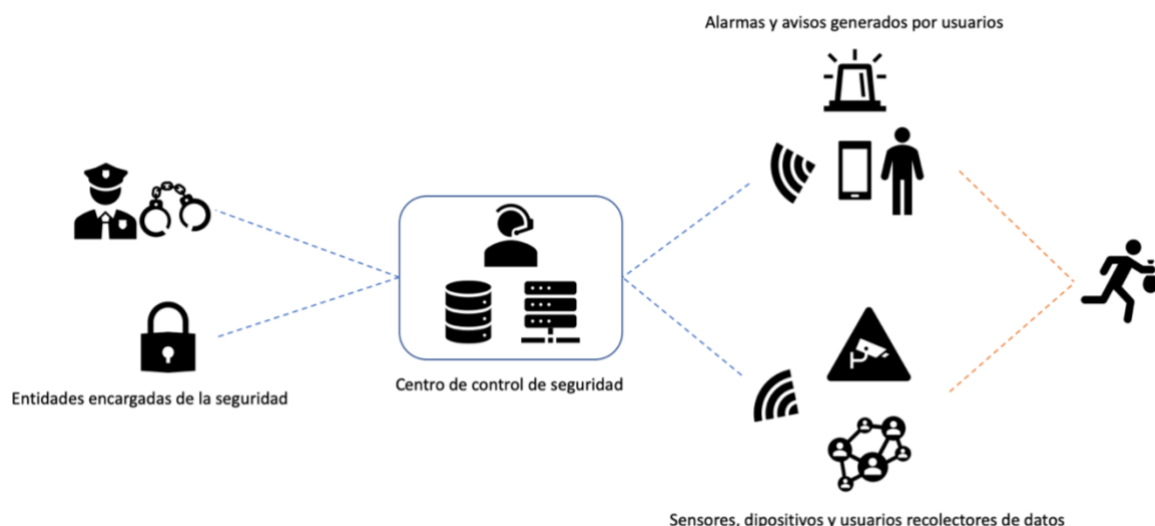
El actual sistema de videovigilancia de Bogotá este compuesto por cámaras PTZ (Pan Tilt Zoom) con zoom minimo de 32x ópticos y 16x digitales interconectadas a traves de una red MPLS en fibra óptica propiedad de ETB dispuesta para el distrito, estas cámaras cuentan con un rango de visión de 360° a la redonda y un alcance aproximado de 100 metros.

Las funciones principales que cumple este CCTV dedicado a la vigilancia de la ciudad son:

- Atención a emergencias
- Prevención del delito
- Investigación criminal

En el presente marco de trabajo se propone llevar acabo una mejora importante en el actual sistema de CCTV de la ciudad que se encarga velar por la seguridad de la ciudad y sus habitantes, un avance significativo para mejorar el sistema seria reemplazando las cámaras tipo PTZ por unas cámaras IP dado a su versatilidad inalámbrica, estas cámaras envian sus señales de video a través de internet, puede ser por medio del wi-fi o la red de la ciudad, por ende tambien es necesario una mejora en la red de internet, gracias a que actualmente la ciudad ya dispone de una red de fibra óptica especificamente para el sistema de videovigilancia, no sera un gran reto poder mejorar la capacidad de esta red. Las cámaras IP cuentan con una resolución de alta definición (HD), un zoom óptico de hasta 22x y pueden ser de tipo domo, es decir, con cobertura de 360°. Estas camaras envian en tiempo real los datos y los videos obtenidos, con un ancho de banda apropiado los tiempos para enviar esta información se veran reducidos, esto influye drasticamente para que las entidades encargadas de responder a las situaciones e incidentes de inseguridad puedan tomar deciciones de manera mas eficaz y rapida, una respuesta inmediata es importante para que el

riesgo en cualquier situación se vea disminuido, de esta forma se ahorran y optimizan recursos tanto monetarios como de personal y la seguridad que se le ofrece a los ciudadanos sera mayor.



