

UNIVERSIDAD EAN
FACULTAD DE ESTUDIOS EN AMBIENTES VIRTUALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y PROYECTOS
TECNOLÓGICOS

PROPUESTA DE UN MODELO DE CIUDAD INTELIGENTE QUE INCLUYA
LAS ÁREAS DE GOBIERNO, MOVILIDAD, SOSTENIBILIDAD, POBLACIÓN Y
ECONOMÍA Y SEA APLICABLE A CIUDADES COLOMBIANAS

AUTOR

MARTHA LIGIA SUÁREZ ROJAS

DIRECTOR

FRANCISCO ALFONSO CAMARGO SALAS

BOGOTÁ D.C., NOVIEMBRE DE 2019

NOTAS DE ACEPTACIÓN

Firma del Jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

*A Dios por acompañarme en todo momento.
A mis hijos Alexandra y Juan Diego por ser el motor de mi vida
y la motivación para salir adelante*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma participaron en el desarrollo de este trabajo, me apoyaron y me alentaron a culminarla con éxito, en especial a:

- El profesor Francisco Camargo Salas, por sus orientaciones, su exigencia en elaborar un trabajo de calidad, y grandes aportes desde su experiencia y conocimiento.
- A Carolina Montoya por sus valiosos aportes y haber sacado el tiempo en medio de sus ocupaciones.
- A Juan Pablo por estar ahí cuando más lo necesité.
- A mis hijos por la paciencia y entender mis ausencias.
- A mi Madre, a Magnolia, a Natalia, a mi familia y amigos porque con su permanente motivación me ayudaron a no desfallecer

RESUMEN

En la actualidad, debido a factores como la globalización, el crecimiento demográfico y la evidente migración de los entornos rurales a los urbanos, se ha generado en las ciudades la necesidad de enfrentar nuevos retos relacionados con los procesos de planificación territorial urbana, la optimización de recursos, mejora en las condiciones económicas, gestión de la prestación de servicios y sostenibilidad medioambiental.

Ante este panorama, los gobiernos se han visto en la necesidad de formular e implementar de manera continua y permanente, iniciativas y políticas públicas que conformen y establezcan ciudades prósperas, nacidas del conocimiento de las realidades y limitaciones específicas del entorno, aprovechando el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para desarrollar nuevas capacidades, servicios y estrategias que propendan por la calidad de vida de los ciudadanos.

En este sentido, en Colombia se vienen adelantando iniciativas orientadas a enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial, a partir del uso estratégico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para impulsar la productividad, favorecer el bienestar de los ciudadanos integrándolos como actores fundamentales en la transformación digital.

Dentro de las políticas y/o iniciativas adelantadas se encuentran, el CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) de Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, elaborado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República; la Política de Gobierno Digital liderada por MinTIC y la inclusión en el Plan Nacional del Desarrollo el Pacto V (*Pacto por la ciencia, la tecnología y la innovación*).

Sin embargo, a nivel nacional aún no se ha construido un modelo que permita a las ciudades colombianas establecer un proceso consolidado de transformación hacia convertirse

en ciudades inteligentes. En este contexto, surge la presente investigación, que parte de un estudio conceptual que permite reconocer los ámbitos en los cuales se desarrollan las ciudades inteligentes, así como los servicios ofrecidos y la tecnología asociada.

Por su parte, y a partir de la construcción de un instrumento de recolección de información conformado con 42 preguntas (abiertas, de selección múltiple cerradas), se recopilan respuestas de gobiernos municipales de ciudades colombianas como Ibagué, Bucaramanga y Bogotá, para conocer los avances que éstas están teniendo en temas relacionados con los ámbitos y/o servicios de ciudades inteligentes

Pero además, se analizan los modelos de ciudad inteligente planteados por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016) y el Observatorio Español de la Economía y la Sociedad Digital (ONTSI, 2015), así como los casos de éxito de ciudades como Ámsterdam, Nueva York, Barcelona, Madrid y Singapur las cuales se encuentran ubicadas en los primeros lugares los ranking de indicadores internacionales de ciudades inteligentes como el *Índice Cities in Motion (ICIM)* y el *IMD Smart City Index*.

Con base en lo anterior y en la construcción de un estado del arte de ciudades colombianas, en términos de los proyectos tecnológicos y/o iniciativas desarrolladas en torno al tema de ciudades inteligentes, se propone un modelo de ciudad inteligente que considera las dimensiones de gobierno, movilidad, sostenibilidad, población, economía y sea aplicable a ciudades colombianas.

En este sentido, el modelo de ciudad inteligente brindará a las ciudades colombianas la orientación que requieren para aprovechar las tecnologías emergentes, el apoyo del gobierno nacional, el talento humano propio, en la transformación hacia ciudades inteligentes incluyendo diferentes ámbitos necesarios para optimizar el desarrollo urbano y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

PALABRAS CLAVE

Ciudades inteligentes, ámbitos, servicios, tecnología, modelo, gestión urbana, sostenibilidad, movilidad, economía, gobierno, indicadores.

ABSTRACT

At present, due to factors such as globalization, population growth and the obvious migration from rural to urban environments, the need to face new challenges related to urban territorial planning processes, the optimization of resources, improvement in economic conditions, service delivery management and environmental sustainability.

Against this background, governments have been in need of formulating and implementing continuously and permanently, initiatives and public policies that conform and establish prosperous cities, born from the knowledge of the realities and specific limitations of the environment, taking advantage of the use of Information and Communication Technologies (ICT), to develop new capacities, services and strategies that promote the quality of life of citizens.

In this sense, initiatives are being carried out in Colombia to geared them to face the challenges related to the Fourth Industrial Revolution, based on the strategic use of Information and Communication Technologies to boost productivity, favor the well-being of citizens by integrating them as actors fundamental in digital transformation.

Among the advanced policies and / or initiatives, are the CONPES (National Council for Economic and Social Policy) of National Policy for Digital Transformation and Artificial Intelligence, prepared by the National Planning Department, the Ministry of Technology Information and Communications and the Administrative Department of the Presidency of the Republic; the Digital Government Policy led by MinTIC and the inclusion in the National Development Plan of Pact V (Pact for science, technology and innovation).

However, at the national level, a model that allows Colombian cities to establish a consolidated process of transformation towards becoming smart cities has not yet been built. In this context, this research emerges, which starts from a conceptual study that allows us to recognize the areas in which smart cities are developed, as well as the services offered and the associated technology.

On the other hand, and from the construction of an information collection instrument made up of 42 questions (open, multiple selection closed), responses are collected from municipal governments of Colombian cities such as Ibagué, Bucaramanga and Bogotá, to know the advances that these are having issues related to the areas and / or services of smart cities

But in addition, we analyze the smart city models proposed by the IDB (Inter-American Development Bank, 2016) and the Spanish Observatory of the Economy and Digital Society (ONTSI, 2015), as well as the success stories of cities like Amsterdam, New York, Barcelona, Madrid and Singapore which are located in the first places the ranking of international indicators of smart cities such as the Cities in Motion Index (ICIM) and the IMD Smart City Index.

Based on the above and on the construction of a state of the art of Colombian cities, in terms of technological projects and / or initiatives developed around the theme of smart cities, an city model is proposed that considers the dimensions of government, mobility, sustainability, population, economy and is applicable to Colombian cities.

In this sense, the smart city model will provide Colombian cities with the guidance they need to take advantage of emerging technologies, the support of the national government, their own human talent, in the transformation towards smart cities, including different areas necessary to optimize urban development and improve the quality of life of its citizens.

KEY WORDS

Smart cities, areas, services, technology, model, urban management, sustainability, mobility, economy, government, indicators

INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO METODOLÓGICO.....	7
1.1 Aspectos generales de la investigación	7
1.1.1. Diagnóstico.	7
1.1.2. Justificación.....	8
1.1.3. Objetivo General.	9
1.1.4. Objetivos específicos.....	9
1.2. Enfoque de la investigación	10
1.3. Definición de variables.....	12
1.3.1. Variables de Gobierno	12
1.3.2. Variables de Movilidad	13
1.3.3. Variables de Sostenibilidad.....	13
1.3.4. Variables de Población	13
1.3.5. Variables de Economía	13
1.4. Diseño de la investigación.....	14
1.5. Población	15
1.6. Muestra.....	16
1.7. Técnicas e instrumentos	17
1.7.1 Recopilación documental	17
1.7.2. Encuesta.....	18
1.7.3. Estudios de casos	20
2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Ciudades Inteligentes.....	24

2.1.1 Ámbitos.....	27
2.1.2. Servicios	30
2.1.3. Elementos involucrados (Arquitectura).	33
2.1.4. Tecnologías	36
2.1.4.1. Internet de las Cosas	37
2.1.4.2. Big Data.	41
2.1.4.3. Inteligencia Artificial	45
2.1.4.4. Computación en la nube (Cloud Computing).	47
2.1.4.5. BlockChain.	50
2.1.4.6. Videovigilancia.	53
2.1.4.7. Semáforos inteligentes.	54
2.1.4.8. Sensores.	55
2.1.5. Modelos de ciudades inteligentes	57
2.1.6. Niveles de madurez de ciudades inteligentes	62
2.1.7. Indicadores de medición	64
2.1.7.1. Índice IESE Cities in Motion	64
2.1.7.2. IMD Smart City Index 2019.	75
2.1.7.3. Indicadores para evaluación de proyectos de Smart Cities.	81
3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	89
3.1. Ciudades colombianas	89
3.1.1. Encuesta	89
3.1.1.1. Diseño de la encuesta	89
3.1.1.2. Validación de la encuesta	92
3.1.1.3. Resultados	95
3.1.2. Proyectos tecnológicos y/o iniciativas asociadas con ámbitos de ciudades inteligentes	108
3.1.2.1. Diseño de la recopilación de información	108
3.1.2.2. Resultados Bucaramanga	109
3.1.2.3. Resultados Ibagué	114
3.1.2.4. Resultados Cali	119
3.1.2.5. Resultados Bogotá	124
3.1.2.6. Resultados Medellín	130

3.2. Casos de éxito de ciudades inteligentes.....	137
3.2.1. Nueva York.....	137
3.2.1.1. Antecedentes	137
3.2.1.2. Nueva York – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes	138
3.2.2. Barcelona.....	144
3.2.2.1. Antecedentes.	144
3.2.2.2. Barcelona – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes	145
3.2.3. Ámsterdam.....	150
3.2.3.1. Antecedentes.	150
3.2.3.2. Ámsterdam – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes	151
3.2.4. Madrid.....	156
3.2.4.1. Antecedentes.	156
3.2.4.2. Madrid – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes	156
3.2.5. Singapur.....	160
3.2.5.1. Antecedentes.	160
3.2.5.2. Singapur – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes	161
3.3. Propuesta de modelo de ciudad inteligente	166
3.3.1. Aspectos generales a tener en cuenta.	167
3.3.2. Ámbitos del modelo.	169
3.3.3. Servicios propuestos dentro del modelo	170
3.3.4. Fases del modelo.....	172
3.3.4.1. Planeación estratégica	172
3.3.4.2. Establecimiento del nivel de madurez de la ciudad en términos de los servicios ofrecidos	173
3.3.4.3. Hoja de ruta.	176
3.3.4.3. Desarrollo de proyectos y evaluación del avance.	177
3.3.5. Indicadores propuestos en el modelo.....	177
3.3.6. Validación del modelo.	181
CONCLUSIONES	187
RECOMENDACIONES.....	189

BIBLIOGRAFÍA.....191

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fases de investigación.....	15
Tabla 2. Ámbitos de las Ciudades Inteligentes.	30
Tabla 3. Servicios de las Ciudades Inteligentes.....	32
Tabla 4. Ranking ICIM por dimensión	67
Tabla 5. Ranking general ICIM – ciudades colombianas.....	69
Tabla 6. Ranking ICIM Ciudades Colombianas – Ciudades Internacionales.....	70
Tabla 7. Indicadores IMD Smart City Index 2019.....	76
Tabla 8. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Estructuras	78
Tabla 9. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Tecnología	80
Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos.....	82
Tabla 11. Estructura de la encuesta.....	94
Tabla 12. Resumen de los resultados de la encuesta.....	105
Tabla 13. Diseño para recopilación de información proyectos tecnológicos	108
Tabla 14. Gobierno – Nueva York	138
Tabla 15. Movilidad – Nueva York	140
Tabla 16. Sostenibilidad – Nueva York.....	141
Tabla 17. Población – Nueva York.....	142
Tabla 18. Economía – Nueva York.....	143
Tabla 19. Gobierno – Barcelona.....	145
Tabla 20. Movilidad – Barcelona	146
Tabla 21. Sostenibilidad – Barcelona	147
Tabla 22. Población – Barcelona.....	148
Tabla 23. Economía – Barcelona.....	149
Tabla 24. Gobierno – Ámsterdam.....	151
Tabla 25. Movilidad – Ámsterdam.....	152
Tabla 26. Sostenibilidad – Ámsterdam.....	153
Tabla 27. Población – Ámsterdam	154
Tabla 28. Economía – Ámsterdam	155
Tabla 29. Gobierno – Madrid.....	156
Tabla 30. Movilidad – Madrid.....	157
Tabla 31. Sostenibilidad – Madrid	158

Tabla 32. Población – Madrid.....	159
Tabla 33. Economía – Madrid.....	160
Tabla 34. Gobierno – Singapur	161
Tabla 35. Movilidad – Singapur	162
Tabla 36. Población – Singapur.....	163
Tabla 37. Economía – Singapur	164
Tabla 38. Servicios propuestos en el modelo.....	171
Tabla 39. Tecnologías propuestas en el modelo.....	172
Tabla 40. Evaluación de servicios.....	174
Tabla 41. Niveles de madurez establecidos por ámbito.....	175
Tabla 42. Indicadores propuestos en el modelo	178
Tabla 43. Modelos internacionales de ciudad inteligente.....	182
Tabla 44. Principales características de ciudades inteligentes a nivel internacional.	185

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tecnologías para ciudades inteligentes.....	36
Figura 2. Ranking ICIM - Capital Humano	71
Figura 3. Ranking ICIM - Cohesión Social	71
Figura 4. Ranking ICIM - Economía	72
Figura 5. Ranking ICIM - Gobernanza	72
Figura 6. Ranking ICIM - Medio Ambiente	73
Figura 7. Ranking ICIM - Movilidad y Transporte	73
Figura 8. Ranking ICIM - Planificación Urbana	74
Figura 9. Ranking ICIM - Proyección Internacional.....	74
Figura 10. Ranking ICIM - Tecnología.....	75
Figura 11. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Estructuras	79
Figura 12. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Estructuras	80
Figura 13. Ámbitos del modelo	169

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la humanidad está viviendo la convergencia de dos fenómenos muy importantes: por un lado, el rápido crecimiento poblacional centrado en las ciudades; y, por otro lado, el desarrollo de la revolución digital que ha promovido el uso masivo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC.

En este contexto, según Naciones Unidas (2017), la población mundial actual es de 7.600 millones de personas; se espera que para el 2030 llegue a los 8.600 millones, pasando a los 9.800 millones en el año 2050 y 11.200 millones para el año 2100. Según lo planteado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2016), actualmente el 54,6% de la población del planeta vive en las ciudades, y para el año 2050 se estima que el porcentaje de personas que vivirán en las ciudades será del 70% .

En Colombia, según cifras del Departamento Nacional de Planeación – DNP (2013), se estima que para el año 2050 un 85% de la población vivirá en las ciudades. Los cambios en Colombia también son significativos: de acuerdo con el censo del año 2005, el 74% de la población se encontraba en áreas urbanas y 26% en el campo; en contraste, el censo de 2018 mostró que el 77,1% de la población está en cabeceras municipales, el 7,1% en centros poblados y el 15,8% está en el sector rural.

Este crecimiento poblacional obliga a que ciudades de todo el mundo deban prepararse para afrontar el reto de gestionar de manera eficiente y sostenible los servicios que requieren sus ciudadanos, y que atiendan necesidades estructurales como movilidad, transporte, agua potable, energía, gestión de residuos, comunicaciones, recreación, seguridad, salud, educación y trabajo (Ontiveros, Vizcaíno y López, 2017).

Paralelamente al crecimiento poblacional, se han dado grandes avances tecnológicos que pueden aportar a la gestión de las ciudades, entre los cuales se encuentran aquellos generados en medio de la revolución industrial 4.0, que está soportada en diferentes tecnologías disruptivas

como el internet de las cosas, la nube, *big data*, *blockchain*, ciberseguridad, robótica, simulación 3D, realidad aumentada, inteligencia artificial, vehículos autónomos, nanotecnología, biotecnología, simulación, ciencia de materiales, almacenamiento de energía, computación cuántica, sistemas ciberfísicos, *wearables* y drones, entre otras. (Joyanes, 2017).

En Colombia, el Gobierno Nacional se ha trazado el objetivo de construir un Estado más eficiente, más transparente y participativo, que preste mejores servicios a los ciudadanos y a las empresas, a través del aprovechamiento de las TIC. Para lograrlo, aproximadamente desde el 2008 viene trabajando en la Estrategia de Gobierno en Línea y su implementación en las entidades públicas, desde un enfoque nacional y territorial focalizando sus cuatro componentes: TIC para servicios; TIC para gobierno abierto; TIC para la gestión; y seguridad y privacidad de la información en las entidades de Gobierno (Mintic(a), 2018).

Posteriormente, en el año 2015, el Ministerio de TIC definió el Marco de Referencia de Arquitectura de TI (MinTIC - Arquitectura TI Colombia), un instrumento que establece la estructura conceptual define lineamientos, incorpora mejores prácticas y traza la ruta de implementación de la Arquitectura TI para Colombia.

A inicios de 2018 el MinTIC publicó para comentarios el borrador de política pública de ciudades inteligentes “Por la cual se adoptan lineamientos de política pública en materia de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC, para la promoción de un modelo de ciudades y territorios inteligentes (ciudades i)” (MinTIC, 2018) , el cual incluía las dimensiones: entorno inteligente, economía inteligente, personas inteligentes, vida inteligente, gobernanza inteligente y movilidad inteligente, sin embargo, dicha resolución no fue suscrita ni expedida.

En junio de 2018, el MinTIC expidió el decreto 1008 mediante el cual la Estrategia de Gobierno en Línea fue transformada en política de Gobierno Digital cuyo objetivo es “promover el uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones para consolidar un Estado y ciudadanos competitivos, proactivos, e innovadores, que generen valor público en un entorno de confianza digital” (Mintic(a), 2018).

Este decreto, establece en el numeral 4 del artículo 2.2.9.1.2.1 los propósitos de la política de gobierno digital, entre los cuales se encuentra el de “Impulsar el desarrollo de territorios y ciudades inteligentes para la solución de retos y problemáticas sociales a través del aprovechamiento de las TIC”. Para orientar a las entidades públicas en la consecución de este propósito la Dirección de Gobierno Digital del MinTIC formuló el borrador del modelo de territorios y ciudades inteligentes que incluye las dimensiones: entorno inteligente, economía inteligente, ciudadanía inteligente, vida inteligente, gobierno inteligente y movilidad inteligente. (Dirección de Gobierno Digital, 2018)

Asimismo, en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, en el *V Pacto por la ciencia, la tecnología y la innovación* se han planteado como objetivos:

Aumentar la inversión pública y privada en ciencia, tecnología e innovación; estimular la colaboración entre universidades y empresas; aprovechar los colombianos con doctorado que regresarán al país en los próximos años; potenciar la innovación pública a través de herramientas para medir, fortalecer y articular capacidades de innovación (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

Adicionalmente, en 2019, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), en conjunto con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, elaboraron el CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social).

Este CONPES formula una política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, enfocada en plantear las condiciones para potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, a fin de impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (MinTICb, 2019).

Así las cosas, se evidencia que en Colombia aún no se han elaborado políticas públicas en torno al desarrollo de ciudades inteligentes, ni se cuenta con un modelo oficial que oriente a las ciudades colombianas en su proceso de transformación hacia ciudades inteligentes.

De otro lado, aunque las ciudades colombianas realicen esfuerzos por aplicar Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para afrontar problemas de ciudad, sin un referente nacional, estas iniciativas resultan ser aisladas, puntuales y enfocadas en soluciones a corto plazo.

En este contexto, se plantea como objetivo general de la presente tesis, proponer un modelo de ciudad inteligente aplicable a las principales ciudades colombianas, que guíe el proceso de transformación de ciudades tradicionales a ciudades inteligentes en las áreas de gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía.

Los objetivos específicos planteados son los siguientes: realizar una conceptualización entorno a las ciudades inteligentes, sus ámbitos, servicios, arquitectura y tecnologías más relevantes; estudiar modelos de ciudades inteligentes desarrollados en otros países en los cuales el avance hacia ciudades inteligentes se vea reflejado en los ranking de indicadores internacionales de ciudades inteligentes; investigar sobre indicadores internacionales aplicados a ciudades inteligentes, sus características y resultados en términos de ranking de ciudades; analizar ciudades internacionales que estén realizando procesos avanzados de transformación hacia ciudades inteligentes; revisar el estado del arte de las ciudades Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga e Ibagué, en términos de políticas, iniciativas o proyectos que se relacionen con los ámbitos de ciudades inteligentes; Realizar la validación del modelo.

La presente investigación se justifica, en la necesidad que tienen todas las ciudades de avanzar de manera certera en la consolidación de ciudades inteligentes, a partir de múltiples cambios como lo son las políticas públicas enfocadas en fortalecer las competencias del capital humano para afrontar la cuarta revolución industrial, impulsar el desarrollo de tecnologías digitales, disminuir las barreras que impiden la incorporación de las TIC en los sectores público y privado.

En este sentido, un modelo de ciudad inteligente brindará a las ciudades colombianas la orientación que requieren para aprovechar las tecnologías emergentes, el apoyo del Gobierno Nacional, el talento humano propio, y la articulación de los ámbitos necesarios para optimizar el desarrollo urbano y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

El presente documento está estructurado en tres capítulos: el primero corresponde al marco metodológico que incluye el enfoque de la investigación, las variables a medir, el diseño, la población, muestra elegida y técnica e instrumentos usados.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, se establece una revisión bibliográfica orientada a establecer una conceptualización sobre las ciudades inteligentes. En esta parte se presentan los ámbitos o áreas que se involucran dentro de la concepción de ciudades inteligentes, se incluyen los servicios que pueden ser ofrecidos por una ciudad, y se analizan los elementos y avances tecnológicos que una ciudad inteligente debe involucrar.

Asimismo, se explican los aspectos que se deben tener en cuenta en los modelos de ciudades inteligentes, los niveles de madurez en los cuales puede estar una ciudad desde la perspectiva TIC, y se incluyen los indicadores internacionales que permitan la medición del avance de las ciudades en su proceso de transformación de ciudades tradicionales a ciudades inteligentes.

El tercer capítulo corresponde a la sección de resultados, que, por un lado comprende la construcción del estado del arte de ciudades colombianas como Ibagué, Bucaramanga y Bogotá, en términos de proyectos tecnológicos y/o iniciativas desarrolladas en torno al tema de ciudades inteligentes; y por otro lado, con base en la construcción de un instrumento de recolección de información conformado con 42 preguntas (abiertas, de selección múltiple cerradas), se recopilan respuestas de gobiernos municipales de dichas ciudades, para conocer los avances que éstas están teniendo en temas relacionados con los ámbitos y/o servicios de ciudades inteligentes.

Adicionalmente, en este capítulo se incluyen los casos de éxito de ciudades como Ámsterdam, Nueva York, Barcelona, Madrid y Singapur las cuales se encuentran ubicadas en los primeros lugares de los ranking de indicadores internacionales que permiten medir el avance en el proceso

de transformación hacia ciudades inteligentes como el *Índice Cities in Motion (ICIM)* y el *IMD Smart City Index*.

Estos insumos concluyen en la propuesta un modelo de ciudad inteligente estructurado en ámbitos, subámbitos y servicios. Este modelo considera las fases a seguir en el proceso de transformación hacia ciudades inteligentes, la definición de la hoja de ruta a seguir y los indicadores para su correspondiente seguimiento.

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1 Aspectos generales de la investigación

1.1.1. Diagnóstico. Debido a las cambiantes condiciones del mundo, de las dinámicas de las sociedades y de las necesidades de los individuos, se fortalecen factores como la globalización, el crecimiento demográfico y la evidente migración de los entornos rurales a los urbanos. Esto ha generado en las ciudades la necesidad de enfrentar nuevos retos relacionados con los procesos de planificación territorial urbana, la optimización de recursos, la mejora en las condiciones económicas, la gestión de la prestación de servicios y sostenibilidad medioambiental.

Ante este panorama, los gobiernos se han visto en la necesidad de formular e implementar de manera continua y permanente, iniciativas y políticas públicas que conformen y establezcan ciudades prósperas, nacidas del conocimiento de las realidades y limitaciones específicas del entorno, en las que se aproveche el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y se desarrollen nuevas capacidades, servicios y estrategias que redunden en la calidad de vida de los ciudadanos.

Colombia no es la excepción en este proceso, y es por esto que viene adelantando iniciativas orientadas a enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial, a partir del uso estratégico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos integrándolos como actores fundamentales en la transformación digital.

En este sentido, el Gobierno Nacional viene adelantado varias estrategias entorno al aprovechamiento de la tecnología, como la elaboración del CONPES de Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial, la definición de la Política de Gobierno Digital y la inclusión en el Plan Nacional del Desarrollo del Pacto V - *Pacto por la ciencia, la tecnología y la innovación*.

No obstante, en Colombia aún no se han elaborado políticas públicas que orienten a las ciudades colombianas en su proceso de transformación hacia ciudades inteligentes, ni se ha definido un modelo oficial de ciudad inteligente, que incluya las áreas de gobierno, movilidad,

sostenibilidad, población y economía. Por lo anterior, aunque las ciudades colombianas realicen esfuerzos por aplicar tecnologías para afrontar problemas de ciudad, sin un referente nacional, estas iniciativas resultan ser aisladas, puntuales y sin una visión integradora que permita optimizar los procesos de planeación urbana, fortalecer la toma de decisiones y la gestión administrativa.

En este contexto, se plantea como pregunta de investigación ¿Contar con un modelo de ciudad inteligente orientará a las ciudades colombianas en su proceso de transformación de ciudades tradicionales a ciudades inteligentes, involucrando las tecnologías de la información como un medio que permita realizar una gestión más eficiente en las áreas de gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía?

1.1.2. Justificación. Actualmente, el Gobierno colombiano viene realizando un gran esfuerzo en el diseño de planes y políticas encaminadas al uso y aprovechamiento de las TIC para el beneficio de los colombianos, el mejoramiento de la calidad de vida, la optimización de servicios ofrecidos, la transparencia gubernamental entre muchos otros.

Paralelamente, muchas ciudades colombianas de más de 500 mil habitantes, realizan importantes esfuerzos para modernizarse y aplicar Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a fin de afrontar los problemas de ciudad. Sin embargo, estas iniciativas son aisladas, puntuales, sin una visión integradora y más aún sin un referente nacional que apoye y guíe su proceso de transformación.

En este sentido, en Colombia se está dando un escenario tecnológico, de talento humano y voluntad política para que las ciudades puedan iniciar un proceso de transformación hacia ciudades inteligentes, con lo cual lograrán realizar una gestión eficiente de sus recursos, ofrecerán mejores servicios a sus ciudadanos y por ende mejoraran su calidad de vida; estarán en el camino de la sostenibilidad medioambiental y solidez económica.

Por tanto, un modelo de ciudad inteligente brindará a las ciudades colombianas la orientación que requieren para aprovechar las tecnologías emergentes, el apoyo del gobierno nacional, el talento humano propio, en la transformación hacia ciudades inteligentes incluyendo diferentes

ámbitos como movilidad, gestión ambiental, economía, necesarios para orientar los procesos de toma de decisiones, optimizar el desarrollo urbano y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

En este sentido, la transformación hacia ciudades inteligentes trae consigo beneficios como nuevos modelos de negocios, incremento en la economía, mejora de la calidad de vida en términos de salud, empleo, seguridad, tiempo libre; impacto en el medio ambiente, optimización de servicios, transparencia gubernamental, desarrollo e innovación tecnológica, emprendimiento, atracción a la inversión extranjera.

1.1.3. Objetivo General. Proponer un modelo de ciudad inteligente aplicable a las principales ciudades colombianas, que guíe el proceso de transformación de ciudades tradicionales a ciudades inteligentes en las áreas de gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía.

1.1.4. Objetivos específicos. Los objetivos específicos planteados son:

- Realizar una conceptualización entorno a las ciudades inteligentes, sus ámbitos, servicios, arquitectura y tecnologías más relevantes.
- Estudiar modelos de ciudades inteligentes desarrollados en otros países en los cuales el avance hacia ciudades inteligentes se vea reflejado en los ranking de indicadores internacionales de ciudades inteligentes.
- Investigar sobre indicadores internacionales aplicados a ciudades inteligentes, sus características y resultados en términos de ranking de ciudades.
- Analizar ciudades internacionales que estén realizando procesos avanzados de transformación hacia ciudades inteligentes.
- Revisar el estado del arte de las ciudades Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga e Ibagué, en términos de políticas, iniciativas o proyectos que se relacionen con los ámbitos de ciudades inteligentes.
- Realizar la validación del modelo desde una perspectiva conceptual.

1.2. Enfoque de la investigación

La investigación se establece a partir de un enfoque mixto, que integra la aplicación de una metodología cualitativa, enfocada principalmente en el desarrollo de la revisión documental; y de una metodología cuantitativa, a partir de un proceso de recolección de datos y análisis de casos específicos. En palabras de Hernández, Fernández y Baptista (2003), los estudios mixtos:

(...) representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o, al menos, en la mayoría de sus etapas (...) agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques (p. 21).

En este sentido, la investigación mixta inicia, generalmente, por un análisis cualitativo, que luego es soportada mediante el análisis de datos de tipo cuantitativo. En palabras de Creswel y Clark (2011), las principales características o elementos que se deben considerar a través del desarrollo de enfoques mixtos son:

- Desarrollar análisis de datos cualitativos y cuantitativos a partir de preguntas de investigación;
- Definir con anterioridad si va a haber un equilibrio dentro de ambos enfoques, o si alguno se va a utilizar como medio para soportar y darle mayor peso al otro.
- Emplear los procedimientos en un estudio o en diferentes fases de un programa de investigación.

Según Hernández, Fernández y Batista (2014), el enfoque mixto es un proceso mediante el cual se recolectan, analizan y vinculan datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, con el fin de responder de manera compleja e integral al planteamiento de un problema. La principal utilidad de implementar este enfoque es reducir las posibles debilidades del estudio, pues dicho enfoque reúne las principales fortalezas de las metodologías cualitativa y cuantitativa.

Con el fin de precisar qué es una investigación mixta, cuáles son sus cualidades y objetivos, es importante definir los dos elementos que la componen, es decir, el enfoque cualitativo y el enfoque cuantitativo. En primer lugar, la metodología de análisis cualitativos:

[...] intentan describir sistemáticamente las características de las variables y fenómenos (con el fin de generar y perfeccionar categorías conceptuales, descubrir y validar asociaciones entre fenómenos o comparar los constructos y postulados generados a partir de fenómenos observados en distintos contextos), así como el descubrimiento de relaciones causales, pero evita asumir constructos o relaciones a priori. Intentan descubrir teorías que expliquen los datos. Las hipótesis creadas inductivamente, o las proposiciones causales ajustadas a los datos y los constructos generados, pueden posteriormente desarrollarse y confirmarse. (Quecedo y Castaño, 2002, p. 43).

De esta manera, un estudio cualitativo se basa en la selección de una serie de cuestiones, a través de la información recopilada, los datos y las referencias, las cuales se analizarán encontrando las relaciones que se dan entre ellas y la manera en que se complementan y se vinculan dentro del marco general del estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2012).

Por su parte, el método cuantitativo se centra en recoger y analizar datos numéricos, sobre las variables objetos de la investigación, a partir de la recolección de información por medio de encuestas, cifras y porcentajes. Los principales atributos de un método cuantitativo son:

- Recolectar datos útiles para describir numéricamente los atributos de los fenómenos, objetos, personas y grupos por los que se investiga.
- Analizar los datos numéricos en términos de su variación; y
- Comparar grupos y relacionar factores a través de técnicas estadísticas (Hernández, Fernández y Batista, 2003).

Con estas claridades, la investigación mixta reconoce el valor del conocimiento como algo que se ha construido a través de medios cualitativos, tales como la percepción y la experiencia; y

se basa a la vez en los aspectos que componen las vivencias y experiencias de los grupos y las personas.

El enfoque mixto rechaza la exclusividad de lo cualitativo o de lo cuantitativo, y propone una lectura dual en donde los fenómenos se puedan analizar con una mayor profundidad, incluyendo una mayor cantidad de variables de análisis, útiles para llegar a conclusiones más precisas e integrales. De acuerdo con Hernández, Fernández y Batista (2014), desarrollar una investigación con un enfoque mixto tiene las siguientes ventajas:

- Ofrece una perspectiva más integral del fenómeno que se investiga.
- Permite definir con mayor precisión el planteamiento del problema.
- La multiplicidad de observaciones produce datos más variados, por medio de los cuales se analizan diversas fuentes, contextos, y ambientes. ambientes y análisis.
- Permite desarrollar con mayor solidez las inferencias científicas.

1.3. Definición de variables

Para el desarrollo de la investigación, y con base en el modelo planteado por el Observatorio Español de la Economía y la Sociedad Digital (ONTSI, 2015), se definen y agrupan las variables según el ámbito al que pertenecen.

1.3.1. Variables de Gobierno

- Transparencia: Ley de transparencia, redes sociales.
- Participación: Uso de medios digitales para participación
- Planeación estratégica: Plan de desarrollo, Plan de ciudad inteligente
- Información geográfica de la ciudad: Sistema geográfico de ciudad

1.3.2. Variables de Movilidad

- Transporte y tráfico: Sistemas para el control del tráfico, gestión de préstamo de bicicletas públicas

1.3.3. Variables de Sostenibilidad

- Medio ambiente urbano: Gestión del ruido, Gestión de la calidad de aire
- Gestión de residuos: Gestión de recogida de residuos
- Energía: Monitorización del consumo eléctrico en edificios públicos y privados, gestión del alumbrado público.
- Agua: Monitorización del consumo, gestión de la calidad del agua

1.3.4. Variables de Población

- Salud: Servicios de telemedicina, historia clínica en línea, teleconsulta
- Educación: Medios electrónicos para la consulta de oferta educativa, programas de apropiación de TI.
- Cultura: Disposición de medios electrónicos para el uso de recursos culturales
- Seguridad: Video vigilancia, Centros de control de seguridad y emergencia

1.3.5. Variables de Economía

- Turismo: Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el turista
- Empresa digital: Apoyo en la incorporación de TIC en las empresas
- Comercio y negocios: Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el comercio
- Innovación: Servicios y recursos para innovación
- Empleo y emprendimiento: Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el apoyo al empleo y emprendimiento

1.4. Diseño de la investigación

De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014), el diseño de la investigación define la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos fijados. Para ello, es necesario desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular del estudio.

Los diseños pueden clasificarse en investigación experimental y no experimental: a su vez, los primeros pueden dividirse en preexperimentos, experimentos puros y cuasiexperimentos. La investigación no experimental se subdivide en diseños transversales y longitudinales.

La presente investigación es no experimental, pues no hay manejo y modificación de las variables de investigación para ver su efecto sobre otras variables, sino que se observan situaciones ya existentes. El diseño es descriptivo, pues se indaga la incidencia de las variables en la población.

El desarrollo de la investigación se realiza en fases que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases de investigación

Fase	Descripción
Fase I	Formulación de la hipótesis y objetivo de la investigación.
Fase II	En la segunda fase se establece un análisis documental orientado a construir el marco teórico sobre ciudades inteligentes y modelos desarrollados en otros países.
Fase III	En esta fase se hace una revisión en las páginas web y planes de proyecto de las alcaldías, con el objetivo de identificar iniciativas y/o proyectos tecnológicos relacionados con los ámbitos de ciudades inteligentes propuestos en la investigación. Asimismo, se realiza encuesta a las ciudades objeto de estudio, orientada a identificar el estado actual en términos de servicios ofrecidos a los ciudadanos usando herramientas tecnológicas, se recopila la información y se analiza para presentarla en la fase de resultados.
Fase IV	En esta fase se hace una revisión de casos de éxito de ciudades internacionales en los cuales se haya promovido el tránsito adecuado hacia ciudades inteligentes.
Fase V	En la quinta fase se presentan los resultados a la luz de las variables previamente analizadas.

Fuente. Elaboración propia (2019).

1.5. Población

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), la población o universo “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. Asimismo, Bernal (2016), define

la población como “la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia”.

La población tomada para esta investigación son las ciudades colombianas con más de 500 mil habitantes, donde de acuerdo al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se encuentra ubicada el 38% de la población urbana. (DANE, 2018).

1.6. Muestra

De acuerdo con Hernández, Fernández, y Baptista (2014), la muestra es “un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”.

Existen dos tipos de muestra: probabilística y no probabilística. En la primera, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo/análisis.

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador.

Para la presente investigación se usa el tipo de muestra no probabilística, debido a que se tienen en cuenta otros aspectos como la población por ciudad, el porcentaje del PIB que aportan al país.

De acuerdo con lo anterior, la muestra la constituyen ciudades con más de 500.000 habitantes, particularmente Bogotá, D.C., Ibagué y Bucaramanga. Lo anterior, debido a que de acuerdo con el censo nacional de población y vivienda del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE (2018), estas ciudades representan aproximadamente el 18% de la población colombiana.

1.7. Técnicas e instrumentos

En la presente investigación se hace uso de las siguientes técnicas de investigación: recopilación documental, encuestas, estudio de casos.

1.7.1 Recopilación documental. La recopilación documental es un instrumento cuya finalidad es obtener datos e información a partir de documentos escritos y no escritos, susceptibles de ser utilizados dentro de los propósitos de una investigación en concreto. Se parte de la premisa de que cuanto más se conozca el tema, el proceso de afianzar la idea será más eficiente y rápido. Según Gómez (2004), la revisión de las fuentes y la obtención de información documental tienen las siguientes finalidades:

- Identificar nuevos problemas
- Conocer el estado de la cuestión en nuestro tema
- Conocer el alcance y relevancia del problema dentro de nuestra comunidad científica
- Conocer los posibles enfoques de la investigación y adoptar uno de modo coherente
- Obtener información para el desarrollo de la investigación misma
- Confrontar nuestras conclusiones con la investigación previa.

Es necesario realizar una adecuada recopilación documental, no basta con reunir documentos e incorporarlos al conjunto de datos recopilados mediante su consulta o lectura; además es necesario juzgarlos. La utilidad del examen crítico de las fuentes documentales es indispensable en cualquier investigación, pero al tiempo, deben ser complementarios con otros instrumentos o técnicas, debido a que el investigador nunca tiene contacto directo con los hechos y fenómenos a los que se hace referencia en los documentos (Ander-Egg, 1982).

En la presente investigación, la recopilación documental se aplicó durante la construcción del marco teórico, en el cual se establece una conceptualización de ciudades inteligentes desde la perspectiva de diferentes autores. Para ello, se hace una revisión en detalle los ámbitos o áreas que se involucran dentro de la concepción de del tema a tratar.

La revisión bibliográfica incluye los servicios que pueden ser ofrecidos por una ciudad en cada uno de los ámbitos asociados al bienestar y calidad de vida de la población, y que le permitirían avanzar en un proceso de transformación hacia una ciudad inteligente. Igualmente, se realiza una investigación sobre los elementos que una ciudad inteligente debe involucrar desde el punto de vista tecnológico, y se analizan algunas de los avances tecnológicos más usados dentro del desarrollo de las ciudades inteligentes.

Se realiza una búsqueda de información relacionada con modelos de ciudades inteligentes construidos en otros países, los niveles de madurez en los que se puede ubicar a una ciudad desde la perspectiva TIC. Se indaga también sobre los indicadores internacionales que permiten la medición del avance de las ciudades en su proceso de transformación de ciudades tradicionales a ciudades inteligentes.

Esta técnica también fue empleada para elaborar el estado del arte de las ciudades colombianas objeto de estudio, en términos de políticas, iniciativas o proyectos que se relacionen con los ámbitos de ciudades inteligentes.

La recopilación de esta información se realizó usando la técnica de observación en los sitios web institucionales y en planes de desarrollo, de acuerdo con los ámbitos de Gobierno, Movilidad, Sostenibilidad, Población y Economía, y, enfocándose en las variables de definidas en la presente investigación.

1.7.2. Encuesta. La encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. García (1993) la define como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativos, una población o contexto más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de particularidades.

Entre sus características se destacan las siguientes, compiladas (Casas, Repullo, & Donaldo, 2003):

- La información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los encuestados, por lo que cabe la posibilidad de que la información obtenida no siempre refleje la realidad.
- La encuesta permite aplicaciones masivas, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras.
- El interés del investigador no es el sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece; de ahí, como se ha mencionado, la necesidad de utilizar técnicas de muestreo apropiadas.
- Permite la obtención de datos sobre una gran variedad de temas.
- La información se recoge de modo estandarizado mediante un cuestionario (instrucciones iguales para todos los sujetos, idéntica formulación de las preguntas, etc.), lo que faculta hacer comparaciones intergrupales (p. 527-528).

Esta recolección de información es orientada por conceptos empíricos medibles, derivados de conceptos teóricos con los que se construyen las hipótesis conceptuales. El análisis de la información recolectada tiene como fin determinar el grado de significación de las relaciones previstas entre las variables, para ello se utiliza el método hipotético-deductivo, cuya lógica se basa en la formulación de una ley universal y el establecimiento de condiciones iniciales relevantes que constituyen la premisa básica para la construcción de teorías, modelos o premisas (Hernández, 2008).

Para la presente investigación, se realizó una recolección de información se mediante la construcción de una encuesta en línea en la plataforma *google docs*, con cuarenta y dos (42) preguntas estructuradas en veintitrés (23) secciones, constituido por preguntas abiertas, de selección múltiple, asignación de valoraciones y preguntas cerradas; todas ellas relacionadas con los ámbitos y/o servicios de ciudades inteligentes.

Este instrumento fue enviado por el servicio de contáctenos o SDQS a las alcaldías de las ciudades colombianas objeto de estudio: Bogotá, D.C., Ibagué y Bucaramanga. El objetivo fue encontrar un estado del arte de estas ciudades en aspectos relacionados con ciudades inteligentes

como definición de políticas o iniciativas, retos o problemas de ciudad afrontados mediante el uso de las TIC, uso de redes sociales, espacios de participación y/o colaboración ciudadana, trámites y servicios ofrecidos, datos abiertos, uso de tecnologías para la toma de datos medioambientales, manejo de residuos, capacitación y/o apropiación TIC dirigida a ciudadanos y funcionarios, uso de TIC en las áreas de salud, seguridad, economía.

1.7.3. Estudios de casos. El estudio de casos fue un método de aprendizaje concebido por Christopher Langdell en 1880, en la Escuela de Leyes de la Universidad de Harvard y ampliamente difundido en procesos de formación, desarrollo y selección. Según Robert K. (2009), un estudio de casos es una investigación empírica que investiga un fenómeno en su contexto real, donde los límites entre el fenómeno y el contexto no se muestran de forma precisa y en el que múltiples fuentes de evidencia son usadas.

Arias Vargas y otros (2016), establecen que hay dos escenarios de definición para los casos: como práctica pedagógica y como método de investigación, es decir, puede en ocasiones llevar la realidad organizacional a un entorno pedagógico, pero también puede ser empleado como un instrumento de investigación. Para desarrollar un estudio de caso se deben seguir los siguientes pasos:

- Construcción de un modelo, el cual incluye un sustento teórico que permite estudiar el fenómeno y del cual deben formularse hipótesis que se deriven del modelo.
- Contrastación de hipótesis con una muestra que permita medir las diferentes variables teóricas presentadas en el modelo.
- Comprobación, que corresponde al análisis estadístico de las hipótesis.

Los estudios de caso tienen como característica básica que, abordan de forma intensiva una unidad, que pueda estar compuesta por una persona, grupo, organización, institución, etc., por lo que puede ser algo simple o complejo, pero siempre una unidad. A pesar de lo anterior, en algunos estudios se incluyen varias unidades, cada una de ellas se aborda de forma individual. Generalmente se estudian cuatro tipos de casos, tomando a (Merriam, 1998; Stake, 1994), citados por Muñiz (s.f.):

- Caso “típico”. Es una persona que representa a un grupo o comunidad. Pueden estudiarse varias personas que tienen algún aspecto en común, por lo que se espera cierta homogeneidad o coherencia en sus respuestas.
- Casos “diferentes”. Son personas que representan distintos miembros de un grupo. Pueden variar en género, raza, ser diferentes miembros de una familia o tener alguna otra característica que puede significar diferente forma de pensar, expresarse o reaccionar ante las situaciones que viven.
- Casos “teóricos”. Estos casos se escogen porque permiten probar algún aspecto de una teoría. Pueden ser personas con características semejantes o diferentes, pero cuyo análisis puede contribuir a esclarecer alguna hipótesis o teoría.
- Casos “atípicos”. Son personas con alguna característica peculiar que los hace diferentes de los demás, pueden tener algún trastorno o habilidad excepcional, pueden ser personas que están o han estado expuestas a situaciones especiales. (p. 3)

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el método de estudio de casos posee una serie de complicaciones que es preciso evitar mediante la aplicación efectiva de los instrumentos, y de un análisis riguroso de la información que se genera a partir de cada una de las fases de la investigación. Según las palabras de Robert K. (1989), los principales aspectos que se deben evitar al realizar el método de estudio de casos son:

- Evitar que el punto de vista del investigador influya en el análisis de los resultados.
- Evitar que la documentación y los resultados sean demasiado extensos, para poder realizar un análisis adecuado de la información.
- Tener cuidado con las generalizaciones que se hagan, pues se debe tener en cuenta que el estudio de casos es un método que se basa en lo particular.

En la presente investigación se analizaron los casos de éxito de ciudades como Ámsterdam, Nueva York, Barcelona, Madrid y Singapur las cuales se encuentran ubicadas en los primeros lugares los ranking de indicadores internacionales que permiten medir el avance en el proceso de

transformación hacia ciudades inteligentes como el *Índice Cities in Motion (ICIM)* y el *IMD Smart City Index*.

2. MARCO TEÓRICO

Las sociedades actuales, se han visto enfrentadas a diferentes fenómenos que determinan un cambio de sus pensamientos, estructuras y dinámicas. Actualmente, uno de los mayores cambios, se centra en el fenómeno migratorio de la población hacia las ciudades. El Banco Interamericano de Desarrollo (2016) señala que más de la mitad de la población del planeta (54,6% o 3.600 millones de personas) vive en ciudades y se estima que, en el 2050, el 70% de la población mundial (más de 6.000 millones) vivirá en ciudades.

Colombia no es la excepción; de acuerdo con la Misión del Sistema de Ciudades del Departamento Nacional de Planeación – DNP, se estima que, en el año 2050, un 86% de la población vivirá en las ciudades, 60 de las cuales tendrán más de 100 mil habitantes (DNP, 2013).

Este fenómeno migratorio hacia las ciudades obliga a los gobiernos a pensar en alternativas que permitan enfrentar eficientemente los retos de crecimiento poblacional, con el fin de gestionar eficientemente aspectos como movilidad, seguridad y riesgos, para de esta manera favorecer procesos de gran relevancia como la comunicación y la participación ciudadana. Para lograrlo, las ciudades necesitan ser sostenibles y capaces de atraer y retener el talento, además de fomentar el desarrollo, la cultura, innovación y crecimiento económico (García, Gutierrez, Vives y Valencia, 2014).

Pero a la par del crecimiento poblacional y urbanístico, es preciso analizar los grandes avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación - TIC, que han generado nuevas formas de comprender la realidad y de relacionarse con el mundo, de orientar los procesos de planificación estratégica en los entornos urbanos y rurales, y de promover maneras alternativas por medio de las cuales las personas pueden comunicarse y relacionarse.

En este contexto, la convergencia entre el crecimiento poblacional y el desarrollo tecnológico han permitido que tome fuerza la filosofía de ciudad inteligente o *Smart City*. Según García, Gutiérrez, Vives y Valencia (2014), estas nuevas ciudades involucran un cambio en la manera de

entender la ciudad, de vivir y de trabajar en ella, a partir de nuevos procesos de desarrollo, sensibilización y formación. Adicionalmente, una ciudad inteligente debe ser capaz de gestionar sus recursos y las fuentes de energía de manera óptima y de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. En este sentido, se puede decir que las ciudades inteligentes se asocian al desarrollo de variables en planos como el político, social, técnico y cultural.

Una ciudad inteligente parte de la premisa de que la tecnología es un factor indispensable para que las ciudades participen de la transformación de la sociedad y cumplan con las expectativas y necesidades de los ciudadanos, impactando en su calidad de vida en aspectos como tiempo libre, seguridad, entornos más saludables, mejor educación y oportunidades laborales. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

2.1. Ciudades Inteligentes

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (2016), una ciudad inteligente y sostenible es una ciudad innovadora que utiliza las TIC como un medio que permite disponer de la información necesaria para la toma de decisiones y la gestión administrativa, brindar una mejor atención a los ciudadanos, mejorar la imagen de las entidades públicas, aumentar el grado de satisfacción de los ciudadanos, optimizar la gestión de recursos y generar procedimientos comunes que aumentan la eficiencia del Gobierno.

Además, la inclusión de las TIC a los procesos de planeación urbana favorece la creación de indicadores de desempeño, que son útiles para medir, comparar y mejorar las políticas públicas, lo que permite promover una mayor participación de la ciudadanía en la identificación de los problemas de ciudad.

Otra definición de ciudad inteligente es la planteada en el libro “*Smart City – hacia la gestión inteligente*”:

Aquella capaz de gestionar los recursos y las fuentes de energía de manera óptima para mejorar la calidad de vida de las personas y del entorno, optimizando los servicios y

mejorando su rentabilidad de uso, englobando aspectos sociales, técnicos, políticos y funcionales. (García, Gutierrez, Vives y Valencia, 2014, p. 24)

De acuerdo con lo planteado en el libro *La ruta hacia las Smart Cities, una ciudad inteligente*:

Resulta atractiva para los ciudadanos, empresarios y trabajadores, pues genera un espacio más seguro, con mejores servicios y con un ambiente de innovación que incentiva soluciones creativas, genera empleos y reduce las desigualdades. De esa manera, las Ciudades Inteligentes promueven un ciclo virtuoso que produce no solo bienestar económico y social, sino también el uso sostenible de sus recursos con miras a elevar la calidad de vida a largo plazo. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016, p. 1)

De otro lado, Lea (2017) define las ciudades inteligentes como ciudades innovadoras que utilizan las TIC para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de la gestión urbana, los servicios y la competitividad. La finalidad principal de estas ciudades, por tanto, es la de satisfacer las necesidades actuales y futuras en aspectos económicos sociales y ambientales. Lo anterior implica que una ciudad es un ecosistema complejo en el cual intervienen diferentes actores como autoridades de ciudad, empresas locales y grupos industriales, comunitarios, universidades, institutos de investigación e innovación.

Asimismo, Gutierrez-Rubí (2017) establece que las ciudades son más que un territorio, son una compleja mezcla de capas de relaciones, flujos, datos, vínculos que la actividad de las personas generan. En este sentido, el crecimiento constante, el consumo de recursos, la desigualdad social son fenómenos que se han acentuado en las últimas décadas.

Sin embargo, la implantación de soluciones tecnológicas no han dado los resultados esperados, por lo que toma fuerza el plantear una simbiosis entre la ciudadanía y la tecnología, en el que se pueda poner un foco en el ciudadano, en el uso de la tecnología para afrontar los retos de ciudad y en otorgar más importancia a atributos como lo colectivo, la transparencia y la colaboración, para así pensar mejor en ciudades conectadas en lugar de ciudades inteligentes.

Para Seisdedos (2015) una ciudad inteligente implica una nueva forma de vivir, utiliza la tecnología como un medio que permite brindar de forma más eficiente los servicios urbanos, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y transformar la relación entre los actores (entidades públicas, empresas y ciudadanos), lo que facilita una nueva forma de vivir, gestionar, conectar, consumir y disfrutar el espacio urbano. Asimismo, indica que a pesar de no existir un consenso sobre los elementos mínimos que deben existir en una ciudad para catalogarla como ciudad inteligente, sí se puede hablar de cuatro elementos comunes a las ciudades inteligentes, que son:

- **Una visión holística o global.** La inteligencia y la innovación tecnológica se aplica en todos los ámbitos y espacios de la ciudad.
- **Un medio para mejorar la calidad de vida.** Se mejora la eficiencia y calidad de los servicios públicos, el sector productivo tiene más oportunidades para la innovación, y se genera un ambiente más sostenible que atrae inversores y talento humano.
- **La tecnología como factor disruptivo.** Se favorece la captación de grandes cantidades de datos para procesarlos en tiempo real y convertirlos en información relevante para todos los actores de ciudad. Se posibilita una interoperabilidad dentro de los sistemas de ciudad y se impulsa la innovación.
- **Un nuevo modelo de relaciones.** Las ciudades inteligentes dan paso a una economía colaborativa, pues se crean nuevas formas de participación ciudadana, se facilita la adopción de políticas urbanas y se mejora la comunicación entre todos los actores de ciudad.

En este sentido, de acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (2016), se puede decir que la tecnología digital no es un fin en sí mismo, sino un medio para transformar la infraestructura tradicional de la ciudad en un ecosistema vivo y sostenible, que funciona captando datos y brindando beneficios a los ciudadanos y las empresas de la ciudad.

La filosofía de ciudades inteligentes ubica las personas en el centro del desarrollo, incorpora a las TIC en la gestión de ciudad y usa estos elementos tecnológicos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación

colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las ciudades inteligentes se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas, resilientes y sostenibles, lo que mejora la calidad de vida de sus ciudadanos y visitantes.

De acuerdo con el análisis que se ha planteado, para la presente investigación se acogió la definición dada en el plan nacional de ciudades inteligentes de España:

Ciudad inteligente (*Smart City*) es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente. (Agenda Digital para España, 2015)

2.1.1 Ámbitos. Según García, Gutiérrez, Vives y Valencia (2014), existen múltiples ámbitos en los que se puede aplicar la tecnología para ofrecer mejores servicios y, por ende, mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Entre dichos ámbitos se encuentran: *Smart Economy* (Economía), *Smart Governance* (Gestión), *Smart People* (Ciudadanía), *Smart Environment* (Entorno), *Smart Living* (Calidad de vida), *Smart Mobility*. A continuación, se describe cada uno de ellos.

Smart Economy. Está asociado con el fortalecimiento del uso de las TIC en la industria y centra en incentivar las iniciativas de emprendimiento e innovación, generar espacios empresariales, impulsar la competitividad y la productividad empresarial con miras a mejorar la calidad de vida de la población. Además, busca fomentar la internacionalización de las empresas.

Smart Governance. Comprende aspectos como la participación ciudadana, las mejoras en la productividad y calidad en el servicio a la ciudadanía a través de la optimización de los servicios

públicos e implementación de trámites en línea más rápidos y efectivos. La aplicación de las nuevas tecnologías permite mejorar los procesos democráticos y de participación ciudadana.

Smart People. En este ámbito se busca mejorar la calidad y cobertura de la educación, teniendo en cuenta aspectos como la globalización y los avances tecnológicos. Es fundamental que las tecnologías involucradas en las estrategias de desarrollo de ciudades inteligentes estén al alcance de la mayor cantidad de población, sin importar el nivel sociocultural y económico al que pertenezca.

Smart Environment. El entorno inteligente está relacionado con el uso de nuevas tecnologías para preservar los recursos naturales y disminuir la contaminación ambiental, enfocándose en la gestión eficiente de los residuos y de los recursos energéticos.

Smart Living. Este ámbito involucra la aplicación de las TIC en los aspectos que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos, como salud, seguridad, vivienda, turismo.

Smart Mobility. Se enfoca en mejorar la sostenibilidad, seguridad y eficiencia en los medios de transporte.

Por su parte, Muñoz López, Antón Martínez, & Fernández Ciez (2015) propone un modelo de ciudad inteligente conformado por los siguientes elementos:

Smart Environment. Centrado en la gestión de los recursos de la ciudad, incluye los subámbitos: medio ambiente urbano, gestión de residuos, energía y agua.

Smart Mobility. Su objetivo es mejorar la movilidad, el transporte y la accesibilidad en la ciudad. Abarca los subámbitos: Accesibilidad, infraestructura viaria, transporte y tráfico, conectividad TIC y estacionamiento.

Smart Governance. Enfocado en un gobierno abierto y transparente, que se apoya en la tecnología para conseguir la calidad y eficiencia en sus servicios. Incluye los subámbitos de

información geográfica de la ciudad, administración digital, planificación estratégica, transparencia, participación.

Smart Economy. Está orientado hacia el desarrollo económico y competitivo de la ciudad y cuenta con los subámbitos: turismo, consumo, empresa digital, comercio y negocios, ecosistema de innovación, empleo y emprendimiento.

Smart People. Se enfoca en potenciar el capital social y humano de la ciudad, incluye los subámbitos colaboración ciudadana e inclusión digital.

Smart Living. tiene como objetivo incrementar la calidad de vida de los ciudadanos y contempla los subámbitos de salud, educación, cultura y ocio, asuntos sociales, seguridad y emergencias, urbanismo y vivienda, infraestructuras públicas y equipamiento urbano.

Asimismo, Ontiveros, Viscaíno, & López Sabater (2016) establecen que el objetivo principal de una ciudad inteligente es ofrecer a sus ciudadanos una mejor calidad de vida, mediante la supervisión de la ciudad y sus recursos, los cuales están agrupados en 6 ámbitos: *Smart Environment, Smart Living, Smart Mobility, Smart People, Smart Economy, Smart Governance.*

Smart Environment. Involucra las necesidades de gestión (energía/eficiencia energética, agua y saneamiento, gestión de residuos sólidos urbanos)

Smart Living. Salud, seguridad ciudadana, turismo y gestión cultural.

Smart Mobility: Sistemas inteligentes de transporte, infraestructura de transporte, control de aparcamientos.

Smart People. Formación y educación, integración y pluralidad

Smart Economy. Generación de nuevas inversiones, apertura a mercados exteriores, innovación empresarial, comercio inteligente.

Smart Governance. Administración electrónica, Gobierno abierto, participación ciudadana.

En la tabla 2 se sintetiza la información que se ha planteado en torno a los ámbitos de las ciudades inteligentes, de acuerdo con el planteamiento de las fuentes consultadas.

Tabla 2. Ámbitos de las Ciudades Inteligentes.

Autor/Ámbitos	<i>Smart Economy</i>	<i>Smart Governance</i>	<i>Smart People</i>	<i>Smart Environment</i>	<i>Smart Living</i>	<i>Smart Mobility</i>
(Colado García, Gutierrez, Vives, & Valencia, 2014)	X	X	X	X	X	X
(Muñoz López, Antón Martínez, & Fernández Ciez, 2015)	X	X	X	X	X	X
(CONETIC, 2017)	X	X	X	X	X	
(Ontiveros, Vizcaíno, & López, 2017)	X	X	X	X	X	X

Fuente. Elaboración propia (2019)

2.1.2. Servicios. Dentro del catálogo de servicios que una ciudad debe prestar a sus ciudadanos, según García, Gutierrez, Vives y Valencia (2014), se encuentran las siguientes categorías: gobierno de la ciudad y relación con sus ciudadanos, energía y sostenibilidad medioambiental, gestión de residuos, transporte y movilidad, gestión de los edificios e infraestructura urbana, servicios sanitarios, seguridad, educación, capital humano y cultura, comercio, turismo y realidad aumentada.

Estas categorías están relacionadas de manera cruzada con los seis ámbitos definidos por García, Gutierrez, Vives, & Valencia (2014), los cuales son: *Smart Economy*, *Smart People*, *Smart Governance*, *Smart Mobility*, *Smart Environment*, *Smart Living*. Ejemplos de dichos servicios son el uso de redes sociales, portales de noticias, acceso a datos sociodemográficos, médicos, ambientales, *open data*, aplicaciones analíticas, voto electrónico, control de contenedores de residuos mediante sistemas de sensorización, control de la red de semáforos, vías de acceso con velocidad variable, telemonitorización y telemedicina, entre otros.

ONTSI (2015) indica que una vez establecidos los ámbitos que conforman una *Smart City*, el siguiente paso es identificar los principales servicios sobre los que se debería actuar para avanzar de manera significativa hacia su desarrollo, a partir de la definición de tres tipologías, que son: servicios destinados a la ciudad, servicios de atención y relación con el ciudadano y servicios de soporte a una ciudad inteligente.

Dentro de los servicios destinados a la ciudad, se encuentran aquellas infraestructuras o servicios que tienen como principal destinatario a la ciudad y a sus espacios públicos, o que se centran en la mejora de su gestión. Por ejemplo, se resalta el mantenimiento de parques, medición medioambiental, recogida de residuos, gestión de la red eléctrica, consumo y calidad de agua, control del tráfico, espacios digitales de participación, servicios y electrónicos de información al consumidor.

Los servicios de atención y relación con el ciudadano son aquellos orientados a facilitar la interacción de los ciudadanos y empresas con la administración local y con los servicios municipales. Por ejemplo, se destacan las redes sociales, trámites en línea, aplicaciones móviles de información y atención al ciudadano, servicios electrónicos de orientación del empleo y el emprendimiento.

Finalmente, los servicios de soporte a una Ciudad Inteligente se definen como activos, recursos o servicios habilitantes o dinamizadores del desarrollo de ésta. Por ejemplo, las zonas wifi-públicas, el plan estratégico, inventario de activos municipales, servicios, recursos e

infraestructura para la innovación, asesoramiento y capacitación en nuevas tecnologías. En la Tabla 3 se muestran los diferentes tipos de servicios de las ciudades inteligentes.

Tabla 3. Servicios de las Ciudades Inteligentes

Autor	Servicios ofrecidos por las ciudades inteligentes
(Colado García, Gutierrez, Vives, & Valencia, 2014)	Gobierno de la ciudad y relación con sus ciudadanos, energía y sostenibilidad medioambiental, gestión de residuos, transporte y movilidad, gestión de los edificios e infraestructura urbana, servicios sanitarios, seguridad, educación, capital humano y cultura, comercio, turismo y realidad aumentada.
(ONTSI ,2015)	Servicios destinados a la ciudad, servicios de atención y relación con el ciudadano y servicios de soporte a una ciudad inteligente.
(Ontiveros, Vizcaíno, & López, 2017)	Energía (energía renovable, smart grid, smart metering, alumbrado público), Movilidad (vehículos eléctricos, gestión del tráfico, sistema de transporte público, control de acceso vehicular, parking), Gobernanza y planificación (Gobierno abierto, datos abiertos), Servicios públicos (Seguridad, Salud, Cultura, Ocio y Arte, Políticas sociales), Agua (gestión de distribución de agua y saneamiento, gestión de agua lluvia), Edificios y vivienda (Edificios eficientes, Viviendas eficientes), Gestión RSU (depósito, recogida, transporte y tratamiento), Economía circular (Colaborativa, Innovación y pagos)
(Seisdedos, 2015)	<i>Smart environment</i> (medición inteligente de consumos de energía y agua, las redes inteligentes de suministro, la monitorización y el control de la polución, la renovación de edificios y equipamientos urbanos, la edificación y planeamiento urbano sostenible, y la eficiencia, reutilización y reciclaje de recursos, servicios de alumbrado público, la gestión de residuos sólidos urbanos y la gestión integral del ciclo del agua). <i>Smart mobility</i> (transporte sostenibles, seguros e interconectados que integren autobuses, tranvías, trenes, metros, bicicletas y vías peatonales). <i>Smart Living</i> (videovigilancia inteligente, ciberseguridad, centros de mando y control para la gestión de emergencias, alertas públicas de desaparecidos, teleasistencia, programas de salud y autocuidado para enfermos crónicos, prevención y alertas sanitarias y accesibilidad online ahistorial e informes clínicos con disponibilidad en todo el sistema de salud). <i>Smart People</i> (guarderías municipales, escuelas municipales de música, danza o teatro, informática para adultos, español para extranjeros, cursos para emprendedores). <i>Smart Economy</i> (Comercio electrónico, negocios por internet, nuevas formas de producción y entrega de servicios). <i>Smart Governance</i> (transparencia y datos abiertos)

Fuente. Elaboración propia,

2.1.3. Elementos involucrados (Arquitectura). De acuerdo con lo planteado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2016), desde el punto de vista tecnológico, una ciudad inteligente involucra cuatro elementos, que son:

Interfaces de comunicación. Es necesario que exista una capa de aplicaciones y sistemas de comunicación que funcionen como interfaces entre la gestión, los ciudadanos y las diferentes estructuras y departamentos de la ciudad. Esos sistemas pueden servir como plataformas de colaboración, a través de la creación de aplicaciones móviles que permiten la recolección de datos y la gestión participativa por parte de los ciudadanos –o que permiten que la ciudad se comunique con ellos para enviar alertas de emergencia o sugerencias de transporte.

Centros integrados de operación y control. Es la integración de la estructura tecnológica (computadoras, sistemas de aplicaciones y monitores de los sistemas digitales); de la infraestructura física (salas de operación, gestión de crisis, etc.); de la infraestructura de procesos y de los representantes de varios organismos públicos y proveedores de servicios. Se centran en un enfoque colaborativo e integrado de los temas que orientan las bases y el desarrollo de la ciudad inteligente

Sensores y dispositivos conectados. Se requiere tener la capacidad de obtener datos generados en las infraestructuras instaladas por prestadores de servicios y ciudadanos, para procesar los datos y transformarlos en información que facilite la toma de decisiones. En este sentido, los sensores y dispositivos deben ser capaces de mitigar, organizar, anticipar o prever diferentes tipos de retos urbanos.

Para captar esos datos, en algunos casos es necesario instalar sensores y cámaras de video en la infraestructura física de la ciudad y conectarlos en una red de comunicación de datos. La idea es que los datos apoyen los procesos de toma de decisión, permitan anticipar acontecimientos futuros y apoyen el desarrollo de nuevos servicios y políticas públicas.

Infraestructura de conectividad. Se debe garantizar la existencia o el desarrollo de redes que puedan soportar aplicaciones digitales, garantizando que dicha conectividad esté presente en toda

la ciudad y para todos los ciudadanos. La infraestructura de comunicación puede ser una combinación de diferentes tecnologías de red de datos que utilicen transmisión vía cables, fibra óptica y redes inalámbricas (Wi-Fi, 3G, 4G o radio).

Ahora bien, ONTSI (2015) define un modelo que describe las diferentes actividades, fases, elementos y actores involucrados en el ecosistema de una ciudad, que deben generarse y transcurrir para transformarla en una ciudad inteligente. Las fases que especifica son generación de información, captura de información, análisis y gestión de información y finalmente integración de información sectorial, las cuales se describen a continuación:

Generación de información. En la primera fase del sistema de valor de una *Smart City*, definido por ONTSI (2015), se origina toda la información relacionada con la ciudad, lo cual supone el inicio del proceso para el tratamiento y gestión posterior de dichos datos. Los principales agentes demandantes y generadores de información son el gobierno, la ciudadanía, la ciudad y los servicios de ciudad.

Captura de información. En la segunda fase del sistema de valor de una *Smart City*, se encuentra la captura de información. Consiste en la recolección de datos e información sensible derivada de la actividad diaria de la ciudad, generada por los agentes descritos anteriormente. El proceso de recolección de datos se basa en el uso de tecnologías empleadas por los generadores de información, que la ciudad pone a su disposición para la recolección automatizada de la información. Estas tecnologías abarcan las siguientes categorías: dispositivos de sensorización, sistemas de teledeteción, redes sociales y apps móviles de recogida de datos del ciudadano.

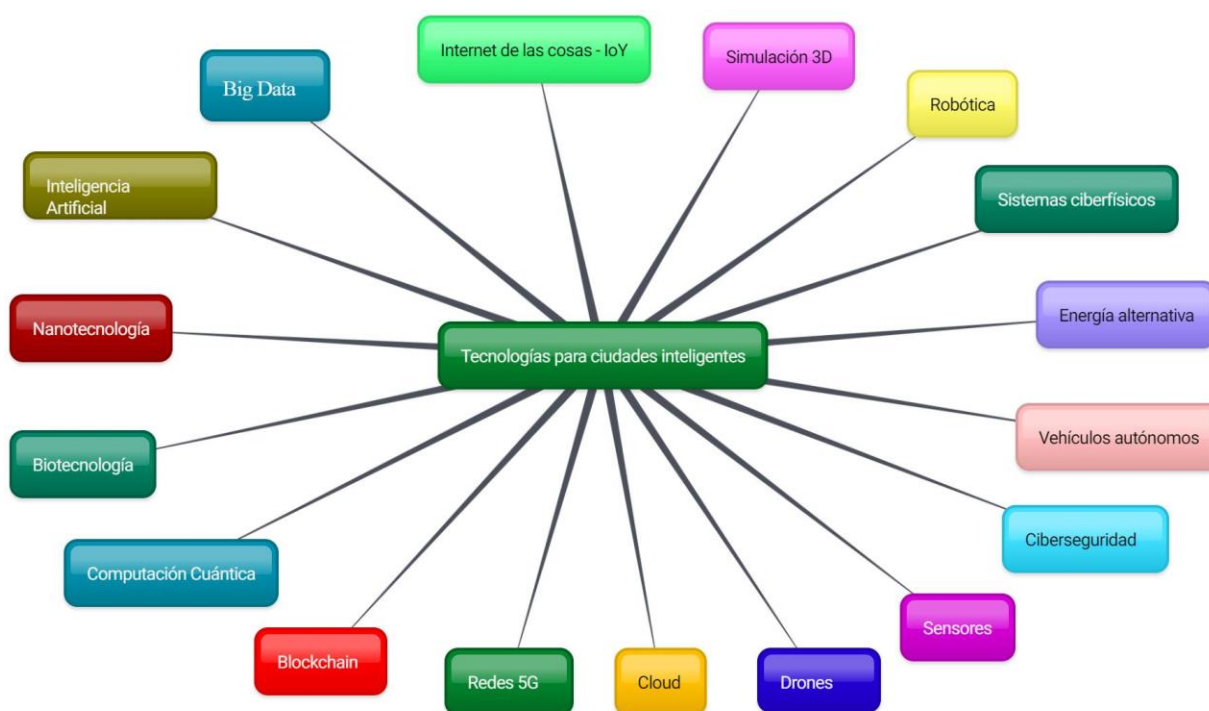
Análisis y gestión de información. La tercera fase corresponde al análisis y gestión de la información. Su objetivo es la extracción de datos e información relevante proveniente de los sistemas de captación previos, con la intención de realizar una adecuada gestión y tratamiento de los datos. Para ello, es necesario el empleo de diferentes sistemas y soluciones verticales, o sistemas expertos, para la realización de actividades analíticas, de predicción, gestión, prescripción y publicación.

Integración de información sectorial. La última fase corresponde a la capa de integración de información sectorial. Consiste en la unificación de la información, proveniente de los diferentes sistemas y generadores de información, para obtener un conocimiento integrado sobre el funcionamiento de la ciudad. Este conocimiento debe apoyar una toma de decisiones integral más eficiente y eficaz, orientada a la resolución de los problemas de todos los actores involucrados en el ecosistema municipal.

A esta capa se puede acceder por dos vías del sistema: desde la segunda capa, la de captación de la información, y desde la tercera capa, la de análisis y gestión. Las plataformas de integración que constituyen esta última capa pueden ser plataformas que integran diversos sistemas verticales de gestión de servicios de la ciudad o plataformas integrales de gestión de la ciudad completa.

2.1.4. Tecnologías. En la Figura 1 se presentan las tecnologías más relevantes que pueden aplicarse en las ciudades inteligentes, de acuerdo con el informe desarrollado por Andalucía es digital (2017) y por Joyanes (2017). Estas tecnologías posibilitan la transformación digital de las ciudades para cumplir con objetivos medioambientales, económicos y sociales.

Figura 1. Tecnologías para ciudades inteligentes



Fuente. Elaboración propia (2019).

En el año 2011 surge la llamada Industria 4.0, entendida como una iniciativa alemana orientada a aumentar la competitividad de la industria manufacturera mediante el uso de los sistemas ciberfísicos (CPS *cyber-physical systems*). De esta forma, se favorece la integración de máquinas inteligentes conectadas a internet y a la mano de obra humana (Joyanes, 2017)

Andalucía es digital (2017) plantea que las bases TIC para el desarrollo de las Ciudades Inteligentes son el internet de las cosas, *Big Data*, inteligencia artificial, nuevos sistemas *cloud*, tecnología móvil y 5G y Redes de telecomunicaciones de nueva generación.

El Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes – CIGI (2015) elaboró un documento que describe, en términos de desarrollo de tecnología, la visión de la ciudad inteligente hasta el año 2030, tanto desde el punto de vista de los ámbitos (energía y medio ambiente, edificios e infraestructuras, movilidad e intermodalidad, gobierno y servicios sociales) como de infraestructura y tecnología (TIC, sensores, seguridad y materiales).

En relación con las TIC, CIGI plantea siete elementos tecnológicos: Infraestructura computacional, Sistemas de gestión y análisis de datos (*Big Data*), Diseño y desarrollo de aplicaciones software, Redes de comunicaciones, Sistemas de visualización de imagen e Internet de las cosas.

A continuación, se plantea una breve descripción de las tecnologías más usadas en las ciudades inteligentes:

2.1.4.1. Internet de las Cosas. De acuerdo con Joyanes (2017), el internet de las cosas es un nuevo sistema tecnológico, en el cual las personas pueden conectarse a internet en cualquier momento y lugar. Cada día se incrementa el número de dispositivos conectados a internet, y con la llegada del protocolo IPV6 y las redes de comunicación 5G, se posibilita identificar a miles de millones de objetos, tales como libros, zapatos, vehículos, trenes, aviones, electrodomésticos o dispositivos wearables. Técnicamente, el internet de las cosas consiste en la integración de sensores y dispositivos en objetos cotidianos, de modo que puedan conectarse a internet a través de redes fijas e inalámbricas.

Uno de los grandes pilares para el futuro inmediato del entorno urbano es el Internet de las Cosas. En esta lista de tecnologías indispensables para las ciudades inteligentes, el desarrollo de IoT es uno de los más visibles en la vida cotidiana, pues son sensores y objetos conectados que ya están instalados en muchas de las calles y mobiliario urbano para favorecer la comunicación

en tiempo real de los ciudadanos con su ciudad. El Internet de las Cosas permite tener acceso a datos del estado del tráfico, mejorar el reciclaje y recogida de residuos, la calidad del agua o del aire, servicios de teleasistencia y gestión inmediata de incidencias y relaciones con la administración (Andalucía es digital, 2017).

Por otra parte, para López Briega (2017), el Internet de las cosas o IoT es “una colección de cosas u objetos que se conectan a internet, y entre sí”. Estos objetos pueden ir desde una computadora, una tableta o un *smartphone*, a un dispositivo de aire acondicionado, una cerradura de una puerta, un libro, un motor de avión; es decir, pueden ser cualquier clase de objetos.

Cada uno de estos dispositivos o cosas tiene un número de identificación único (UID) y una dirección IP y se pueden conectar a través de cables, fibra óptica o tecnologías inalámbricas, redes celulares, redes satelitales, Wi-Fi y Bluetooth. Utilizan circuitos electrónicos incorporados, así como capacidades de identificación por radiofrecuencia (RFID) o de comunicación de campo cercano (NFC) que se añaden posteriormente a través de chips y plaquetas.

Por tanto, el Internet de las Cosas es un ecosistema de objetos interconectados con aplicaciones de todo tipo y de impacto en múltiples sectores, como industria, negocios, transporte, gestión de parqueaderos, servicios públicos, ganadería, recogida de basuras, domótica, salud, infraestructuras, energía, logística, etc., es decir, allí donde se encuentren sensores puede haber una aplicación de IoT.

En este contexto, los sensores tienen diversos usos, ya que pueden aplicarse para medir desde la temperatura de una habitación hasta el tráfico de taxis en una ciudad. Además, pueden aplicarse en cámaras de vigilancia, en los teléfonos inteligentes, GPS, biométricos, acelerómetros, giróscopos, sensores de movimiento, de humedad. Los sensores también pueden aplicarse en equipos industriales, telemedicina, logística, hogares digitales, máquinas expendedoras (Joyanes, 2017).

De otro lado, Cruz Vega, y otros (2015), señalan que la cuarta revolución industrial conocida como Industria 4.0 viene marcada por el uso de sistemas ciberfísicos, es decir, objetos

industriales conectados con sensores y actuadores, la interconexión entre industrias y los interfaces abiertos para los servicios, lo cual se puede concebir como IoT aplicado a la industria.

En este sentido, el Internet de las Cosas debe basarse en los siguientes principios básicos de diseño: interoperabilidad, virtualización, descentralización, capacidades en tiempo real, orientación al servicio y modularidad. Además debe estructurar su estudio dentro de las siguientes áreas: objetos conectados, tecnologías de red, protocolos de comunicación, plataforma IoT para el tratamiento inteligente de datos y aplicaciones de usuario. Las aplicaciones de IoT son diversas: electrónica de consumo, domótica y hogar conectado, industria, salud, metering y eficiencia energética, agricultura, ganadería, cuidado vegetal y animal, turismo (Cruz Vega, y otros, 2015).

Ahora bien, en relación con las ciudades inteligentes, *SmartNet* (2017) plantea que éstas y el Internet de las Cosas son dos conceptos complementarios. Las Ciudades Inteligentes no se comprenden sin el desarrollo de IOT (*Internet of Things*); y, de la misma manera, la tecnología que conecta miles de millones de objetos necesita un conjunto de pruebas, además de la estructura que le proporciona la Ciudad Inteligente.

Entre los elementos que se deben considerar para la aplicación de esta tecnología en las ciudades se encuentran:

- La apuesta por un nuevo modelo sostenible de consumo y producción necesita del desarrollo de objetos inteligentes y escalables que puedan impulsar una economía de este tipo a través de la innovación.
- La implantación de sensores en el entorno urbano es indispensable para impulsar la eficiencia de los servicios públicos y la reducción del gasto público a través de una gestión inteligente de los recursos.
- Las Ciudades Inteligentes apuestan por modelos de sostenibilidad energética y una gestión inteligente de los recursos que no se puede entender sin la presencia del Internet de las

Cosas en la *Smart City*, en donde se encuentran los edificios inteligentes (*smart buildings*) o los nuevos sistemas de iluminación.

- Una Administración “electrónica” que interactúa con los ciudadanos y que recibe y actúa ante sus demandas, precisa de herramientas y objetos para garantizar un proceso de escucha activa.
- La gestión de la movilidad inteligente a través del transporte público o de vehículos conectados, y la información en tiempo real de todo lo que sucede en las calles y accesos, necesita de la presencia de Internet de las Cosas en la *Smart City*.

Según López (2019), la empresa Cisco Systems estimó que en el año 2012 el número de cosas potencialmente conectables a Internet era de 1,5 billones de objetos y que, en ese momento, los objetos conectados a la red eran del orden de los 8.700 millones (un 0,6% del total).

Con base en estas cifras y un incremento anual del 3% de objetos conectables, así como en el supuesto del abaratamiento de los costes de conexión, la multinacional llegó a la conclusión de que, para el año 2020, podría llegarse a los aproximadamente 50.000 millones de objetos conectados a Internet, un 2,7% del total. Se estima que en 2020 existirán un promedio de 2 a 6 cosas conectadas a Internet por habitante del planeta.

La lista de aplicaciones de Internet de las Cosas en la *Smart City* tiene un espectro muy amplio, pero según el impulso que se le dé, puede llevar a las ciudades a un nuevo nivel, convirtiéndolas en entornos urbanos totalmente conectados e integrados en el concepto de transformación digital. Sin embargo, se requiere establecer medidas eficaces para garantizar la seguridad de las comunicaciones y de todos los datos que se van a transferir desde los diferentes dispositivos IoT (SmartNet, 2017).

En el tema de seguridad del IoT, el Grupo Fractalia (2017) plantea que la revolución del Internet de las cosas (IoT) conlleva a una mayor integración entre el mundo real y el mundo

tecnológico, cambiando por completo el modo en que se accede y usa la tecnología en el día a día. Sin embargo, esta nueva forma de ver y de hacer las cosas conlleva a nuevos riesgos como la posibilidad de acceder, al sistema de cámaras de vigilancia, utilizar los sensores de domótica instalados en una casa para saber si está ocupada, o acceder al sistema de control de un vehículo mientras está en movimiento.

Una aplicación del Internet de las Cosas puede verse en la ciudad de Bergen – Noruega, en donde se implementó un sistema neumático de recogida de residuos. Es un sistema hermético, higiénico y seguro, con el que se transportan hasta 30 toneladas diarias de residuos a través de 7500 km de tubería, que van a 3 centrales de recogida.

Adicionalmente, este sistema permite determinar mediante el empleo de sensores, la identidad del usuario, el tipo de fracción que se deposita y el volumen utilizado, a fin de que los ciudadanos paguen por la recogida de residuos de acuerdo con el uso que hagan del sistema. Este proyecto ha obtenido el máximo reconocimiento en sostenibilidad, dado por el National Energy Globe Award, que reconoce los proyectos más innovadores y sostenibles que se están llevando a cabo actualmente en el planeta (FI group, 2017).

2.1.4.2. Big Data. El rápido crecimiento del uso de herramientas digitales como internet, dispositivos móviles y el mismo Internet de las Cosas, ha traído como consecuencia la generación de gran cantidad de datos, es ahí donde surge el término *Big Data*, el cual es una rama de TIC que estudia las dificultades inherentes a la gestión y análisis de grandes volúmenes de datos. En este sentido, los métodos tradicionales usados para el análisis de datos se han vuelto obsoletos, por lo que han aparecido nuevas herramientas informáticas como sistemas de gestión de datos NoSQL, *Open Source*, *Apache Hadoop* que es un *framework* de *software* que permite el procesamiento de grandes conjuntos de datos a través de *clousters* de computadores (López Briega, 2017).

Además del gran volumen, el *Big Data* se ha caracterizado por provenir de diversas fuentes como sensores, medidores, redes sociales, biométricos, dispositivos móviles, audios, videos, GPS, etc., los cuales pueden recolectar y/o transmitir datos de movimiento, vibración,

temperatura, posicionamiento, humedad, cambios en el aire, etc., y que deben analizarse y dar respuesta en el menor tiempo posible, por lo que las dificultades más comunes se centran en la captura, almacenamiento, búsqueda, análisis y visualización de los datos (Pérez Marqués, 2015).

Joyanes (2017) menciona que existen siete (7) dimensiones de *Big Data*: volumen, velocidad, variedad, veracidad, valor, visualización y viabilidad; estas dimensiones se explican a continuación:

- *Volumen*. Como se ha mencionado anteriormente, cada día se generan enormes cantidades de información. En el año 2000 se almacenaron en el mundo 800.000 petabytes. Se espera que entre el 2015 y el 2020 se entre en la era del zettabyte, alcanzando una cifra de 40 zettabytes. Por ejemplo, twitter genera mas de 9 Terabytes diarios y Facebook 10TB. Esta característica de volumen es muy importante aunque no necesariamente es la más significativa.
- *Velocidad*. Con el objetivo de mejorar la toma de decisiones, el procesamiento y el análisis de la información almacenada debe hacerse en tiempo real. Por tanto el concepto de velocidad está asociado a los datos en movimiento, es decir, la velocidad con que fluyen los datos. Hay casos en los que menos de cinco minutos pueden marcar la diferencia, por ejemplo en los casos de fraude o en las predicciones del comportamiento de los clientes.
- *Variabilidad*. Como se mencionó anteriormente, existen múltiples fuentes de información y diferentes tipos de datos como archivos planos, videos, imágenes, información de sensores, etc.
- *Veracidad*. La veracidad o confiabilidad de los datos supone un gran reto en la medida en que los datos y las fuentes de datos crecen, pues su calidad y precisión son menos controlables.

- *Valor.* Las organizaciones estudian la manera de obtener información de los grandes datos de manera rentable y eficiente. Es ahí en donde adquieren una gran relevancia las tecnologías de código abierto como *Hadoop*, que permite procesar grandes volúmenes de datos a través de centenares o millones de computadores de manera muy económica.
- *Visualización.* Es el modo en que los datos se presentan para encontrar patrones y claves que permitan la obtención de resultados para una toma de decisiones más eficiente. Por ello, se requiere de herramientas que permitan realizar búsquedas y acceder a la información rápidamente y en tiempo real.
- *Viabilidad.* Se refiere a la capacidad que tienen las empresas para generar un uso eficaz del gran volumen de datos.

Asimismo, la importancia de cada una de estas variables está dada de acuerdo con las necesidades organizacionales. Para algunas empresas puede ser más importante el volumen, pues están interesadas en capturar información, guardarla, actualizarla e incluirla en los procesos del negocio. Sin embargo, para otras empresas la importancia radica en poder trabajar en tiempo real y a gran velocidad, mientras que hay otras que pueden estar interesadas en gestionar diferentes tipos de datos originados por varias fuentes.

De acuerdo con lo planteado en Andalucía es digital (2017), *Big Data* es otra de las tecnologías indispensables para la *Smart City*. Todo el volumen de información que generen los miles de millones de objetos conectados deberá contar con el respaldo de sistemas capaces de procesarlos en segundos, tanto para detectar incidencias como para anticiparse a ellas y generar las alertas correspondientes a los ciudadanos. La tecnología *Big Data* cada vez es más demandada por parte de las empresas que, de esta manera, se adelantan a las necesidades que les exigirá la Economía Digital, la Industria 4.0 y las ciudades inteligentes.

Existen múltiples fuentes que generan gran cantidad de datos diarios. Algunos de los orígenes más usuales son la web, redes sociales, internet de las cosas, interconexión entre máquinas

(M2M), datos organizacionales de múltiples sectores, datos del sector automovilístico, de redes de telecomunicaciones, de medios de comunicación (prensa, radio, televisión, cine), agricultura, videojuegos y geolocalización. También se destacan los datos procedentes de chips NCF, RFID, Códigos QR y Bidi, datos procedentes de telefonía móvil inteligente (Joyanes, 2017)

De otro lado, Telefónica IoT Team (2017) establece que una ciudad con soluciones controladas por los datos procedentes de miles de sensores puede beneficiarse del análisis de *Big Data* para crear patrones y protocolos de funcionamiento más eficientes. También permite recibir información procedente de los usuarios con el objetivo de mejorar los servicios, por ejemplo, en el estacionamiento inteligente.

Por ejemplo, el alumbrado puede gestionarse de forma inteligente para reducir el consumo innecesario. La gestión de residuos es uno de los grandes retos de las ciudades modernas, debido a su incremento exponencial. Por tanto, gestionar su recogida, transporte y tratamiento puede ser más eficiente si se utiliza información proveniente de sensores, ahorrando de esta manera recursos y tiempo en todo el proceso.

Entre los componentes que tiene Big Data se encuentran: la plataforma de código abierto *Apache Hadoop*, *Avro*, *Cassandra*, *Chukwa*, *Flume*, *Hbase*, *Hive*, *Jaql*, *Lucene*, *Oozie*, *Pig*, *ZooKeeper*, *Systems Edition*, *elasticsearch*, *apache storm*, *MongoDB*, *apache spark*, *python*, *lenguaje R*, *Apache Drill*. A continuación se describen algunos de estos componentes.

Apache Hadoop. Es un *framework open source* creado por Doug Cutting y Mike Cafarella en 2005 como un buscador web de código abierto desarrollado sobre Java. Actualmente es una de las herramientas de Big Data más utilizada, de hecho, compañías como Facebook o The New York Times la usan. Hadoop es un *framework* que permite procesar grandes volúmenes de datos usando modelos de programación simples. Es escalable, por lo que puede pasar de operar en un sólo servidor a hacerlo en múltiples (Jain, 2017).

ElasticSearch. Es una herramienta de búsqueda y análisis basada en lucene que permite la búsqueda en grandes cantidades de datos y ver la evolución de éstos en tiempo real. Trabaja con

Kibana para la visualización de los datos y con un motor de recopilación de datos llamado Logstash, los tres hacen parte de la solución Elastic Stack, antes llamada ELK. Entre las organizaciones que han adoptado elasticsearch se incluyen la NASA, Wikipedia, y GitHub. Las características que posee elasticsearch son: distribuido, alta disponibilidad, basado en REST, Query DSL y sin esquemas. (Bharvi, 2016).

MongoDB. Es un sistema de gestión de base de datos no relacional, almacena documentos en lugar de filas y el formato de almacenamiento que usa es Json. Por lo anterior, puede almacenar datos semiestructurados y no estructurados como los generados por aplicaciones móviles, sistemas de gestión de contenidos, audios, videos, entre otros (Polo Usaola, 2015).