Gráfica 12. Grafico del sistema de contro de seguridad en la ciudad. Fuente: Autor

- Transporte público:

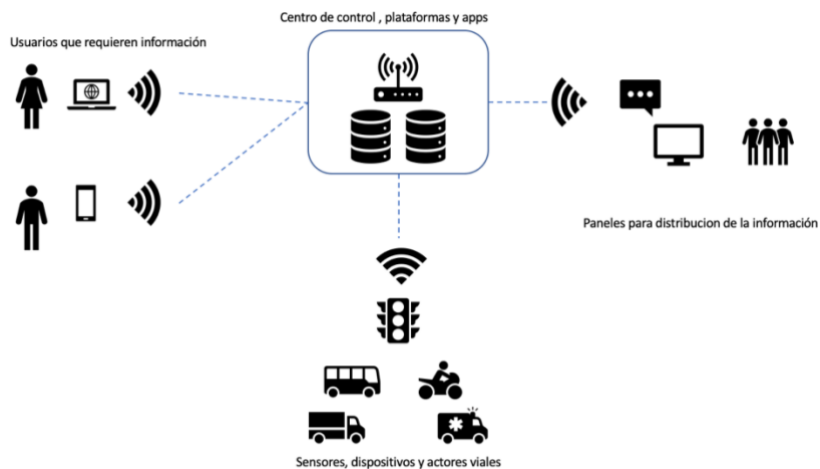
Este es uno de los aspectos que necesitan mayor atención para poder mejorar la movilidad dentro de la ciudad, los ciudadanos de la capital necesitan de un sistema inteligente para el transporte público que integre las tecnologías desplegadas actualmente y las nuevas tecnologías que pueden contribuir a desarrollar un mejor sistema para la gestión del transporte público.

El Sistema de Transporte Urbano de Bogotá (SITP) y Transmilenio actualmente cuentan con una aplicación para dispositivos moviles conocida como TransmiApp y una pagina web donde los ciudadanos pueden consultar las rutas que se encuentran activas, planear un viaje y encontrar información sobre el estado de los sistemas de transporte disponibles, sin embargo esta aplicación y el portal web se pueden mejorar significativamente para brindar

un servicio mas preciso e información vital para sus usuarios a todo momento.

Las herramientas como: los sensores de conteo de automoviles, motos y bicicletas, los sensores instalados en la red semaforica, las cámaras y el CCTV, son un apoyo importante para obtener información sobre el estado actual de la movilidad dentro de la ciudad, con la implementacion e integracion de nuevos sensores GPS se puede llegar a conocer la ubicación exacta de un vehiculo en especifico, la velocidad a la que se moviliza y calcular el tiempo de llegada según el trafico actual en tiempo real, de esta manera todos los usuarios conoceran con exactitud a que distancia y tiempo se encuentran los taxis y los buses que hacen parte del Sistema de Transporte Urbano de Bogotá(SITP) y transmilenio. Acompañado a esto, es fundamental poder distribuir esta infomación de manera precisa e inmediata a los ciudadanos y usuarios del sistema de transporte público de la ciudad, esto es importante ya que con una difusion de información eficiente se pueden reducir tiempos en la movilidad de las personas, reducir tiempos en la reacción de respuesta en accidentes o siniestros viales, se logra la reducción de contaminación y emisión de gases de CO2.

Es importante mejorar las plataformas actuales de transmiApp y el portal web para poder ofrecer un mejor servicio de difusion de la información y los datos hacia los usuarios, se puede apoyar esta difusion de información con paneles de información desplegados por toda la capital, de esta manera cualquier actor vial pueda informarse en el transcurso de su trayecto a traves de la ciudad, cabe resaltar que tambien es necesario reforzar la red de sensores para poder obtener una mayor cantidad de datos y mejorar la precision de esta información.



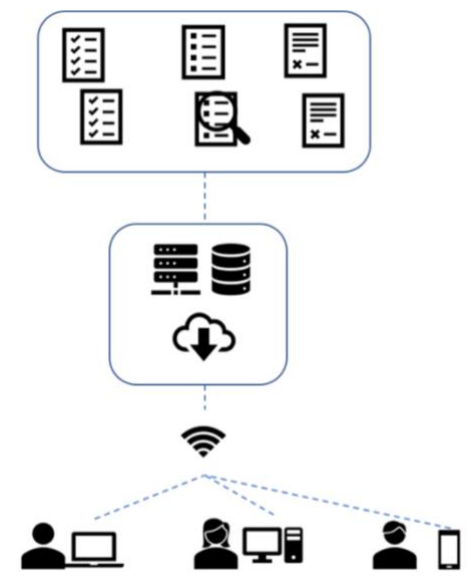
Gráfica 13. Gráfico del esquema para la gestión del transporte público.
Fuente: Autor.