2.1.4.3. Inteligencia Artificial. Según BBVA (2018), la inteligencia artificial es una de las ramas de la informática cuya finalidad principal es construir una máquina que actúe y razona como los seres humanos. Actualmente, existen múltiples aplicaciones de la inteligencia artificial que van desde juegos, robótica y vehículos hasta robo advisor.

Aunque se suele considerar a Alan Turing como el padre de la inteligencia artificial, fue en 1956 que John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon definieron el término de inteligencia artificial como la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cálculo inteligentes.

La inteligencia artificial pasó por los años 90 prácticamente siendo objeto de investigación en el campo de la educación universitaria. En 2011 empresas como IBM y Google le dieron aplicaciones en juegos y algoritmos de búsqueda, y posteriormente empresas como Amazon, Ebay, LinkedIn y Twitter la aplicaron en detección antifraude, reconocimiento de voz, algoritmos de predicción de enfermedades, delitos, daños en máquinas y tendencias de consumo.

De acuerdo con López Briega (2017), existen cuatro (4) enfoques distintos desde los cuales se puede abordar la inteligencia artificial: sistemas que se comportan como humanos, sistemas que piensan como humanos, sistemas que piensan racionalmente y sistemas que se comportan racionalmente. A continuación se describe cada uno de ellos.

Sistemas que se comportan como humanos. Hace referencia a máquinas que pueden realizar actividades para las cuales se requeriría un humano, para ello se debe contar con procesamiento de lenguaje natural, representación del conocimiento, aprendizaje automático, visión computacional, robótica.

Sistemas que piensan como humanos. En esta área se ubican las máquinas que tengan capacidades de toma de decisiones e imitan el pensamiento lógico; ejemplo de ello son las redes neuronales artificiales.

Sistemas que piensan racionalmente. Su objetivo es imitar o emular el pensamiento lógico del ser humano.

Sistemas que actúan racionalmente. Son las máquinas que imitan de forma racional el comportamiento humano.

Las tecnologías que han permitido el desarrollo de la inteligencia artificial son las de aprendizaje automático, aprendizaje profundo, procesamiento de lenguaje natural, redes neuronales artificiales, reconocimiento de voz y facial, unidades de procesamiento gráfico. Asimismo, se considera que los bots y chatbots son herramientas que tendrán gran impacto en todos los sectores de la sociedad (Joyanes, 2017).

A continuación se explica en que consisten estas ramas de la inteligencia artificial:

Aprendizaje automático (Machine Learning). Busca construir algoritmos que permitan a los computadores “aprender”, a partir de conjuntos de datos, con el fin de obtener modelos que permita realizar predicciones basándose en dichos datos y no en instrucciones estáticas. En esencia, la máquina puede aprender a partir de la experiencia.

Aprendizaje profundo (Deep learning). Es una subcategoría del aprendizaje automático. Consiste en el uso de redes neuronales para mejorar aplicaciones como reconocimiento de voz, la visión por computador y el procesamiento de lenguaje natural. Se ha demostrado que el aprendizaje profundo es de gran utilidad para resolver diversos problemas. Por ejemplo, google

lo usa para refinar los resultados de la búsqueda; y el sistema Watson de IBM lo usa para resolver preguntas realizadas en lenguaje natural,. Además, está siendo puesto a prueba por Merck para desarrollar nuevos fármacos.

Bots y Chatbots. Un bot es un software diseñado para realizar una serie de tareas por su cuenta, sin la ayuda del ser humano, por ejemplo, hacer una reserva en un restaurante, marcar una fecha en el calendario o recoger y mostrar información a los usuarios. Un chatbot es un robot capaz de simular una conversación con una persona.

Existen diversas ventajas que ofrece la inteligencia artificial como combatir la pobreza extrema y mejorar la calidad de vida, crear sistemas educativos muy eficaces, desempeñar tareas peligrosas, aburridas o difíciles para el ser humano, impulsar el desarrollo de vehículos autónomos, mejorar la eficiencia del tráfico, crear nuevas oportunidades de negocio, aumentar la productividad, transformar la industria (Lasse, 2018).

En Ámsterdam, la Unión Europea, a través del programa Horizonte 2020, ha financiado al consorcio Philips Research para desarrollar el proyecto *BigMedilytics*. Este proyecto tiene como objetivo mejorar los resultados de los pacientes y aumentar la productividad en el sector de la salud mediante la aplicación de tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) a los múltiples datos generados por pacientes, proveedores de atención médica, aseguradores de salud, proveedores de tecnología médica y sistemas de monitoreo en todo el hospital.

La idea es combinar información de más de 11 millones de pacientes, y se dividirá en tres (3) áreas: salud de la población y enfermedades crónicas, oncología e industrialización de la atención médica. De acuerdo con Henk van Houten (2018; citado en Phillips, 2018), director de Tecnología y Jefe de Investigación de Philips, la aplicación de la IA los datos generados por los diferentes actores de salud, junto con el conocimiento clínico permitirá mejorar la atención del paciente y reducir los costos para los sistemas de salud (Philips, 2018).

2.1.4.4. Computación en la nube (Cloud Computing). La evolución de la infraestructura tecnológica ha dado lugar al concepto de economía de escala en entornos informáticos, es así

como grandes empresas como Amazon, Microsoft, Google e IBM exploraron las posibilidades de un nuevo modelo de *Utility Computing*, esto es, brindar a las empresas, personas, corporaciones o administraciones públicas, recursos *hardware* y *software*, de modo que los clientes pudieran acceder a estos recursos de forma remota y realizar diferentes actividades complejas en plataformas sencillas instaladas localmente. El mencionado modelo evolucionó a lo que ahora se conoce como *Cloud Computing*, que es un modelo que permite acceso remoto a través de la red, a recursos como redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios; todo ello, a demanda, según las necesidades del cliente (Beltran Pardo & Sevillano Jaen, 2013).

Según IBM Cloud (2017), *cloud computing* es el suministro de recursos informáticos bajo demanda. Permite aumentar o disminuir los recursos de forma rápida para cubrir la demanda, a través de un modelo de pago por uso. IBM Cloud ofrece tres modelos de servicio en la nube como *software* como servicio (SaaS), Plataforma como servicio (PaaS) e Infraestructura como Servicio (IaaS).

De acuerdo con lo descrito por Joyanes (2017), la nube es un conjunto de *hardware* y *software*, almacenamiento, servicios e interfaces. Los servicios de la nube incluyen *software*, infraestructura y almacenamiento en internet, ya sea como componentes independientes o como una plataforma completa según las necesidades del usuario. Asimismo, *cloud computing* es un modelo de pago por uso que facilita al usuario el acceso bajo demanda ya sea de redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones o servicios.

A continuación se describen los modelos de servicio incluidos en la computación en la nube (Arias, 2014):

En el modelo SaaS. En este modelo se le brinda al usuario el acceso a un software del proveedor, las aplicaciones son distribuidas como servicios y accedidos por demanda. Por tanto, los usuarios no requieren realizar instalaciones en sus computadores ni tener una infraestructura propia, sino que acceden a la nube a través de la web o de APIs. Por ejemplo, se pueden proporcionar acceso a aplicaciones tales como correo electrónico, almacenamiento, herramientas de desarrollo de software.

Infraestructura como Servicio. El proveedor ofrece recursos como servidores, capacidad de procesamiento, almacenamiento y comunicaciones, de modo que el usuario pueda administrar estos recursos mediante la ejecución de un software específico y tener control sobre ciertos componentes de la red, sistemas operativos, almacenamiento y aplicaciones desplegadas. Una de las ventajas es la posibilidad de expandir o contraer los recursos dependiendo de la demanda, y el pago se da por el uso de dichos recursos.

Plataforma como Servicio. En este modelo de nube, los proveedores de *cloud computing* ofrece al usuario un entorno de desarrollo para que pueda crear y desplegar aplicaciones propias, creadas con herramientas de programación y soportadas por el proveedor. El usuario mantiene el control sobre las aplicaciones desplegadas, pero no administra ni controla la infraestructura, es decir, las redes, servidores, sistemas operativos.

Adicionalmente, Joyanes (2017) describe cuatro (4) posibles formas de desplegar y operar una estructura de nube: nube privada, nube pública, nube híbrida y nube comunitaria. En la nube privada, la infraestructura se ofrece exclusivamente a una organización y los servicios de la nube no se ofrecen al público. La nube pública, es operada por un proveedor que ofrece servicios al público en general. En la nube híbrida, la infraestructura de la nube es la combinación de dos o más nubes propias, comunitarias o públicas. Finalmente, la nube comunitaria está diseñada para servir a un propósito común de una comunidad de consumidores.

Sin embargo, la nube va mucho más allá de los servicios de almacenamiento que se han popularizado. Es importante tener en cuenta que el desarrollo de la *Smart City* exigirá entornos seguros y protegidos que permitan custodiar y garantizar la seguridad de los datos de usuarios y empresas. El *Smart Cloud* ya comienza a definirse por gigantes de la informática como IBM, y dentro de muy poco se extenderá a usuarios y organizaciones que en la actualidad apuestan por servicios de nube híbrida, nube unificada o servicios IaaS (Andalucía es digital, 2017).

De acuerdo con lo planteado por Antonopoulos (2017), los *datacenter* tradicionales son costosos y rígidos en cuanto a escalabilidad, por lo que la computación en la nube puede proporcionar a las ciudades la infraestructura de TI requerida según demanda, de modo que les

permita analizar, controlar y monitorear las aplicaciones y los datos, con el fin de proporcionar una gobernanza eficiente e incluir la participación de los ciudad

2.1.4.5. BlockChain. Según López y Mora (2016), blockchain puede considerarse como un gran libro de contabilidad que crece conforme se van produciendo movimientos y que se caracteriza porque una vez que se crea un movimiento de tokens, este movimiento nunca podrá ser modificado por nadie, lo que le da legitimidad y la posibilidad de gestionar transacciones entre personas que no se conocen a través de redes que son inseguras.

El bloque inicial se denomina bloque génesis y es el que genera el nacimiento de cualquier blockchain asociado a un token. El blockchain para cada token es único y el más conocido es bitcoin, así que cada vez que se producen un conjunto de transacciones, éstas se agrupan en un bloque y se añaden al blockchain de bitcoin como último bloque. En Bitcoin se añade un bloque cada 10 minutos aproximadamente, aunque hay otras monedas como litecoin que añade uno cada dos minutos. (López y Mora, 2016)

Según Ibañez (2018) se considera el blockchain como el conjunto de soportes o máquinas soporta el software de cadena de bloques y donde se desenvuelve su funcionamiento, es decir la red interconectada de los nodos, puntos de conexión o máquinas, que gestionadas por personas o por otras máquinas de forma automática, conforman red o plataforma de intercambio de información que vincula bloques o series de datos enlazados criptográficamente.

Entre los beneficios que trae consigo blockchain se encuentran: transparencia, eliminación de intermediarios, descentralización, confianza, seguridad, amplia gama de usos potenciales, reducción de costos, mayor velocidad de transacción. (Mathis, 2016).

Transparencia. En la actualidad, cualquiera podría alterar las bases de datos y ocultar los cambios si supiera cómo hacerlo, lo cual ha llevado a innumerables casos de fraude sin ser detectados. En este sentido, la tecnología blockchain proporciona transparencia ya que los cambios en el libro mayor de contabilidad son visibles para todos en la red y las transacciones no pueden ser alteradas o eliminadas una vez que se ingresan en el sistema blockchain.

Dado que todos los cambios o estado de las transacciones se muestran casi en tiempo real, robar dinero u ocultar pérdidas de la empresa manipulando entradas en libros mayores es mucho menos probable que ocurra con un libro mayor distribuido basado en Blockchain, por lo que la migración a un sistema Blockchain en proporciona transparencia.

Eliminación de Intermediarios. Una ventaja de la tecnología Blockchain sobre los sistemas existentes es la capacidad de eliminar intermediarios al permitir que las transacciones ocurran directamente entre entidades o usuarios en lugar de involucrar a un tercero.

Muchas personas en el mundo viven en países donde no pueden confiar en intermediarios debido a problemas de corrupción, altas tasas de criminalidad, mala regulación de las empresas, mantenimiento manual de registros u opciones legales limitadas para presentar reclamos, pueden beneficiarse enormemente por la inexistencia de terceros.

Las cadenas de bloques son particularmente útiles en estos casos donde la confianza en los intermediarios no existe y las transacciones directas con otras entidades también son riesgosas. Los sistemas Blockchain proporcionan confianza y transparencia con riesgos reducidos involucrados en las transacciones, sin la necesidad de que un tercero actúe como intermediario.

Descentralización. Las bases de datos centralizadas son propensas a la pérdida de datos y la corrupción, en contraste con Blockchain, donde todas las computadoras en la red Blockchain tienen una copia de Blockchain, lo que reduce los riesgos de pérdida de datos. Adicionalmente, para manipular los datos en una red Blockchain se requeriría modificar por encima del 50% de las computadoras en la red al mismo tiempo, lo cual es casi imposible.

Confianza. Las redes Blockchain generalmente están descentralizadas, y todas las personas conectadas a la red tienen acceso a la red Blockchain, lo que hace que se confíe en la propia red Blockchain. El aumento de la confianza entre las entidades en una transacción es un importante beneficio no tangible de la descentralización y transparencia mejorada de Blockchain.

Seguridad. Blockchain proporciona datos inmutables que no se pueden modificar ni cambiar y su historial deja un rastro claro de todos los eventos realizados. Cada bloque de datos en la red Blockchain también se puede rastrear hasta el bloque de génesis, lo que permite realizar labores de auditoría e identificar fácilmente los intentos de fraude.

Amplia gama de usos potenciales. En blockchain pueden haber registros de diferentes tipos de cosas, por ejemplo propiedades, identidades digitales, derechos de autor, archivos digitales, oro, etc., es decir, se puede contemplar la transferencia de prácticamente cualquier tipo de activo más allá del intercambio monetario y que pueda registrarse en una base de datos. Al tener el potencial de cambiar casi todas las industrias del mundo, muchas empresas están desarrollando sistemas basados en Blockchain, lo que demuestra el impacto que esta teniendo en la vida cotidiana.

Reducción de Costos. Blockchain realiza la reducción de costos en muchas industrias mediante la eliminación de intermediarios involucrados en el proceso de registro y transferencia de activos. Un libro mayor distribuido permite a las partes transferir activos, reduciendo los costos de mantener múltiples libros mayores en cada organización como se viene haciendo en la actualidad.

De acuerdo con López y Mora (2016), blockchain 1.0 surgió como un nuevo sistema eficaz y válido para el intercambio financiero sin intermediarios, blockchain 2.0 como un nuevo sistema para el desarrollo de contratos inteligentes y el desarrollo de mercados con aplicaciones similares a las que existen en la actualidad en los mercados digitales pero utilizando la potencia del blockchain. En el caso del blockchain 3.0 el reto tiene que ver con el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en la identidad, la libertad, la democracia y la contabilidad de activos de cualquier tipo.

Así las cosas, el blockchain 3.0 puede transformar una gran parte de las actividades humanas abarcando aspectos como la salud, el gobierno o la educación, transformando su forma de funcionamiento y diseñando entornos abiertos y privados a la vez, con acceso democrático a la información y con innumerables posibilidades para la industria y la sociedad. Blockchain 2.0 es

una evolución de los servicios, fundamentalmente digitales hacia un entorno más seguro y funcional, blockchain 3.0 es una revolución que afectará globalmente a los servicios que sustentan nuestra sociedad. (López y Mora, 2016).

2.1.4.6. Videovigilancia. Un sistema de videovigilancia está conformado por elementos de captación (Cámaras), de visualización (monitores), de grabación (magnetoscopios o videograbadores) y de control (consolas, mezcladores). El tipo de cámaras debe elegirse de acuerdo con su uso (interior o exterior), adicionalmente, las cámaras actuales permiten realizar funciones avanzadas como detección de movimiento, reconocimiento de rostros o identificación de placas de los vehículos. (Guerrero, 2017).

Así mismo, Guerrero (2017) resalta la importancia de diferenciar entre circuito cerrado de televisión y videovigilancia, el primero hace referencia a un conjunto de cámaras instaladas junto a un sistema que permite monitorizarlas y visualizar en tiempo real lo que ocurre en cada una de ellas; su difusión está limitada a un pequeño grupo de usuarios. La videovigilancia puede considerarse como un circuito cerrado de televisión que además permite la grabación de las señales procedentes de las cámaras.

Los circuitos cerrados de televisión se han convertido en el modelo más generalizado de vigilancia en las ciudades que puede ser aplicado a espacios considerados como peligrosos, aquellos donde se realizan actividades financieras, comerciales, educativas, turísticas, familiares. La capacidad de guardar la información recogida por las cámaras puede ser usada como evidencia de un comportamiento delictivo o inadecuado. (Arteaga, 2010).

Se entiende por Videovigilancia “la utilización de imágenes de video, ya sea en tiempo real o en visualización de grabaciones, para funciones de vigilancia de incidentes de Seguridad” (Fundación ESYS, 2016). Los actuales sistemas de videovigilancia han incorporado diferentes mejoras como resoluciones extraordinarias, capacidades de funcionamiento en condiciones adversas, sistemas de comunicación más rápidos y seguros, protocolos de comunicación y almacenamiento de imágenes más eficaces y eficientes, sistemas de gestión con capacidad de monitorizar a distancia un gran número de cámaras, software de reconocimiento de imágenes con

algoritmos capaces de parametrizar las señales para la detección de personas y objetos fijos y en movimiento.

En relación con la seguridad, en Colombia, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), elaboró la guía “Protección de datos personales en sistemas de videovigilancia”, en la cual define los Sistemas de Videovigilancia¹ (SV) como cámaras de seguridad implementadas con la finalidad de garantizar la seguridad de bienes o personas en un lugar determinado. (Superintendencia de Industria y Comercio, 2016).

Así mismo, Superintendencia de Industria y Comercio (2016) indica que los SV son considerados intrusivos de la privacidad por ser herramientas que permiten el monitoreo y la observación de las actividades que realizan las personas durante el día. Así las cosas, el principio de finalidad implica (i) un ámbito temporal, es decir, que el periodo de conservación de los datos personales no exceda del necesario para alcanzar la finalidad para la cual se han recolectado, y (ii) un ámbito material, que exige que los datos recaudados sean solo los necesarios para cumplir las finalidades perseguidas, lo que implica que los mismos se limiten a los que resulten adecuados, pertinentes y acordes con las finalidades para las cuales fueron recolectados.

2.1.4.7. Semáforos inteligentes. Los semáforos inteligentes utilizan algoritmos que les permite sincronizar el movimiento de la propia ciudad, tomando decisiones sobre el control de sus luces. De esta manera, el razonamiento sobre el que se sustentan es que el semáforo no debe permanecer siempre el mismo periodo de tiempo en color rojo, es decir, varía en función del tráfico existente. (UNITEL, 2019).

Los semáforos inteligentes no solo ayudan a agilizar el tráfico y evitar taponamientos, sino que impactan directamente en el medio ambiente ya que ayudan a bajar la contaminación pues los vehículos que se encuentran detenidos o requieren realizar muchas veces el proceso de parar – arrancar, emiten grandes cantidades de CO₂.

Viena está desarrollando un sistema de semáforos inteligentes para peatones que implementará en el año 2020. Estos semáforos tienen la capacidad de reconocer la intención del

peatón de cruzar y cambia la luz a verde para permitirle el paso, para ello usa algoritmos de aprendizaje basados en modelos de movimiento global y datos grabados.

La característica principal es una cámara montada sobre el semáforo peatonal y que percibe a las personas en un rango de 8m por 5m y requiere de 1 segundo para percibir la intención que tiene un peatón para cruzar, después de 2 segundos la estimación se vuelve confiable y envía la señal al controlador que decide cuándo deben cambiar las luces. Adicionalmente, se garantiza la protección de datos, pues, aunque los datos de imagen son totalmente necesarios, las imágenes solo se analizan localmente y no salen de la cámara (TU Graz, 2019).

Los algoritmos típicos usados por los semáforos inteligentes producen dos comportamientos, en la noche se mantiene más tiempo las luces verdes para permitir el flujo de vehículos en vías principales excepto cuando un vehículo se acerca por la calle transversal en cuyo caso realiza el cambio en las luces para permitir dicho cruce, para ello, además cuenta con sensores de advertencia anticipada ubicados en la vía, suficientemente atrás para permitir el cambio de luces requerido para el cruce. Durante el día, el tráfico es pesado en ambas direcciones por lo que las luces se intercalan cada determinado tiempo óptimo para cada cambio (Wakerly, 2001).

En Bogotá, La Secretaría Distrital de Movilidad adelanta un proyecto de implementación de semaforización inteligente (SSI), la cual incluye la implementación de 54 nuevas intersecciones semaforizadas y la instalación de 240 complementos con semáforos peatonales y para bicicletas, que comenzó en el mes de marzo de 2019 y se extenderán hasta febrero y abril de 2020. Con este proyecto, Bogotá pretende disminuir hasta el 30% en el tiempo promedio de viajes en la ciudad. (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019).

2.1.4.8. Sensores. Un sensor es un dispositivo que detecta acciones o estímulos externos, es decir, permiten captar magnitudes físicas o químicas y transformarlas en señales eléctricas entendidas por un microcontrolador. Existen diversos tipos de sensores, por ejemplo, de calor, de lluvia, de movimiento, de alcohol, del color, del sonido, de presión, de proximidad, de gas, de temperatura, de aceleración, es decir, existen sensores que reaccionan con cada una de las variables físicas y transfieren las correspondientes señales (Ebel y Nestel, 1993).

Un sensor tiene las siguientes características: es un convertidor que transforma una variable física generalmente en una señal eléctrica, sin embargo, pueden producir una señal neumática o de otro tipo. Los sensores pueden funcionar por medio de contacto físico o sin este como es el caso de barreras fotoeléctricas, barreras de aire, sensores de reflexión ultrasónicos, detectores infrarrojos, etc. (Ebel y Nestel, 1993).

Según el tipo de señal de salida, los sensores se pueden clasificar en digitales (señal en forma de una palabra digital), analógicos (dan como salida un valor de tensión o corriente variables) y todo-nada (indican cuándo la variable detectada rebasa un cierto umbral).

Sensores fotoeléctricos. Este tipo de sensores utilizan un rayo de luz para detectar la presencia o el movimiento de un objeto. Estos constan de un emisor de luz y de un receptor. El emisor es un diodo de emisión (LEO) que emite una longitud de onda específica de luz. La luz infrarroja, la roja visible, la verde y la azul se utilizan como fuente de luz en la mayoría de los sensores fotoeléctricos. Los LEO infrarrojos se utilizan donde se requieren de salidas de luz máximas para un rango sensible extendido.

Sensores de temperatura. Entre este tipo de sensores se encuentran el termopar, el termómetro, el RTD (detector de temperatura resistivo), el termistor, el LM35. Este tipo de sensores se pueden encontrar en plantas de procesos químicos, motores, electrodomésticos, computadores, celulares (Mecatrónica Latam).

Sensores de movimiento. Son una buena opción para incrementar el ahorro y la eficiencia energética de los sistemas de iluminación, ventilación y climatización. Este tipo de sensores se pone en funcionamiento cuando detectan movimiento en el área donde está instalado. Pueden ser sensores de presencia ultrasónicos, sensores infrarrojos, o sensores duales que combinan las dos tecnologías anteriores (S&P, 2018).

Sensores de proximidad. Este tipo de sensores permiten detectar la presencia de objetos cercanos, sin necesidad de contacto físico. Tienen diferentes aplicaciones como en sistemas de transporte, pantallas táctiles, sensores de estacionamiento, pantallas táctiles, sistemas de

advertencia, dispositivos móviles. Este tipo de sensores utilizan una serie de métodos de detección que incluyen el acoplamiento capacitivo (detectan la presencia de un área conductiva que altera un campo eléctrico), captador inductivo (detectan cambios en la resistencia magnética), infrarrojo (son una combinación de un LED emisor, lente direccional, lente receptor y una matriz fotodetectora), fotodetección de luz ambiental, ultrasonido (Transmiten y reciben formas de onda acústica con un transductor ultrasónico) y efecto Hall (Arrow, 2019).

Sensores de presión. Su objetivo es transformar una fuerza por unidad de superficie en un voltaje equivalente a la presión ejercida. Los principales sensores de presión son: piezo eléctrico de presión, manómetro, fuelle o tubo elástico, escáneres de presión, tubo de pitot, sensores de presión industriales, sensores de presión con membrana enrasada, sensores de presión para laboratorio y ensayo, sensores de presión miniatura y diferencial, sumergibles, para altas temperaturas y alta presión (Sensing, 2019).

2.1.5. Modelos de ciudades inteligentes. De acuerdo con lo planteado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2016), hacer que una ciudad sea inteligente requiere mucha más tecnología vinculada a procesos de planeación estratégicos. Además, se deben considerar los recursos humanos necesarios para que el proyecto evolucione de manera rápida y sólida, contando también con una visión de largo plazo.

Por ello, se debe considerar la inversión, tanto en capacitación y apropiación TIC de las personas, como en la adquisición de tecnología. Es muy importante incluir asesores especializados que puedan ayudar en la formación y capacitación de las personas involucradas en el proyecto, proporcionándoles los conocimientos necesarios para que puedan participar activamente en la implementación del proyecto y aportar ideas hacia el uso innovador de las tecnologías. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

A nivel general, el diseño de una solución inteligente requiere identificar los recursos tecnológicos que se necesitan para su desarrollo y, al mismo tiempo, que tengan impacto y sean factibles financieramente. Se debe definir el plan estratégico con implementación por etapas,

identificar las fuentes de financiación, reconocer los beneficios para los ciudadanos y monitorear las acciones con base en dichos beneficios.

En la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES), se plantea una metodología que abarca cinco fases: Diagnóstico, Priorización, Elaboración del Plan de Acción, Pre-inversión y Monitoreo. A partir de esta metodología se identifican los principales retos de sostenibilidad de las ciudades intermedias a través de un análisis de indicadores.

Además, el programa otorga prioridad a los temas más críticos de cada ciudad, y propone un Plan de Acción que contempla inversiones a corto, mediano y largo plazo, trazando una ruta para la sostenibilidad (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

La transformación hacia una ciudad inteligente requiere tener en cuenta una serie de aspectos y pasos que guíen el proceso de dicha transformación, es decir, un modelo que sirva como hoja de ruta. Para ello, se deben tener en cuenta aspectos como el liderazgo del alcalde, el apoyo del sector público y privado, además de la participación de la ciudadanía, como el de generar una visión global e integrada que promueva la colaboración entre instituciones.

Adicionalmente, se requiere contar con un equipo multidisciplinario de profesionales capacitados y comprometidos con dicha visión, liderados por un gerente de proyectos que tenga claros los actores involucrados y sea el encargado de planificar y monitorear la transición. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Dentro del proceso de transformación hacia una ciudad inteligente, se debe realizar un diagnóstico del estado actual de la ciudad en términos de las problemáticas que tienen, aplicando las TIC para su solución. Se diseña una solución con visión integradora y multisectorial, se identifican las fuentes de financiación, se realiza una correcta planificación, se buscan asociaciones público-privadas y se establecen indicadores que permitan medir el avance y evaluar los resultados.

En este contexto, de acuerdo con Banco Interamericano de Desarrollo (2016), hacer que una ciudad sea inteligente requiere incluir la tecnología como un medio para optimizar los servicios ofrecidos a los ciudadanos y visitantes, considerar los recursos humanos necesarios para que el proyecto evolucione de manera rápida y sólida, y contar con una visión de largo plazo.

Por ello, es importante invertir tanto en la capacitación de las personas como en la adquisición de la tecnología. Es fundamental también buscar consultores especializados que ayuden en la formación y capacitación de las personas involucradas, proporcionándoles el conocimiento necesario para que no solo trabajen en la implementación del proyecto, sino que también colaboren con ideas que conduzcan al uso innovador de las tecnologías.

Siemens (2017) plantea que existen una serie de factores que se deben tener en cuenta en el desarrollo de un modelo de ciudad inteligente:

- Alineación con la estrategia de la ciudad, de modo que los proyectos estén orientados en el logro de los objetivos de la ciudad, tomando en cuenta que las decisiones que se tomen afectarán en el largo plazo.
- Participación de la administración pública, esencial en la definición de la estrategia que se va a seguir en los proyectos urbanos.
- Participación activa de ciudadanos y empresas.
- Mejora de los servicios urbanos.
- Definición de un modelo de negocio.
- Viabilidad económica y sostenibilidad.
- Tecnología e innovación.

De acuerdo con lo planteado por ONTSI (2015), los pasos que una ciudad debe seguir para realizar su transformación en una ciudad inteligente son los siguientes: análisis de la planeación estratégica, evaluación de servicios públicos, definición de la hoja de ruta y finalmente integración de servicios públicos. Estos pasos se describen a continuación:

Análisis de la planeación estratégica. La ciudad deberá contar con un plan estratégico o una idea sobre el modelo de ciudad que se pretende conseguir y los objetivos que se quiere lograr. Una vez definidos los objetivos, se identificarán aquellos servicios o ámbitos que serán prioritarios para la ciudad. Posteriormente, se evaluará el grado *Smart* de los servicios identificados anteriormente, lo que permitirá establecer los pasos necesarios para conseguir el modelo de ciudad *Smart* que se desee.

Evaluación de servicios públicos. Luego de conocer los objetivos y prioridades de la situación de partida, se realiza la evaluación del nivel *Smart* de los servicios priorizados. Para ello, se dispone de una herramienta que guía la evaluación de los servicios por cada uno de los ámbitos: *Environment, Mobility, Governance, Economy, People y Living*.

Definición de la hoja de ruta. Una vez establecidos los objetivos y el nivel *Smart* de la ciudad, de acuerdo con la evaluación de los servicios, se propone una hoja de ruta específica para la ciudad, en la cual se establecen los pasos y la metodología que se adopta para alcanzar los objetivos propuestos.

Integración de servicios públicos. La última etapa en la evolución *Smart* de un municipio consiste en la integración de servicios públicos, con el propósito de obtener informes y cuadros de mando que ayuden a que la gestión se lleve a cabo de una forma más eficiente, controlando las sinergias que puedan surgir.

De otro lado, en el Libro Blanco Andalucía Smart, se plantea un marco metodológico que recoge las recomendaciones y pautas para elaborar la hoja de ruta de un modelo de ciudad inteligente. Entre los aspectos que recoge se encuentran: el contexto normativo que afecta a los diferentes ámbitos del desarrollo inteligente, el grado de avance inteligente en el proyecto de ciudad, fuentes de financiación, agentes y relaciones que intervienen en el proyecto de ciudad inteligente Andaluciasmart (2015). A continuación se describe el modelo de ciudad inteligente planteado en el Libro Blanco Andalucía Smart.

Los ejes trabajados son: capital humano (atracción y retención del talento, cualificación y formación del capital humano, atracción y retención del talento joven), dinamismo económico (TIC / I+d+i / Teconologías, Industria, Turismo), capacidad de innovación (horizontal (ciudadanos, AAPP, empresas) vertical (sectores económicos prioritarios), artes y ciencias), movilidad de infraestructuras (integración ciudad aérea metropolitana, intermodalidad y conectividad, puerto, aeropuerto y ferrocarril), apoyo institucional (transparencia y buen gobierno, gestión inteligente de los SSPP, colaboraciones público privadas, E-administración), calidad de vida (habilitación, salud y prevención, seguridad) e imagen (marca, cohesión social y apoyo institucional, marketing de productos de la ciudad, promoción y comercialización).

El proceso de transformación hacia una ciudad inteligente se debe abordar ordenadamente, para ello se debe identificar un punto de partida en materia de desarrollo inteligente, a partir del cual se define y delimita el modelo conceptual de ciudad y la hoja de ruta para construirlo, identificando proyectos concretos de forma estructurada y planificada.

En este orden de ideas, el esquema de hoja de ruta genérico establece los siguientes pasos:

- Definir los objetivos que quiere alcanzar la ciudad mediante el uso de la tecnología.
- Definir prioridades.
- Definir objetivos específicos.
- Identificar proyectos para cada uno de los objetivos específicos.
- Determinar alternativas o fuentes de financiación a corto, mediano y largo plazo.
- Analizar el marco normativo y legal involucrado.
- Analizar la cadena de valor de cada proyecto y plantear el modelo del negocio.
- Identificar los agentes que intervienen.
- Conocer las buenas prácticas y casos de éxito internacionales.
- Contar con una plataforma tecnológica que centralice datos *smart*.
- Establecer una oficina de PMO.
- Definir un plan de comunicación del proceso de transformación.

2.1.6. Niveles de madurez de ciudades inteligentes. Desde el punto de vista tecnológico, García, Gutierrez, Vives y Valencia (2014) definen tres (3) modelos de madurez o etapas por los que puede pasar una ciudad: dispersa, integrada y conectada.

- En el nivel dispersa se encuentran aquellas ciudades que están desarrollando proyectos *smart*, pero de una manera aislada, orientados a resolver problemáticas específicas y no integrales. Por ejemplo, se destaca la introducción de sistemas inteligentes de transporte o la reducción del consumo energético.
- En la etapa integrada se encuentran las ciudades en las que hay más sinergias entre proyectos, buscando su integración. Las iniciativas comienzan a estar más coordinadas. Por ejemplo, se encuentra la coordinación de proyectos enfocados a la reducción de emisiones de CO₂.
- Finalmente, en la etapa conectada se encuentran las ciudades que han logrado desarrollar iniciativas inteligentes que hacen parte de un plan maestro integral, gestionado por los diferentes modelos que forman parte de la *Smart City*. Es en este nivel donde se consiguen los mejores resultados.

Por su parte, ONTSI (2015) plantea seis (6) niveles en los cuales puede estar una ciudad de acuerdo al grado *smart* que se encuentren los servicios públicos que hayan sido definidos como prioritarios en la estrategia. Estos niveles son:

- **Nivel básico.** La ciudad no cuenta con ningún servicio de los priorizados en la estrategia.
- **Nivel iniciación.** La ciudad cuenta con alguno de dichos servicios.
- **Nivel intermedio.** La ciudad cuenta, al menos, con un subámbito desarrollado al máximo nivel. Significa que los servicios de este subámbito están desarrollados al máximo nivel *Smart*.

- **Nivel avanzado.** La ciudad tiene todos los subámbitos prioritarios desarrollados al máximo nivel.
- **Nivel muy avanzado.** Se sitúan las ciudades que tienen desarrollados al máximo nivel sus subámbitos prioritarios y, además algunos de ellos están integrados entre sí, mediante una solución o plataforma tecnológica.
- **Nivel conectado.** Se encuentran las ciudades que tienen todos los subámbitos desarrollados al máximo nivel e integrados entre sí.

De acuerdo con Siemens (2017), sin importar el avance de una ciudad en su proceso de transformación en ciudad inteligente, establecer un nivel de madurez básico es fundamental para evaluar el estado actual, y establecer estrategias que ayuden a lograr un estado futuro. En este sentido, el progreso de la ciudad se mide a través de la evaluación de cinco áreas: liderazgo y gobierno, participación de las partes interesadas, uso efectivo de los datos, infraestructura TIC integrada, niveles de inteligencia existentes.

ISB INSIGHT (2015), por su parte, identifica cinco (5) niveles en la curva de madurez de las ciudades inteligentes: difusión de información, optimización de servicios, servicios de replicación e integración, servicios conectados. La clave en cada nivel es promover la difusión de información, con el objetivo de desarrollar aplicaciones unidireccionales que mejoren los procesos de comunicación con los ciudadanos, que promuevan la optimización, replicación, integración y conexión de servicios.

Asimismo, Ontiveros, Viscaíno, & López Sabater (2016) señala que las ciudades están en constante evolución a través de cuatro (4) fases: fase inicial, fase de crecimiento, fase de madurez y fase de transformación. En las fases iniciales y de crecimiento se destaca el proporcionar la infraestructura adecuada para satisfacer la demanda de servicios básicos como energía eléctrica y agua. En las fases maduras o de transformación las ciudades tienen que centrarse en generar servicios de valor añadido que mejoren la competitividad y el fortalecimiento de la economía.

De otro lado, Andaluciasmart (2015) define cuatro (4) estadios o niveles de desarrollo inteligente de una ciudad: individual (modelos de ciudad basados en una gestión aislada de sus diferentes áreas de actividad), agrupado (ciudades con cultura de concentración de contratos, economías a escala y aumento de capacidad de negociación y de sinergias operacionales), conectado (modelos de ciudad con infraestructuras comunes e interconectadas, que comparten información para la prestación eficiente de servicios públicos), inteligente (modelos de ciudad en los que prima el desarrollo de aplicaciones específicas para el gestor público, las empresas y la ciudadanía y un modelo integrado de gestión de todas las áreas y servicios municipales, con alta capacidad de respuesta en tiempo real).

2.1.7. Indicadores de medición.

2.1.7.1. Índice IESE *Cities in Motion*. A nivel internacional, el Center for Globalization and Strategy y el Departamento de estrategia del IESE Business School realizan una investigación que conecta a una red de expertos en ciudades y empresas privadas especializadas con administraciones locales en todo el mundo. El objetivo es contribuir a que las ciudades comprendan los diferentes factores que les permiten mejorar la competitividad, garantizar su sostenibilidad y mejorar la calidad de vida de sus habitantes (IESE, 2019).

Producto de dicha investigación, surge el Índice de *Cities in Motion* (ICIM) cuyo objetivo es ser un indicador superior en cuanto a su completitud, propiedades, comparabilidad, calidad y objetividad de la información incluida. Permite medir la sostenibilidad hacia el futuro de las principales ciudades del mundo, así como la calidad de vida de sus habitantes. En 2019 IESE incluyó 96 indicadores y 11 nuevas ciudades para un total de 174 ciudades, 3 de ellas ciudades colombianas (Bogotá, Medellín y Cali).

El ICIM evalúa el desarrollo de las ciudades en nueve dimensiones: capital humano, cohesión social, economía, gobernanza, medio ambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección internacional y la tecnología. A continuación se describen las dimensiones:

Capital humano. Se considera que una ciudad con gobernanza inteligente debe ser capaz de atraer y retener el talento, impulsar la educación, la creatividad y la investigación. Dentro de esta dimensión, los indicadores son los siguientes: educación superior, escuelas de negocios, movimientos de estudiantes, universidades, museos y galerías de arte, escuelas, teatros, gasto en ocio y recreación, gasto en educación.

Cohesión social. “Es una medida de la intensidad de la interacción social dentro del grupo. La cohesión social en el contexto urbano hace referencia al nivel de convivencia entre los conjuntos de personas con rentas, culturas, edades o profesiones diferentes que viven en una urbe” (IESE, 2019). Los indicadores de cohesión social son los siguientes: mortalidad, criminalidad, sanidad, desempleo, índice de Gini, precio de la propiedad, mujeres trabajadoras, índice de la paz global, hospitales, índice de felicidad, proporción de esclavitud, respuesta de gobierno ante situaciones de esclavitud, terrorismo, *female friendly*, suicidios, homicidios.

Economía. Incluye los aspectos que promueven el desarrollo económico, como planes de promoción económica local, de transición e industriales estratégicos, generación de clústeres, innovación e iniciativas emprendedoras. Los indicadores son productividad, tiempo requerido para iniciar un negocio, facilidad para comenzar un negocio, empresas matrices, motivación para iniciarse en TEA, proyecto del PIB, PIB per cápita, hipoteca, Glovo, Uber, salario, poder de compra.

Gobernanza. Hace referencia a la eficacia, la calidad y la buena orientación de la intervención del Estado. Se tienen en cuenta factores como participación ciudadana y todas las acciones encaminadas a mejorar la eficiencia en la administración. Los indicadores usados son: reservas, reservas per cápita, embajadas, certificación ISO 37120, oficinas de investigación, edificios gubernamentales, índice de fortaleza de los derechos legales, índice de la percepción de la corrupción, plataforma de datos abiertos, índice de desarrollo de gobierno electrónico, ranking de democracia, empleo en la administración pública.

Medioambiente. Está enfocado en los factores que mejoran la sostenibilidad medioambiental a través de planes anticontaminación, edificios ecológicos, la gestión energética eficiente, la

gestión de residuos y la existencia de políticas que ayuden a contrarrestar el efecto climático. Los indicadores son los siguientes: Emisiones de CO₂, índice de emisiones de CO₂, emisiones de metano, acceso al suministro de agua, PM_{2,5}, PM₁₀, polución, índice de desempeño medioambiental, recursos hídricos renovables, clima futuro, residuos sólidos.

Movilidad y transporte. Estos aspectos afectan la calidad de vida de los habitantes de una ciudad y pueden ser vitales para la sostenibilidad de la ciudad. Los indicadores definidos son: índice de tráfico, índice de ineficiencia, índice de tráfico para desplazarse al trabajo, bike sharing, longitud del sistema del metro, estaciones de metro, vuelos, tren de alta velocidad, vehículos, bicicletas por hogar.

Planificación urbana. En esta dimensión se tienen aspectos relacionados con los planes urbanísticos, la calidad de las infraestructuras sanitarias, las políticas de vivienda, el diseño de zonas verdes y los espacios de uso público. Los indicadores son: bicicletas de alquiler, porcentaje de población con instalaciones sanitarias adecuadas, número de personas por hogar, rascacielos, edificios.

Proyección internacional. Esta dimensión pretende medir la proyección internacional de las ciudades. Los indicadores son: McDonald's, número de pasajeros por aeropuerto, sightstmap, número de congresos y reuniones, hoteles, índice de restaurantes.

Tecnología. Aunque no es el único aspecto importante para las ciudades, si es uno de los principales aspectos a tener en cuenta si una ciudad quiere llamarse "inteligente", mejora la calidad de vida de los ciudadanos, permite a la ciudad ser sostenible en el tiempo, ampliar las ventajas competitivas de su sistema productivo y la calidad del empleo. Los indicadores son los siguientes: twitter, linkedln, móviles, wifihotspot, índice de innovación, suscriptores a telefonía fija, suscripciones a banda ancha, internet, telefonía móvil, web index, telefonía, velocidad de internet, ordenadores.

A nivel internacional, Londres ha logrado el primer puesto, seguido por Nueva York, Amsterdam, París, Reykjavik, Tokio, Singapur, Copenhague, Berlín y Viena. A nivel regional,

Europa ubica a siete (7) de sus ciudades en los diez (10) primeros puestos, y si se revisan las cincuenta (50) primeras posiciones, el dominio de Europa sigue siendo evidente, con más de la mitad de las ciudades en este continente, seguido de América del Norte (11%) y la región de Asia Pacífico (11%). En la Tabla 4 se encuentran las 5 primeras ciudades por dimensión.

Tabla 4. Ranking ICIM por dimensión

Dimensión	Ranking
Capital humano	Londres - Reino Unido Los Ángeles - Estados Unidos Nueva York - Estados Unidos Boston - Estados Unidos Berlín - Alemania
Cohesión social	Zúrich - Suiza Berna - Suiza Taipéi - Taiwán Basilea - Suiza Linz - Austria
Economía	Nueva York - Estados Unidos Los Ángeles - Estados Unidos Tokio - Japón San Francisco - Estados Unidos Washington - Estados Unidos
Gobernanza	Berna - Suiza Ginebra - Suiza Taipéi - Taiwán Melbourne - Australia
Medio ambiente	Los Ángeles - Estados Unidos Reikiavik – Islandia Wellington - Nueva Zelanda Copenhague - Dinamarca Montevideo - Uruguay Estocolmo - Suecia

Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Tabla 4. Ranking ICIM por dimensión (Continuación)

Dimensión	Ranking
Movilidad y transporte	Berna - Suiza
	Ginebra - Suiza
	Taipéi - Taiwán
	Melbourne - Australia
	Los Ángeles - Estados Unidos
Planificación urbana	Toronto - Canadá
	Nueva York - Estados Unidos
	Vancouver – Canadá
	Kiev - Ucrania
	Chicago - Estados Unidos
Proyección internacional	Londres - Reino Unido
	Ámsterdam - Países Bajos
	París - Francia
	Singapur - Singapur
	Berlín - Alemania
Tecnología	Singapur – Singapur
	Hong Kong - China
	San Francisco - Estados Unidos
	Reikiavik - Islandia
	Dubái - Emiratos Árabes Unidos

Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

En la Tabla 5 se presenta el contraste de las ciudades colombianas respecto a las ciudades que ocuparon los primeros diez (10) lugares.