- Transparencia gubernamental:

En la historia de Bogotá se han visto multiples casos en que los recursos y fondos destinados para el desarrollo de la ciudad, se han desviado para ser utilizados con otros fines que tal vez incluso, no tienen nada que ver con el desarrollo de la ciudad. Es por este motivo que los dirigentes y encargados de Bogotá y su desarrollo inteligente, deben esforzarse en brindar a los ciudadanos una transparencia gubernamental, de manera en que los habitantes de la ciudad de Bogotá tengan conocimiento y certesa sobre la forma en que sus impuestos son gestionados, es importante que los ciudadanos tengan conocimiento sobre el desarrollo y proceso de los proyectos de Bogotá, encuentren información sobre sus dirigentes y mucha mas información de facil acceso que le brinde seguridad y satisfacción al ciudadano. Esta seguridad tambien es un factor importante para asegurar una mejor calidad de vida dentro de la ciudad.

El compromiso del gobierno es un factor fundamental para alcanzar este objetivo, se requiere un apoyo total por parte de las entidades

gubernamentales que se encargan de administrar la información sobre la gestión de los recursos y personal de la capital, se requieren plataformas que manejen 'open data' o datos abiertos, estos datos se deben encontrar disponibles a toda hora para los ciudadanos de Bogotá, dentro de estos datos se encuentra información sobre el manejo de los recursos y el capital destinado para el desarrollo de la ciudad, también se encuentra información sobre los funcionarios publicos que ejercen cargos importantes dentro la estructura gubernamental fundamental de la ciudad. Con una transparencia gubernamental adecuada los ciudadanos de Bogotá se sentiran mas seguros y conformes con la manera en que su ciudad y recursos son gestionados.

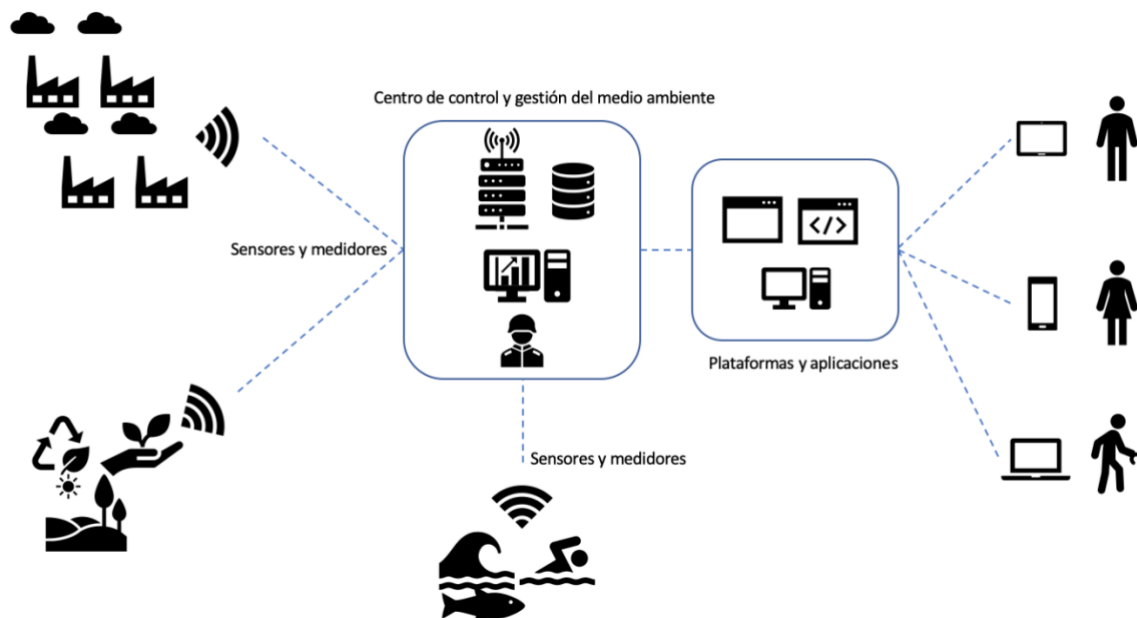


Gráfica 14. Arquitectura para transparencia gubernamental en la ciudad.
Fuente: Autor.

- Medio ambiente:

La ciudad de Bogotá cuenta con la secretaría distrital de ambiente, la cual se encarga principalmente de liderar y coordinar el Sistema Ambiental del