Tabla 5. Ranking general ICIM – ciudades colombianas

Ciudad	Puesto	Puntaje ICIM
Londres	1	100
Nueva York	2	94,63
Ámsterdan	3	86,70
París	4	86,23
Reikiavik	5	85,35
Tokio	6	84,11
Singapur	7	82,73
Copenhague	8	81,80
Berlín	9	80,88
Viena	10	78,85
Bogotá	117	46,01
Medellín	134	40,67
Cali	148	34,04

Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

En la Tabla 6 se encuentra los puestos obtenidos por las ciudades colombianas en las nueve (9) dimensiones ICIM, en relación con los puestos obtenidos por las ciudades internacionales analizadas en los casos de estudio.

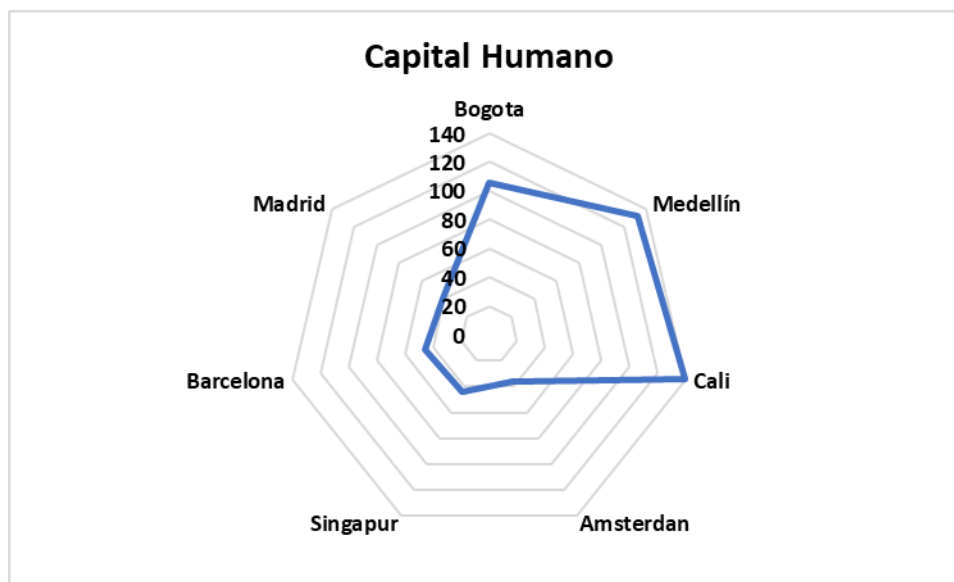
Tabla 6. Ranking ICIM Ciudades Colombianas – Ciudades Internacionales

Dimensión	Bogota	Medellín	Cali	Amsterdan	Singapur	Barcelona	Madrid
Capital Humano	106	132	140	36	44	46	41
Cohesión Social	159	143	114	38	47	89	55
Economía	124	140	143	10	21	51	39
Gobernanza	34	113	146	27	20	29	46
Medio Ambiente	89	114	118	28	10	51	58
Movilidad y Transporte	148	107	151	11	67	12	9
Planificación Urbana	112	87	155	11	31	29	33
Proyección Internacional	76	155	170	2	4	11	17
Tecnología	125	143	155	7	1	24	34

Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

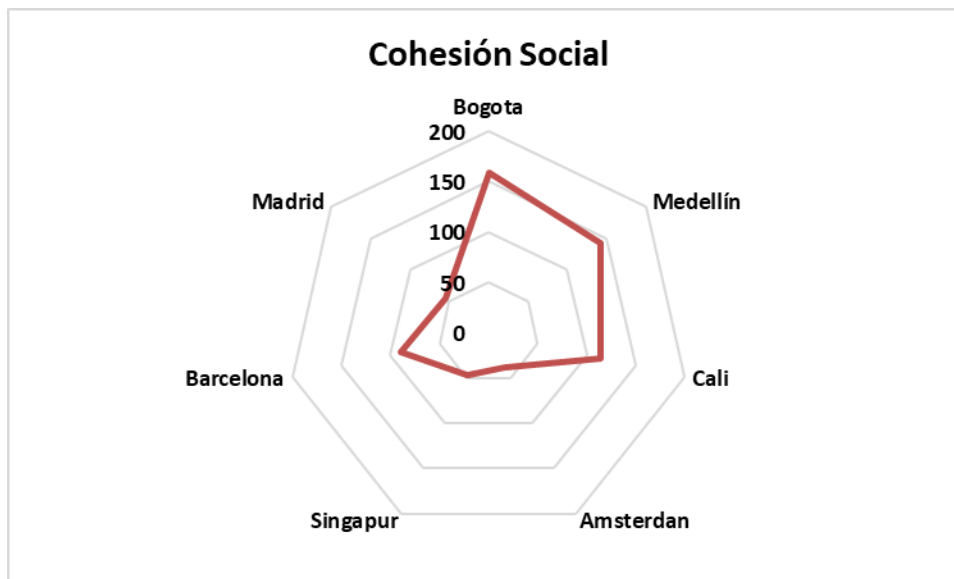
En las figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se presenta en gráficas de radar los puestos obtenidos por las ciudades internacionales analizadas en los casos de estudio, en las nueve (9) dimensiones ICIM, comparativamente con los puntajes obtenidos por las 3 ciudades colombianas en dichas dimensiones.

Figura 2. Ranking ICIM - Capital Humano



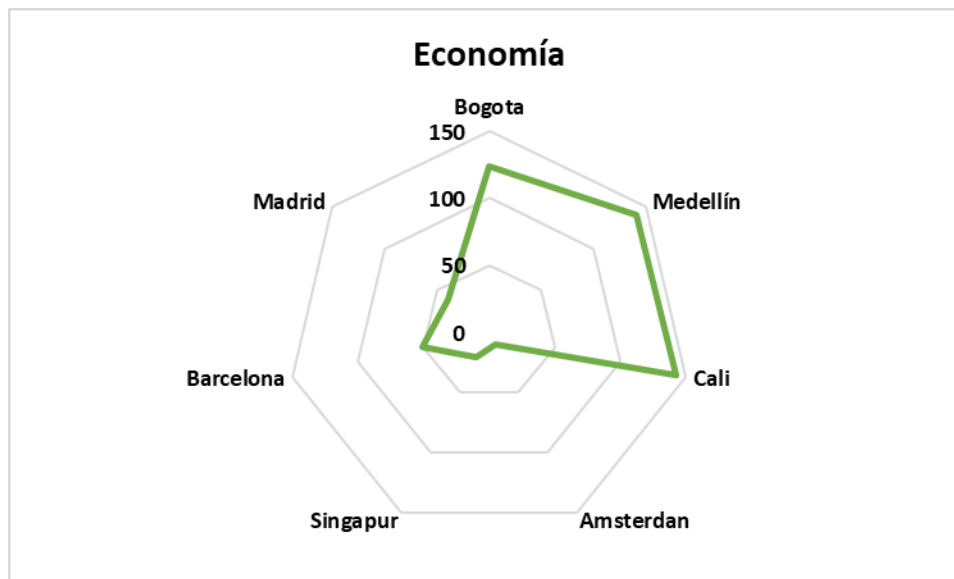
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 3. Ranking ICIM - Cohesión Social



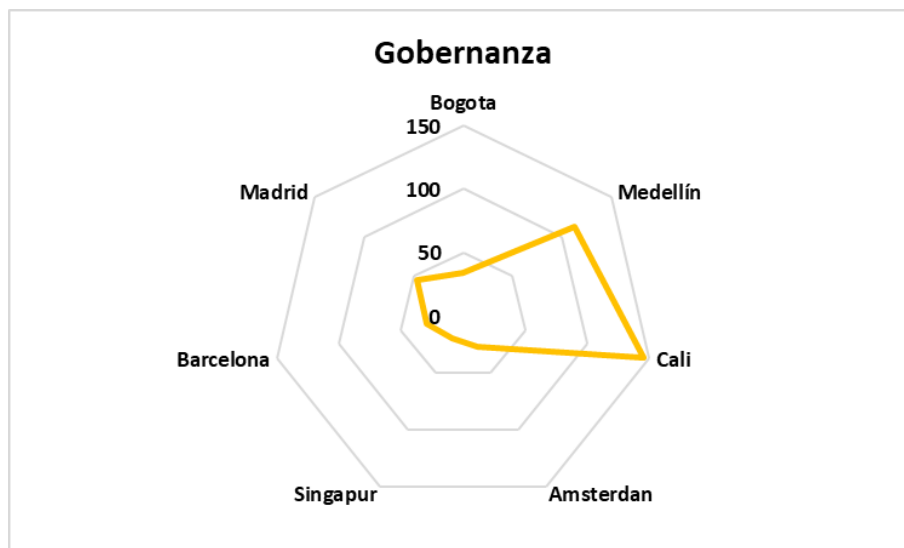
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 4. Ranking ICIM - Economía



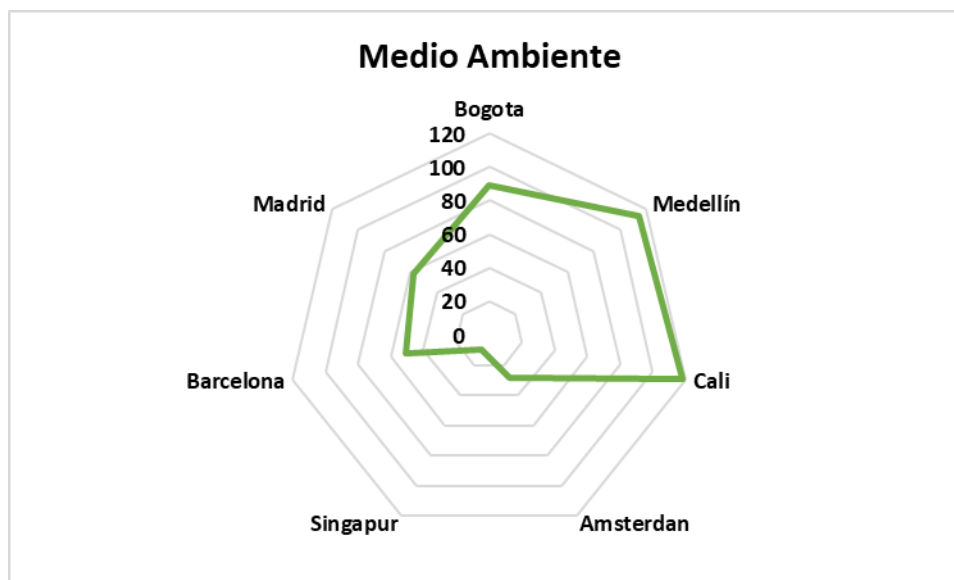
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 5. Ranking ICIM - Gobernanza



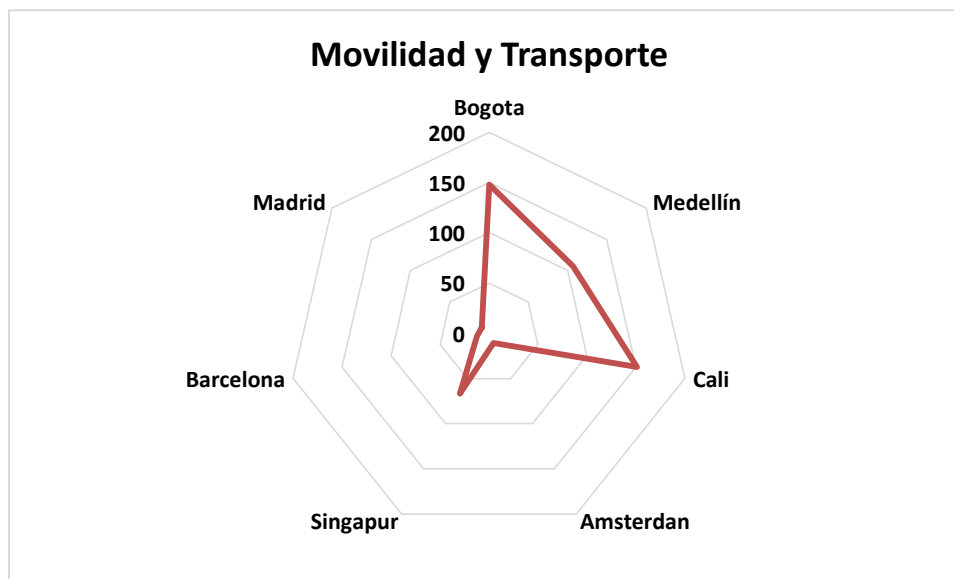
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 6. Ranking ICIM - Medio Ambiente



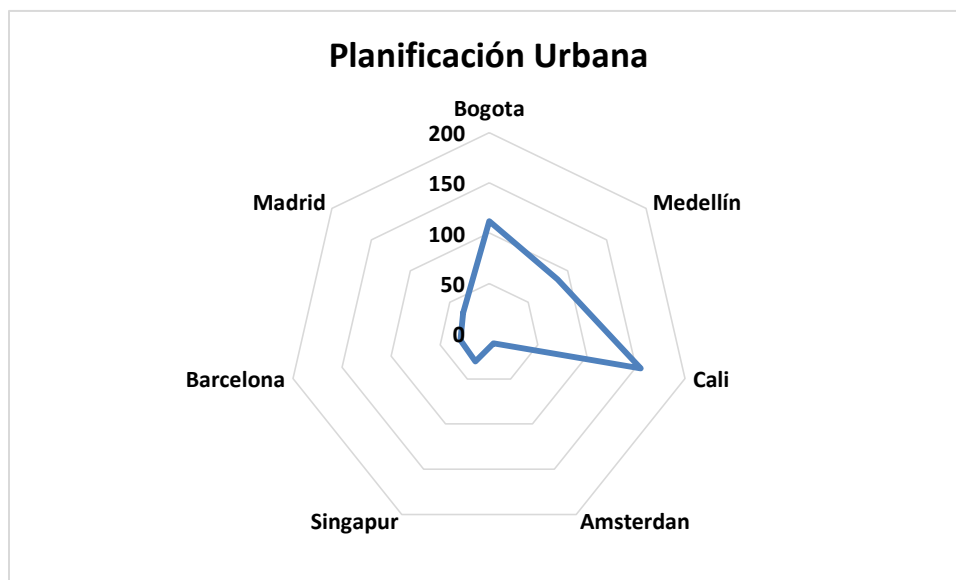
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 7. Ranking ICIM - Movilidad y Transporte



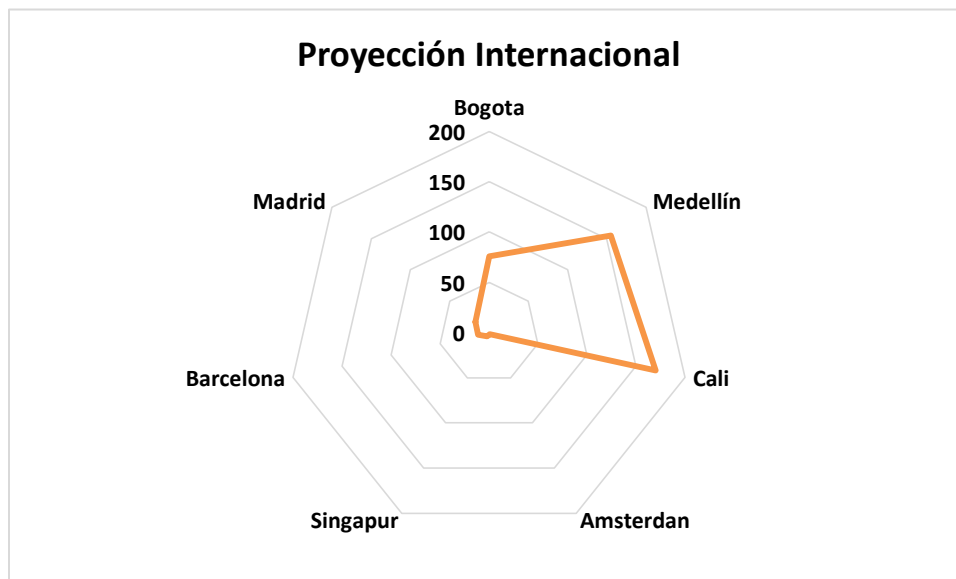
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 8. Ranking ICIM - Planificación Urbana



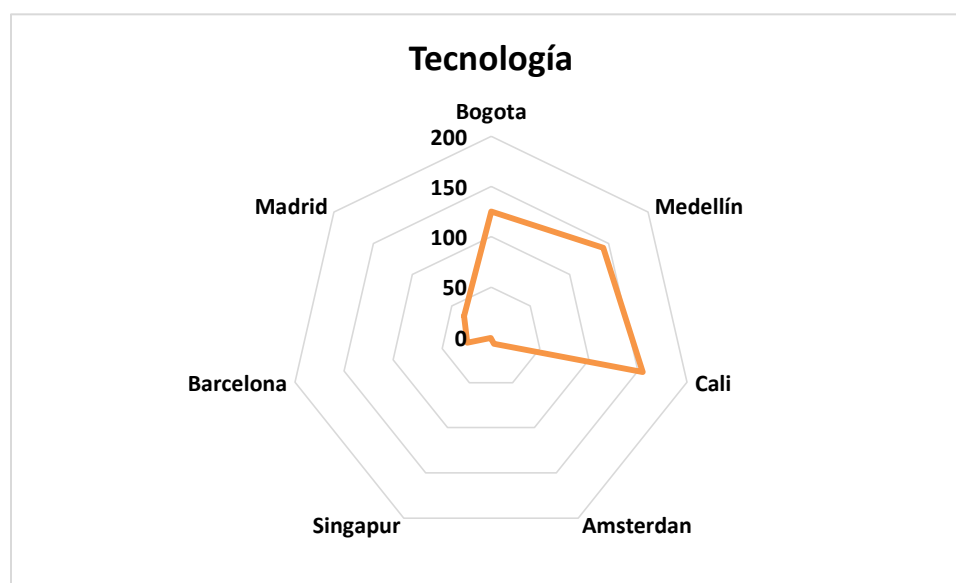
Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 9. Ranking ICIM - Proyección Internacional



Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

Figura 10. Ranking ICIM - Tecnología



Fuente: Tomado de IESE Cities in Motion Index 2019 (IESE, 2019)

2.1.7.2. IMD Smart City Index 2019. Este índice fue construido por el *IMD World Competitiveness Center* en asociación con *Singapore University of Technology and Design (SUTD)*. Este índice evalúa a ciento dos (102) ciudades en el mundo y se basa en la percepción que tienen los ciudadanos sobre dos pilares: estructuras y aplicaciones tecnológicas disponibles para ellos. Cada uno de estos temas es evaluado desde 5 áreas: salud y seguridad, movilidad, actividades, oportunidades y Gobierno.

En la tabla 7 se presentan los indicadores por pilar y área.

Tabla 7. Indicadores IMD Smart City Index 2019

Area	Estructuras	Tecnología
Salud y Seguridad	<p>Los servicios de reciclaje son satisfactorios.</p> <p>La seguridad pública no es un problema.</p> <p>La provisión de servicios médicos es satisfactoria.</p>	<p>Los informes en línea de problemas de mantenimiento de la ciudad proporcionan una solución rápida.</p> <p>Un sitio web o APP permite regalar artículos no deseados a otros residentes de la ciudad.</p> <p>El wifi público gratuito ha mejorado el acceso a los servicios.</p> <p>Las cámaras de CCTV hacen que los residentes se sientan más seguros.</p> <p>Un sitio web o APP permite un monitoreo efectivo de la contaminación del aire.</p> <p>Organizar citas médicas en línea ha mejorado el acceso.</p>
Movilidad	<p>La congestión del tráfico no es un problema.</p> <p>El transporte público es satisfactorio.</p>	<p>Las APP para compartir autos han reducido la congestión.</p> <p>Las APP que lo dirigen a un espacio de estacionamiento disponible han reducido el tiempo de viaje.</p> <p>El alquiler de bicicletas ha reducido la congestión.</p> <p>La programación en línea y la venta de boletos hacen que el transporte público sea más fácil de usar.</p>
Actividades	<p>Los espacios verdes son satisfactorios.</p> <p>Las actividades culturales son satisfactorias.</p>	<p>La compra en línea de entradas para espectáculos y museos ha facilitado la asistencia.</p>

Fuente. Tomado de *IMD Smart City Index* (IMD, 2019)

Tabla 7. Indicadores IMD Smart City Index 2019 (Continuación)

Area	Estructuras	Tecnología
Oportunidades	Hay servicios de empleo disponibles.	El acceso en línea a los listados de trabajo ha facilitado la búsqueda de trabajo.
	La mayoría de niños tienen acceso a una buena escuela.	Las habilidades de TI se enseñan bien en las escuelas.
	Las oportunidades de aprendizaje permanente son proporcionadas por las instituciones locales.	Los servicios en línea proporcionados por la ciudad han facilitado el inicio de nuevos negocios.
	Las empresas están creando nuevos empleos.	
	Las minorías se sienten bienvenidas.	
Gobernanza	Las decisiones del gobierno local son fácilmente accesibles.	Online public access to city finances has reduced corruption.
	La corrupción de los funcionarios de la ciudad no es motivo de preocupación.	La votación en línea ha aumentado la participación.
	Los residentes contribuyen a la toma de decisiones del gobierno local.	Una plataforma en línea donde los residentes pueden proponer ideas ha mejorado la vida de la ciudad.
	Los residentes brindan comentarios sobre los proyectos del gobierno local.	El procesamiento de documentos de identificación en línea ha reducido los tiempos de espera.

Fuente. Tomado de *IMD Smart City Index* (IMD, 2019)

En este índice, las ciudades son distribuidas en cuatro grupos según el puntaje de economía UN Human Development Index (HDI). Dentro de cada grupo HDI, a las ciudades se les asigna una escala de calificación que va desde AAA hasta D según el puntaje obtenido en comparación con las otras ciudades del mismo grupo.

En este ranking solo Singapur y Zurich obtuvieron calificación AAA, seguidas por Oslo, Ginebra y Copenhague con una calificación AA y las ciudades que obtuvieron calificación A fueron: Auckland, Taipei, Helsinki, Bilbao, Dusseldorf, Amsterdam, San Francisco, Vancouver,

Sydney, Toronto y Montreal. A nivel de Colombia Medellín obtuvo una calificación C y Bogotá una calificación D.

Cabe resaltar que mientras en el IESE Cities in Motion (ICIM) Londres ocupó el primer lugar, en este ranking obtuvo una calificación BBB al igual que Nueva York. Amsterdam por su parte en ICIM obtuvo el tercer lugar en contraste con IMD Smart City Index donde tuvo una calificación de A.

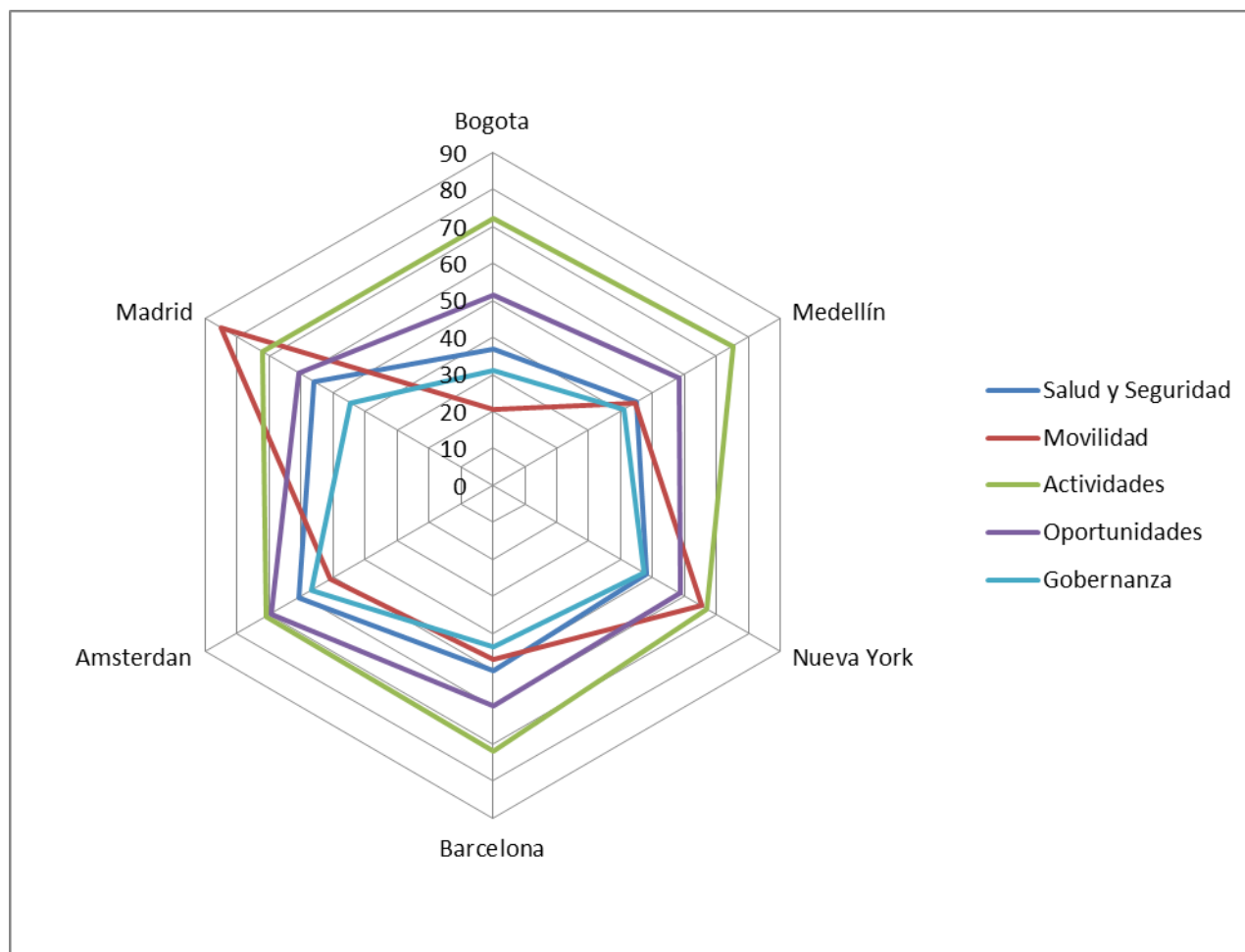
En la Tabla 8 y Figura 11, se presentan los puntajes obtenidos por las ciudades colombianas en contraste con algunas ciudades internacionales en el pilar de estructuras.

Tabla 8. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Estructuras

Area	Bogota	Medellín	Nueva York	Barcelona	Amsterdam	Madrid
Salud y Seguridad	36,69	44,8	47,87	50,02	60,68	55,89
Movilidad	20,6	44,53	65,15	47,02	50,95	85,12
Actividades	72,25	75,34	67,08	72,01	71,03	71,96
Oportunidades	51,46	58,25	58,48	59,70	69,45	60,71
Gobernanza	31,16	41,08	47,35	43,73	56,60	44,56

Fuente: Tomado de IMD Smart City Index (IMD, 2019)

Figura 11. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Estructuras



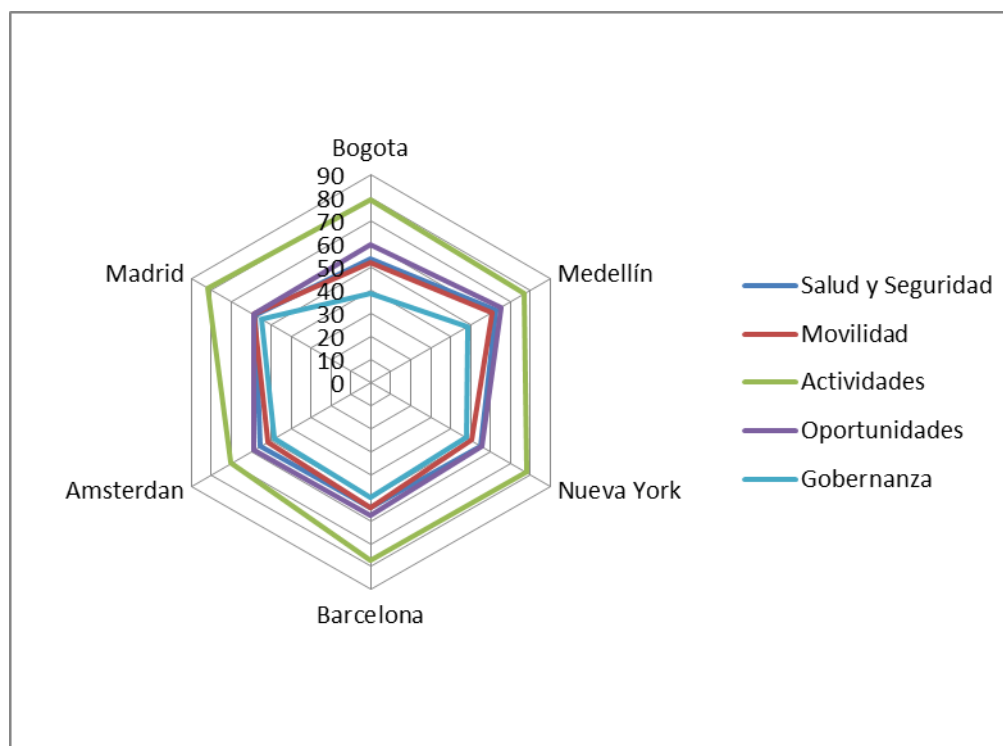
Fuente: Tomado de IMD Smart City Index (IMD, 2019)

En la Tabla 9 y Figura 12 se presentan los puntajes obtenidos por las ciudades colombianas en contraste con algunas ciudades internacionales en el pilar de tecnologías.

Tabla 9. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Tecnología

Area	Bogota	Medellín	Nueva York	Barcelona	Amsterdan	Madrid
Salud y Seguridad	53,88	62,72	55,05	54,33	55,82	58,15
Movilidad	51,82	60,55	50,31	54,44	52,01	58,81
Actividades	79,20	76,64	78,10	77,37	70,08	81,68
Oportunidades	59,96	65,21	55,60	57,81	58,83	58,86
Gobernanza	38,74	48,32	48,07	49,86	48,56	54,95

Fuente: Tomado de IMD Smart City Index (IMD, 2019)

Figura 12. Ranking IMD ciudades Colombianas vs ciudades Internacionales - Estructuras

Fuente: Tomado de IMD Smart City Index (IMD, 2019)

2.1.7.3. Indicadores para evaluación de proyectos de Smart Cities. El Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina (cet.la), ha realizado un estudio centrado en la evaluación de proyectos de ciudades inteligentes, en el cual sigue un modelo analítico de toma de decisiones basado en los modelos Markov.

Su objetivo principal es el de servir de apoyo al proceso de toma de decisiones, y por eso permite efectuar análisis ex ante, previos a la implementación de una iniciativa concreta. Los indicadores definidos están agrupados por ámbitos de ciudad inteligente y por la función dentro del proyecto (inputs, outputs e impacto) (Lupiañez Villanueva, 2017). En la tabla 10 se presentan dichos indicadores.

Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos

	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	<i>Impacto</i>
<i>Smart Economy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión necesaria para implementar el proyecto. • Empresas certificadas implicadas en el proyecto. • Costos periódicos del proyecto. • Costos del personal implicado en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de parques tecnológicos y científicos. • Número de centros de innovación en la ciudad, públicos o privados, por 100,000 habitantes. • Número de incubadoras de empresas. • Extensión del servicio de pago electrónico. • Plan de acción para apoyar el espíritu emprendedor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de puestos de trabajo creados. • Tasa de paro • PIB por persona empleada Mediana de la renta familiar disponible (US\$/hogar). • Porcentaje de trabajadores autónomos. • Número de nuevas <i>Startups</i> por año. • Número de nuevas patentes por 100,000 habitantes. • Exportaciones tecnológicas sobre el PIB de la ciudad. • Tasa de empleo en sectores de tecnología alta y creativos. • Ratio de empleo relacionado con servicios medioambientales. • Porcentaje de empresas que hacen como mínimo el 5% de sus ventas por internet. • Resultado monetario del ahorro de tiempo.

Fuente. Tomado de Evaluación Social de Proyectos Smart Cities (Lupiañez Villanueva, 2017)

Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos (continuación)

	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	Impacto
<i>Smart Governance</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo necesario para implementar el proyecto • Personal necesario para implementar el proyecto • Grado de participación de los distintos actores en el diseño, implementación y evaluación del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de servicios <i>online</i> ofrecidos por la administración • Cantidad de información disponible online para los ciudadanos • Uso de herramientas de Internet para la participación de los ciudadanos • Implementación de un sistema de votación electrónico • Implementación de un sistema electrónico para el pago de impuestos • Número de infraestructuras con sensores instalados 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de procesos de participación pública por 100,000 habitantes por año • Participación electoral en elecciones • Actividad política de los habitantes • Número de condenas por corrupción • Nivel de satisfacción con la transparencia de la burocracia • Importancia de la política según la población. • Porcentaje de la población que ha utilizado el internet en los últimos 3 meses • Porcentaje de conjuntos de datos abiertos por 100,000 habitantes • Número de aplicaciones móviles disponibles basadas en datos abiertos • Porcentaje de la contratación pública que utiliza criterios medioambientales

Fuente. Tomado de Evaluación Social de Proyectos Smart Cities (Lupiañez Villanueva, 2017)

Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos (continuación)

	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	<i>Impacto</i>
<i>Smart Mobility</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Costos para implementar el programa relacionados con el transporte • Costos para implementar el programa relacionados con las TIC • Número de semáforos inteligentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de sensores en el transporte • Número de servicios públicos de transporte que ofrecen información en tiempo real a los ciudadanos • Presencia de sistemas de precios basados en la demanda • Número de estaciones de recarga de vehículos eléctricos en la ciudad • Presencia de un servicio municipal para compartir coche y bicicleta • Número de puntos de acceso WiFi ofrecidos por la ciudad 	<ul style="list-style-type: none"> • Red de transporte público por habitante • Proporción de la población con una parada de transporte público en un radio de 500m • Número de trayectos en transporte público por año Km de carril bici por 100 mil habitantes • Número de vehículos compartidos por cápita • Número de vehículos personales per cápita • Porcentaje de vehículos eléctricos • Cuota de movilidad ecológica • Tiempo de viaje Víctimas relacionadas con el transporte por 100 mil habitantes • Número de conexiones de Internet por 100 mil habitantes • Porcentaje del territorio con cobertura de banda ancha

Fuente. Tomado de Evaluación Social de Proyectos Smart Cities (Lupiañez Villanueva, 2017)

Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos (continuación)

	Inputs	Outputs	Impacto
<i>Smart</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Energía y recursos necesarios para implementar el proyecto • Proporción de materiales reciclados o reutilizados usados en el proyecto • Proporción de materiales renovables usados en el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de farolas inteligentes • Monitoreo de tormentas e inundaciones a través de las TIC • Control de contaminación del agua a través de las TIC • Número de centros de seguimiento de las condiciones ambientales de la ciudad 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo total de energía per cápita • Gasto por punto de luz de la red de alumbrado público • Uso eficiente del agua (uso/PIB) • Porcentaje de la energía consumida por la ciudad que proviene de fuentes renovables • Producción de energía solar • Porcentaje de residuos sólidos que se reciclan • Generación de residuos peligrosos per cápita • Emisiones de CO2 en toneladas per cápita • Porcentaje de la población expuesta a polución • Nivel de contaminación acústica • Número de enfermedades respiratorias crónicas • Proporción de edificios inteligentes • Hectáreas de espacio verde por habitante

Fuente. Tomado de Evaluación Social de Proyectos Smart Cities (Lupiañez Villanueva, 2017)

Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos (continuación)

	<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>	<i>Impacto</i>
<i>Smart People</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Personal necesario para implementar el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas de formación online • Acciones para desarrollar la tecnología digital en las escuelas • Número de ordenadores por estudiante • Número de pizarras interactivas por estudiante • Porcentaje de escuelas conectadas a Internet 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de escolarización • Tasa de abandono escolar • Porcentaje de la población con grados universitarios • Número de universidades en la ciudad • Habilidades en lengua extranjera • Adecuación de la oferta formativa a las demandas del mercado laboral • Habilidades TIC • Grado de alfabetización digital de la sociedad • Porcentaje de maestros que utilizan las TIC para fines educativos • Grado de accesibilidad a los recursos educativos

Fuente. Tomado de Evaluación Social de Proyectos Smart Cities (Lupiañez Villanueva, 2017)

Tabla 10. Indicadores evaluación de proyectos tecnológicos (continuación)

	<i>Outputs</i>	Impacto
<i>Smart Living</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta de servicios sanitarios online (solicitud de cita médica, receta digital, informes médicos, etc.) • Existencia de la tarjeta de salud electrónica • Implementación de un programa de inclusión digital para grupos con riesgo de exclusión • Apps de taxi, tecnologías de software predictivas del crimen • Red de telecomunicaciones utilizada para fines de seguridad (fibra óptica, WiFi, Simulcast, Tetra) 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de pacientes que son supervisados con monitorización remota o un sistema de alarmas • Accesibilidad a los servicios básicos de salud • Tiempo de espera en los centros médicos • Esperanza de vida • Tasa de suicidio por 100 mil habitantes • Tiempo de respuesta de los servicios de emergencia desde la llamada inicial • Nivel de ciberseguridad • Tasa de crímenes violentos por 100 mil habitantes • Coeficiente GINI de desigualdad • Porcentaje de la población viviendo en pobreza • Porcentaje de habitantes con deficiencias en la vivienda • Índice de pobreza energética • Participación de los grupos menos representados en la sociedad Calidad de vida

Fuente. Tomado de Evaluación Social de Proyectos Smart Cities (Lupiañez Villanueva, 2017)

Estos indicadores no están enfocados en evaluar si una ciudad es o no inteligente sino en el impacto de los proyectos desarrollados de ciudades inteligentes. Esta evaluación requiere contar con los datos de datos sobre los *inputs* utilizados y los *outputs*, *outcomes* e impactos generados. Estos tienen que ser cuantificables y medirse a través de los indicadores, los cuales han sido clasificados en seis dimensiones: *Smart Economy*, *Smart Governance*, *Smart Mobility*, *Smart Environment*, *Smart People*, y *Smart Living*.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ciudades colombianas

3.1.1. Encuesta

3.1.1.1. Diseño de la encuesta. La recolección de información se realizó mediante la construcción de una encuesta en línea en la plataforma *google docs*, estructurado en veintitrés (23) secciones, constituido por preguntas abiertas, de selección múltiple, asignación de valoraciones y preguntas cerradas; todas ellas relacionadas con los ámbitos y/o servicios de ciudades inteligentes. Las preguntas realizadas fueron las siguientes:

Sección 1. Introducción y datos de la entidad y de el(los) funcionario(s) que responde(n) la encuesta.

- Nombre de la Alcaldía y/o Municipio
- Nombres completos de los Funcionario (s) que participan para responder la encuesta
- Correo electrónico del (los) funcionario(s) que participan para responder la encuesta
- Teléfono de contacto del (los) funcionario(s) que participan para responder la encuesta

Sección 2 y 3. Políticas o iniciativas de ciudades inteligentes.

- La alcaldía y/o ciudad ha adoptado alguna política o iniciativa alrededor del tema de ciudades inteligentes?
- Indique si es una política o iniciativa de ciudad inteligente e incluya una breve descripción y enlaces a documentación asociada, normas, leyes, lineamientos, procedimientos, etc, donde se puede ampliar el tema.
- Describa cuáles son los principales retos o problemas de ciudad y que están afrontando con el uso de las TIC.

Sección 4. Retos o problemas de ciudad afrontados con el uso de las TIC.

- La entidad usa las redes sociales para identificar problemáticas de ciudad?.

Secciones 5 y 6. Uso de redes sociales para identificar problemas de ciudad.

- Quién gestiona las redes sociales?
- Describa cómo es el proceso de recolección y análisis de la información de redes sociales.

Secciones 7, 8, 9 y 10. Participación y/o colaboración ciudadana en la identificación de problemas de ciudad y planteamiento de solución a los mismos.

- Existen espacios digitales de participación y/o colaboración ciudadana?
- Indique en qué casos o situaciones se usan dichos espacios de participación y/o colaboración.
- Estos espacios de participación y/o colaboración son bidireccionales?
- Describa en cuáles casos o situaciones, los espacios de participación digitales son bidireccionales y en cuales son unidireccionales.
- ¿Describa cómo es el proceso de recolección y análisis de información generada en los espacios de participación y/o colaboración?

Secciones 11 y 12. Sistema geográfico de ciudad.

- ¿Existe un sistema geográfico para la ciudad?
- ¿Cuál es? (Nombre, Descripción, enlace)
- ¿Los ciudadanos pueden interactuar con éste sistema geográfico?

Sección 13. Aplicaciones móviles de servicio al ciudadano.

- Existen aplicaciones móviles de información y atención al ciudadano? ¿Cuáles? y breve descripción

Sección 14. Trámites servicios y procedimientos.

- Indique cuántos trámites pueden hacer los ciudadanos, y de ellos cuántos se pueden hacer totalmente en línea y parcialmente en línea.
- Internamente hay procesos automatizados? Cuantos procesos son automatizados.
- ¿En qué porcentaje la entidad cumple con la ley de transparencia?

Secciones 15, 16 y 17. Datos abiertos.

- La entidad publica datos abiertos?
- ¿Cuántos set de datos tiene publicados? ¿Dónde los publica?
- ¿La entidad tiene conocimiento si estos datos han sido usados para desarrollar aplicaciones u otros fines?
- Describa para qué han sido usados los datos abiertos por la ciudadanía

Sección 18. Contaminación.

- ¿Se realizan mediciones de la calidad del aire?¿Qué tecnología se utiliza para hacerlo?
- ¿Se realizan mediciones del nivel de ruido?¿Qué tecnología se utiliza para hacerlo?
- Existe algún sistema o se usa alguna tecnología para la gestión de la recogida de residuos? (Breve descripción)
- Existen iniciativas tecnológicas orientadas a monitorear el consumo de agua en edificios públicos? (Breve descripción).
- Se monitorea el consumo de energía eléctrica en edificios públicos? y de ser así, se usa algún tipo de tecnología? (Breve descripción).
- Se han usado las llamadas "tecnologías limpias" para la generación de energía? (Breve descripción de la generación y uso de dicha energía).

Sección 19. Capacitación en TIC.

- ¿Existen programas de capacitación en nuevas tecnologías a los ciudadanos?¿Cuáles son? (Breve descripción de cada uno de ellos).

- ¿Existen programas de capacitación en nuevas tecnologías a los funcionarios públicos? ¿Cuáles son? (Breve descripción de cada uno de ellos).

Sección 20. Seguridad.

- Indique si existen sistemas o aplicaciones orientadas a que el ciudadano pueda interactuar en temas de seguridad con el municipio? ¿Cuáles son? (Breve descripción de cada uno de ellos).

Sección 21. Salud.

- Existen servicios de teleconsulta?
- Existe historia clínica en línea?

Sección 22. Aplicación de TIC

- Existen aplicaciones móviles u otros servicios electrónicos para los turistas? de ser así menciónelos e incluya breve descripción.
- El municipio ofrece algún tipo de servicio o apoyo tecnológico para el comercio? (Breve descripción).
- Existen iniciativas que apoyen u orienten la incorporación de las TIC en las empresas? (mencionelas y breve descripción).
- A nivel de municipio o ciudad hay algún tipo de apoyo a la innovación? (breve descripción).

3.1.1.2. Validación de la encuesta. De acuerdo con (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2014), la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir y pueden tenerse diferentes tipos de evidencia o validez:

- *Relacionada con el contenido.* Se refiere a si el cuestionario elaborado, y por tanto los ítems elegidos, son indicadores de lo que se pretende medir. Normalmente está

definido o establecido por la literatura (teoría y trabajos antecedentes, o someterlo a juicio de expertos).

- *Relacionada con el criterio.* Se establece al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo o con un estándar existente.
- *Relacionada con el constructo.* Se refiere a qué tan bien un instrumento representa y mide un concepto teórico, es decir, evalúa el grado en que el instrumento refleja la teoría del fenómeno o del concepto que mide.

Para la validación de la encuesta realizada en la presente investigación, se aplicó la validez relacionada con el contenido, para ello se tomó como base la metodología seguida por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información - ONTSI, para el diseño y envío de cuestionarios cuyo objetivo fue realizar la recogida y análisis de información de los servicios municipales de los ayuntamientos de mas de 100.000 habitantes. (ONTSI, 2015).

En el año 2015, en el marco de la Agenda Digital para España y su Plan Nacional de Ciudades Inteligentes, el equipo ONTSI elaboró el Estudio y Guía Metodológica sobre Ciudades Inteligentes el cual desarrollan en tres fases: Diseño del marco metodológico del estudio, análisis situacional y caracterización de las Smart Cities en España y diseño del Marco de actuación a futuro. (ONTSI, 2015).