Distrito Capital, también esta encargada de formular participativamente la política ambiental del Distrito Capital. La secretaría distrital de ambiente ejerce la autoridad ambiental dentro de la ciudad, en cumplimiento de las funciones asignadas por el ordenamiento jurídico vigente, a las autoridades competentes. A pesar de la presencia de esta entidad encargada del ambiente en la capital, la gestión de residuos y las iniciativas para cuidar el medio ambiente en Bogotá son débiles y escasas, con el apoyo de la tecnología se pueden plantear múltiples soluciones y propuestas con el fin de mejorar el cuidado al medio ambiente en la capital, desplegando sensores y dispositivos de medición en los lugares donde se depositan los desechos y basuras producidos por los habitantes, también es importante tener datos e información obtenidos en tiempo real sobre la calidad del aire, la calidad del agua y los niveles exactos de contaminación en Bogotá. Con estos datos las entidades encargadas de la gestión del medio ambiente pueden tomar decisiones sobre cómo abordar la problemática de contaminación de manera inmediata y acertada. Es importante que el acceso a estos datos no estén limitados únicamente a entidades gubernamentales, los ciudadanos de Bogotá también deben contar con un fácil acceso a esta información, es importante que los habitantes conozcan el estado de la calidad de los recursos pues de esta manera se puede generar conciencia sobre el correcto uso de los recursos de su ciudad. Además se han visto casos donde los propios ciudadanos viendo el impacto al ambiente, generan propuestas efectivas para disminuir el daño en el medio ambiente y mejorar la gestión de residuos y la contaminación.



Gráfica 15. Gráfica del modelo de gestión del medio ambiente. Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

Desde que surgió el concepto de ciudad inteligente muchas ciudades alrededor del mundo han invertido recursos, esfuerzos y tiempo para poder llegar a convertirse en una smart city, es un proceso largo que requiere un compromiso definitivo por parte de los gobiernos y los ciudadanos, es un proceso que presenta una evolución constante a través de los años de la mano con el avance de la tecnología.

Con todos los estudios realizados en materia de smart cities se puede concluir que en un futuro todas las ciudades del mundo sin excepción buscarán poder desplegar la tecnología necesaria para llegar a considerarse como una ciudad inteligente, pues el desarrollo tecnológico beneficia al país en el que se implemente.

Tras analizar todos los casos de éxito en que multiples ciudades con el apoyo de la tecnologia han logrado desarrollarse como ciudades inteligentes, se puede evidenciar el impacto positivo tanto para el avance economico y social dentro de estos paises permitiendo mejorar de manera significativa la calidad de vida para los habitantes y turistas.

Se logra identificar la importancia y la influencia de la tecnologia en el desarrollo de los paises y ciudades alrededor del mundo, es imperativo que los gobiernos entiendan que en la actualidad la tecnologia es un elemento clave e indispensable para alcanzar una evolución y desarrollo significativo en todos los aspectos como sociales, economicos, politicos, etc dentro de las urbes.

La educación es una parte fundamental en el desarrollo de una ciudad inteligente, es necesario educar a todos los habitantes, ciudadanos y turistas acerca de los recursos tecnologicos que se encuentran a su total disponibilidad, para que de esta manera puedan aprovecharlos lo mejor posible y de manera eficiente, es necesario crear una cultura nueva acerca del uso de la tecnologia.

Se pueden tomar como ejemplos a seguir a las ciudades que actualmente se encuentran mas avanzadas que las demas en materia de ciudades inteligentes e implementación de nuevas tecnologias, esto con el proposito de encontrar un camino a seguir segun las necesiades de cada ciudad en especifico y de esta forma poder abordar los problemas de dicha ciudad adecuadamente.

El concepto de ciudad inteligente es un concepto que tarde o temprano sera adoptado y desarrollado por todas las ciudades alrededor del mundo, por este motivo es importante lograr una comunidad compuesta por todas o la mayor cantidad de ciudades del mundo posibles con la finalidad de brindar apoyo y ayuda entre las propias ciudades y paises.

REFERENCIAS

1. Dr Toch, Eran. Sr Feder, Eyal. (2016) Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes, Tel Aviv, Israel.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estudios-de-casos-internacionales-de-ciudades-inteligentes-Tel-Aviv-Israel.pdf>
2. Bayo Gutierrez Jaime. (2016) Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes, Santander, España.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estudios-de-casos-internacionales-de-ciudades-inteligentes-Santander-Espa%C3%B1a.pdf>
3. Florez Amar Darío. (2016) Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes, Medellin, Colombia.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Estudios-de-casos-internacionales-de-ciudades-inteligentes-Medell%C3%ADn-Colombia.pdf>
4. Aguilera, U., Peña, O., Belmonte, O., & López-de-Ipiña, D. (2017). Citizen-centric data services for smarter cities. Future Generation Computer Systems, 76, 234–247. <http://doi.org/10.1016/j.future.2016.10.031>
5. Fernández-Ares, A., Mora, A. M., Arenas, M. G., García-Sánchez, P., Romero, G., Rivas, V., ... Merelo, J. J. (2017). Studying real traffic and mobility scenarios for a Smart City using a new monitoring and tracking system. Future Generation Computer Systems, 76, 163–179. <http://doi.org/10.1016/j.future.2016.11.021>