Para la fase dos (Análisis situacional y caracterización de las Smart Cities en España) y con el fin de testear la validez del modelo de referencia de Ciudad Inteligente y del conjunto de herramientas que incluyeron en el estudio, realizaron un trabajo de campo categorizando los municipios en 3 grupos: municipios de más de 100.000 habitantes, municipios de entre 20.000 y 100.000 habitantes y municipios de menos de 20.000 habitantes.

Para el primer grupo, la recogida de la información se realizó mediante un cuestionario en el cual incluyeron preguntas asociadas a todos los servicios que pueden presentarse en el ámbito municipal y están alineados con la visión y metodología de ciudades inteligentes en el marco de la Unión Europea. El cuestionario fue diseñado para recopilar información sobre cada uno de los

ámbitos de ciudades inteligentes (*Smart Environment, Smart Mobility, Smart Governance, Smart Economy, Smart People y Smart Living*) y se estructuró en bloques por ámbitos en los cuales incluyen preguntas relacionadas con los subámbitos y servicios asociados.

En este contexto, en la presente investigación, las preguntas fueron orientadas a conocer el uso de las TIC en las ciudades y estructuradas en secciones relacionadas con los subámbitos de ciudades inteligentes (Gobierno, Movilidad, Sostenibilidad, Población y Economía). A continuación, en la Tabla 11 se presenta la estructura de la encuesta.

Tabla 11. Estructura de la encuesta

SECCIÓN	TEMA	ÁMBITO(S) ASOCIADO(S)	
Sección 1	Introducción, datos de la entidad y de el(los) funcionario(s) que responde(n) la encuesta.	No aplica	
Sección 2 y 3	Políticas o iniciativas de ciudades inteligentes	Gobierno, Población, Movilidad, Sostenibilidad, Economía	
Sección 4	Retos o problemas de ciudad afrontados con el uso de las TIC		
Sección 5 y 6	Uso de redes sociales para identificar problemas de ciudad		
Sección 7, 8, 9 y 10	Participación y/o colaboración ciudadana en la identificación de problemas de ciudad y planteamiento de solución a los mismos.		
Sección 11 y 12	Sistema geográfico de ciudad		
Sección 13	Aplicaciones móviles de servicio al ciudadano		
Sección 14	Trámites servicios y procedimientos		
Sección 15, 16 y 17	Datos abiertos		
Sección 18	Contaminación		Sostenibilidad
Sección 19	Capacitación en TIC		Población
Sección 20	Seguridad		
Sección 21	Salud		
Sección 22	Aplicación de TIC	Población, Economía	

Fuente. Elaboración propia

3.1.1.3. Resultados. El objetivo de la encuesta fue identificar qué se está haciendo en diferentes ciudades colombianas, desde distintos ámbitos asociados a ciudades inteligentes. La encuesta fue enviada a las alcaldías de las ciudades de Bogotá, Ibaqué, Cali, Medellín y Bucaramanga.

En lo relacionado con políticas o iniciativas de ciudades inteligentes, Bucaramanga es orientada por el documento que fue borrador de Política Nacional de Ciudades Inteligentes promovido por el MinTIC. Ibaqué cuenta con una política pública de ciencia, tecnología, innovación y TIC cuyo fin es articular y enriquecer la investigación, el desarrollo científico, tecnológico y la innovación en el municipio.

Bogotá por su parte ha tenido en cuenta tres (3) líneas de orientación en materia de TIC para la ciudad: el PRECONPES de Ciencia Tecnología e Innovación liderado por la Secretaría de Desarrollo Económico, el documento con revisión de las mejores prácticas internacionales en el desarrollo de ciudades inteligentes, así como un resumen de los avances recientes de la ciudad de Bogotá en esa materia y los artículos 48 y 49 del Plan de desarrollo Bogotá Mejor para todos.

Cali indica que existen varias iniciativas de ciudades inteligentes: La estrategia de laboratorios de innovación digital, conectividad y disminución de la brecha de acceso a internet en nuestros Puntos de Apropiación Digital; las tendencias digitales; mapa de innovación digital, tecnofest y gobierno inteligente. Medellín no dio respuesta a esta pregunta.

Respecto a los retos de las ciudades afrontados con las TIC, Bucaramanga menciona “el acceso equitativo a internet, cierre de brechas en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones; utilización de datos para mejorar la movilidad y la calidad del aire”. Ibaqué por su parte indica el mejoramiento de las competencias labores a nivel de tecnología en la población vulnerable, aumento de la cobertura de internet en el sector rural y urbano mediante puntos o zonas de acceso a internet gratuitas.

Bogotá indica como principales retos de ciudad afrontados: la historia clínica unificada, semaforización inteligente, manejo de residuos sólidos, gestión de trámites y servicios, ejercicios

de participación y colaboración ciudadana, focalización de servicios de víctimas de conflicto armado utilizando analítica de datos. En Cali trabajan con los ciudadanos para conocer los problemas de su comunidad, escucharlos y en conjunto proponer soluciones. Medellín no respondió esta sección.

Frente al uso de redes sociales para identificar problemas de ciudad, las tres (3) ciudades indicaron que usan redes sociales para identificar problemas de ciudad y la gestión de ellas está a cargo de un grupo de funcionarios. Bucaramanga hace uso de los puntos Vive Digital para capturar información de la ciudadanía, la cual en ocasiones es analizada por expertos y/o por funcionarios de la entidad y posteriormente publicada. Ibagué indica que la recolección de información se realiza mediante convocatorias en redes sociales y a través de otros canales de comunicación electrónico como radio ciudad musical Ibagué, TVEO Ibagué, pero no indican qué tipo de análisis realizan a la información recolectada.

Bogotá por su parte, recolecta información de cubrimientos de los eventos del alcalde, publicaciones de las notas del portal web de Bogota.gov.co, producción de videos realizados por el equipo audiovisual de la Alcaldía de Bogotá, producción de imágenes realizadas por el equipo creativo de la Alcaldía de Bogotá, contenido relevante de otras entidades y secretarías del distrito capital, comentarios de ciudadanos que escriben en las redes, lineamiento editorial a partir de reuniones y estrategias que trazan las cabezas de la oficina de comunicación, métricas recogidas en las distintas plataformas como Facebook, Twitter, Instagram, Youtube.

Posteriormente se realiza un análisis de la información y se generan informes a partir de las métricas donde se identifica qué publicaciones tienen un mejor comportamiento y/o mayor impacto, el comportamiento de las publicaciones a partir de los comentarios de los usuarios y el *engagement* o interacción en general con las publicaciones.

En Cali, las redes sociales la gestiona un equipo de funcionarios del área de comunicaciones de la Alcaldía. No especifican cómo es el proceso de recolección y análisis de la información. En Medellín, por medio de las redes sociales identifican necesidades y problemáticas de los ciudadanos, para ello cuentan con un equipo de personas que monitorean los comentarios,

mensajes directos, menciones y tendencias. La información recibida es direccionada al área encargada y realizan el seguimiento correspondiente.

Respecto al tema de participación y/o colaboración ciudadana en la identificación de problemas de ciudad y planteamiento de solución a los mismos, Bucaramanga indica que existen espacios de participación bidireccionales en casos como talleres y/o reuniones con la comunidad, así como cuando se da respuesta por diferentes medios digitales a las inquietudes presentadas por los ciudadanos.

La información recogida es registrada en actas, informes, formatos especiales, a través del portal, de las zonas wifi, de las secciones habilitadas en las páginas web de la alcaldía entre otros, posteriormente, la información se analiza con los equipos de trabajo de las diferentes oficinas que intervienen en las actividades o solicitudes. Ibagué indica que tiene dos espacios de participación bidireccional llamado “Café con Jaramillo” y “Albarrio” y unidireccional: “Altablero”. La información se recibe por los diferentes canales y después se consolida.

Bogotá por su parte, cuenta con la plataforma “Bogotá Abierta”, un espacio de participación bidireccional en el que los ciudadanos aporten sus ideas, propuestas y conocimiento frente a los retos y problemáticas de la ciudad. A partir del contacto que establece el ciudadano cuando deja su idea, contenido y/o propuesta, se abren oportunidades para profundizar en esa relación gobierno-ciudadanía a través de encuentros, sesiones de entrega de incentivos, envío de información y jornadas de trabajo en las que participan ciudadanos y funcionarios de la administración distrital. El análisis de la información está a cargo de los equipos técnicos de las entidades que presentan los retos de acuerdo con las necesidades misionales del trabajo que adelantan.

Medellín usa los espacios de participación ciudadana para interactuar con sus públicos misionales como las juntas de acción comunal, las juntas administradoras locales y las organizaciones sociales. Entre los espacios digitales usados se encuentra el Aplicativo de Registro y Caracterización de las Organizaciones Sociales y Comunales - ARCO, el portal de rendición de cuentas, el aplicativo “Sí ciudadanía”, la ventanilla única virtual y la página de

participación ciudadana. La Alcaldía de Cali indica que la ciudad cuenta con un portal donde se gestiona la participación y colaboración ciudadana y es <https://www.cali.gov.co/participacion/> .

En cuanto a la existencia de un sistema geográfico de ciudad, Bucaramanga indica que cuenta con un sistema geográfico de ciudad y los ciudadanos pueden consultarlo, enviar información y descargar datos. Bogotá cuenta con “Mapas Bogotá” y los ciudadanos pueden consultarlo, enviar información y descargar datos. Ibagué tiene un sistema geográfico llamado IGAC, el cual puede ser consultado y permite la descarga de datos. Cali cuenta con el Geovisor de la Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali (IDESC) en el cual los ciudadanos pueden consultarlo, descargar datos y enviar información, y Medellín cuenta con el portal geográfico “Geomedellin”.

En relación con las aplicaciones móviles de atención al ciudadano, Bucaramanga informa que cuenta con una *App* en la que se encuentra información de interés y de contacto. Ibagué cuenta con las aplicaciones PQR, TUCuenta (estado de cuenta de pago a terceros), promoción de eventos (promocionar las agendas culturales).

Bogotá cuenta con varias *apps* relacionadas con la clasificación de trámites, en la que se brinda una clasificación a ésta; se dan recomendaciones a los ciudadanos sobre el lugar más apropiado para realizar un trámite o servicio, con base en los tiempos de gestión en los SuperCADEs y en los CADEs. Se ofrece un canal móvil para que el ciudadano acceda al sistema “Bogotá te Escucha”, en el cual puede registrar y consultar peticiones. Asimismo, se da a conocer al ciudadano los últimos tuits de la línea 195, para que pueda estar informado de las novedades del servicio de la Red CADE en sus canales presencial, telefónico y virtual.

Cali cuenta con 6 aplicaciones (Festival Petronio Alvarez, Cali APP, Cataki, Cali Institucional, Sibica, Impuesto en línea) que son publicadas en el siguiente enlace: <https://androidappsapk.co/developer/alcaldia-de-santiago-de-cali/> y Medellín dispone a la ciudadanía las siguientes aplicaciones: haciendamed, castromed, huecosmed, te pille, la perla, inder, siamed, siata, metro de Medellín,

En relación la sección de trámites, servicios y procedimientos, Bucaramanga tiene registrado en el Sistema Único de Información de Trámites - SUIT 120 trámites, de los cuales 15 se pueden hacer en línea y 15 parcialmente ó *feedback*, estos últimos son de esa forma porque requieren hacer visita o inspección previo a finalizar trámite. Adicionalmente, al interior de la alcaldía cuenta con varios procesos automatizados en las áreas misionales como el recaudo de impuestos, contratación y nómina.

Bogotá tiene registrados 503 trámites en el SUIT, de los cuales 145 se pueden realizar parcialmente en línea y 67 totalmente en línea. Asimismo, indica que existen procesos automatizados, pero actualmente no se tienen cuantificados por cada una de las 56 entidades del distrito capital. Ibagué cuenta con 23 trámites en línea e indica que el 70% de los procesos internos están automatizados.

Medellín tiene identificados 197 trámites, de los cuales 26 se pueden hacer totalmente en línea y 64 parcialmente en línea. Adicionalmente, tienen una implementación de 11 componentes de procesos automatizados, que representan un 44% de sus procesos internos. Cali dispone de 260 trámites a sus ciudadanos, de los cuales 29 son en línea, 14 parcialmente en línea y 217 presenciales. De los procesos internos, uno de ellos está automatizado.

Respecto a la sección de datos abiertos, Bucaramanga ha publicado 35 set de datos abiertos, los cuales han sido usados para establecer modelos de analítica descriptiva y predictiva por grupos de investigación de la ciudad y para la toma de decisiones de las diferentes dependencias del municipio. Bogotá ha publicado 969 set de datos abiertos e indica que no tiene conocimiento de si han sido usados. Ibagué ha publicado 15 set de datos abiertos e indica que no tiene conocimiento si han sido usados.

Medellín tiene publicados 372 set de datos abiertos en el portal <http://metadata.gov.co>, de los cuales 110 tienen un componente geográfico. Estos datos han sido utilizados en una aplicación móvil llamada Enrutamed y otra llamada Poncho, adicionalmente, los datos geográficos han sido usados en aplicaciones como Mapasmedellin, SAU, VamosMED, SIAMED. Por su parte Cali

ha publicado 525 set de datos en su portal <http://datos.cali.gov.co/> , el cual se enlaza con el portal nacional de datos.

En lo relacionado con temas de contaminación, Bucaramanga indica que la calidad de aire se mide utilizando un sistema de vigilancia de calidad del aire - SVCA Tipo III, propio de las áreas con población objeto entre 500.000 y 1.500.000 habitantes el cual entró en operación a partir de octubre de 2018. Está compuesto por 5 estaciones diseñadas para medir material particulado PM10 y PM2.5, Ozono (O3), Óxidos de Nitrógeno (NOx) y datos meteorológicos. El nivel de ruido es medido por el área metropolitana de Bucaramanga, pero no especifica cómo lo realiza. Por su parte Ibagué no realiza medición de la calidad de aire ni tampoco del nivel de ruido, pero aclara que en compañía de la Policía hacen campañas de control de ruido en establecimientos públicos.

Bogotá indica que envía respuesta de la secretaría distrital de ambiente a través de correo electrónico pero no llegó respuesta. Cali indica que en la ciudad sí se realizan mediciones de la calidad de aire y del ruido, dicha información se encuentra detallada en el siguiente enlace: <https://www.cali.gov.co/dagma/> .

Medellín indica que el área metropolitana del Valle de Aburrá es la autoridad ambiental y desde 2001 cuenta con una red de monitoreo de calidad de aire, la cual es operada por la universidad EAFIT. Actualmente cuentan con 38 puntos de medición en los cuales se encuentran instalados 66 equipos que permiten hacer el seguimiento de los contaminantes del aire. Así mismo, Medellín cuenta con 8 puntos de monitoreo del ruido ubicados en 4 estaciones del Valle de Aburrá (Girardota, Medellín, Itagüí y Sabaneta). Para el monitoreo del ruido usan sonómetros Tipo I.

En cuanto a la recolección de residuos, Bucaramanga indica que se realiza de manera selectiva sobre los materiales aprovechables. Ibagué no usa ninguna tecnología para la recolección de residuos. Medellín no da respuesta sobre la recolección de residuos y Cali indica que lo relacionado con el tema se encuentra publicado en el siguiente enlace: <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/111376/gestion-integral-de-residuos-solidos/>

Bogotá cuenta con el Sistema de Información para Gestión y Operación del Servicio Público de Aseo - SIGAB, el cual posee una plataforma que en tiempo real les permite a los usuarios de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP, de la interventoría y de los concesionarios, ubicar todos y cada uno de los camiones recolectores de basuras de forma georrefenciada y sobre un mapa que abarca el ancho y largo de la ciudad cumpliendo con la concesión.

Este sistema UAESP recoge toda la información misional de la recolección, barrido y limpieza de la ciudad ha generado más de 1000 millones de datos en 18 meses de operación, y se hace referencia sólo a la información de ubicación de los vehículos recolectores de basura. Adicionalmente se desarrolló la APP SIGAB Ciudadano, en la cual es posible saber cuándo y a qué hora pasará el camión recolector de basuras, se tendrá acceso a información relevante sobre el mejor aprovechamiento de materiales reciclables, la recolección de escombros y basuras y en general las últimas noticias sobre la UAESP.

En lo relacionado con el monitoreo del consumo de agua y energía eléctrica en edificios públicos, Bucaramanga indica que sólo el Acueducto de Bucaramanga realiza ese monitoreo. Ibagué no realiza este tipo de monitoreos. Cali indica que este tipo de monitoreos está a cargo de la empresa Emcali pero no da detalle al respecto. Bogotá está desarrollando un proyecto piloto de medición de agua para grandes consumidores; esta medición es con telemetría hacia un centro de control donde se hace tratamiento de datos enviados para poder hacer gestión de usuario.

Medellín indica que el edificio EPM cuenta con medidores de flujo electrónicos que registran los consumos de agua, los cuales están en proceso de integración con la plataforma BMS. Así mismo, en el edificio EPM se monitorea el consumo de energía por medio de una herramienta llamada Power Monitoring Expert (PME), la cual permite consultar en tiempo real los consumos de potencia activa por cada subsistema eléctrico del edificio.

Respecto al uso de tecnologías limpias para la generación de energía, Bucaramanga indica que no usa ese tipo de tecnologías. Bogotá indica que esa pregunta desborda el alcance de las competencias del Distrito Capital. Ibagué por su parte, responde que usa celdas fotoeléctricas

para el alumbrado público. Medellín indica que el negocio de generación de energía de EPM cuenta con proyectos de energía limpia, solar y eólica. Cali indica esta información la puede brindar la empresa Emcali y no da detalle al respecto.

En lo concerniente a la capacitación en TIC dirigida a ciudadanos y funcionarios, Bucaramanga responde que existe un portafolio que va desde el uso básico de un computador, hasta formación en sistemas de información georreferenciados, seguridad de la información, *Big data*, entre otros, pero no hay programas de capacitación dirigidas a funcionarios de la alcaldía.

Ibagué indica que se ha realizado capacitación y formación de la comunidad en situación de vulnerabilidad en los distintos Puntos Vive Digital, distribuidos en diferentes barrios y comunas de la ciudad, y cuenta con los siguientes programas de capacitación a funcionarios públicos: ciudadanos digitales y estructuración de proyectos de ciencia tecnología e innovación.

Al respecto de capacitación en TIC dirigida a la ciudadanía, la Alcaldía de Bogotá ha desarrollado una estrategia de formación digital al alcance de todos los ciudadanos que tiene como objetivos potenciar el talento TIC de los bogotanos, fortalecer la cultura TIC de la ciudad y propiciar estrategias encaminadas a fortalecer el auge de la economía digital de la ciudad. Para ello ofrece cursos virtuales y personales en computación en la nube, datos masivos, inteligencia artificial, internet de las cosas, experiencia inmersiva, *blockchain*, arquitectura dirigida por eventos, *gig economy*. Adicionalmente, para los funcionarios públicos tienen varios programas asociados a la creatividad, solución de proceso de tipo *insight*, metodología *Design Thinking*, uso de *elevator pitch* para la comunicación y presentación de ideas de negocio.

Medellín se centra en la capacitación en el aplicativo ARCO tanto para funcionarios como para personal externo a la institución. Cali indica que en la ciudad existen los puntos de apropiación digital y los laboratorios de innovación digital en los cuales se brinda acceso a internet, salas de capacitación y entretenimiento, área de gobierno en línea y servicios TIC complementarios.

En lo concerniente al uso de aplicaciones que permitan al ciudadano interactuar en temas de seguridad, Bucaramanga e Ibagué indican que no ha desarrollado este tipo de aplicaciones. Medellín cuenta con una APP llamada “Te pillé” y una plataforma web llamada “seguridad en línea” en la cual se puede entregar información relacionada con conductas punibles. Cali no cuenta con este tipo de aplicaciones.

Por su parte Bogotá desarrolló la aplicación Sofiapp, una solución tecnológica que busca promover y facilitar la apropiación del derecho de las mujeres a una vida libre de violencias, la activación de las rutas de atención y protección integral de las mujeres en riesgo o que son víctimas de violencias y el seguimiento a la respuesta interinstitucional desarrollada para las habitantes del territorio urbano y rural de Bogotá D.C.

Otra aplicación desarrollada es “En Bogotá Se Puede Ser” que es una solución tecnológica que busca acercar a las personas de los sectores sociales LGBTI a la oferta pública y privada, brinda canales de atención y denuncia, así como alertar a contactos seleccionados sobre una situación de riesgo.

En temas de TIC aplicada en salud, Bucaramanga y Bogotá indican que no han implementado la tele consulta, pero sí existe historia clínica en línea, mientras que Ibagué, Medellín y Cali indican que sí tiene ambos servicios en funcionamiento.

Respecto a si existen aplicaciones móviles para los turistas, Bucaramanga indica que tiene una *app* que ofrece diferente información de interés. Bogotá tiene una aplicación llamada DC Travel en la que se puede conocer la agenda de ciudad, la guía turística, la orientación en cuanto a sitios de interés cultural, el clima, la guía de sitios para conocer caminando y los planes en la ciudad que se hacen con bicicleta.

Por su parte Ibagué ha desarrollado una aplicación llamada Mi casa está de fiesta, la cual permite conocer la programación de eventos de relevancia para la ciudad, informa a la ciudadanía y a los turistas sobre las fechas y noticias. Cali cuenta con una aplicación llamada

OIS y Medellín cuenta con las aplicaciones SITUR, Medellín travel, Geomedellin, Invest in Medellin.

Respecto de si la alcaldía ofrece algún tipo de apoyo tecnológico al comercio, Bucaramanga respondió que sí, a través de un portal llamado mercadillo.com que promueve la actividad comercial de los agricultores de los corregimientos en la ciudad. Bogotá cuenta con ACDTIC en alianza con MinTIC, a través del cual se viene promoviendo el uso y apropiación de la plataforma de comercio electrónico a través del operador de servicios www.elvecino.com, para dar asesoría y acompañamiento de diferentes sectores de la industria.

Ibagué por su parte cuenta con trámites como autoliquidación de industria y comercio, impuesto de industria y comercio, y su complementario de avisos y tableros y solicitud de concepto sanitario. Medellín cuenta con plataformas tecnológicas que brindan apoyo y servicio tecnológico al comercio como: Coordiutil, Davivienda y Dataware Soluciones. Cali brinda apoyo tecnológico al emprendimiento informando sobre eventos, apps, convocatorias de MinTIC, plataformas de apoyo.

Finalmente se pregunta si existe algún tipo de apoyo a la innovación. Bucaramanga cuenta con Infraestructura de los PVD y Vive Lab., programas de las Agoras para MILAB, entre otros. Bogotá trabaja el programa Fondo de Innovación, Tecnología e Industrias Creativas (FITIC). Por su parte Ibagué cuenta con Cluster TIC.

Cali se apoya en las capacitaciones ofrecidas por el MinTIC difundidas a través de Ciudadano Digital y Empresario Digita. Medellín viene implementando la iniciativa Medellín4R, la cual busca familiarizar a los ciudadanos con los conceptos más importantes de la cuarta revolución industrial como son: block chain, inteligencia artificial, internet de las cosas y big data. Adicionalmente cuentan con la implementación de un centro de servicios compartidos para las pymes, la cual les permite acceder al comercio electrónico.

En la Tabla 12 se presenta un resumen de lo respondido por las ciudades en las diferentes secciones planteadas en la encuesta.

Tabla 12. Resumen de los resultados de la encuesta

	Bucaramanga	Bogotá D.C.	Ibagué	Cali	Medellín
La alcaldía y/o ciudad ha adoptado alguna política o iniciativa alrededor del tema de ciudades inteligentes?	Sí	Sí	Sí	Si	No responde
¿La entidad usa las redes sociales para identificar problemáticas de ciudad?	Sí	Sí	Sí	Si	Si
Existen espacios digitales de participación y/o colaboración ciudadana?	Sí	Sí	Sí	Si	Si
Estos espacios de participación y/o colaboración son bidireccionales?	Sí	Sí	Sí	Si	Si
¿Existe un sistema geográfico para la ciudad?	Sí	Sí	Sí	Si	Si
¿Existen aplicaciones móviles de información y atención al ciudadano?	Si	Si	Si	Si	Si
Indique cuántos trámites pueden hacer los ciudadanos, y de ellos cuántos se pueden hacer totalmente en línea y parcialmente en línea.	En SUI: 120 trámites En línea 15 Parcialmente en línea: 15.	• Total, Trámites SUI: 503 • Parcialmente en línea: 145 • En línea: 67	23 en línea	• Total, Trámites: 260 • Parcialmente en línea: 14 • En línea: 29	• Total Trámites: 197 • Parcialmente en línea: 64 • En línea 26
¿Internamente hay procesos automatizados?	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente. Elaboración propia (2019)

Tabla 12. Estructura de la encuesta (continuación)

	Bucaramanga	Bogotá D.C.	Ibagué	Cali	Medellín
¿En qué porcentaje la entidad cumple con la ley de transparencia?	97	No responde	100	100	90
¿La entidad pública datos abiertos?	Si	Si	Si	Si	Si
¿La entidad tiene conocimiento si estos datos han sido usados para desarrollar aplicaciones u otros fines?	Sí	No	No	Si	Si
¿Se realizan mediciones de la calidad del aire?	Si	Si	No	Si	Si
¿Existe algún sistema o se usa alguna tecnología para la gestión de la recogida de residuos?	Si	Si	No	No	No responde
¿Existen iniciativas tecnológicas orientadas a monitorear el consumo de agua en edificios públicos?	Si	Si	No	No responde	Si
¿Se monitorea el consumo de energía eléctrica en edificios públicos? ¿y de ser así, se usa algún tipo de tecnología?	No	No responde	No	No responde	Si
¿Se han usado las llamadas “tecnologías limpias” para la generación de energía?	No	No responde	SI	No responde	Si

Fuente. Elaboración propia (2019)

Tabla 12. Estructura de la encuesta (continuación)

	Bucaramanga	Bogotá D.C.	Ibagué	Cali	Medellín
¿Existen programas de capacitación en nuevas tecnologías a los ciudadanos?	Si	Si	Si	Si	Si
¿Existen programas de capacitación en nuevas tecnologías a los funcionarios públicos?	Si	Si	Si	Si	Si
¿Indique si existen sistemas o aplicaciones orientadas a que el ciudadano pueda interactuar en temas de seguridad con el municipio?	No	Si	No	No	Si
¿Existen servicios de teleconsulta?	No	No	Sí	Si	Si
¿Existe historia clínica en línea?	Sí	Sí	Sí	Si	Si
¿Existen aplicaciones móviles u otros servicios electrónicos para los turistas? de ser así menciónelos e incluya breve descripción.	Si	Si	Si	Si	Si
¿El municipio ofrece algún tipo de servicio o apoyo tecnológico para el comercio?	Si	Si	Si	Si	Si
¿Existen iniciativas que apoyen u orienten la incorporación de las TIC en las empresas?	Si	Si	Si	Si	Si
¿A nivel de municipio o ciudad hay algún tipo de apoyo a la innovación?	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente. Elaboración propia (2019)

3.1.2. Proyectos tecnológicos y/o iniciativas asociadas con ámbitos de ciudades inteligentes

3.1.2.1. Diseño de la recopilación de información. La recopilación de esta información en las ciudades colombianas objeto de estudio se realizó usando la técnica de observación en los sitios web institucionales y en planes de desarrollo, de acuerdo con los ámbitos y variables de interés para la presente investigación.

Tabla 13. Diseño para recopilación de información proyectos tecnológicos

Ámbito	Variabes
Gobierno	Transparencia
	Participación
	Planeación Estratégica
Movilidad	Información Geográfica
	Transporte y Tráfico
	Medio Ambiente Urbano
Sostenibilidad	Gestión de Residuos
	Energía
	Agua
	Salud
Población	Educación
	Cultura
	Seguridad
	Turismo
	Consumo
Economía	Empresa Digital
	Comercio y Negocios
	Innovación
	Empleo y Emprendimiento

Fuente. Elaboración propia

3.1.2.2.Resultados Bucaramanga

Gobierno - Transparencia. El municipio de Bucaramanga en el cumplimiento con la Ley 1712 del 6 de marzo de 2014, Resolución 3564 MINTIC de 2015, dispone a la ciudadanía el acceso a la información correspondiente de la gestión pública, por medio de los siguientes portales web, de las diferentes áreas gubernamentales: portal oficial de la alcaldía, la cámara de comercio, el portal web de noticias, la dirección de tránsito y transporte, la personería, la contraloría.

Estos sitios web están compuestos de una estructura similar: mecanismos de contacto, información de interés general, estructura orgánica y talento humano, normatividad, presupuesto, planeación, control, contratación, trámites y servicios, instrumentos de gestión de información pública. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019)

Gobierno - Participación. La alcaldía de Bucaramanga a través de los puntos Vive Digital y la propuesta ciudadano digital dirigida por el MinTIC, por medio de capacitaciones a diversos sectores poblacionales del municipio busca acercar a las comunidades al uso de las herramientas tecnológicas para que atiendan el reto de la economía digital y saquen provecho de ellas. Los nueve ejes temáticos que consolidan la ciudadanía digital son:

- Alfabetización digital: Acercamiento al entorno digital, participación e inclusión en lo digital.
- Comunicación digital: Principios de periodismo digital, periodismo ciudadano y herramientas de comunicación en línea.
- Responsabilidades y derechos digitales: Seguridad en transacciones en línea, participación ciudadana en digital Jóvenes, paz y tecnología.
- Etiqueta digital: Comportamiento digital, comunidades digitales y participación digital para construir paz.
- Salud y bienestar digitales: Personas, espacios y tecnologías, vida digital equilibrada ciudadano digital y medio ambiente ¿Vivir sin internet?
- Seguridad digital: Experiencias digitales seguras, seguridad y prevención, redes, medios y jóvenes.

- Comercio digital: Principios, consumo de bienes y servicios, modelos de negocio, venta y postventa en comercio electrónico.
- Acceso digital: Acceso equitativo a herramientas digitales, accesibilidad para apropiación de contenidos TIC.
- Leyes digitales: Leyes e interacción digital y delitos informáticos (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Gobierno - Planeación Estratégica. Desde la Oficina Asesora en TIC del municipio de Bucaramanga se promueve el desarrollo de un proyecto que permita entre otros aspectos los siguientes:

- Inventariar la infraestructura existentes en las comunas, ubicando de manera georreferenciada los diferentes elementos de captura y análisis de datos para mejorar la gestión urbana.
- Implementar con el apoyo de las universidades proyectos pilotos de *BIG DATA*, Inteligencia Artificial, *Blockchain*, IoT (Internet de las Cosas), entre otras tecnologías.
- Promover mediante eventos y actividades de talla internacional el emprendimiento, la generación, transferencia y apropiación de conocimiento, enmarcadas dentro de las dimensiones de una ciudad inteligente.

En el área de gobernanza democrática del plan de desarrollo de la Alcaldía de Bucaramanga se definen como focos de acción la capacitación en el uso y acceso a las herramientas TIC para la promoción del Gobierno en Línea como puente de dialogo e interlocución con la ciudadanía, y mejorar y aumentar los espacios comunitarios donde se fortalezca la formación de la comunidad (Alcaldía de Bucaramanga, 2016, p. 49).

Así mismo, las tecnologías de la información y las comunicaciones son un elemento necesario para la gestión administrativa eficiente y la construcción de un gobierno más abierto, más transparente y participativo, pues constituyen un apoyo esencial para las entidades del sector público comprometidas con la excelencia en la entrega de productos y la prestación de servicios

de allá calidad, que desean acrecentar la confianza en los ciudadanos hacia los planes, trámites y servicios que habilita el gobierno por medios electrónicos.

De igual forma, para la Alcaldía las TIC contribuyen a generar, transmitir y potenciar la creación de conocimiento — en particular ciencia y tecnología- constituyéndose en uno de los habilitadores centrales para la generación de la innovación. Del mismo modo, facilitar y fomentar el uso y adaptación de tecnología son requisitos fundamentales para que la innovación en el país evolucione hacia la frontera del conocimiento. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Gobierno – Información geográfica. Bucaramanga cuenta con el sistema de información geográfica llamado POT para la ciudad y su área metropolitana. (Alcaldía de Bucaramanga, 2014).

Movilidad – Transporte y tráfico. De acuerdo con el plan de desarrollo, la Dirección de Tránsito de Bucaramanga con el fin de garantizar la vida de los usuarios de la vía pública, democratizar el use de la vía pública e invertir la pirámide de las prioridades de los modos de transporte, entre otras, asumió retos como:

- Actualizar la central de tráfico para transformarlo en un Sistema Inteligente de Transporte y mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito.
- Implementar sistemas de información georreferenciados
- Fortalecer la capacidad técnica institucional para la gestión de la movilidad y seguridad vial.
- Propender por la implementación de los planes estratégicos de seguridad vial.
- Ampliar y recuperar el sistema de socialización vial de la ciudad.
- Definir y demarcar las zonas de estacionamiento transitorio en el espacio público.
- Modernizar y ampliar el sistema de semaforización.
- Modernizar los equipos de vigilancia y control preventivo y reactivo de la movilidad y seguridad vial en el municipio.

- Fortalecer la educación vial encaminado a la adopción de comportamientos seguros por parte de los actores viales en Bucaramanga.

Adicionalmente, la Alcaldía de Bucaramanga puso en marcha una propuesta que busca incentivar el uso de la bicicleta en la capital de Santander. Se trata del proyecto ‘Metrobici’, que consiste en el préstamo gratuito de bicicletas a través de un registro previo, en 12 estaciones del Sistema de Transporte Masivo Metrolínea, la validación se puede hacer en cualquier momento con una copia del documento de identidad, una fotocopia de alguna de las facturas de los servicios públicos; mientras que, en el caso de los estudiantes, pueden presentar la copia del carné respectivo. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Sostenibilidad – Medio ambiente urbano. El área metropolitana de Bucaramanga cuenta con el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA Tipo III, propio de las áreas con población objeto entre 500.000 y 1.500.000 habitantes, el cual entró en operación a partir de octubre de 2018. Está compuesto por 5 estaciones diseñadas para medir material particulado PM10 y PM2.5, Ozono (O3), Óxidos de Nitrógeno (NOx) y datos meteorológicos. (AMB, 2019).

En cuanto al ruido, en el año 2017 el área metropolitana de Bucaramanga realizó el Mapa de Ruido del Sector comprendido entre el Parque las Palmas y la carrera 33 con calles 44 y 45 del municipio de Bucaramanga, y ha realizado estudios de ruido mensuales en las zonas críticas de su jurisdicción, como base al levantamiento del Mapa de Ruido Municipal. (AMB1, 2019).

Sostenibilidad – Gestión de residuos. Bucaramanga cuenta con un plan de gestión de residuos sólidos, pero no contempla el uso de TIC en la gestión de residuos. (Alcaldía de Bucaramanga, 2015).

Sostenibilidad – Energía. En el Plan de Desarrollo se incluyó un componente de eficiencia energética el cual incluye sustitución a LED de 36.000 luminarias, expandir 1000 luminarias, instalar y poner en marcha 50 puntos de telemedida, poner en funcionamiento un proyecto piloto de energía solar, modernizar el alumbrado público de 20 parques y escenarios deportivos. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Sostenibilidad – Agua. El acueducto metropolitano de Bucaramanga tiene a cargo la gestión del agua y la Secretaría de Salud de Bucaramanga ha emitido Concepto Sanitario Favorable: agua apta para el consumo Humano. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Población – Salud. Dentro del Plan de Desarrollo, en lo relacionado con salud, la alcaldía de Bucaramanga tiene como objetivo direccionar y organizar los servicios de salud para garantizar la adaptación y autogestión en salud dirigida a la comunidad en general del municipio de Bucaramanga teniendo en cuenta la afiliación y cumplimiento de parámetros de calidad en la prestación de los servicios de salud. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Población – Educación. La administración municipal de Bucaramanga en concordancia con la política Nacional del use de las TIC en la educación, plantea asegurar la incorporación, actualización, utilización y apropiación crítica y reflexiva de las TIC en el proceso formativo en los diferentes niveles del sistema educativo. También planteó dotar y fortalecerá en las instituciones y centros educativos, infraestructura tecnológica de calidad, orientada al desarrollo y utilización de redes informáticas y conocimiento pedagógico de alta calidad en condiciones de equidad.

Se pretende también con este programa lograr que el sistema educativo forme el recurso humano, educando bajo los parámetros de la tecnología y la innovación requerido para aumentar la productividad de la región y del país en general, y hacerlo a su vez más competitivo frente a las exigencias del sector productivo, es decir, asegurar que la oferta educativa sea pertinente frente a lo que demanda el aparato productivo del país. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Población – Cultura. Se plantea la existencia de programas que incentiven la lectura, la formación en arte y música la producción artística, recuperación y conservación del patrimonio. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Población – Seguridad. La alcaldía ha invertido en la instalación y mantenimiento de cámaras de seguridad. (Alcaldía de Bucaramanga, 2019).

Economía – Turismo. Bucaramanga incentiva el turismo a partir del reconocimiento de los espacios existentes como el centro de la ciudad y otros sitios significativos para el desarrollo local, la historia y circuitos turísticos. Adicionalmente, existen *app* que ofrecen información al turista, pero no son desarrolladas ni administradas por la Alcaldía.

Economía – Empresa digital, comercio y negocios, Innovación, Empleo y Emprendimiento. Bucaramanga busca propiciar un ecosistema empresarial que permita incrementar la productividad y competitividad y genere una renovación generacional basada en principios y en innovación. Para ello lidera los siguientes programas: formación de una nueva cultura empresarial, asesoría y formación empresarial, microcrédito empresarial, ampliación de mercados e internacionalización.

El Plan de Desarrollo incluye una sección fomentar el emprendimiento y la innovación en la ciudad especialmente en los jóvenes, haciendo énfasis en modelos asociativos de alto impacto para favorecer la población de bajos recursos. Para ello trabaja los siguientes programas: Bucaramanga emprendedora, Bucaramanga innovadora.

3.1.2.3. Resultados Ibagué

Gobierno - Transparencia. El municipio de Ibagué se guía por lo establecido en la Ley 1712 del 6 de marzo de 2014, Resolución 3564 MinTIC de 2015 y para ello, dispone a la ciudadanía el acceso a la información correspondiente de la gestión pública, por medio de su portal web institucional. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Estos sitios web están compuestos de una estructura similar: mecanismos de contacto, información de interés general, estructura orgánica y talento humano, normatividad, presupuesto, planeación, control, contratación, trámites y servicios, instrumentos de gestión de información pública.

Gobierno - Participación. Existe un espacio de participación llamado “Café con Jaramillo”. Adicionalmente tiene una sección de participación ciudadana en la gestión pública. (Alcaldía de Ibagué, 2019)

Gobierno - Planeación Estratégica. Los principios planteados en el Plan de Desarrollo como guía en la ejecución de planes, programas y proyectos, así como todas las acciones y actividades que se realicen en el presente período de gobierno 2016-2019, son los siguientes:

- Gobierno transparente.
- Lucha frontal e implacable contra la corrupción.
- Cultura ciudadana y defensa de lo público como un bien colectivo
- Gobierno eficiente.
- Gestión y ejecución oportuna de proyectos estratégicos: agua, malla vial, movilidad, seguridad, urgencias en salud, educación de calidad
- Gobierno incluyente. Respeto a la diversidad social, política, económica, étnica, sexual y religiosa, como un derecho humano fundamental y base para la convivencia en paz.
- Gobierno participativo.
- Ciudadanía responsable y activa en la toma de decisiones para la gestión y control gubernamental entre las dinámicas urbanas y rurales.
- Cultura para el desarrollo sostenible y gestión ambiental
- Gobierno amigable con el medio ambiente. Más institucionalidad para el desarrollo sostenible, el respeto y la defensa colectiva de los recursos naturales como garantía de la vida en el territorio. (Alcaldía de Ibagué, 2019).

Gobierno – Información geográfica. La Alcaldía se guía por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, pero no tienen un sistema de información geográfico propio (Alcaldía de Ibagué, 2019)

Movilidad – Transporte y tráfico. Los programas planteados por Ibagué en esta sección son:

- Sistema Estratégico de Transporte Público para una ciudad moderna.
- Cultura ciudadana para la seguridad vial (incluye fomento al uso de la bicicleta y desplazarse caminando).
- Movilidad para la gente y para la vida.

- Infraestructura para la competitividad y el desarrollo sostenible (malla vial).
- Modernización institucional para el desempeño eficiente y transparente del sector.

Sostenibilidad – Medio ambiente urbano. No existen proyectos tecnológicos orientados a medir el nivel de ruido en la ciudad. En cuanto a la calidad del aire, la Corporación Autónoma Regional del Tolima realiza mediciones de material particulado en las estaciones de la red de verificación de calidad de aire en Ibagué. (Alcaldía de Ibagué, 2019).

Sostenibilidad – Gestión de residuos. No hay proyectos tecnológicos asociados con la gestión de residuos. Sin embargo, en el plan de desarrollo se estableció el plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS que tiene como propósito definir las actividades, para la prestación del servicio de aseo, acorde con los lineamientos de la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, haciendo que de esta manera se disminuya el impacto ambiental que estos residuos generan en el municipio. (Alcaldía de Ibagué, 2019).

Sostenibilidad – Energía. Se están adelantando actividades encaminadas a generar menos consumo irracional de energía eléctrica y aumentar el aprovechamiento del espacio público, entre ellas la modernización del sistema del alumbrado público que contribuye a disminuir las emisiones de CO₂ hasta en un 80%, se logra el ahorro de un 30% en costos de energía y mantenimiento, y se reduce la accidentalidad vial y la inseguridad, Actualmente no existen proyectos tecnológicos orientados a medir y gestionar el consumo de energía en edificios públicos. (Alcaldía de Ibagué, 2019).

Sostenibilidad – Agua. El servicio de acueducto es brindado por la Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado – IBAL. Desde la Alcaldía no existen proyectos tecnológicos orientados a medir y gestionar el consumo de agua en edificios públicos. (Alcaldía de Ibagué, 2019).

Población – Salud. En el Plan de Desarrollo se consideran los siguientes programas en salud:

- Salud Ambiental.

- Vida saludable y condiciones no transmisibles.
- Convivencia social y salud mental.
- Seguridad alimentaria y nutricional.
- Sexualidad, derechos sexuales y reproductivos.
- Vida saludable y enfermedades transmisibles.
- Salud pública en emergencias y desastres.
- Salud y ámbito laboral.
- Gestión diferencial para grupos poblacionales.
- Fortalecimiento de la autoridad sanitaria para la gestión en salud.

Sin embargo, no se consideran proyectos con el uso de las TIC como telemedicina, historia clínica en línea u otros. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Población – Educación. Este Plan de Desarrollo dio prioridad a la educación y lo concibe como instrumento poderoso para la lucha contra la inequidad, la pobreza y la marginalidad. Por lo tanto, la orientación del gasto público social se da para implementar la jornada única, reducir y prevenir la deserción estudiantil, aumentar la cobertura y la pertinencia de la educación, mejorar la infraestructura educativa con aulas modernas, masificación de la conectividad, uso y apropiación de las tecnologías de información y comunicaciones, proyectos educativos escolares en conservación y uso de los recursos hídricos, educación para la paz y los derechos humanos, en fortalecer la educación rural, en formación técnica y tecnológica, y en el fortalecimiento de los derechos de desarrollo de primera infancia, niños, niñas y adolescentes. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Población – Cultura. Dentro de los programas planteados en el Plan de Desarrollo se encuentran:

- Ibagué reconoce y protege sus bienes y manifestaciones patrimoniales o de interés cultural

- Ibagué Capital Musical de Colombia, con memoria, identidad y desarrollo cultural
- Ibagué con formación, comunicación y gestión cultural para la participación social la paz y la convivencia
- Mejores equipamientos para la cultura y el arte. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Población – Seguridad. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Economía – Turismo. Dentro de los programas de turismo planteados en el Plan de Desarrollo se encuentran:

- Fortalecimiento intersectorial para un desarrollo turístico sostenible
- Diversificación e innovación turística
- Turismo de calidad generador de empleo y desarrollo
- Promoción turística efectiva. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Economía – Empresa digital, comercio y negocios. En el plan de desarrollo incluye el fomento a la industria, el comercio y en el empleo; en este sentido indica que se promoverá el fortalecimiento de las capacidades competitivas empresariales de las micro, pequeñas y medianas empresas con alto potencial de crecimiento en un contexto de fortalecimiento y generación de nuevos clústeres productivos y de servicios definidos como estratégicos para el municipio.

Igualmente plantea la ejecución de planes de innovación en productos, procesos, esquemas de mercadeo con empresas del sector agroindustrial, así como para la implementación, cumplimiento y puesta en marcha de procesos de certificación en buenas prácticas de manufactura (BPM), como estrategia para el aumento de la calidad, mejoras en el proceso productivo tecnificado y competitividad de las empresas. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Los programas que se desarrollan son:

- Ibagué impulsa el desarrollo comercial.
- Ibagué gestión comercial e industrial.
- Ibagué emprende, produce e innova. (Alcaldía Ibagué, 2016)

Innovación. Ibagué una ciudad inteligente e innovadora con el fortalecimiento de la ciencia, tecnología, innovación y TIC, tiene como propósito direccionar el aparato innovador hacia una Ciudad Inteligente y alcanzar una gestión eficiente, transversal a las distintas áreas de la administración y la ciudad con el fortalecimiento de proyectos sectoriales. Los programas incluidos son los siguientes:

- Masificación y cultura de la innovación y TIC.
- Innovación para el cambio social, la competitividad territorial y el buen gobierno. (Alcaldía Ibagué, 2016).

3.1.2.4. Resultados Cali

Gobierno - Transparencia. El municipio de Cali se guía por lo establecido en la Ley 1712 del 6 de marzo de 2014, Resolución 3564 MINTIC de 2015 y para ello, dispone a la ciudadanía el acceso a la información correspondiente de la gestión pública, por medio de su portal web institucional.

Estos sitios web están compuestos de una estructura similar: mecanismos de contacto, información de interés general, estructura orgánica y talento humano, normatividad, presupuesto, planeación, control, contratación, trámites y servicios, instrumentos de gestión de información pública. (Alcaldía de Cali, 2019).

Gobierno - Participación. Cali tiene diferentes instancias de participación ciudadana: Consejo Ambiental Comunitario Municipal – C.A.C.M, Comités Ambientales Comunitarios – C.A.C (Comuna), Comisión Ambiental Territorial – C.A.T. (Barrio), Consejo Municipal de Desarrollo Rural (C.D.M.R.), Consejo Municipal de Planeación, Comité de Planeación de Comunas y Corregimientos (C.A.L.I.), Consejo Consultivo de Ordenamiento Territorial, Comité Permanente de Estratificación, Comité Técnico Municipal del SISBEN, Comité de Espacio Público, Comité de Arte Público en la Ciudad de Santiago de Cali. (Alcaldía de Cali, 2019).

Así mismo participan el Consejo consultivo municipal de niños, niñas y adolescentes del Municipio de Santiago de Cali, Comité Interinstitucional de erradicación del trabajo infantil (CIETI), Comité Municipal Interinstitucional Consultivo para la prevención de la violencia sexual y atención integral de los niños, niñas y adolescentes víctimas del abuso sexual, Mesa Municipal de Concertación Afro, Mesa Municipal de Mujeres, Comité Municipal de Discapacidad, Mesa Central de Concertación de la Política Pública Indígena del Municipio de Santiago de Cali, Comité de Justicia Transicional, Subcomité de Atención y Asistencia, Subcomité de Enfoque Diferencia, Mesa Central de Concertación de la Política Pública Indígena del Municipio de Santiago de Cali, Consejo Municipal de Cultura, Consejo de Patrimonio Cultural Municipal, Comité Conceptual del Festival de Música del Pacífico Petronio Álvarez. (Alcaldía de Cali, 2019).

Gobierno - Planeación Estratégica. Los principios que sigue el Plan de Desarrollo son los siguientes:

- Gobierno con ética y transparencia.
- Gobierno con principios éticos y morales.
- Gobierno con la gente y para la gente, con trabajo en cada comuna, vereda y corregimiento de la ciudad.
- Fortalecimiento de la gestión social en favor de los más necesitados.
- Apoyo a la equidad laboral de género y al liderazgo joven e innovador.
- Apoyo a la generación de ingresos para todos los habitantes de la ciudad, en particular para aquellos más necesitados.
- Generación de oportunidades que mejoren la vida de las personas y que permitan que todos podamos devolver a la ciudad todo lo bueno que ella nos brinda.
- Apuesta por el perdón y la reconciliación.

Así mismo, el plan estratégico está conformado por los siguientes ejes:

- Cali social y diversa

- Cali amable y sostenible
- Cali progresa en paz con seguridad y cultura ciudadana
- Cali emprendedora y pujante
- Cali participativa y bien gobernada. (Alcaldía de Cali, 2019).

Gobierno – Información geográfica. Cali cuenta con una Infraestructura de Datos Espaciales de Santiago de Cali – IDESC, la cual pretende una eficiente gestión de la información geográfica del municipio. La prioridad de la IDESC es armonizar los procesos de captura, análisis, acceso, uso y distribución de la información geográfica que ejecutan los organismos de la Administración Municipal, empresas e instituciones, públicas o privadas en Santiago de Cali, para evitar la duplicidad de esfuerzos y promover el intercambio de datos espaciales, dotando a la comunidad de herramientas para la planificación y toma de decisiones. Para esto la IDESC trabaja en el establecimiento de Políticas, Estándares y Servicios de Información Geográfica. (Alcaldía de Cali, 2019).

Movilidad – Transporte y tráfico. Cali plantea fomentar un modelo de movilidad multimodal e intermodal de pasajeros (peatón, bicicleta, transporte masivo, transporte tradicional, transporte privado, transporte especial) y carga, en concordancia con el modelo de ordenamiento territorial, que se enmarque en criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica, promueva la seguridad vial y garantice la accesibilidad a todos los grupos poblacionales, buscando con ello contribuir a la mejora de la calidad de vida de los habitantes del municipio.

En la ciudad se han implementado diferentes proyectos para la movilidad como el fomento del uso de la bicicleta como transporte sostenible y saludable, el observatorio de movilidad sostenible, conexión de equipos de control semafórico en intersecciones con la central de tráfico, cámaras para visualización de tráfico en tiempo real, sensores de tráfico instalados, fortalecimiento del sistema de transporte masivo SITM-MIO, Sistema de Información Geográfico para la planificación de la señalización vial implementado, articulado con la IDESC, señalización horizontal y vertical de la red vial, infraestructura física y tecnológica para la atención de movilidad mejoradas. (Alcaldía de Cali, 2019)

Sostenibilidad – Medio ambiente urbano. En Cali existe un grupo de “Calidad del Aire”, cuyos objetivos son:

- Monitorear, analizar y reportar permanentemente el comportamiento de Contaminantes Atmosféricos y Meteorología a través de la administración del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Santiago de Cali – SVCASC.
- Realizar el Control y Seguimiento a las Fuentes Móviles.
- Promover, apoyar e implementar estrategias de sustentabilidad ambiental municipal.

Este grupo cuenta con un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire que mide continuamente los contaminantes criterio y meteorología en diferentes puntos de la ciudad.

Existe también el grupo de gestión de calidad acústica que atiende y controla los impactos acústicos ocasionados en los diferentes componentes ambientales tales como suelo, aire y agua que se presenten en la ciudad. (Alcaldía de Cali, 2019)

Sostenibilidad – Gestión de residuos. El grupo de Gestión de Residuos Sólidos tiene como objetivo vigilar y controlar todas las actividades susceptibles a generar residuos sólidos en el municipio de Santiago de Cali, estableciendo estrategias de gestión y planificación para su manejo. Así mismo, en el Plan de Desarrollo, entre otros aspectos se plantea establecer la factibilidad y diseños del Parque Ambiental y Tecnológico para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. (Alcaldía de Cali, 2019).

Sostenibilidad – Energía. Dentro de las metas del Plan de Desarrollo se encuentran beneficiar a usuarios con energía renovable, elaborar el plan alternativo de fuentes no convencionales de energía renovable, programa piloto de cambio de lámparas. (Alcaldía de Cali, 2019).

Sostenibilidad – Agua. Existe un grupo de gestión del recurso hídrico que tiene tres (3) áreas de influencia: control a la Calidad del Agua Superficial, Control a la Calidad del Agua Subterránea y Laboratorio Ambiental.

Población – Salud. En esta área Cali en su Plan de Desarrollo dentro de los proyectos, definió poner en funcionamiento el sistema de historia clínica unificada y electrónica. (Alcaldía de Cali, 2019).

Población – Educación. En lo relacionado con educación, Cali plantea el programa: una educación al compás de la innovación e inserta en la sociedad del conocimiento. Este programa busca la innovación y la pertinencia educativa, formulando y consolidando una política pública que integre las TIC al desarrollo de la educación pública del municipio, apoyando transversalmente las estrategias de equidad, la calidad y la eficiencia de las instituciones educativas.

Así mismo, las competencias en el idioma inglés hoy se asocian a mayor acceso a la información, a la investigación y al desarrollo tecnológico. El bilingüismo forma parte de las estrategias de este programa y apunta a mejorar no solo capacidades sino a abrir nuevas oportunidades a los estudiantes de hoy, en un mundo totalmente interconectado. (Alcaldía de Cali, 2019).

Población – Cultura. Existe un programa llamado “Patrimonio, arte y cultura” que busca fomentar la creación, producción, investigación, difusión y circulación de las expresiones artísticas, la conservación del patrimonio cultural del municipio y la prestación de los servicios bibliotecarios, de forma tal que se promueva la interculturalidad para fortalecer el tejido social y el acceso de la población a los bienes y servicios culturales en el municipio. (Alcaldía de Cali, 2019).

Población – Seguridad. En el programa “Lucha contra el delito y la impunidad” se adelantan acciones de fortalecimiento policial y presencia institucional como:

- El mejoramiento de la infraestructura policial.
- Ampliación de los CAI, las centrales de inteligencia y otras estaciones que mejoren la presencia institucional para la atención de las necesidades de la comunidad.

- La dotación de los medios tecnológicos y operativos para las labores de control e inteligencia que apoyen el “Modelo Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes” – MNVCC y Cuadrantes Móviles
- Focalizar la ocurrencia de delitos en las zonas de alta incidencia de criminalidad y especializar los cuadrantes de seguridad por tipo de delito. (Alcaldía de Cali, 2019).

Economía – Turismo, empresa digital, comercio y negocios, innovación, empleo y emprendimiento. En el Plan de Desarrollo, la alcaldía define el eje de “Cali emprendedora y pujante”, en el cual plantea programas de fomento al emprendimiento, emprendimientos innovadores y de alto impacto y define los mecanismos de apoyo al emprendimiento.

Asimismo, hay un componente de fortalecimiento empresarial en el cual la ciencia, la tecnología, la innovación, la inversión pública y privada, ayudarán a que las empresas concentradas en la ciudad eleven sus niveles de productividad, innoven, aumenten sus exportaciones y logren participar en economías de escala, mejorando sus ingresos y capacidades competitivas y con ello generen mayor desarrollo económico y competitivo de Cali.

Otro programa definido es “Potencial turístico rural y urbano” que busca atraer población propia y foránea posicionando a Cali como un destino turístico. (Alcaldía de Cali, 2019).

3.1.2.5. Resultados Bogotá

Gobierno - Transparencia. Los aspectos relacionados con lo solicitado por la Ley de Transparencia se encuentran publicados en la página web de la Alcaldía de Bogotá. (Bogotá, 2019).

Gobierno - Participación. Bogotá cuenta con varios espacios de participación ciudadana:

- *Yo Participo:* es un espacio destinado a la participación de la ciudadanía. Aquí se puede expresar opiniones, crear blogs ciudadanos, comentar sobre temas cruciales en foros y

sondeos ciudadanos en Bogotá, compartir imágenes y videos, y participar en campañas y voluntariados.

- *Construye tu ciudad*: es una sección donde se puede conocer y participar en los proyectos que lideran las distintas entidades públicas o privadas.
- *Reporta*: es un espacio donde se puede reportar información de huecos, fallas en alumbrado público, recolección de basuras o inconvenientes con conductores de Transmilenio.
- Foros de diversos temas de ciudad.
- Sondeos. (Bogotá, 2019).

Gobierno - Planeación Estratégica. El Plan de Desarrollo 2016 – 2020 se estructura a partir de tres (3) pilares y cuatro (4) ejes transversales, consistentes con el Programa de Gobierno. Para la construcción de dichos pilares y ejes se han identificado programas intersectoriales a ser ejecutados desde cada una de las entidades distritales y en algunos casos con la participación del sector privado.

Los pilares son: igualdad en calidad de vida, democracia urbana, construcción de comunidad. Los ejes transversales son: nuevo ordenamiento territorial; desarrollo económico, sostenibilidad ambiental basada en la eficiencia energética y gobierno legítimo, fortalecimiento local y eficiencia. (Alcaldía de Bogotá, 2016)

Gobierno – Información geográfica. Bogotá cuenta con el sistema de mapas de Bogotá <https://mapas.bogota.gov.co> en la cual se pueden visualizar, consultar y descargar los datos oficiales de la ciudad. (Bogotá, 2019)

Movilidad – Transporte y tráfico. En relación con movilidad, el Plan de Desarrollo 2016-2020 plantea: acciones de mejoramiento de vías, andenes, espacio público y ciclo rutas, construcción de infraestructura para el transporte público, campañas de seguridad en vía y gestión inteligente de la demanda del transporte.

En este sentido se planteó implementar totalmente el sistema de gestión y control de la demanda de transporte, conformado por aspectos de gestión de la demanda, sistemas inteligentes de transporte, semáforos inteligentes y diversas tecnologías que transversales a todo el sistema de transporte y que permitan una operación y control efectivo de la movilidad.

Se tienen como herramientas fundamentales las fotomultas, cobros por circulación, cobros por congestión, impuestos, el fortalecimiento de la autoridad de tránsito y el diseño y puesta en marcha de la política de estacionamientos, la cual se compone de la implementación de zonas azules, la gestión de la demanda a partir de medidas como las tasas por estacionamiento, el diseño de la política pública de estacionamiento en vía y fuera de vía, en temas tarifarios y de control. (Alcaldía de Bogotá, 2016)

Sostenibilidad – Medio ambiente urbano. Con el objetivo de mejorar la calidad del aire la secretaría realiza permanentes operativos de monitoreo y control a fuentes fijas y móviles.

A través de la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá, obtiene, procesa y divulga la información para evaluar el cumplimiento de los estándares de calidad del aire en el distrito capital.

Con el fin de reducir el ruido en la ciudad la secretaría adelanta el control de fuentes fijas en todas las localidades de la ciudad, de igual manera, adelanta la elaboración de los mapas de ruido que tienen como fin identificar los sectores críticos de la ciudad para determinar los planes, programas y medidas que permiten controlar el impacto en dichos lugares.

En publicidad exterior visual vela por el control y remoción de elementos exteriores visuales ilegales y por el otorgamiento de registros de acuerdo con la normatividad vigente con el fin de conservar el paisaje urbano. (Bogotá, 2019)

Sostenibilidad – Gestión de residuos. La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP estableció requisitos y lineamientos tecnológicos para el nuevo esquema de aseo de la ciudad de Bogotá, estas tecnologías involucran estándares de uso y de manejo de

información para los esquemas de atención establecidos para el servicio público de aseo que se debe prestar en el distrito Capital.

El Sistema de Información para la Gestión y Operación del Servicio Público de Aseo –SIGAB se rige por el Marco de referencia que es un instrumento que establece la estructura conceptual, define lineamientos e incorpora mejores prácticas y traza la ruta de implementación de la Arquitectura TI, y que el nuevo esquema de aseo acogió a través de las reglas de alto nivel que se deben tener en cuenta para el desarrollo de las arquitecturas empresariales sectoriales, institucionales y territoriales.

Esta plataforma de interoperabilidad es la acción, operación y colaboración de las entidades del esquema de aseo para intercambiar información de este que permita brindar servicios en línea a los ciudadanos, empresas y otras entidades mediante una sola ventana de atención o un solo punto de contacto. (Bogotá, 2019)

Sostenibilidad – Energía. En el Plan de Desarrollo 2016 – 2020 se plantean programas encaminados a la gestión del servicio de alumbrado público que incluyen aspectos urbanísticos como soterrar los cables y la modernización de luminarias.

El sistema de alumbrado público de la ciudad será consonante con el concepto de ciudad inteligente, avanzando en su modernización de cara al cambio climático y con atención prioritaria para el peatón, los ciclistas y el transporte público masivo, en aras de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y una mayor eficiencia energética. (Alcaldía de Bogotá, 2016)

Sostenibilidad – Agua. El Plan de Desarrollo 2016-2020, tiene proyectos estratégicos enfocados a garantizar la gestión sostenible del agua. Por un lado, la garantía de la calidad del agua y por otro, la descontaminación del Río Bogotá.

El primero plantea mantener el Índice de Riesgo de Calidad del Agua potable (IRCA) en un porcentaje menor o igual a 5%. El segundo persigue el cumplimiento al 100% de las obras estipuladas en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos para la descontaminación del Río.

Población – Salud. El programa “Bogotá Mejor Para Todos en Salud” busca desarrollar conceptual, técnica, legal, operativa y financieramente un esquema de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, a partir de la identificación, clasificación e intervención del riesgo en salud, basándose en un modelo de salud urbana y en una estrategia de Atención Primaria en Salud Resolutiva, que se soporta en equipos especializados que ofrecen servicios de carácter esencial y complementario y que cubren a las personas desde el lugar de residencia hasta la institución hospitalaria, pasando por los Centros de Atención Prioritaria en Salud.

Por ello se conforma una red integrada de servicios de salud con alcance distrital, partiendo de las 22 empresas sociales del Estado de la red pública hospitalaria adscrita a la Secretaria Distrital de Salud (SDS) llegando a la estructuración de cuatro subredes: Norte, Centro Oriente, Sur y Sur Occidente e incluyendo, de ser necesario, la complementación con instituciones privadas en lo no disponible. (Bogotá, 2019).

Tecnológicamente se realiza lo siguiente:

- Se pone en funcionamiento el primer Centro Distrital de Innovación e Investigación en Tecnología Biomédica en Salud como entidad encargada de liderar y manejar los procesos de innovación, desarrollo y prestación de servicios en biotecnología en sangre, hemoderivados, células madre, trasplantes y tejidos entre otros.
- Modernización de la infraestructura física, tecnológica y de comunicaciones de las instituciones de la red adscrita y vinculada y de la SDS.
- Plataforma única Bogotá Salud Digital (agendamiento de citas, historia clínica)

Población – Educación. Bogotá ha desarrollado una estrategia de formación digital al alcance de los ciudadanos y que tiene como objetivos: potenciar el talento TIC de los Bogotanos, fortalecer la cultura TIC de la ciudad y propiciar estrategias encaminadas a fortalecer el auge de la economía digital de la ciudad. Dentro del plan se incluye capacitación en computación en la

nube, datos masivos, inteligencia artificial, internet de las cosas, experiencia inmersiva, *blockchain*, arquitectura dirigida por eventos y *gig economy*. (Bogotá, 2019).

Población – Cultura. Bogotá es una ciudad donde se ha consolidado la tradición de los barrios, sus comunidades, sus vecinos y su vida cultural. La identidad, la cultura y la apropiación de los ciudadanos de su entorno inmediato es parte clave de la comunidad. Como parte de la renovación urbana se encuentran escenarios para el arte, más vías peatonales, parques vecinales, senderos, alamedas, plazoletas, ciclo rutas, bibliotecas, centros deportivos, recreativos y culturales y, en general, un mejoramiento del entorno para todos sus habitantes.

El instituto Distrital de Artes – IDARTES es el ente encargado de gestionar todo lo relacionado con programas de cultura, artísticos, arte para la transformación social, arte ciencia y tecnología y emprendimiento de industrias culturales.

Arte ciencia y tecnología busca expandir los límites creativos de las prácticas artísticas, abrir nuevas posibilidades de acceso para las poblaciones marginadas y aumentar los canales de difusión de las creaciones artísticas de la mano de la lógica digital. (Bogotá, 2019).

Población – Seguridad. Las estrategias para intervenir las problemáticas en temas de seguridad tienen los siguientes enfoques:

- Gestión de información de calidad para la toma de decisiones.
- Mejoramiento en la atención de emergencias de la ciudad.
- Prevención del delito.
- Aumento de la confianza en las autoridades.
- Mayor corresponsabilidad ciudadana en la gestión de la seguridad y la convivencia.
- En términos tecnológicos se plantea fortalecer el programa SOFIA con el fin de garantizar el derecho de las mujeres a una vida libre de violencias en Bogotá. (Bogotá, 2019).

Economía – Turismo, empresa digital, comercio y negocios, innovación, empleo y emprendimiento. El desarrollo económico es el segundo eje transversal del plan de desarrollo 2016 -2020, para ello se propone:

- Ejecución de proyectos orientados a completar el ecosistema de emprendimiento e innovación, para mejorar la interacción entre diferentes actores de tal manera que la acción colectiva contribuya a superar barreras de crecimiento y permita a las empresas consolidarse exitosamente.
- Fortalecimiento del modelo de innovación empresarial y extensionismo tecnológico a través de la generación de capacidades para el mejoramiento de la productividad, la sofisticación de la oferta y la generación de valor agregado.
- Promoción de programas de transferencia, adaptación, adopción y difusión de tecnología, desde las universidades y centros de investigación, hacia el sector productivo, así como el mejoramiento de habilidades de comercialización de los resultados de investigación por parte del sector académico.
- Promoción de clústeres, cadenas productivas y esquemas asociativos para aprovechamiento de economías de escala, réplica de modelos de negocio exitosos y disminución de costos en la compra de materias primas, mercadeo y comercialización. (Alcaldía de Bogotá, 2016).

3.1.2.6. Resultados Medellín

Gobierno - Transparencia. Al alcaldía de Medellín se guía por lo establecido en la Ley 1712 del 6 de marzo de 2014, Resolución 3564 MINTIC de 2015 y para ello, dispone a la ciudadanía el acceso a la información correspondiente de la gestión pública, por medio de su portal web institucional. La información se presenta en una estructura que incluye mecanismos de contacto, información de interés general, estructura orgánica y talento humano, normatividad, presupuesto, planeación, control, contratación, trámites y servicios, instrumentos de gestión de información pública. (Alcaldía de Medellín, 2019).

Gobierno - Participación. En la página web institucional, en la sección de transparencia se encuentra un apartado para participación en el cual el municipio pone a disposición de los ciudadanos, los diferentes proyectos normativos para su conocimiento y discusión, indicando correos electrónicos para enviar comentarios. Así mismo, en esta sección se muestra el histórico de los proyectos que han sido publicados.

Adicionalmente cuenta con el portal Seguridadenlinea.com, el cual es una herramienta web de interacción y participación en tiempo real con la ciudadanía para contribuir a mejorar la reacción de los organismos de seguridad y optimizará los tiempos de atención. A través de esta herramienta, la ciudadanía puede conocer y registrar incidentes de seguridad ocurridos en tiempo real (los eventos reportados pueden ser documentados por los mismos ciudadanos con la tecnología multimedia disponible, como fotos, audio y video), que ayudan en la lucha contra la inseguridad y la delincuencia, gracias a la 131eorreferenciación y rápida atención de estos incidentes.

Otra plataforma dispuesta por el municipio es MiMedellín, que es una plataforma de innovación abierta y co-creación ciudadana promovida por entidades públicas, que conecta las ideas de la gente incentivando una cultura de generación de soluciones.

A través de tecnologías sociales y mecanismos de incentivos, MiMedellín plantea preguntas abiertas y retos específicos que inspirarán a los ciudadanos de Medellín y del mundo para construir una fórmula de co-creación, colaboración, participación e intercambio de ideas, identificando prioridades y dando solución a retos de ciudad de una forma inclusiva, transparente y abierta.

La ciudad ofrece otros espacios de participación ciudadana como encuestas, aplicaciones móviles, y participación en la elaboración de diferentes proyectos de ciudad. (Alcaldía de Medellín, 2019).

Gobierno - Planeación Estratégica. El plan de desarrollo Medellín 2016-2020 se estructura en dimensiones, retos, programas y proyectos. Las dimensiones planteadas son las siguientes:

- Creemos en la cultura ciudadana
- Recuperando la seguridad y la convivencia
- Un nuevo modelo de equidad social
- Educación con calidad para el desarrollo y la competitividad
- Movilidad sostenible
- Intervención integral del territorio y recuperación del centro
- Una apuesta de ciudad por el cuidado del medio ambiente

Adicionalmente, el plan de desarrollo se basa en los siguientes principios

- Se gobierna con transparencia y honestidad.
- El respeto de lo público en la transparencia y eficiencia como expresiones de legalidad.
- Medellín responsable e incluyente desde la diversidad en la construcción de ciudad desde el territorio y con la comunidad.
- La ciudad como lugar de encuentro para sus ciudadanos.
- El Gobierno se ve y se siente cercano a la gente, siendo efectivo en sus acciones.
- La seguridad no es de izquierda ni de derecha, es un derecho y hay que garantizarlo.
- La ciudad sin miedo que se atreve a pasar de la esperanza a la confianza.
- Con cultura ciudadana las personas se sientan dueñas y responsables con su ciudad.
- La educación, el deporte y la cultura como motores de la transformación social.
- La dignidad de las personas, desde el valor que cada ciudadano tiene como ser humano. En el respeto a la vida, en la equidad y el bienestar de nuestros ciudadanos.
- Diversidad de ideas y opiniones, pues la crítica es necesaria en las democracias cuando se hace con altura, respeto y argumentos.
- La importancia del control político y la independencia de los poderes.
- El crecimiento que se traduce en desarrollo, empleo, oportunidades laborales y mejores condiciones de vida para nuestros ciudadanos.
- La ciudad responsable con su región y abierta al mundo.

- Medellín con un proyecto y objetivo común: una ciudad debidamente planeada, amigable y responsable con sus habitantes y su entorno. (Alcaldía de Medellín, 2016)

Gobierno – Información geográfica. Medellín cuenta con un portal geográfico llamado Geomedellín donde se puede consultar Mapas de Medellín, el Plan de Ordenamiento Territorial – POT, el certificado catastral, la base catastral, el código postal, el catálogo de mapas, las fichas disponibles para registrar biológicos, y la ficha técnica de árbol. (Secretaría de Tecnología - Medellín, 2019).

Movilidad – Transporte y tráfico. Una de las dimensiones del Plan de Desarrollo 2016 -2020 es la Movilidad sostenible, la cual apunta a solucionar la problemática de movilidad, reconociendo la importancia del sistema de transporte público al interior de la ciudad, no solo para disminuir brechas sociales, sino para aportar a la mejora del medio ambiente y a la calidad del aire.

Es así como todas las iniciativas de esta dimensión no solo son en materia de obras de infraestructura que solucionan deudas de muchos años con el sistema vial, sino que se tiene una mirada integral, desde la perspectiva de un verdadero sistema de transporte público integrado y la importancia del peatón y el uso de medios alternativos de transporte para la movilidad de la ciudad. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Medellín cuenta con los siguientes medios de transporte público: Metro, metrocable, metroplus, tranvía, buses, rutas de buses, taxis y bicicletas. (Alcaldía de Medellín, 2019).

Sostenibilidad – Medio ambiente urbano. Medellín trabaja en fortalecer la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Las estaciones de monitoreo del aire son las siguientes:

- El 51 % de las estaciones que hay en el país se encuentran en el Valle de Aburrá.
- En el 2014 se empezó el monitoreo con 8 estaciones.
- Actualmente hay 22 estaciones que conforman la Red Metropolitana.

- El Ideam acreditó la Red de Monitoreo de Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Adicionalmente, la ciudad se ha propuesto convertirse en la capital latinoamericana de movilidad eléctrica, para ello cuenta con 64 buses eléctricos, 200 taxis eléctricos, 15 estaciones de gas natural vehicular, 33 estaciones eléctricas, 1319 vehículos que tienen energías limpias, 553 vehículos son accesibles a personas con discapacidad.

Sostenibilidad – Gestión de residuos. En el plan de desarrollo 2016 – 2020, plantea que la Gestión Integral de Residuos Sólidos desarrolle acciones que propendan por la disminución de impactos ambientales negativos, mediante estrategias que permitan:

- Fomentar la identificación de los recicladores por parte de la ciudadanía.
- Ejecutar capacitaciones con énfasis en el manejo adecuado de los residuos sólidos por parte de la ciudadanía de tal manera que se realice la separación en la fuente en sintonía con su responsabilidad como generador de los residuos.
- La intervención en las diferentes zonas de ciudad que permitan recuperar lugares que han sido invadidos como puntos críticos y la generación de alternativas para crear espacios que faciliten la gestión de los residuos que por su tamaño y composición no son dispuestos como los residuos ordinarios por parte del prestador del servicio de aseo. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Sostenibilidad – Energía y agua. En el plan de desarrollo 2016 -2020, se plantea desarrollar estrategias de educación y pedagogía para dotar a la comunidad de conocimiento e información del sector de los servicios público domiciliarios, el alumbrado público y las TICS que les permita no solo ejercer el control social de la prestación de dichos servicios, sino que aporten efectivamente a la construcción de la política pública que permita el mejoramiento permanente de la prestación de los servicios públicos y, de esta manera, de la calidad de vida de toda la población que habita el municipio. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Adicionalmente se fortalecerá la pedagogía a la ciudadanía para que haga uso racional y eficiente de los servicios públicos, disminuya sus consumos especialmente de energía y agua, no solo mostrando los beneficioeconómicos de estas buenas prácticas, sino también los grandes beneficios en el ambiente y como aporte a disminuir los impactos del cambio climático. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Población – Salud. En relación con salud, Medellín define en su plan de desarrollo los siguientes programas:

- Fortalecimiento del acceso a los servicios de salud.
- Gestión de estrategias en salud.
- Gobernanza y gobernabilidad para la salud
- Vigilancia integral en salud. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Población – Educación. Los esfuerzos se centran en procesos de formaciónde calidad con pertinencia a la oferta laboral de la ciudad, por esto en esta dimensión aparecen los programas para el desarrollo económico y la competitividad de la ciudad, visibilizando así la importancia de hacer concurrir el desarrollo de la capacidad humana y las competencias laborales con las necesidades del mercado.

Medellín destaca el reconocimiento mundial como la ciudad más innovadora en el 2013, y por esto se tiene una gran apuesta en esta materia sobre todo con un enfoque de innovación cercana al ciudadano. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Población – Cultura. Medellín tiene en su página web institucional diferentes secciones dedicada a la cultura como programación de actividades académicas, artes escénicas, artes plásticas, audiovisuales, música, agenda “Medellín movida cultural”. (Alcaldía de Medellín, 2019)

Población – Seguridad. .Medellín cuenta con un portal llamado seguridadenlinea.com en el cual los ciudadanos pueden realizar denuncias de extorsión, corrupción, tráfico de drogas, venta

irregular de gas u otros incidentes relacionados con huecos, basuras, alumbrado público, ruido frecuente. (Seguridad en Línea, 2019).

Dentro del plan de desarrollo se plantearon los siguientes programas:

- Planeación para la seguridad integral.
- Infraestructura y tecnología para la seguridad y la convivencia.
- Justicia y política criminal.
- Medellín segura para las mujeres y las niñas. (Alcaldía de Medellín, 2016)

Economía – Turismo. Medellín considera el turismo, como actividad transversal al resto de las industrias y una de las actividades que crece más rápido después de las crisis económicas, contribuye a crear oportunidades de empleo, y a la transformación social. En el plan de desarrollo se plantean los siguientes proyectos:

- Implementar la política pública de turismo.
- Fortalecimiento del tejido empresarial e institucional turístico.
- Enlaces competitivos para el turismo.
- Constituir cerro Nutibara parque turístico.
- Constituir cerro el volador parque turístico. (Alcaldía de Medellín, 2016).

Economía – Empresa digital, comercio y negocios, Innovación, Empleo y Emprendimiento. La ciudad cuenta con una plataforma para la oficina pública de empleo, con la cual la Secretaría de Desarrollo Económico busca acercar las oportunidades laborales al ciudadano, implementando estrategias que conecten las ofertas de empleo con la demanda existente.

Adicionalmente la Alcaldía ofrece talleres de proyección laboral, puntos de atención de la oficina pública de empleo. (Alcaldía de Medellín, 2019).

En el plan de desarrollo se plantean los siguientes programas:

- Especialización inteligente.

- Educación pertinente a la dinámica laboral.
- Generación de empleo.
- Creación y fortalecimiento empresarial. (Alcaldía de Medellín, 2016)

En el plan de desarrollo se plantea dinamizar las industrias Textil/confección, diseño y moda; Energía Eléctrica; Construcción; Turismo de Negocios, Ferias y Convenciones; Servicios de Medicina y Odontología; y Tecnología de la Información y la Comunicación. Así mismo, identificar nuevas apuestas productivas estratégicas, a partir de una nueva articulación público-privada, de la cual se deriven proyectos asociados con: innovación y productividad, acceso a mercados, fortalecimiento empresarial, y talento humano. Todo ello en el marco de una estrategia de especialización inteligente. (Alcaldía de Medellín, 2016)

3.2. Casos de éxito de ciudades inteligentes

3.2.1. Nueva York.

3.2.1.1. Antecedentes. De acuerdo con United States Census Bureau (2019), Nueva York es la ciudad más poblada de Estados Unidos, la población para el año 2010 en esta ciudad fue de 8,190,355 habitantes, y para el 2018 pasó a ser de 8,398,748 habitantes, con una densidad de 10,831 personas por kilómetro cuadrado. (IESE, 2019).

Según el Instituto de Estudios Superiores de la Empresa – IESE (2019), en el año 2019 Nueva York fue desplazada por Londres al segundo lugar del Índice IESE Cities in Motion – ICIM, debido a su desempeño en las dimensiones de economía (puesto 1); capital humano (puesto 3), cohesión social (puesto 137), medio ambiente (puesto 78), gobernanza (puesto 26), planificación urbana (puesto 2), proyección internacional (puesto 8), tecnología (puesto 11), movilidad y transporte (puesto 5). En las dimensiones de cohesión social y medioambiente, a pesar de haber mejorado, aún ocupa puestos bajos; del año 2017 al año 2019 pasó del puesto número 153 a 137 en cohesión social y pasó de 82 a 78 en medio ambiente.

Nueva York ha establecido un plan estratégico a largo plazo, llamado OneNYC2050, con acciones encaminadas a enfrentar la crisis climática, lograr la equidad y fortalecer la democracia, con el objetivo de construir una ciudad fuerte y justa. (OneNyc2050, 2019)

3.2.1.2. Nueva York – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes

Tabla 14. Gobierno – Nueva York

GOBIERNO – NUEVA YORK
Dentro del plan estratégico se han definido 8 metas dentro de las cuales se encuentran 30 iniciativas:
<p>1. Una democracia vibrante:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Empoderar a todos los Neoyorquinos para participar en su democracia. b. Dar la bienvenida a los nuevos Neoyorquinos de todo el mundo e involucrarlos plenamente en la vida cívica. c. Promover la justicia y la igualdad de derechos, y generar confianza entre los neoyorquinos y el gobierno. d. Promover la democracia y la innovación cívica en el escenario global. <p>2. Una economía inclusiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Hacer crecer la economía con empleos bien remunerados y preparar a los neoyorquinos para llenarlos. b. Proporcionar seguridad económica para todos a través de salarios justos y beneficios ampliados. c. Expandir la voz, la apropiación y el poder de decisión de los trabajadores y las comunidades. d. Fortalecer la salud fiscal de la ciudad para satisfacer las necesidades actuales y futuras. <p>3. Vecindarios prósperos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Garantizar que todos los neoyorquinos tengan acceso a viviendas seguras y asequibles. b. Garantizar que todos los neoyorquinos tengan acceso a espacios abiertos en los vecindarios y a recursos culturales. c. Avanzar en la responsabilidad compartida de la seguridad de la comunidad y promover la vigilancia policial del vecindario. d. Promover estrategias y planificación comunitaria basada en el lugar.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 14. Gobierno – New York (continuación)

GOBIERNO – NUEVA YORK
<p>1. Vida saludable:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Garantizar una atención médica de alta calidad, asequible y accesible para todos los neoyorquinos. b. Promover la equidad abordando las necesidades de salud y salud mental de todas las

comunidades.

- c. Facilitar estilos de vida saludables en todos los vecindarios.
- d. Diseñar un ambiente físico que cree las condiciones para la salud y el bienestar.

2. Equidad y excelencia en educación:

- a. Hacer de la ciudad de Nueva York un modelo nacional líder para la educación de la primera infancia
- b. Mejorar la equidad en oportunidades y logros de K-12
- c. Aumentar la integración, diversidad e inclusión en las escuelas de la ciudad de Nueva York

3. Un clima habitable:

- a. Lograr neutralidad de carbono y electricidad 100 por ciento limpia
- b. Fortalecer las comunidades, los edificios, la infraestructura y la costa para ser más resistentes.
- c. Crear oportunidades económicas para todos los neoyorquinos a través de la acción climática.
- d. Luchar por la responsabilidad climática y la justicia.

4. Movilidad eficiente:

- a. Modernizar las redes de transporte público de la ciudad de Nueva York
- b. Asegurar que las calles de la ciudad de Nueva York sean seguras y accesibles.
- c. Reducir la congestión y las emisiones
- d. Fortalecer las conexiones con la región y el mundo.

5. Infraestructura moderna:

- a. Realizar inversiones con visión de futuro en infraestructura física central y mitigación de riesgos
- b. Mejorar la infraestructura digital para satisfacer las necesidades del siglo XXI.
- c. Implementar las mejores prácticas para el mantenimiento de activos y la entrega de proyectos de capital. (OneNyc2050, 2019)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 15. Movilidad – Nueva York

MOVILIDAD – NUEVA YORK

Dentro de la sección de transporte hay información sobre rutas, buses, metros, trenes, bicicletas, taxis, vehículos particulares, transporte para personas con discapacidad, transbordadores y transporte aéreo. También se informa sobre lo relacionado con parqueaderos públicos, licencias, permisos, inspecciones, accidentes, remolque de vehículos. Adicionalmente, los ciudadanos pueden consultar e informar sobre el estado de carreteras, puentes, aceras y calzadas. (NYC, 2019)

El Departamento de Transporte (DOT) se ha enfocado en ofrecer a los ciudadanos una movilidad segura, eficiente y responsable desde el punto de vista ambiental. Sus actividades, iniciativas, proyectos y metas están alineadas con el plan estratégico “Calles Sostenibles”, desarrollado en el 2008 como una política detallada del transporte en la ciudad.

Anualmente ofrece los informes de avance en el plan y establece los nuevos objetivos que hayan surgido durante el último año. Entre sus principales metas se encuentran: ofrecer una movilidad segura, eficiente y responsable desde el punto de vista ambiental para peatones: mejorar el tráfico fluvial para el transporte de mercancías; reducir la congestión en la ciudad; mejorar la infraestructura, incluyendo puentes, túneles, calles, aceras y autopistas; y estimular el uso de un transporte público y sostenible, llevando a cabo programas educativos en seguridad vial.

Los proyectos que se están desarrollando actualmente son:

- Calles completas: Busca mejorar en la señalización y seguridad para los peatones.
- Ciclo rutas: Buscan mejorar la seguridad para ciclistas y peatones.
- Programa piloto de auto compartido: Busca reducir la congestión y reducir la emisión de gases a la atmósfera.
- Programa barrio zonas lentas: En algunos barrios se reduce la velocidad a 20mph, añadiendo medidas de seguridad con el objetivo de disminuir la frecuencia y gravedad de la accidentalidad.
- Programa Plaza NYC: busca aprovechar las calles poco utilizadas para construir espacios públicos sociales.
- Bus Forward: La idea es mejorar el servicio de bus mediante el uso exclusivo de carriles para buses, prioridad en las señales de tránsito, cambios de itinerario, calles seguras para adultos mayores y seguridad escolar.
- Adicionalmente se encuentran los proyectos grandes de repavimentación completa y construcción de puentes. (OneNyc2050, 2019)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 16. Sostenibilidad – Nueva York

SOSTENIBILIDAD – NUEVA YORK
En temas de medio ambiente, Nueva York está adelantando estrategias para disminuir el consumo energético, como mejoras de iluminación LED, invertir en modernización energética en edificios, ha ido cambiando los vehículos del gobierno por vehículos eléctricos, se han realizado más de 14000 paneles solares en edificios y han aprobado legislación para las construcciones nuevas usen este tipo de energías limpias.
La ciudad y el consejo están trabajando para aprobar legislación para limitar la producción de gas de efecto invernadero de edificios grandes y medianos.
Se ha permitido el cobro de la bolsa plástica y en 2020 queda prohibido el uso de ellas. La ciudad ha distribuido a los neoyorquinos bolsas reutilizables.
Se ha realizado campañas para el fomento del reciclaje desde las viviendas, escuelas. (OneNyc2050, 2019)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 17. Población – Nueva York

POBLACIÓN – NUEVA YORK

En temas de salud, se brinda información de bienestar y programas de salud para la población en general, para el bienestar infantil y adolescente, mujer en embarazo, control de la natalidad, planificación familiar, nutrición y ejercicio. También hay importante información sobre temas asociados al consumo de alcohol y drogas, sobre la salud mental, vacunas, inmunizaciones, enfermedades y afecciones. (NYC, 2019).

De acuerdo con el plan estratégico se han construido, actualizado y expandido los servicios hospitalarios, se adelantan iniciativas para que las personas se ejerciten y puedan tener acceso a comida más saludable (NYC, 2019)

En lo relacionado con educación, en la página web se ofrece información sobre programas desde la edad preescolar hasta educación formal, no formal, guía para padres, apoyo al estudiante, asesoría para encontrar escuelas, estudios a distancia, dificultades de aprendizaje y educación especial. También se incluyen reglas y políticas sobre la educación pública, información sobre la administración educativa y sobre el trabajo como docente o agente de seguridad escolar. La sección de ambiente incluye información sobre el código del ruido en la ciudad, ofreciendo una guía para establecer quejas por los diferentes tipos de ruido. (NYC, 2019). Se ha fortalecido la educación en la primera infancia con profesores altamente calificados, se ampliaron las escuelas comunitarias y se han incluido programas bilingües. (OneNyc2050, 2019)

En la sección de cultura y recreación se informa a los ciudadanos sobre las galerías, teatros, sociedades históricas, concesiones y permisos, servicios de intérprete, parques, jardines botánicos, programas asociados con la naturaleza, parques zoológicos y acuarios. (NYC, 2019)

Asimismo, el portal ofrece información sobre la prevención de los delitos, apoyo a las víctimas, calidad de vida y empleo, seguridad contra incendios, licencias, permisos, registros y puestos de trabajo. Se habla a los ciudadanos sobre las detenciones, los servicios de liberación, asistencia jurídica, preparación y recuperación de emergencias y/o desastres.

De otro lado, el departamento de policía, que actualmente cuenta con aproximadamente con 36.000 agentes y 18.000 empleados civiles. En el año 2017 registró la tasa de criminalidad más baja en los últimos 15 años, incluyendo asesinatos, violaciones y diferentes tipos de robo. Este departamento utiliza tecnología y equipos de última generación para garantizar la seguridad tanto de sus oficiales como de la ciudadanía. Algunos de los avances tecnológicos son: uso de teléfonos inteligentes, tabletas y blindaje en las puertas para los vehículos de patrulla, uso de armas Taser y linternas de uso militar. Se destaca el sistema CompStat 2.0, que proporciona información actualizada e interactiva, en tiempo real, acerca de patrones y mapas de la delincuencia en la ciudad. También es importante mencionar la tecnología ShotSpotter que identifica, registra, localiza e informa de disparos realizados en toda la ciudad.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 18. Economía – Nueva York

ECONOMÍA – NUEVA YORK

En el portal web de la ciudad en el apartado de negocios, hay una sección dedicada a la asistencia de negocios, que incluye información sobre licencias, permisos, inspecciones, quejas, cambios de dirección del negocio y ayuda en recuperación de desastres. También se señalan los beneficios que se pueden obtener a partir de los impuestos, explicando los mecanismos que se pueden desarrollar para hacer negocios en la ciudad.

De igual forma, hay una sección de asistencia al consumidor con gran variedad de temas, que van desde cómo revisar el historial de quejas de una empresa, hasta información de fraudes y proceso para realizar cierto tipo de compras. Otra sección está dedicada a los empleados, pues se les ofrece una guía sobre los aspectos legales, derechos y obligaciones, brindando también información para acceder a ciertos trabajos, programas de formación y prácticas. Finalmente, el portal ofrece una sección de finanzas personales y pago de impuestos. (NYC, 2019)

Adicionalmente, existe el acceso a un portal de negocios. De acuerdo con el tipo de negocio, la persona recibe orientación sobre los requisitos que debe cumplir en la ciudad, el estado y la federación. Así mismo, dispone de guías sobre la creación de un plan de negocios, registro de la empresa e identificación de las necesidades de financiación.