6. Rashid, Z., Melià-Seguí, J., Pous, R., & Peig, E. (2017). Using Augmented Reality and Internet of Things to improve accessibility of people with motor disabilities in the context of Smart Cities. *Future Generation Computer Systems*, 76, 248–261. <http://doi.org/10.1016/j.future.2016.11.030>
7. Díaz-Díaz, R., Muñoz, L., & Pérez-González, D. (2017). Business model analysis of public services operating in the smart city ecosystem: The case of SmartSantander. *Future Generation Computer Systems*, 76, 198–214. <http://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.032>
8. Kim, T. hoon, Ramos, C., & Mohammed, S. (2017). Smart City and IoT. *Future Generation Computer Systems*, 76(July 2014), 159–162. <http://doi.org/10.1016/j.future.2017.03.034>
9. Khan, Z., Pervez, Z., & Abbasi, A. G. (2017). Towards a secure service provisioning framework in a Smart city environment. *Future Generation Computer Systems*, 77, 112–135. <http://doi.org/10.1016/j.future.2017.06.031>
10. Pramanik, M. I., Lau, R. Y. K., Demirkan, H., & Azad, M. A. K. (2017). Smart health: Big data enabled health paradigm within smart cities. *Expert Systems with Applications*, 87, 370–383. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.06.027>
11. De Maio, C., Fenza, G., Loia, V., & Orciuoli, F. (2017). Distributed online Temporal Fuzzy Concept Analysis for stream processing in smart cities. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 110, 31–41. <http://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.02.002>
12. Kotevska, O., Kusne, A. G., Samarov, D. V., Lbath, A., & Battou, A. (2017). Dynamic Network Model for Smart City Data-loss Resilience Case Study:

City-to-City Network for Crime Analytics. IEEE Access, 5, 1–1.
<http://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2757841>

13. Roy, A. K., Ieee, S. M., Biswal, G. R., & Ieee, M. (2016). A Hybrid Filter as an Integral Component of HSES for Establishing Smart Cities.
14. Saha, H. N., Auddy, S., Chatterjee, A., Pal, S., Sarkar, S., Singh, R., ... Maity, A. (2017). IoT Solutions for Smart Cities, 74–80.
15. Saha, H. N., Auddy, S., Chatterjee, A., Pal, S., Sarkar, S., Singh, R., ... Maity, A. (2017). IoT Solutions for Smart Cities, 74–80.
16. Chen, Y., Ardila-Gomez, A., & Frame, G. (2017). Achieving energy savings by intelligent transportation systems investments in the context of smart cities. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 54, 381–396.
<http://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.008>
17. Chen, Y., Ardila-Gomez, A., & Frame, G. (2017). Achieving energy savings by intelligent [15] transportation systems investments in the context of smart cities. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 54, 381–396. <http://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.008>
18. Badii, C., Bellini, P., Cenni, D., Difino, A., Nesi, P., & Paolucci, M. (2017). Analysis and assessment of a knowledge based smart city architecture providing service APIs. Future Generation Computer Systems, 75, 14–29.
<http://doi.org/10.1016/j.future.2017.05.001>
19. Cicirelli, F., Guerrieri, A., Spezzano, G., & Vinci, A. (2017). An edge-based platform for dynamic Smart City applications. Future Generation Computer Systems, 76, 106–118. <http://doi.org/10.1016/j.future.2017.05.034>

20. Monteiro, C. S., Costa, C., Pina, A., Santos, M. Y., & Ferrão, P. (2018). An urban building database (UBD) supporting a smart city information system. *Energy and Buildings*, 158, 244–260. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.009>
21. Colding, J., & Barthel, S. (2017). An urban ecology critique on the “Smart City” model. *Journal of Cleaner Production*, 164, 95–101. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.191>
22. Heller, A., Liu, X., & Gianniou, P. (2017). A Science Cloud for Smart Cities Research. *Energy Procedia*, 122, 679–684. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.369>
23. Cassandras, C. G. (2017). Automating mobility in smart cities. *Annual Reviews in Control*, 0, 1–8. <http://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2017.10.001>
24. Fernández-Rodríguez, J. Y., Álvarez-García, J. A., Arias Fisteus, J., Luaces, M. R., & Corcoba Magaña, V. (2017). Benchmarking real-time vehicle data streaming models for a smart city. *Information Systems*, 72, 62–76. <http://doi.org/10.1016/j.is.2017.09.002>