También puede hallar una zona idónea para la idea de negocio, prepararse para proyectar y lanzar la iniciativa, contratar el talento humano, abrir y operar. Una vez que la empresa ya está en operación, el portal ofrece programas de capacitación en negocios, asistencia relacionada con temas regulatorios de licencias y permisos, asistencia legal y financiera, incentivos del negocio, preparación para emergencias, contratación y formación. Se incluye también importante información sobre mecanismos de venta y contratación con el gobierno. De igual forma, ofrece amplia información acerca de las licencias y permisos que se requiere de acuerdo con el tipo de negocio. Finalmente, tiene una sección dedicada a las violaciones que se pueden cometer, brindando información importante para evitarlas. (NYC, 2019)

Dentro del plan OneNYC2050, la ciudad está adelantando programas de capacitación en TI, con el objetivo de preparar a los neoyorquinos para asumir cargos mejor pagados. Ha fortalecido el sector empresarial generando nuevos empleos. Se adelantan iniciativas que apoyen a los estudiantes con discapacidad y a sus en la transición de la escuela a la vida adulta. (OneNyc2050, 2019)

Fuente. Elaboración propia

3.2.2. Barcelona

3.2.2.1. Antecedentes. Según datos del Instituto de Estadística de Cataluña (2018), la ciudad tiene una superficie de 101,35 kilómetros cuadrados y en el año 2018, contaba con 1.620.343 habitantes y una densidad de 15.988 habitantes por kilómetro cuadrado. (Instituto de Estadística de Cataluña, 2018).

En el año 2019, de acuerdo con IESE (2019), la ciudad ocupó el puesto 28 del ranking EISI Cities In Motion, subiendo 7 puestos desde la medición del 2017. El desempeño en las diferentes dimensiones fue el siguiente: de economía (puesto 51), capital humano (puesto 46), cohesión social (puesto 89), medio ambiente (puesto 51); gobernanza (puesto 29), planificación urbana (puesto 29), proyección internacional (puesto 11), tecnología (puesto 24), movilidad y transporte (puesto 12). (IESE, 2019).

Barcelona cuenta con el Plan Estratégico Metropolitano de Barcelona – PEMB, es una asociación privada sin ánimo de lucro creada con el objetivo identificar las necesidades y potencialidades del territorio a medio plazo, prever las tendencias y amenazas y hacer propuestas para afrontar el futuro en las mejores condiciones.

El PEMB está conformado por: Aeropuerto de Barcelona, la Cámara de Comercio de Barcelona, el Círculo de Economía, la Comisión Obrera Nacional de Cataluña, el Consorcio de la Zona Franca, la Feria de Barcelona, el Fomento del Trabajo Nacional, el Puerto de Barcelona, la Unión General de Trabajadores, Universidad de Barcelona, otras entidades económicas, sociales y culturales, los 36 municipios del área metropolitana de Barcelona y otras administraciones que operan en el territorio. (PEMB, 2019)

El PEMP ha construido los planes estratégicos desde 1988 y aumentando el plazo al que vienen proyectándolos. El plan en ejecución se llama Barcelona Visión 2020, el cual que pretende consolidar el Área Metropolitana de Barcelona – AMB como una de las regiones más atractivas e influyentes para el talento global innovador, con un modelo de integración y

cohesión social de calidad. Para lograr que esta visión 2020 se haga realidad, la propuesta estratégica se estructura en torno a seis retos y cinco palancas de cambio. (PEMB1, 2010)

3.2.2.2. *Barcelona – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes*

Tabla 19. Gobierno – Barcelona

GOBIERNO – BARCELONA

Los retos del plan estratégico son los siguientes:

- Sostenibilidad y cambio climático.
- Situar a Barcelona como referente en el nuevo marco global: mayor presencia en los países que lideran el mundo y capitalidad del Mediterráneo.
- Líder global en determinados sectores trectores de conocimiento.
- Más allá de las empresas “bio”. Puesta al día y potenciación de la industria y de los sectores tradicionales.
- Una de las regiones europeas más atractivas para el talento innovador.
- Ciudad interesante y equilibrada socialmente: una respuesta social a la crisis.

Para cada uno de estos retos, el plan propone un conjunto de objetivos y medidas que tendrán que ir implementando los órganos y las instituciones, públicos y privados, que tengan competencias sobre cada uno de los aspectos tratados o bien que puedan influir decisivamente en su puesta en funcionamiento. Para afrontar estos retos, el Plan identificó cinco palancas de cambio para que actuaran como ejes vertebradores para superar los retos:

- Una universidad y un sistema educativo potentes.
- Una administración ágil y fiable, business friendly.
- Una gobernanza que aporte criterios innovadores en la gestión de proyectos estratégicos y que potencie la corresponsabilidad público-privada en el liderazgo.
- Unos valores de futuro que complementen y refuercen la base de los valores actuales y tradicionales que aporten un nuevo carácter a la ciudad y a sus ciudadanos.

Un amplio conocimiento de idiomas que facilite la internacionalización, la atracción de talento y la plena incorporación a los mercados mundiales. Un aeropuerto internacional y la marca Barcelona (PEMB1, 2010).

Una de las iniciativas en apertura de datos es Open Data BCN. Este proyecto inició en 2010, y actualmente cuenta con 466 set de datos expuestos, además de una sección para desarrolladores en la cual se explica el uso de las APIs que están dispuestas para consulta de datos, estadísticas de consulta, descarga y uso de los sets de datos. (Barcelona Ciudad Digital, 2018).

Fuente. Elaboración propia

Tabla 19. Gobierno – Barcelona (continuación)

GOBIERNO – BARCELONA

Barcelona adelanta un plan de transformación digital cuya visión está centrada en que la tecnología sea un instrumento para el empoderamiento de las personas y la transformación de la ciudad. Para ello, se centra en brindar soluciones a las necesidades de las personas con apoyo de las tecnologías, realizando inversión en infraestructuras públicas digitales orientadas a ofrecer servicios públicos de mejor calidad. El desarrollo tecnológico también se ha asociado con un gobierno más transparente, participativo y eficaz, que ayude a proporcionar el acceso a internet para todos, mejorar el aprendizaje y las competencias digitales de los ciudadanos (Barcelona Ciudad Digital, 2018).

Fuente. Elaboración propia

Tabla 20. Movilidad – Barcelona

MOVILIDAD – BARCELONA

En temas de Movilidad se ha planteado lo siguiente:

- Estimular el uso del vehículo eléctrico, sistemas de transporte colectivos, reconceptualización de la malla de circulación –en especial entre las zonas periféricas de las ciudades del AMB–, reducción de la movilidad obligada.
- Incrementar los índices de cobertura del transporte público en el AMB e incorporar más niveles de eficiencia en su gestión para conseguir una movilidad sostenible.
- Una Barcelona dinámica, diversa y abierta al mundo donde las personas se desplazan con eficiencia y facilidad por toda la ciudad, protegiendo especialmente a los peatones y favoreciendo la convivencia de usos. A pie, en bici y en transporte público. Las mejores opciones para recorrer las calles de una manera segura i sostenible. Una movilidad equitativa y al alcance de todo el mundo. Inteligente y respetuosa con el entorno y las personas.
- Dentro de los medios de transporte se encuentran: a pie, bicicleta, vehículos de uso personal, bus, metro, tranvía, tren, taxi, moto, vehículo compartido, vehículo eléctrico, barco y avión.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 21. Sostenibilidad – Barcelona

SOSTENIBILIDAD – BARCELONA

Dentro de las iniciativas que trabaja Barcelona se encuentran la siguientes:

- Creación de un centro sostenibilista (ecobarrio) en el AMB como referente de la nueva Barcelona. Rescate y aprovechamiento in situ de las aguas pluviales y de las aguas grises, separación de redes. Energía: redes inteligentes, redes urbanas de frío y calor, aprovechamiento realista de las energías renovables. Reducción de la demanda energética instalada en edificios nuevos (20-25 KWh/m² y año). Estándares pasivos mediterráneos en el 100% de los edificios terciarios públicos y rehabilitación energética de edificios viejos: reducir el 70% de la demanda instalada (CEE2020=20) en el 33% de la vivienda.

Por otro lado, la ciudad está desarrollando un proyecto llamado “El plan clima” enfocado en hacer frente al cambio climático, alrededor de cuatro ejes: mitigación, resiliencia y adaptación, justicia climática e impulso a la acción ciudadana. Los objetivos que se han trazado mediante este plan son: reducir al 45% las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto al 2005; aumentar en 1,6 Km² los espacios verdes; llegar a los 100 litros de consumo agua por habitante al día; garantizar el acceso a la energía para todos, y destinar 12 millones de euros hasta el 2030 en proyectos ciudadanos. (Barcelona, 2018)

Para lograr los objetivos planteados en el “Plan Clima”, Barcelona plantea reducir en un 21 % los desplazamientos en vehículo particular a motor, e incrementar los desplazamientos a pie (10 %), en bicicleta (67 %) y en transporte público (3,5 %). Además, la ciudad se ha propuesto fomentar la eficiencia energética y rehabilitación de los edificios, el ahorro en los hogares, y el impulso de una movilidad más sostenible dando prioridad a los peatones, bicicletas y transporte público.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 22. Población – Barcelona

POBLACIÓN – BARCELONA

En lo relacionado con salud, Barcelona se ha planteado como objetivos:

- Reforzar su posición como referente mundial en investigación y transmisión de conocimiento en medicina clínica. Potenciar la coordinación entre los centros de investigación para garantizar una mayor masa crítica y mejores resultados.
- Promover la tecnología médica avanzada, y relacionarla con los sectores productivos locales y con las tecnologías y los sectores emergentes.
- Crear y gestionar una marca sanitaria que desarrolle las políticas de marketing y comunicación adecuadas para fortalecer este sector, además de encontrar sinergias con otros sectores que potencien, entre otros, el turismo médico.
- Reforzar la referencia en el ámbito de la salud mental en el AMB.
- Generar instrumentos para una mayor eficacia de la transferencia de tecnología al mundo productivo.
- Introducir elementos propios de una visión empresarial en la gestión de la salud y la investigación.
- Aprovechar las oportunidades que puede generar Barcelona como capital de la dieta mediterránea y desarrollar las oportunidades asociadas a un estilo de vida saludable. (PEMB1, 2010)

En la ciudad se destacan los proyectos de Apps Progresivas, mediante el uso de licencias libres, y el desarrollo de servicios digitales a través del uso de código abierto y de las metodologías ágiles. Se destaca, por ejemplo, la plataforma SENTILO, desarrollada en código abierto, que permite recopilar y compartir datos de la red de sensores que posee la ciudad, además de captar el estado de la ciudad en tiempo real. Otro proyecto es Internet4all, que incluye mejora en la infraestructura, red corporativa y zonas wifi, así como capacitación a los ciudadanos. Asimismo, el reto de datos abiertos es un proyecto en el cual se invita a las pequeñas y medianas empresas a resolver retos de ciudad que requieran el uso de datos públicos y privados.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 23. Economía – Barcelona

ECONOMÍA – BARCELONA

En relación con economía Barcelona se ha propuesto lo siguiente:

- Lograr que la universidad, las escuelas de negocio y la formación profesional (FP) se comprometan en la reconversión y potenciación de las industrias tradicionales del AMB mediante el desarrollo de un programa que permita la transferencia de tecnología, la atracción de talento, la formación de profesionales de calidad, la creación de start ups vinculadas a proyectos y sectores tradicionales, etc.
- Establecer puentes entre la demanda de los sectores emergentes (salud, dependencia, media, etc.) y las industrias locales tradicionales, que podrían actuar como proveedores incorporando las innovaciones y las tecnologías adecuadas.
- Garantizar una oferta de suelo industrial y techo para actividades económicas, con estándares de accesibilidad tecnológicos y de calidad importantes.
- Implementación del plan estratégico de turismo que promueva la desconcentración territorial, la gobernanza del sector y la generación de complicidades con la sociedad y con las diferentes instituciones y agentes implicados y mejore la capacidad competitiva del destino y de los sectores relacionados.
- Formular un programa para atraer, en tres años, 1.000 “talentos” (Programa 1.000 talentos) de las empresas más globales del futuro y algunos de sus centros de investigación, con el objetivo de convertirnos en la región europea más atractiva para el talento global innovador. Atracción de centros universitarios internacionales y universidades corporativas.
- Hub de emprendedores. Promover y difundir las oportunidades de Barcelona como ciudad de interés para atraer a emprendedores innovadores y crear empresas, y configurar así la región emprendedora de Europa.
- Prever y reservar en todo programa de ayudas públicas a empresas un 5% del total de los recursos para crear un fondo para el fomento de nuevas empresas innovadoras, con el objetivo de reforzar el tejido industrial. (PEMB1, 2010)

Barcelona apoya el emprendimiento tecnológico y la innovación, ofreciendo servicios, programas, actividades y equipos. Dentro de los proyectos se encuentra la Incubadora MediaTIC, que es un grupo de empresas tecnológicas que desarrollan proyectos aplicados principalmente a la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la robótica, tecnologías espaciales y nanotecnología.

Fuente. Elaboración propia

3.2.3. **Ámsterdam**

3.2.3.1. Antecedentes. De acuerdo con (OIS, 2019), la población de Ámsterdam en el año 2018 fue de 854.316 habitantes.

En el año 2019, de acuerdo con IESE (2019), la ciudad ocupó el puesto 3 del ranking EISI Cities In Motion. El desempeño en las diferentes dimensiones fue el siguiente: de economía (puesto 10), capital humano (puesto 36), cohesión social (puesto 38), medio ambiente (puesto 28); gobernanza (puesto 27), planificación urbana (puesto 11), proyección internacional (puesto 2), tecnología (puesto 7), movilidad y transporte (puesto 11). (IESE, 2019).

La agenda de Ámsterdam se ha enfocado en convertirla en una ciudad sostenible, incluyendo aspectos como energía sostenible, aire limpio, economía circular y una ciudad a prueba de clima. Estos aspectos están estrechamente relacionados entre sí, en cohesión con áreas como movilidad, la vida, el trabajo, el entorno construido, los monumentos, el patrimonio, la educación, los deportes, el trabajo, el espacio público, las áreas verdes, el desarrollo del área urbana, la transformación y la infraestructura (Duurzaam Amsterdam, 2015).

En promedio, la población de Ámsterdam crece con 10.000 personas al año. Esta pequeña ciudad tiene una densidad de 5065 personas por km cuadrado, de más de 180 nacionalidades diferentes. El 19% del PIB holandés total se obtiene en el Área Metropolitana de Ámsterdam. Entre 2015 y 2016, la cantidad de turistas en Ámsterdam aumentó en un 7% (Amsterdam Smart City, 2019).

3.2.3.2. *Ámsterdam – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes*

Tabla 24. Gobierno – Ámsterdam

GOBIERNO – AMSTERDAN
<p>El municipio quiere ser un gobierno moderno que pueda responder rápida y efectivamente a las necesidades de los ciudadanos. Para ello ha definido un programa llamado la brújula administrativa del municipio de Ámsterdam en la cual se definen los principios rectores de la administración y la organización (Gemeente Amsterdam, 2019) .</p>
<p>Los principios son:</p>
<ul style="list-style-type: none">• Gobierno moderno• Servible, predecible y confiable• Administración y organización• Orientado a resultados

Fuente. Elaboración propia

Tabla 25. Movilidad – Ámsterdam

MOVILIDAD – AMSTERDAN

De acuerdo con las políticas en cuanto a movilidad establecidas por Ámsterdam (Gemeente Amsterdam, 2019):

- Ámsterdam se considera una ciudad para ciclistas y peatones. Es por eso por lo que está construyendo suficientes estacionamientos de bicicletas, rutas rápidas y seguras para ciclistas. Para mejorar la calidad del aire, se trata de fomentar y facilita un tráfico motorizado más inteligente y más limpio.
- Una gran cantidad de tráfico (40-60%) que atraviesa el centro de la ciudad y los vecindarios adyacentes no tiene destino en esa área. Por lo tanto, el municipio está tomando medidas para mantener el tráfico directo fuera de la ciudad y, al mismo tiempo, mantenerlo accesible para los residentes y visitantes.
- Teniendo en cuenta el crecimiento poblacional, la ciudad está tomando decisiones como por ejemplo que no se pueda reclamar un espacio de estacionamiento para una sola persona y analiza otras formas de transporte personal y colectivo.

Ámsterdam es considerada la capital mundial del ciclismo; el 32% del movimiento del tráfico en la ciudad es en bicicleta y el 63% de sus habitantes usan su bicicleta a diario. El número de propietarios de automóviles eléctricos registrados aumentó con un 53% a 28.889 en 2016. Desde 2008, el uso compartido de automóviles aumentó con un 376%. Sin embargo, esto es menos del 1% del uso total del automóvil (Amsterdam Smart City, 2019).

Fuente. Elaboración propia

Tabla 26. Sostenibilidad – Ámsterdam

SOSTENIBILIDAD – AMSTERDAN

Ámsterdam sería la primera ciudad capital de Europa con cero emisiones. Para lograrlo, plantea realizar una restricción progresiva de la circulación de vehículos contaminantes, estimular el uso de vehículos limpios, sustituir progresivamente los buses diésel por modelos cero emisiones, y aumentar el número de taxis eléctricos. (Duurzaam Amsterdam, 2015)

Con respecto a la producción de energía sostenible, se ha propuesto generar un 20% más por habitante que en 2013. Para lograrlo, incluye la construcción de nuevas turbinas eólicas, fomentando también el crecimiento del uso de la energía solar y ampliando la red de calefacción de la ciudad. Adicionalmente, para el año 2020 Ámsterdam tiene como objetivo reducir en un 20% la energía usada por habitante, mediante el estímulo a la construcción de viviendas energéticamente neutras.

En este sentido, en el año 2020 pretende contar con 630,000 paneles solares, que cubren 100 hectáreas y generan 160 MW de electricidad, suficientes para el consumo de alrededor de 80,000 hogares. Para el año 2040, Ámsterdam tiene como objetivo alcanzar la producción de 1000 MW con energía solar, que alcanzarán para el consumo de 450.000 hogares. (Duurzaam Amsterdam, 2015)

El municipio de Ámsterdam tiene el plan de implementación de residuos que se enfoca en dos objetivos:

- El porcentaje de residuos domésticos separados aumenta del 19% en 2013 al 65% en 2020. De esta forma, se pueden reciclar más residuos.
- Asegurar que los ciudadanos puedan entregar los desechos (separados) de manera rápida y fácil. (Gemeente Amsterdam, 2019)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 27. Población – Ámsterdam

POBLACIÓN – AMSTERDAN

Ámsterdam es la capital cultural de los Países Bajos. Hay espectáculos, museos, locales de música y artistas de todas las formas y tamaños, y la ciudad alberga una gran parte de las instituciones más importantes del país. El Plan de Artes se enfoca principalmente en educación cultural, desarrollo del talento, arte en el barrio (Gemeente Amsterdam, 2019).

Los niños deben asistir a la escuela a partir de los 5 años. La educación obligatoria finaliza al final del año escolar en el que el joven cumple 16 años. Para los jóvenes que aún no tienen la llamada calificación básica, la obligación de calificación se aplica hasta la edad de 18 años. Hay educación especial según el tipo de discapacidad: visual, auditiva o comunicativa, física, mental o múltiple, socioemocional o múltiple.

Existe una visión deportiva orientada a que los ciudadanos hagan ejercicio incluyendo aspectos como participación deportiva, piscinas, parques deportivos, pabellones deportivos y gimnasios, espacio para deportes.

Ámsterdam es una ciudad del conocimiento, con dos (2) universidades y veintiuna (21) universidades de ciencias aplicadas dentro de sus fronteras. El 40% de los habitantes de la ciudad tienen educación superior. El equipo de innovación de CTO del municipio de Ámsterdam colabora con los siete (7) departamentos de la ciudad para hacer realidad la innovación. Con 921 startups ubicadas en Ámsterdam y su propio programa *Startup in Residence*, Ámsterdam les permite a los responsables políticos con herramientas de gobernanza inteligentes (Amsterdam Smart City, 2019).

Fuente. Elaboración propia

Tabla 28. Economía – Ámsterdam

ECONOMÍA – AMSTERDAN

Ámsterdam está trabajando en la economía circular, basada en los siguientes principios: la economía circular no tiene desperdicio; y todos los materiales vienen en un infinito ciclo técnico o biológico. Adicionalmente, toda la energía proviene de fuentes renovables: las materias primas se utilizan para generar valor, el diseño modular y flexible de productos y cadenas de producción aumenta la adaptabilidad de los sistemas (Duurzaam Amsterdan, 2015).

La ciudad reconoce que el gas natural se agotará pronto, y a partir del 2024 tendrá que importarlo en su totalidad. Por lo tanto, empieza a involucrar otras fuentes sostenibles con el propósito de que para el año 2050 pueda eliminar la totalidad del uso de gas natural, cambiándolo por energía limpia que será obtenida de la incineración de residuos, energía sobrante de la industria, geotermia, gas verde y el uso de paneles solares (Duurzaam Amsterdan, 2015).

En cuanto al emprendimiento existe *coaching* y asesorías especializadas para iniciar nuevas empresas, o mejorar las existentes, adicionalmente la ciudad brinda apoyo financiero y asesoramiento en la deuda para los emprendedores que presenten problemas económicos (Gemeente Amsterdan, 2019).

Fuente. Elaboración propia

3.2.4. Madrid

3.2.4.1. Antecedentes. Madrid es la ciudad de mayor tamaño de España y concentra el 17% de su población; según (Madrid1, 2018), la población de la ciudad es de 3.221.824 habitantes. En el año 2019, de acuerdo con IESE (2019), Madrid pasó a ocupar el puesto 24 mejorando 10 puestos respecto a la medición realizada en 2017. El desempeño en las diferentes dimensiones fue el siguiente: de economía (puesto 39), capital humano (puesto 41), cohesión social (puesto 55), medio ambiente (puesto 58); gobernanza (puesto 46), planificación urbana (puesto 33), proyección internacional (puesto 17), tecnología (puesto 34), movilidad y transporte (puesto 9) (IESE, 2019).

3.2.4.2. Madrid – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes

Tabla 29. Gobierno – Madrid

GOBIERNO – MADRID
<p>El plan estratégico se recoge en cuatro grandes Ejes Estratégicos que establecen las orientaciones generales de la política del Gobierno de la ciudad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciudad cercana, Cohesionada, Habitable • Ciudad centrada en las personas, solidaria e inclusiva • Economía sostenible y con empleo de calidad • Gobierno democrático, transparente y eficaz <p>Adicionalmente, se articula en 27 Objetivos Estratégicos asociados, que definen las directrices o pautas de actuación para alcanzar las metas establecidas a largo plazo. En los tres (3) primeros ejes se sitúan los objetivos estratégicos que van encaminados a conseguir resultados para la ciudadanía y la ciudad: su cercanía y cohesión, su solidaridad e inclusión y su sostenibilidad económica. En el cuarto eje se sitúan los objetivos correspondientes al gobierno democrático, transparente y eficaz, que están relacionados con la gestión eficaz y eficiente de los recursos, ya sean económicos o humanos y con la gestión innovadora de los procesos. Los objetivos de este último eje actúan como agentes facilitadores de los objetivos de los ejes superiores. (Madrid, 2015)</p>

Fuente. Elaboración propia

Tabla 30. Movilidad – Madrid

MOVILIDAD – MADRID

El Plan de Movilidad Urbana tiene como objetivos mejorar la calidad ambiental, la competitividad, la seguridad y la universalidad del modelo de ciudad inteligente, que incorpora las tecnologías de la información y la comunicación a la consecución de la sostenibilidad del sistema urbano.

Entre las iniciativas planteadas, se incluye el fomento de la movilidad peatonal, fomento al uso del transporte público colectivo, fomento a la movilidad en bicicleta, mejora de la movilidad en moto, optimización del servicio de taxi, incorporación al sistema de transportes de nuevos modelos de movilidad colaborativa, mejora de la accesibilidad a todos los medios de transporte, mejora a las condiciones de intermodalidad, mejoras de la gestión de la demanda en vehículo privado, mejoras en la gestión de la circulación, promoción de energías limpias en la tecnología de los vehículos (Madrid2, 2014).

En relación con la seguridad, el Plan de Seguridad Vial 2012-2020, tiene como objetivos la seguridad, sostenibilidad, universalidad y competitividad. Dentro de estos objetivos se ha planteado como metas reducir las víctimas mortales por accidentes de tráfico en un 50% respecto a la cifra de fallecidos al concluir el año 2010, reducir el 30% de la tasa de víctimas por cada 1000 habitantes, reducir un 30% los fallecidos por atropello, alcanzar un 4% de la población afectada por alcoholemia.

En cuanto a sostenibilidad, implica la minimización de los impactos negativos que la movilidad genera sobre el medio ambiente en términos de ruido, consumo energético, contaminación y calidad paisajística. En este sentido, el plan establece como metas establecer el valor límite horario en $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año y el valor límite anual en $40\mu\text{g}/\text{m}^3$, alcanzar una reducción en el año 2020 del 30% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y alcanzar en el año 2020 una reducción del 20% en la intensidad energética final respecto al 2011.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 31. Sostenibilidad – Madrid

SOSTENIBILIDAD – MADRID
Madrid está llevando a cabo la estrategia MADRID 360, con el objetivo de cumplir con los objetivos de calidad del aire de la Unión Europea. Las actividades, metas e iniciativas son las siguientes:
<ul style="list-style-type: none">• Las iniciativas que recoge MADRID 360 rebajarán los óxidos de nitrógeno (Nox) un 15 % más que el anterior plan anticontaminación• Se creará la Línea Cero, la primera línea de autobús de la EMT gratuita que vertebrará el distrito Centro en sentido norte-sur y este-oeste• Los vehículos A que no sean de residentes de Madrid no podrán circular por el interior de la M-30 a partir del 1 de enero de 2022• No habrá calderas de carbón en la ciudad a partir del 1 de enero de 2022 y se pretende eliminar el 50 % de las que funcionan por gasóleo en ocho años. Se destinarán 50 millones de euros en ayudas para alcanzar estos objetivos hasta 2023• Se permitirá el acceso y circulación de los vehículos C de alta ocupación en el distrito Centro• Esta estrategia está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas
<hr/> Fuente. Elaboración propia

Tabla 32. Población – Madrid

POBLACIÓN – MADRID
<p>En cuanto a salud, el plan estratégico propone:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sanidad pública de calidad• Impulsar el Plan de Cuidados Paliativos de la Comunidad de Madrid• Aprobar el plan estratégico de salud mental• Crear la Red de Hospitales de Cuidados y Recuperación Funcional• Actualizar el plan de intervención en infraestructuras hospitalarias• Teleasistencia domiciliaria.
<p>En relación con la cultura y el ocio, Madrid tiene diversos escenarios dispuestos para ciudadanos y visitantes. Se destacan sus museos, centros culturales, teatros, bibliotecas, arte callejero, y diversos planes, programas y eventos.</p> <p>En temas de seguridad, Madrid cuenta con la policía municipal de Madrid, el cuerpo de bomberos, el programa “Prepárate Madrid” orientado a capacitar a los ciudadanos ante emergencias.</p>
<hr/> <p>Fuente. Elaboración propia</p>

Tabla 33. Economía – Madrid

ECONOMÍA – MADRID

Madrid cuenta con una entidad que apoya el emprendimiento y fortalecimiento de empresas, dicha entidad tiene las siguientes competencias:

- Diseñar estrategias y actuaciones para fomentar el espíritu emprendedor del ciudadano madrileño y apoyar las ideas que puedan derivar en la generación de empleo y de nuevas actividades económicas.
- Desarrollar las relaciones en materia de emprendimiento con otras administraciones públicas, así como instituciones y organizaciones, y las propuestas de colaboración tendentes a la mejora de la actividad emprendedora de la ciudad de Madrid.
- Impulsar la competitividad en las empresas de reciente creación como instrumento para fortalecer el emprendimiento, con especial atención a la innovación tecnológica.
- Impulsar y gestionar la red de viveros de empresa para la promoción de las iniciativas emprendedoras.
- Desarrollar cualesquiera otras funciones que contribuyan a generar actividades que promuevan el emprendimiento y la creación y crecimiento de las pymes de la ciudad.

Fuente. Elaboración propia

3.2.5. Singapur

3.2.5.1. Antecedentes. Singapur cuenta con una población de 5.703.600 habitantes, con una densidad poblacional de 7866 personas por Km². En el año 2019, de acuerdo con IESE (2019), Singapur ocupó el puesto 7 en el ranking ICIM. El desempeño en las diferentes dimensiones fue el siguiente: de economía (puesto 21), capital humano (puesto 44), cohesión social (puesto 47), medio ambiente (puesto 10); gobernanza (puesto 20), planificación urbana (puesto 31), proyección internacional (puesto 4), tecnología (puesto 1), movilidad y transporte (puesto 67). (IESE, 2019).

Singapur ha establecido como pilares de su proyecto de nación inteligente: economía digital, gobierno digital y sociedad digital e incluye en dicha transformación a los ciudadanos, empresas y sector público.

3.2.5.2. Singapur – Desde los ámbitos de ciudades inteligentes

Tabla 34. Gobierno – Singapur

GOBIERNO – SINGAPUR
<p>El gobierno digital sobre el que trabaja Singapur se basa en dos principios: digital hasta el núcleo y que sirva con corazón; estructura los servicios para que sean fáciles de usar, completamente en línea, seguros, confiables y relevantes para los ciudadanos y empresarios; las estrategias están orientadas a integrar los servicios entorno a los ciudadanos y empresarios, fortalecer la integración entre políticas, operaciones y tecnología, elevar las capacidades digitales del gobierno para buscar la innovación y cocrear con los ciudadanos y las empresas (Smart Nation Singapore, 2018).</p>

Dentro de los proyectos estratégicos enfocados a impulsar la adopción generalizada de tecnologías digitales se encuentran:

- *National Digital Identity*. Es un sistema de identidad digital para que los residentes y las empresas realicen transacciones digitales con el gobierno y el sector privado de manera conveniente y segura. Estará operativo en 2020.
- *Smart Nation Sensor Platform*. Es una plataforma integrada de sensores enfocada en mejorar los servicios públicos, la planificación urbana, el transporte público y salud pública.
- *OpenCerts*. Es una plataforma basada en blockchain, que ofrece una manera fácil y confiable de emitir y validar certificados académicos que sean resistentes a la manipulación. (Smart Nation Singapore, 2018).

Fuente. Elaboración propia (2019)

Tabla 35. Movilidad – Singapur

MOVILIDAD – SINGAPUR

Singapur plantea que el 12% de su tierra se reserva para carreteras e infraestructura de transporte y cuenta con más de un millón de vehículos por lo que gestionar eficientemente el transporte no es tarea fácil. Dentro de las iniciativas planteadas para hacer frente a esa situación se encuentran:

- Vehículos autónomos
- Pago electrónico de tarifa para transporte público
- Servicio de transporte por demanda
- Datos abiertos y analítica de datos para el transporte urbano
- Encabezar la investigación para el desarrollo de vehículos autónomos
- *Smart Urban Mobility*. Usar tecnologías digitales para mejorar la comodidad, la conveniencia y la confiabilidad de los sistemas de transporte público, y respaldar nuestra visión de un Singapur *auto-lite*. (*Smart Nation Singapore, 2018*).

Fuente. Elaboración propia (2019)

Tabla 36. Población – Singapur

POBLACIÓN – SINGAPUR
<p>Existen diversas iniciativas orientadas a mejorar la calidad de vida de la población con el uso de tecnologías, entre ellas se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Core Operations Development Environment and eXchange (CODEX)</i>. Es una plataforma para ofrecer servicios digitales a los ciudadanos. • <i>E-Payments</i>. Infraestructura nacional de pagos electrónicos abierta, accesible e interoperable, que facilita las transacciones digitales haciéndolas más simples, rápidas y seguras. • <i>Moments of live initiative</i>. Esta iniciativa pretende ofrecer apoyo a los ciudadanos en los servicios requeridos en diferentes momentos de la vida, ya sea para la familia, para personas mayores y/o co- creación con los ciudadanos. • <i>Telesalud</i>. Utiliza la tecnología de videoconferencia para permitir a los pacientes consultar de forma remota a su equipo médico de atención en línea. • <i>HealthHub</i>. Es un portal web y aplicación móvil que está programada para ser el primer portal de información y servicios de salud en línea de Singapur. Tiene acceso a los registros de historia clínica como exámenes médicos, vacunas, formulas médicas. (Smart Nation Singapore, 2018).
<hr/> <p>Fuente. Elaboración propia (2019)</p>

Tabla 37. Economía – Singapur

ECONOMÍA – SINGAPUR
<p>Singapur considera que el talento y las empresas son fundamentales para la economía digital, por ello adelanta las siguientes iniciativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>CorpPass</i>. Es un sistema único de autenticación y autorización para que las empresas accedan a servicios electrónicos proporcionados por agencias gubernamentales, permite el acceso a más de 130 servicios digitales gubernamentales. • <i>Data Innovation Programme Office (DIPO)</i>. Encargada de gestionar los datos producidos por la industria. • <i>Networked Trade Platform (NTP)</i>. Es una plataforma comercial única de propiedad del gobierno que conecta digitalmente a los actores de la industria, es una plataforma única de administración de información comercial de próxima generación para apoyar a las empresas en la industria comercial y logística, así como a sectores adyacentes como el financiamiento comercial. • <i>Fintech Sandbox</i>. La Autoridad Monetaria de Singapur (MAS) se ha propuesto crear un Centro Financiero Inteligente donde la tecnología se utilice de manera generalizada en la industria financiera para aumentar la eficiencia, crear oportunidades económicas y permitir una mejor gestión de riesgos.

Fuente. Elaboración propia (2019)

Una vez realizado el análisis de ciudades colombianas e internacionales en los ámbitos de gobierno, movilidad, sostenibilidad y economía, se puede destacar lo siguiente:

- A nivel de Colombia, las ciudades usualmente trazan sus planes estratégicos de acuerdo con los periodos administrativos de las alcaldías, es decir a 4 años, en contraste con ciudades que están en proceso de transformarse en ciudades inteligentes como Ámsterdam, Nueva York o Barcelona cuyos planes de ciudad son decenales o incluso con

visión a más largo plazo y para su elaboración cuentan con un equipo multidisciplinario que incluye sector público, empresas y academia.

- Los modelos de ciudades inteligentes elaborados en España y Singapur coinciden en el fortalecimiento tecnológico de los trámites y ofrecidos a ciudadanos y empresas. Entendiendo dicho fortalecimiento como contar con trámites online, desarrollar aplicaciones de ayuda y acompañamiento para personas y empresas, apoyo a la innovación, mejora en la salud, optimización de la seguridad al realizar transacciones, entre otros. Singapur especialmente está yendo más allá de ser una ciudad inteligente para transformarse en un país inteligente, usando como principal insumo el uso y masificación de la tecnología. En contraste, son pocos los trámites que en Colombia se pueden realizar en línea en relación con la totalidad de trámites disponibles para los ciudadanos.
- En relación con el ámbito de movilidad, las ciudades colombianas vienen adelantando diferentes iniciativas como el uso de la bicicleta como medio alternativo de transporte, Bogotá está implementando un sistema de semaforización inteligente, sin embargo, hay un gran camino por recorrer en la gestión del tráfico, en contraste con ciudades como Singapur donde se gestiona el servicio de transporte por demanda, se han implementado vehículos autónomos y pago electrónico de transporte.
- Respecto al tema de sostenibilidad medioambiental, Ámsterdam es una ciudad pionera en diferentes iniciativas, especialmente en la producción de energía sostenible o uso de energías limpias. En este tema las ciudades colombianas es poco lo que están realizando, no pasa de monitorear calidad de aire, agua y ruido.
- En el ámbito de economía, las ciudades internacionales analizadas se centran en el fortalecimiento empresarial, la innovación, el apoyo a la inversión extranjera, el respaldo y acompañamiento en a la creación de nuevas empresas, el estímulo a la generación de empleo y el fortalecimiento de capacidades en los ciudadanos para que puedan acceder a mejores empleos. Por su parte, las ciudades colombianas contemplan dentro de sus planes de desarrollo iniciativas orientadas al fortalecimiento empresarial y humano, así como el fomento a la innovación.

3.3. Propuesta de modelo de ciudad inteligente

El término modelo puede ser definido como “la representación de un hecho o fenómeno, propuesta como ideal a seguir. Pretende mostrar las características generales de la estructura de dicho fenómeno, explicar sus elementos, mecanismos y procesos, cómo se interrelacionan y los aspectos teóricos que le dan sustento, para facilitar su comprensión” (Sesento, 2008).

De acuerdo con Carvajal (2002), un modelo se construye como un medio para estudiar la realidad y contribuye a comprender las teorías y las leyes o para verificarlas. Según como sea la forma de representar la realidad, los modelos pueden ser:

- *Icónicos*: Son representaciones físicas o pictórica de lo que se quiere representar.
- *Analógicos*: Se construyen a partir de la representación por analogía que puede ser de conjunto de cualidades, elementos o propiedades , una estructura, un proceso o un fenómeno que se estudia o puede ser cuando se toma un modelo de una disciplina para aplicarlo a otra.
- *Simbólicos o matemáticos*: Se representan por símbolos o representaciones que usualmente tienen un carácter matemático o lógico.

En este contexto, la presente investigación concluye en una propuesta de modelo de ciudad inteligente, que toma como base los modelos de ciudad inteligente planteados por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016) y el Observatorio Español de la Economía y la Sociedad Digital (ONTSI, 2015), así como el análisis de ciudades que están avanzadas en el proceso de transformación hacia ciudades inteligentes como Singapur, Ámsterdam, Nueva York, Madrid y Barcelona y pretende ser una guía que las ciudades colombianas puedan adoptar y personalizar en su proceso de transformación hacia ciudades inteligentes.

El modelo se estructura en ámbitos, subámbitos y servicios, establece los aspectos generales a tener en cuenta en el proceso de transformación hacia ciudades inteligentes, define las fases que se deben seguir, establece la forma de evaluar los servicios de ciudad priorizados para hallar el modelo de madurez en el cual se encuentra una ciudad, ya que es el punto desde el cual se parte

y se definen los proyectos orientados a lograr el modelo de madurez deseado y finalmente propone indicadores que permiten realizar seguimiento al avance en dicho proceso de transformación.

Este modelo considera los ámbitos de gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía y propone de manera amplia los sub-ámbitos y servicios que puede ofrecer la ciudad, de forma que cualquier ciudad pueda adoptarlo, ampliarlo o reducirlo de acuerdo a sus características particulares de ciudad, a sus objetivos estratégicos, tal como lo hacen ciudades internacionales que se enfocan en unos u otros ámbitos de acuerdo con sus necesidades.

3.3.1. Aspectos generales a tener en cuenta. Con el objetivo de dar línea en temas de transformación hacia ciudades inteligentes, en primera medida se requiere que a nivel nacional se defina una política pública que establezca lineamientos para el diseño y puesta en marcha de programas en materia de TIC, orientados a promover la construcción de ciudades inteligentes.

A nivel de ciudad, el proyecto de ciudad inteligente debe ser liderado por el alcalde, quien es la máxima autoridad en la ciudad y quien debe gestionar y facilitar la integración y participación de los diferentes actores como son el sector privado, universidades, instituciones de investigación y por supuesto la ciudadanía.

Teniendo en cuenta que el proceso de transformación de una ciudad tradicional a una ciudad inteligente es un macroproyecto, que requiere conocimiento en las diversas áreas de ciudad como movilidad, salud, educación, seguridad, tecnología, entre otros.

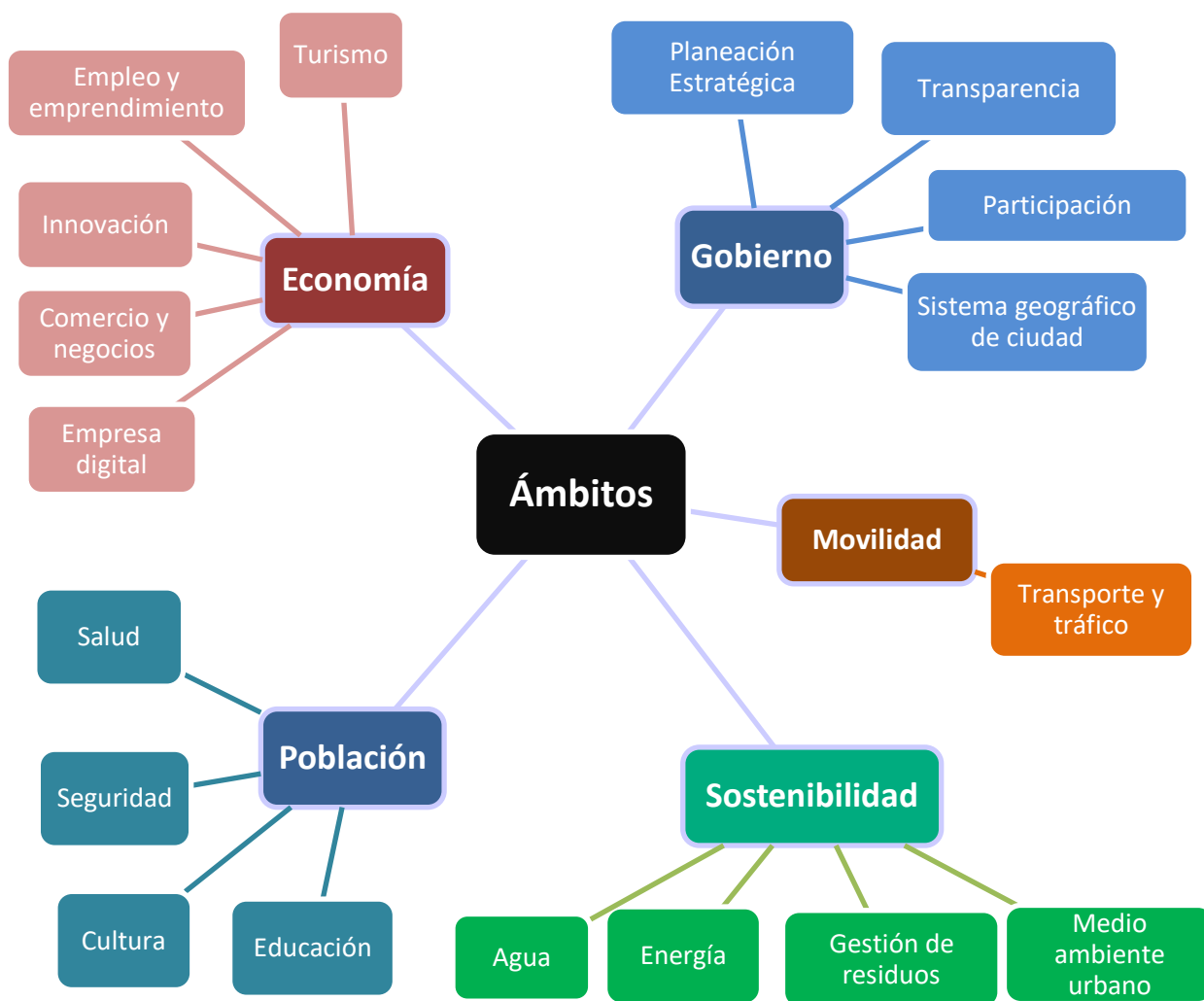
Es fundamental contar con recurso humano capacitado, es decir, un equipo profesional multidisciplinario dirigido por un gerente del proyecto con suficiente experiencia, conocimiento y habilidades para liderarlo con una visión integradora entre las diferentes áreas o sectores, de modo que se posibilite el uso de recursos tecnológicos e información de manera colaborativa y tendiente a eliminar los silos existentes en la ciudad.

Es indispensable contar con la participación de los ciudadanos en la identificación de problemas de ciudad y el establecimiento de alternativas de solución. Asimismo, se requiere realizar un diagnóstico tanto de la infraestructura tecnológica existente en la ciudad como de la capacidad institucional en términos de recurso humano.

Otro aspecto fundamental es identificar las fuentes de financiación que puedan respaldar la implementación de los proyectos planeados, establecer asociaciones público – privadas, incluir la academia (Universidades, Instituciones de investigación) y elaborar un plan de ciudad inteligente que guíe el desarrollo de los proyectos a corto, mediano y largo plazo y garantice el avance hacia el objetivo de ser una ciudad inteligente.

3.3.2. Ámbitos del modelo. El modelo planteado está conformado por los siguientes ámbitos: gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía.

Figura 13. Ámbitos del modelo



Fuente. Elaboración propia

Gobierno. Está enfocado en un gobierno transparente y participativo que involucra las TIC como herramienta para afrontar los problemas de ciudad y ofrecer mejores servicios a los ciudadanos. Incluye los subámbitos de planeación estratégica, transparencia, participación ciudadana y sistema geográfico de ciudad.

Movilidad. Tiene como objetivo mejorar la calidad del tráfico y transporte, a fin de impactar en la calidad de vida de los ciudadanos. Los subámbitos son tráfico y transporte.

Sostenibilidad. Está relacionado con el medio ambiente urbano y la gestión de recursos. Involucra los siguientes subámbitos: agua, energía, gestión de residuos y medio ambiente urbano.

Población. Su objetivo impacta directamente en la calidad de vida de los ciudadanos. Incluye los subámbitos de salud, educación, seguridad y cultura.

Economía. Se enfoca en el crecimiento económico de la ciudad basado en la innovación, el emprendimiento y el empleo. Incluye los siguientes sub-ámbitos: Empleo y emprendimiento, innovación, turismo, comercio y negocios, empresa digital.

3.3.3. Servicios propuestos dentro del modelo. Con base en los ámbitos y subámbitos definidos en el modelo, se identifican principalmente los servicios sobre los cuales se debería actuar para avanzar en el proceso de transformación hacia una ciudad inteligente.

Tabla 38. Servicios propuestos en el modelo

Ámbito	Sub-ámbito	Servicios
Gobierno	Transparencia	Trámites y servicios en línea Redes sociales
	Participación	Uso de medios digitales para participación
	Planeación estratégica	Plan de desarrollo Plan de ciudad inteligente
Movilidad	Información geográfica de la ciudad	Sistema geográfico de ciudad
	Transporte y tráfico	Sistemas para el control del tráfico Gestión de préstamo de bicicletas públicas
	Medio ambiente urbano	Gestión del ruido Gestión de la calidad de aire
Sostenibilidad	Gestión de residuos	Gestión de recogida de residuos
	Energía	Monitorización del consumo eléctrico en edificios públicos y privados. Gestión del alumbrado público
	Agua	Monitorización del consumo Gestión de la calidad del agua
Población	Salud	Servicios de telemedicina, historia clínica en línea, teleconsulta
	Educación	Medios electrónicos para la consulta de oferta educativa
		Programas de apropiación de TI
	Cultura	Disposición de medios electrónicos para el uso de recursos culturales
	Seguridad	Video vigilancia Centros de control de seguridad y emergencia
Economía	Turismo	Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el turista
	Empresa digital	Apoyo en la incorporación de TIC en las empresas
	Comercio y negocios	Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el comercio
	Innovación	Servicios y recursos para innovación
	Empleo y emprendimiento	Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el apoyo al empleo y emprendimiento

Fuente. Elaboración propia

Tabla 39. Tecnologías propuestas en el modelo

Ámbito	Tecnologías
Gobierno	Bigdata, computación en la nube, blockchain, sensores, inteligencia artificial, APPS, desarrollo e interoperabilidad de sistemas, ciberseguridad
Movilidad	Semáforos inteligentes, Drones, sensores, IoT, Bigdata, APPS, desarrollo e interoperabilidad de sistemas
Sostenibilidad	Sensores, APPS, desarrollo e interoperabilidad de sistemas, Paneles solares, sistemas alternativos de energía, robótica
Población	Bigdata, computación en la nube, sensores, inteligencia artificial, robótica, APPS, desarrollo e interoperabilidad de sistemas, videovigilancia, ciberseguridad
Economía	APPS, desarrollo e interoperabilidad de sistemas, IoT, BigData, Computación en la nube

Fuente. Elaboración propia (2019)

3.3.4. Fases del modelo. Son los pasos que debe seguir la ciudad en su proceso de transformación hacia una ciudad inteligente. Dentro del modelo se plantean las siguientes fases: planeación estratégica, establecimiento del nivel de madurez de la ciudad en términos de los servicios públicos actuales, definición de la hoja de ruta, desarrollo de proyectos y evaluación del avance.

3.3.4.1. Planeación estratégica. En esta fase se debe analizar y definir los retos o problemáticas de ciudad, establecer su prioridad (corto, mediano o largo plazo). En este paso es muy importante abrir espacios de participación donde los diferentes actores (ciudadanos, empresas, academia, sectores) participen activamente en el proceso.

Además, es importante realizar un diagnóstico del estado actual de ciudad en términos de servicios públicos ofrecidos, infraestructura tecnológica existente, es decir, redes, internet, equipos, *hardware* y *software*.

Cabe destacar que cada ciudad tiene unas características y elementos específicos, como su población, espacios naturales, fortalezas y debilidades económicas, cultura, sus objetivos como ciudad, entre otros; por lo que puede orientarse por priorizar más unos ámbitos que otros, y particularizar el modelo de acuerdo con sus necesidades.

3.3.4.2. Establecimiento del nivel de madurez de la ciudad en términos de los servicios ofrecidos. Una vez se ha definido el plan estratégico y se han establecido las prioridades de ciudad, se pasa a evaluar el estado de desarrollo actual de los servicios, lo que permite establecer el nivel de madurez de la ciudad desde el cual se parte.

La evaluación de los servicios se hace con base en los siguientes criterios: formar parte del plan estratégico de ciudad (planeación estratégica), usar TIC en su desarrollo y funcionamiento (grado de madurez tecnológica), existir interacción bidireccional con el ciudadano (en caso de aplicar), publicar datos en el portal de datos abiertos (transparencia) y tener definidos indicadores para su evaluación y seguimiento.

Tabla 40. Evaluación de servicios

Criterio	Niveles	Puntaje
Planeación estratégica	Nivel 0: No hace parte del plan estratégico de ciudad	0
	Nivel 1: Hace parte del plan estratégico de ciudad, pero es prioridad a mediano o largo plazo	1
	Nivel 2: Hace parte del plan estratégico y es prioridad a corto plazo	2
Madurez tecnológica	Nivel 0: No se cuenta con TI para la recolección de información	0
	Nivel 1: Se cuenta con sistemas para la recogida de información, pero esta se envía de forma manual	1
	Nivel 2: La información es recogida y transmitida de forma automática usando TI	2
	Nivel 3: La información recibida es analizada de forma manual	3
	Nivel 4: La información recibida genera informes y análisis automático para la toma de decisiones	4
	Nivel 5: El sistema usado para el análisis de información es interoperable con otros sistemas	5
Interacción con el ciudadano	Nivel 0: No existe interacción con el ciudadano a través de medios digitales	0
	Nivel 1: Existe interacción unidireccional con el ciudadano a través de medios digitales	1
	Nivel 2: Existe interacción bidireccional con el ciudadano a través de medios digitales	2
Transparencia	Nivel 0: La información recogida no se publica en ninguna plataforma de datos abiertos	0
	Nivel 1: Se publica información, pero no estructurada como datos abiertos	1
	Nivel 2: Se publican datos en el portal nacional de datos abiertos.	2
Seguimiento	Nivel 0: No existen indicadores que permitan realizar el seguimiento a la calidad del servicio	0
	Nivel 1: Existen indicadores, pero el seguimiento se hace de forma manual	1
	Nivel 2: Existen indicadores para el seguimiento y este se realiza de forma automática	2

Fuente. Elaboración propia

El modelo propone unos criterios y niveles para evaluar los servicios ofrecidos por la ciudad. El siguiente paso es establecer el nivel de madurez por cada ámbito, para ello, se promedia (P) el

puntaje obtenido por sus servicios en cada criterio. En la Tabla 41 se define una guía para elaborar los niveles de madurez de cada ámbito.

Tabla 41. Niveles de madurez establecidos por ámbito

Nivel de Madurez	Planeación estratégica	Madurez Tecnológica	Interacción ciudadana	Transparencia	Seguimiento y control
NMA0	0	0	0	0	0
NMA1	> 0 P <=1	> 0 P <=1	> 0 P <=1	> 0 P <=1	> 0 P <=1
NMA2	> 1 P <=2	> 1 P <=2	> 1 P <=2	> 1 P <=2	> 1 P <=2
NMA3	> 1 P <=2	> 2 P <=3	> 1 P <=2	> 1 P <=2	> 1 P <=2
NMA4	> 1 P <=2	> 3 P <=4	> 1 P <=2	> 1 P <=2	> 1 P <=2
NMA5	> 1 P <=2	> 4 P <=5	> 1 P <=2	> 1 P <=2	> 1 P <=2

Fuente. Elaboración propia

El nivel de madurez de la ciudad brinda en términos del avance hacia una ciudad inteligente depende de los niveles de madurez obtenidos en los ámbitos. El modelo propone establecer el nivel de madurez al iniciar el proceso de transformación y definir el nivel de madurez deseado en cada uno de los ámbitos, y con base en ello plantear los proyectos que permitirán alcanzar el nivel de madurez deseado.

La ciudad establece la priorización de los ámbitos en los cuales desea avanzar de acuerdo a sus necesidades y puede hacerlo en uno o varios ámbitos simultáneamente. A continuación, se establecen los niveles de madurez del modelo.

Nivel 0 (inicial): Si todos los ámbitos obtuvieron NMA0.

Nivel 1 (básico): Si el 60% de los ámbitos se encuentran entre NMA1 y NMA2.

Nivel 2 (intermedio): Si el 100% de los ámbitos se encuentran entre NMA1 y NMA2.

Nivel 3 (avanzado): Si el 60% de los ámbitos se encuentran entre NMA3 y NMA4.

Nivel 4 (conectado): Si el 100% de los ámbitos se encuentran entre NMA3 y NMA4.

Nivel 5 (Analítico): si el 60% de los ámbitos se encuentran en nivel NMA5.

Nivel 6 (interoperable): si el 100% de los ámbitos se encuentran en nivel NMA5.

3.3.4.3. Hoja de ruta. Con base en la evaluación realizada a los servicios y su consiguiente nivel de madurez de los ámbitos, se establece el nivel de madurez actual de la ciudad. El paso siguiente es definir el nivel de madurez o estado deseado.

El punto de partida debe ser por ámbitos y a nivel de servicios de acuerdo con su priorización a nivel estratégico. El objetivo es llevar a cada servicio a través de sus niveles al nivel máximo en cada uno de los criterios definido, por tanto, los proyectos planteados deben girar alrededor del logro de dicho objetivo, pero sin perder de vista la visión integradora tanto a nivel tecnológico como de sectores.

Se requiere hacer un diagnóstico del estado actual y estado objetivo de cada servicio en términos de infraestructura tecnológica (redes, captura y almacenamiento de información, sistemas y equipos existentes).

Adicionalmente, se debe tener en cuenta los recursos humanos actuales y requeridos en términos de conocimiento, capacidades, experiencia, visión holística; involucrar a todas las partes interesadas (funcionarios, ciudadanos, empresas, universidades, instituciones).

Es importante investigar sobre experiencias exitosas que se hayan llevado a cabo tanto a nivel nacional como internacional y que puedan guiar el avance o acelerar el logro del objetivo planteado.

3.3.4.3. Desarrollo de proyectos y evaluación del avance. Como todo proyecto, se debe definir cuidadosamente los objetivos, alcance, metas, responsabilidades, costos, impactos, fuentes de financiación, asociaciones público-privadas, beneficios para la ciudadanía e instituciones, cronogramas, indicadores, etapas que se llevarán a cabo para realizar la implementación del proyecto.

A pesar de que se trabaje paralelamente diferentes proyectos enfocados a optimizar diferentes servicios, es de vital importancia tener una visión amplia e integradora de ciudad inteligente. Se puede iniciar con proyectos pequeños con los que se logren resultados rápidos y lecciones aprendidas para otros proyectos más grandes.

Otra actividad importante es la definición de indicadores que permitan medir y controlar el avance en la consecución de los objetivos del proyecto en los plazos definidos e implementar estrategias de mejora que permitan mitigar los riesgos de este.

3.3.5. Indicadores propuestos en el modelo. Una vez se definieron los ámbitos, subámbitos del modelo, los servicios, y se incluyeron las fases para adelantar los proyectos involucrados en el proceso de transformación hacia una ciudad inteligente, el siguiente paso es definir los indicadores con los cuales se puede medir el avance de los proyectos.

Los indicadores definidos dentro del modelo están relacionados con los servicios establecidos y cada ciudad puede replantearlos y/o complementarlos de acuerdo con los servicios que hayan considerado para cada ámbito. En la Tabla 42 se presentan los indicadores propuestos.

Tabla 42. Indicadores propuestos en el modelo

Servicios	Indicador	Descripción
Ley de transparencia	Índice de Transparencia de Entidades Públicas – ITEP	El Índice de Transparencia de la Entidades Públicas (ITEP)
Redes sociales	(Número de problemáticas de ciudad identificadas mediante redes sociales/Número total de Problemáticas de ciudad) *100	Porcentaje de problemáticas de ciudad identificado mediante el uso de redes sociales.
Uso de medios digitales para participación	(Número de ejercicios de participación ciudadana usando medios digitales/ Número total de ejercicios de participación ciudadana) *100	Porcentaje de uso de medios digitales para la participación ciudadana en identificación y solución a problemáticas de ciudad.
Sistema geográfico de ciudad –SGC	(Número de sectores incluidos dentro del SGC/ Número total de sectores) *100	Porcentaje de sectores incluidos dentro del sistema geográfico de ciudad
Sistemas para el control del tráfico	Tiempo (minutos) de viaje hacia el trabajo	Es el tiempo promedio que se demoran los ciudadanos en llegar a su trabajo
	Velocidad (km/h) diario promedio en la ciudad	Velocidad (km/h) diario promedio de los vehículos en la ciudad
	Actividades realizadas para la gestión del tráfico mediante el uso de aplicaciones tecnológica / Total de actividades usadas para la gestión del tráfico	Porcentaje del uso de TIC para la gestión del tráfico
	(Número de sistemas tecnológicos actualizados usados para la gestión del tráfico / Número total de sistemas tecnológicos usados para la gestión del tráfico) *100	Porcentaje de sistemas tecnológicos actualizados usados para la gestión del tráfico.
Gestión de préstamo de bicicletas públicas	Promedio mensual de bicicletas prestadas a los ciudadanos	Promedio mensual de bicicletas prestadas a los ciudadanos

Fuente. Elaboración propia (2019)

Tabla 42. Indicadores propuestos en el modelo (Continuación)

Servicios	Indicador	Descripción
Gestión del ruido	Nivel de ruido en la anterior medición- Nivel de ruido actual	Disminución en el nivel de ruido (promedio mensual)
Gestión de la calidad de aire	Nivel de contaminantes anterior medición – Nivel de contaminantes medición actual	Disminución en los contaminantes del aire (promedio mensual)
Gestión de residuos	(Número de actividades de gestión de residuos realizadas usando TIC / Número total de actividades realizadas en la gestión de residuos) *100	Porcentaje de uso de TIC en la gestión de residuos
Monitorización del consumo eléctrico en edificios públicos y privados.	Número de kW consumidos	Número kW consumidos mensualmente en cada uno de los edificios públicos
Gestión del alumbrado público	Número de kW consumidos tradicionalmente – Número de kW consumidos con la implementación de iniciativas de ahorro de energía	Disminución del consumo de energía en el alumbrado público
Monitorización del consumo	Número de metros cuadrados de agua consumidos	Número de metros cuadrados de agua consumidos mensualmente en cada uno de los edificios públicos
Gestión de la calidad del agua		
Servicios de telemedicina, historia clínica en línea, teleconsulta	Número de pacientes atendido usando telemedicina	Número de pacientes atendido usando telemedicina
	Número de pacientes atendido usando teleconsulta	Número de pacientes atendido usando teleconsulta
	Número de entidades de salud usando historia clínica en línea	Número de entidades de salud usando historia clínica en línea
	Número de pacientes en el banco de datos de historia clínica en línea	Número de pacientes en el banco de datos de historia clínica en línea

Fuente. Elaboración propia (2019)

Tabla 42. Indicadores propuestos en el modelo (Continuación)

Servicios	Indicador	Descripción
Medios electrónicos para la consulta de oferta educativa	(Número de programas educativos ofrecidos a través de medios electrónicos / Número total de programas educativos) *100	Porcentaje de programas educativos ofrecidos a través de medios electrónicos
Programas de apropiación de TI		
Disposición de medios electrónicos para el uso de recursos culturales	(Número de recursos culturales ofrecidos a través de medios electrónicos / Número total de recursos culturales) *100	Porcentaje recursos culturales ofrecidos a través de medios electrónicos
Video vigilancia	Número de cámaras nuevas incluidas en el sistema de videovigilancia	Incremento en el número de cámaras que hacen parte del sistema de videovigilancia
	Número de cámaras funcionando correctamente/número total de cámaras	Cobertura del sistema de videovigilancia
Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el turista	Número de aplicaciones desarrolladas para el turista Número de turistas que hacen uso de las aplicaciones desarrolladas / Número total de turistas	Número de aplicaciones desarrolladas para el turista Uso de las aplicaciones de turismo
Apoyo en la incorporación de TIC en las empresas	(Número de empresas que han incorporado TIC con el apoyo de la alcaldía/ número total de empresas de la ciudad) *100	Porcentaje de empresas que han aplicado TIC con el apoyo de la alcaldía
Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el comercio	Número de aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el comercio	y/o servicios electrónicos para el comercio
Aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el apoyo al empleo y emprendimiento	Número de aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el apoyo al empleo y emprendimiento	Número de aplicaciones móviles y/o servicios electrónicos para el apoyo al empleo y emprendimiento

Fuente. Elaboración propia (2019)

3.3.6. Validación del modelo. De acuerdo con FAO (2004), la validez de un modelo se puede definir como la demostración de su exactitud para una aplicación concreta, sin embargo, todos los modelos son por naturaleza representaciones incompletas del sistema del que pretenden ser modelo, pero a pesar de esta limitación pueden ser útiles.

Así mismo, FAO (2004) señala que algunos modelos no se pueden validar plenamente, pero es posible validar componentes del modelo de manera individual. Los tipos de validez que se pueden realizar son:

- **Validación conceptual:** Está asociada con evaluar si el modelo representa con exactitud el sistema que está estudiando. Usualmente esta validación es cualitativa y la mejor manera de realizarla es cotejarla con la opinión de expertos. Se pueden cotejar entre sí distintos modelos con diversas bases conceptuales.
- **Validación de algoritmos:** Consiste en la traducción de los conceptos en fórmulas matemáticas evaluando si las ecuaciones representan el modelo conceptual.
- **Validación de códigos informáticos:** Se refiere a la aplicación de las fórmulas matemáticas en lenguajes de programación. Se deben seguir buenas prácticas de programación.
- **Validación funcional:** Es la validación del modelo frente a observaciones obtenidas de manera independiente. Idealmente se trata de obtener los datos del mundo real y realizar una comparación estadística de los resultados simulados y las observaciones.

En la presente investigación se realiza una validación conceptual, en la cual el modelo propuesto se coteja con modelos desarrollados en otros países en los cuales ya se ha realizado la aplicación en sus ciudades, con buenos resultados en términos de transformación hacia ciudades inteligentes. En la tabla 43 se presentan los modelos internacionales de ciudad inteligente y sus principales características.

Tabla 43. Modelos internacionales de ciudad inteligente.

Organización que plantea el modelo	Principales características del modelo
Banco Interamericano de Desarrollo (2016).	<ul style="list-style-type: none"> • Un modelo de ciudad inteligente debe tener un plan estratégico con implementación por fases: preparación, diagnóstico, priorización y plan de acción, preinversión, monitoreo e inversión. • La arquitectura de una smart city desde el punto de vista tecnológico debe contemplar: Infraestructura de conectividad, sensores y dispositivos conectados, centros integrados de operación y control, interfaces de comunicación. • La implementación de una ciudad inteligente debe ser construida por etapas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Nombrar un líder capaz de defender el objetivo del proyecto. ○ Conformar un equipo multidisciplinario coordinado por un gestor dedicado. ○ Crear mecanismos de participación ciudadana en la identificación de problemas. ○ Identificar los problemas de ciudad. ○ Realizar un diagnóstico de ciudad en términos de recursos tecnológicos existentes. ○ Identificar soluciones tecnológicas inteligentes para responder a los problemas identificados. ○ Identificar fuentes de financiación, establecer asociaciones público - privadas. ○ Elaborar un plan de acción para implementar las soluciones identificadas. ○ Elaborar proyectos piloto que pongan a prueba la resolución propuesta. ○ Poner en práctica las acciones planificadas en los proyectos piloto. ○ Evaluar los resultados de los proyectos piloto. ○ Usar los resultados para retroalimentar las áreas de la administración con las lecciones aprendidas.

Fuente. Elaboración propia.

Tabla 43. Modelos internacionales de ciudad inteligente (continuación).

Organización que plantea el modelo	Principales características del modelo
Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (ONTSI, 2015)	<p>De acuerdo con lo planteado por ONTSI (2015), los pasos que una ciudad debe seguir para realizar su transformación en una ciudad inteligente son los siguientes: análisis de la planeación estratégica, evaluación de servicios públicos, definición de la hoja de ruta y finalmente integración de servicios públicos. Estos pasos se describen a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la planeación estratégica. La ciudad deberá contar con un plan estratégico o una idea sobre el modelo de ciudad que se pretende conseguir y los objetivos que se quiere lograr. Una vez definidos los objetivos, se identificarán aquellos servicios o ámbitos que serán prioritarios para la ciudad. • Evaluación de servicios públicos. Luego de conocer los objetivos y prioridades de la situación de partida, se realiza la evaluación del nivel <i>Smart</i> de los servicios priorizados. Para ello, se dispone de una herramienta que guía la evaluación de los servicios por cada uno de los ámbitos: <i>Environment, Mobility, Governance, Economy, People</i> y <i>Living</i>. • Definición de la hoja de ruta. Una vez establecidos los objetivos y el nivel <i>Smart</i> de la ciudad, de acuerdo con la evaluación de los servicios, se propone una hoja de ruta específica para la ciudad, en la cual se establecen los pasos y la metodología que se adopta para alcanzar los objetivos propuestos. • Integración de servicios públicos. La última etapa en la evolución <i>Smart</i> de un municipio consiste en la integración de servicios públicos, con el propósito de obtener informes y cuadros de mando que ayuden a que la gestión se lleve a cabo de una forma más eficiente, controlando las sinergias que puedan surgir.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 43. Modelos internacionales de ciudad inteligente (continuación).

Organización que plantea el modelo	Principales características del modelo
Libro Blanco Andalucía Smart. (andaluciasmart, 2015)	<p>El proceso de transformación hacia una ciudad inteligente se debe abordar ordenadamente, para ello se debe identificar un punto de partida en materia de desarrollo inteligente, a partir del cual se define y delimita el modelo conceptual de ciudad y la hoja de ruta para construirlo, identificando proyectos concretos de forma estructurada y planificada. En este orden de ideas, el esquema de hoja de ruta genérico establece los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir los objetivos que quiere alcanzar la ciudad mediante el uso de la tecnología. • Definir prioridades. • Definir objetivos específicos. • Identificar proyectos para cada uno de los objetivos específicos. • Determinar alternativas o fuentes de financiación a corto, mediano y largo plazo. • Analizar el marco normativo y legal involucrado. • Analizar la cadena de valor de cada proyecto y plantear el modelo del negocio. • Identificar los agentes que intervienen. • Conocer las buenas prácticas y casos de éxito internacionales. • Contar con una plataforma tecnológica que centralice datos <i>smart</i>. • Establecer una oficina de PMO. • Definir un plan de comunicación del proceso de transformación.

Fuente. Elaboración propia

De otro lado, se analizan las principales características que tienen los países que ya han avanzado en el proceso de transformación de sus ciudades a ciudades inteligentes, las cuales se presentan en la tabla 44.

Tabla 44. Principales características de ciudades inteligentes a nivel internacional.

País	Principales características asociadas a ciudades inteligentes
Singapour	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un Plan Nacional de Gobierno digital. • Se han propuesto contar con servicios fáciles de usar, completamente en línea, seguros, confiables y relevantes para los ciudadanos y empresarios. • Tecnología de punta aplicada en los diferentes ámbitos de ciudad inteligente y dispuesta para beneficio de las personas.
España	<ul style="list-style-type: none"> • Plan nacional de ciudades inteligentes. • El país se plantea mejorar la eficacia y eficiencia de las entidades locales en la prestación de servicios públicos a través de las TIC y avanzar en el sistema de Ciudad y Destino turístico Inteligente. • Otro de los objetivos del país es mejorar la calidad de vida de sus habitantes, lograr mayor interacción de éstos con el entorno y un incremento en el ahorro de recursos energéticos y medioambientales. • Ha conformado la red Española de ciudades inteligentes en la cual participan diferentes grupos de trabajo e investigación alrededor de la innovación, energía, medio ambiente, movilidad urbana, cohesión social, economía, gobierno, negocios.
Países Bajos	<ul style="list-style-type: none"> • Plan nacional de gobierno abierto. • Plan de gobierno digital orientado a brindar acceso en línea a los servicios del gobierno. • Aplicación de TIC para promover ciudades sostenibles medioambientalmente.

Fuente. Elaboración propia.

Al analizar los modelos internacionales se aprecia como cada uno de ellos se enfoca en diferentes aspectos, el Banco Interamericano de Desarrollo plantea los pasos a seguir para realizar un proceso de transformación hacia ciudad inteligente e indica la infraestructura con que se debe contar y plantea una serie de recomendaciones en cada paso.

Por su parte, el modelo planteado por ONTSI plantea los pasos que debe seguir un proyecto de ciudad inteligente, enfocándose en definir los ámbitos, subámbitos y servicios que la ciudad debe ofrecer, estableciendo el modo en que se deben evaluar los servicios para encontrar el nivel de madurez de una ciudad y recomendando cómo debe avanzar la ciudad hasta lograr convertirse en una ciudad inteligente.

AndaluciaSmart define los ámbitos de ciudad inteligente y propone una hoja de ruta con unos pasos genéricos, priorizando el uso de tecnología en el de transformación hacia ciudad inteligente y planteando el proceso como un MacroProyecto, incluso recomienda establecer una oficina de PMO.

Así mismo, analizando los países como Singapur, España y Países Bajos, los cuales han realizado avances en sus procesos de transformación hacia ciudades inteligentes, se destaca que desarrollan planes de gobierno digitales enfocados hacia el uso de tecnología priorizando determinadas áreas, por ejemplo, sostenibilidad medioambiental (Países bajos), Innovación y tecnología (Singapur), Economía y Turismo (España),

En este contexto, el modelo propuesto tiene una visión más integral pues plantea la necesidad de contar con política pública de ciudad inteligente, define los ámbitos, subámbitos, servicios y tecnología recomendada, establece una hoja de ruta en la cual se plantean las fases a seguir partiendo desde el cálculo del nivel de madurez de la ciudad, la definición de proyectos y los indicadores a tener en cuenta para medir el avance hacia una ciudad inteligente.

En este orden de ideas, el modelo propuesto se valida porque integra características de los modelos internacionales que ya han sido exitosos en el proceso de transformación hacia ciudades inteligentes y puede ser adaptado a las necesidades particulares de las ciudades colombianas.

CONCLUSIONES

En Colombia, diferentes actores como el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MinTIC, el Departamento Nacional de Planeación, el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, y demás Ministerios, vienen realizando un gran esfuerzo en el diseño de planes y políticas públicas encaminadas al uso y aprovechamiento de las TIC para el beneficio de los colombianos, el mejoramiento de la calidad de vida, la optimización de servicios ofrecidos, la transparencia gubernamental entre muchos otros. Sin embargo, en el país aún no se contempla una política pública de ciudades inteligentes.

En términos de iniciativas de ciudades inteligentes, se evidencia que actualmente cada ciudad colombiana estudiada se basa en diferentes documentos o políticas, en el caso de Bucaramanga se orientada por el documento que fue borrador de Política Nacional de Ciudades Inteligentes promovido por el MinTIC; Ibagué cuenta con una política pública de ciencia, tecnología, innovación y TIC; y Bogotá por su parte ha tenido en cuenta 3 líneas de orientación : el PRECONPES de Ciencia Tecnología e Innovación liderado por la Secretaría de Desarrollo Económico, el documento “Bogotá Ciudad Inteligente” y los artículos 48 y 49 del Plan de desarrollo Bogotá Mejor para todos. En contraste, las ciudades internacionales estudiadas se guían por modelos de ciudad inteligente como es el caso de ONTSI para ciudades españolas y Singapur, que tiene definido su Plan Nación Inteligente.

Se identificó que las ciudades colombianas estudiadas están realizando esfuerzos para modernizarse y aplicar Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a fin de afrontar los problemas de ciudad, tales como acceso equitativo a internet, uso de datos para mejorar la calidad de aire, manejo de residuos sólidos, semaforización inteligente, entre muchos otros; sin embargo, estas iniciativas son aisladas, puntuales, sin una visión integradora y más aún sin un referente nacional que apoye y guíe su proceso de transformación.

Los modelos de ciudades inteligentes desarrollados en España y Singapur coinciden en el fortalecimiento tecnológico aplicado en los diferentes ámbitos de ciudad, ofreciendo trámites en

línea, desarrollando aplicaciones de ayuda y acompañamiento para personas y empresas, apoyando la innovación y el emprendimiento, mejorando los servicios de salud, optimizando la seguridad del comercio electrónico. Singapur especialmente está yendo más allá de ser una ciudad inteligente para transformarse en un país inteligente, usando como principal insumo el uso y masificación de la tecnología.

Por su parte, El Banco Interamericano de Desarrollo plantea un modelo en el cual propone una serie de pasos y otros aspectos a tener en cuenta en el proceso de transformación hacia una ciudad inteligente, como son contar con un líder, conformar un equipo de trabajo multidisciplinario, promover la participación ciudadana en la identificación de problemas, realizar un diagnóstico tecnológico, identificar las tecnologías a usar para afrontar los problemas de ciudad, buscar fuentes de financiación, desarrollar proyectos piloto, hacer seguimiento y continuar de forma cíclica con este proceso.

En este sentido, el modelo propuesto tuvo en cuenta dichos modelos internacionales y se estructuró en ámbitos, subámbitos y servicios. Asimismo, se definieron como fases a seguir en el proceso de transformación hacia ciudades inteligentes la planeación estratégica, el establecimiento del nivel de madurez de la ciudad en términos de los servicios públicos actuales, la definición de la hoja de ruta y el desarrollo de proyectos con su correspondiente seguimiento.

El modelo de ciudad inteligente propuesto considera los ámbitos de gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía y propone de manera amplia los subámbitos y servicios que puede ofrecer la ciudad, de forma que cualquier ciudad pueda adoptarlo y particularizarlo de acuerdo a sus características particulares de ciudad, como población, economía, problemas de ciudad, objetivos estratégicos, tal como lo hacen ciudades internacionales que se enfocan en unos u otros ámbitos de acuerdo con sus necesidades.

Así mismo, el modelo propuesto puede brindar a las ciudades colombianas la orientación que requieren para realizar un proceso de transformación hacia ciudades inteligentes, lo cual impacta en la calidad de vida de los ciudadanos, la sostenibilidad medioambiental, mejora en la economía y la transparencia en el gobierno.

RECOMENDACIONES

Durante el proceso de transformación de las ciudades, es de vital importancia que se realice investigación continua en relación con las iniciativas y proyectos que se estén realizando en otras ciudades, tanto a nivel nacional como internacional, casos de éxito, tecnología usada, impactos logrados, pues todo ello implica que se gane tiempo, se aproveche las experiencias aprendidas y se avance más rápidamente.

Los planes estratégicos y/o planes de ciudad inteligencia deben ser planteados a corto, mediano y largo plazo, de modo que no se vean afectados con los cambios de administración. Asimismo, se deben tener en cuenta la cooperación y participación del gobierno, la academia, la ciudadanía, las instituciones públicas y privadas, es decir, de todos los actores que intervienen el proceso, considerar alianzas público – privadas y fuentes de financiación.

Es necesario que el Gobierno Nacional defina una política pública que establezca lineamientos para el diseño y puesta en marcha de programas en materia de TIC, orientados a promover la construcción de ciudades inteligentes, de modo que sea un referente normativo que oriente y respalde a las ciudades colombianas en su proceso de transformación hacia ciudades inteligentes.

Es muy importante que las ciudades establezcan planes de ciudad inteligentes que tengan una visión general e integre todos los sectores de modo que los esfuerzos por solucionar los problemas de ciudad sean conjuntos, transversales, enfocados en el aprovechamiento de las tecnologías para realizar una gestión eficiente de los recursos, optimizar los procesos de planificación territorial urbana, mejorar las condiciones económicas, la sostenibilidad medioambiental y por ende la calidad de vida de sus ciudadanos.

La tecnología no debe ser entendida como un fin, sino como un medio lograr mejores ciudades, por tanto, no es suficiente invertir en software e infraestructura tecnológica, se requiere plantear soluciones a partir de análisis y propuestas integradas que consideren las diferentes

áreas que afectan una ciudad como son gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía.

BIBLIOGRAFÍA

- Agenda Digital para España. (2015). *Informe Anual de la Agenda Digital para España*. Obtenido de <http://www.thinktur.org/media/informe-agenda-digital-espana.pdf>
- Alcaldía de Bogotá. (2016). *Plan de desarrollo "Bogotá mejor para todos"*. Obtenido de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/20160429_proyecto_pdd.pdf
- Alcaldía de Bucaramanga. (2014). *Sistema Geográfico POT*. Obtenido de <http://mbucaramanga.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=5c32765bb4d544d1a20182ca13fc16b1>
- Alcaldía de Bucaramanga. (2015). *Plan de gestión integral de residuos sólidos*. Obtenido de https://www.bucaramanga.gov.co/la-ruta/download/plan_integral_de_residuos_solidos/PLAN_DE_GeSTION_INTEGRAL_D E_RESIDUOS_SOLIDOS_BUCARAMANGA_2016-2027_2.pdf
- Alcaldía de Bucaramanga. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019*. Obtenido de http://www.bucaramanga.gov.co/la-ruta/download/plan_de_desarrollo/Aprobacion_Plan_de_desarrollo_2016-2019.pdf
- Alcaldía de Bucaramanga. (2019). *Alcaldía de Bucaramanga*. Obtenido de <https://www.bucaramanga.gov.co/Inicio/>
- Alcaldía de Cali. (2019). *Alcaldía de Cali*. Obtenido de <http://www.cali.gov.co/>
- Alcaldía de Ibagué. (2019). *Alcaldía de Ibagué*. Obtenido de <http://ibague.gov.co/portal/index.php>
- Alcaldía de Medellín. (2016). *Plan de Desarrollo "Medellín cuenta con voz"*. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2016/PlandedesarrolloMunicipalConsolidadov229FEB16.pdf

Alcaldía de Medellín. (2019). <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin>. Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin>

Alcaldía Ibagué. (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2019*. Obtenido de <http://www.ibague.gov.co/portal/admin/archivos/publicaciones/2016/14981-PLA-20161104.pdf>

AMB. (2019). *Area Metropolitana de Bucaramanga*. Obtenido de Calidad de aire: <https://www.amb.gov.co/calidad-del-aire/>

AMB1. (2019). *Area Metropolitana de Bucaramanga*. Obtenido de Ruido: <https://www.amb.gov.co/ruido/>

Amsterdam Smart City. (2019). *Amsterdam Smart City*. Obtenido de <https://amsterdamsmartcity.com/themes/mobility>

Andalucía es digital. (2017). *6 tecnologías indispensables para las Smart City*. Obtenido de <http://www.blog.andaluciaesdigital.es/tecnologias-indispensables-para-la-smart-city/>

andaluciasmart. (2015). *Libro blanco Andalucía Smart*. Andalucía.

Ander-Egg, E. (1982). *Técnicas de investigación social*. Buenos Aires: Humanitas.

Antonopoulos, N. (2017). *Cloud computing: principles, systems and applications*. Londres: Springer.

Arias Vargas, F., Siche, R., Rave, E., Castro, W., Maicelo, J., & De, T. (2016). Capítulo 1 Metodología del Estudio de Casos 1. *Researchgate*.

Arias, A. (2014). *Computación en la nube*. United States: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Arrow. (2019). *Sensor de proximidad*. Obtenido de <https://www.arrow.com/es-mx/categories/sensors/proximity-sensors>

- Arteaga, N. (2010). Video-vigilancia del espacio urbano: tránsito, seguridad y control social. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 263-286.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). *BID*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es>
- Barcelona. (2018). *Barcelona por el Clima*. Obtenido de Ecología, Urbanismo y Movilidad: <http://lameva.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/es>
- Barcelona Ciudad Digital. (2018). *Barcelona Ciudad Digital*. Obtenido de <http://ajuntament.barcelona.cat/digital/es>
- BBVA. (2018). *¿Qué es la Inteligencia Artificial?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/que-es-la-inteligencia-artificial-2/>
- Beltran Pardo, M., & Sevillano Jaen, F. (2013). *Cloud Computing: tecnología y negocio*. España: Ediciones Paraningo SA.
- Bernal Torres, C. (2016). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Pearson.
- Bharvi, D. (2016). *Elasticsearch Essentials*. Birmingham: Packt Publishing.
- Bogotá. (2019). *Alcaldía de Bogotá*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/>
- Carvajal, A. (2002). Teorías y modelos: formas de representación de la realidad. *Comunicación*, 1-14.
- Casas, J., Repullo, J., & Donaldo, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. *Aten Primaria*, 527-538.
- Colado García, S., Gutierrez, A., Vives, C., & Valencia, E. (2014). *Smart City - hacia la gestión inteligente*. México: Alfaomega.
- Creswell, W. J., & Clark, V. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE Publications.

Cruz Vega, M., Oliete Vivas, P., Morales Rios, C., González Luis, C., Cendón Martín, B., & Hernández Seco, A. (2015). *Las tecnologías IOT dentro de la industria conectada 4.0*. Madrid.

DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/donde-estamos>

DANE1. (2018). *PIB por Departamento*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2015/Bol_dptal_2018preliminar.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2013). *GUÍA DE CARACTERIZACIÓN DE CIUDADANOS, USUARIOS Y GRUPOS DE INTERÉS*. Obtenido de <https://goo.gl/1TFDcM>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>

Dirección de Gobierno Digital. (2018). *MODELO DE TERRITORIOS Y CIUDADES INTELIGENTES*. Obtenido de https://maximavelocidad.gov.co/710/articulos-94310_recurso_2.pdf

DNP. (2013). *Misión para el fortalecimiento del sistema de ciudades*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/programas/vivienda-agua-y-desarrollo-urbano/desarrollo-urbano/Paginas/sistema-de-ciudades.aspx>

Duurzaam Amsterdam. (2015). *Duurzaam Amsterdam*. Obtenido de https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/867627/agenda_duurzaamheid1.pdf

Ebel, F., & Nestel, S. (1993). *Sensores para la técnica de procesos y manipulación*. Festo Didactic. Obtenido de *Sensores de proximidad*.

FAO. (2004). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN*. Obtenido de Caracterización de peligros de patógenos en los alimentos y el agua: <http://www.fao.org/3/y4666s00.htm#Contents>

FI group. (2017). *Recogida de residuos inteligente en Bergen*. Obtenido de <https://www.f-iniciativas.es/recogida-de-residuos-inteligente-en-bergen>

Fundación ESYS. (2016). *La videovigilancia en la seguridad*. Obtenido de https://www.fundacionesys.com/en/system/files/documentos/VIDEOVIGILANCIA%202016_0.pdf

García M, I. J. (1993). *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación*. Madrid: Alianza Universidad Textos.

Gemeente Amsterdam. (2019). *Gemeente Amsterdam*. Obtenido de <https://www.amsterdam.nl/>

Gomez Hernandez, J. (2004). *La recopilación documental. Para qué y cómo documentarse en Ciencias de la Información Documental*. Obtenido de <http://eprints.rclis.org/28545/1/recopilaciondocumentalgomez.pdf>

Grupo Fractalia. (2017). *El reto de la ciberseguridad en el Internet de las cosas*. Obtenido de <http://www.fractaliasystems.com/retos-ciberseguridad-internet-de-las-cosas/>

Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes - CIGI. (2015). *SMART CITIES: Documento de visión a 2030*. España.

Guerrero, I. (2017). *Sistemas de producción audiovisual*. España: Ediciones Paraninfo.

Gutierrez-Rubí, A. (2017). *Smart Citizens Ciudades a escala humana*. España: Grafiko.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición ed.). México: Mc Graw Hill.

- Hernández, A. (2008). El método hipotético-deductivo como el legado del positivismo lógico y el racionalismo crítico. *Ciencias Económicas*, 183-195.
- Ibáñez, J. (2018). *Blockchain: Primeras cuestiones en el ordenamiento español*. Madrid: DYKINSON S.L.
- IBM Cloud. (2017). *¿Qué es cloud computing?* Obtenido de <https://www.ibm.com/cloud-computing/es-es/learn-more/what-is-cloud-computing/>
- IESE. (2019). *IESE Cities in Motion Index 2019*. Obtenido de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0509.pdf>
- IMD. (2019). *IMD Smart City Index 2019*. Obtenido de <https://www.imd.org/research-knowledge/reports/imd-smart-city-index-2019/>
- Instituto de Estadística de Cataluña. (2018). *Instituto de Estadística de Cataluña*. Obtenido de <https://www.idescat.cat/emex/?id=080193&lang=es#h1>
- ISB Insight. (2015). *Modelo de madurez de ciudad inteligente (SCMM)*. Obtenido de <https://isbinsight.isb.edu/smart-city-maturity-model-scomm/>
- Jain, V. (2017). *Big Data y Hadoop*. New Delhi: Khanna Publishing.
- Joyanes, A. L. (2017). *Industria 4.0. La cuarta revolución industrial* (Primera ed.). México: AlfaOmega.
- Lasse, R. (2018). *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. España: Alienta Editorial.
- Lea, R. (2017). *Smart Cities: An Overview of the Technology Trends Driving Smart Cities*. Obtenido de IEEE: https://www.ieee.org/publications_standards/publications/periodicals/ieee-smart-cities-trend-paper-2017.pdf

- López Briega, R. E. (2017). *Libro online de IAAR*. Obtenido de <https://iaarbook.github.io/internet-de-las-cosas/#internet-de-las-cosas>
- López Lériada, J., & Mora Pérez, J. J. (2016). *La economía del blockchain. Los modelos de negocio de la nueva web*. Kolokium.
- López, M. (2019). *Internet de las cosas - La transformación digital de la sociedad*. Madrid: RA-MA.
- Lupiañez Villanueva, F. (2017). *Evaluación Social de Proyectos Smart Cities*. Montevideo. Madrid. (2015). *Plan estratégico 2015-2019*. Obtenido de <https://transparencia.madrid.es/portales/transparencia/es/Organizacion/Planes-y-memorias/Planes/Plan-estrategico-2015-2019?vnextfmt=default&vnextoid=000672806bd9d510VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vnextchannel=d869508929a56510VgnVCM1000008a4a900aRCRD>
- Madrid. (2019). *Madrid*. Obtenido de <https://www.madrid.es/portal/site/munimadrid>
- MADRID 360. (2019). *MADRID 360*. Obtenido de La estrategia para cumplir con los objetivos de calidad del aire de la Unión Europea: <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/MADRID-360-la-estrategia-para-cumplir-con-los-objetivos-de-calidad-del-aire-de-la-Union-Europea/?vnextfmt=default&vnextoid=3d6c1609d818d610VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vnextchannel=3edd31d3>
- Madrid1. (2018). *El municipio en cifras*. Obtenido de <http://portalestadistico.com/municipioencifras/?pn=madrid&pc=ZTV21>
- Madrid2. (2014). *Plan de movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Madrid*. Obtenido de <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCMovilidadTransportes/MOVILID>

AD/PMUS_Madrid_2/PMUS%20Madrid/Plan%20de%20Movilidad%20de%20Madrid%20aprobacion%20final.pdf

Mathis, T. (2016). *Blockchain: A Guide To Blockchain, The Technology Behind Bitcoin, Ethereum And Other Cryptocurrency*. Level Up Lifestyle Limited.

Mecatronica Latam. (s.f.). *Sensor ¿Qué es? y tipos de sensores*. Obtenido de <https://www.mecatronicalatam.com/tutorial/es/sensores>

MinTIC. (2018). *Borrador de la Política Pública de Ciudades Inteligentes*. Obtenido de https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-64032.html?_noredirect=1

MinTIC. (2018a). *Borrador de la Política Pública de Ciudades Inteligentes*. Obtenido de Borrador de resolución: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-64032_recurso_1.pdf

Mintic(a). (2018). *Conoce la política de gobierno digital*. Obtenido de Estrategia de Gobierno en Línea: <https://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/w3-propertyvalue-7650.html>

MinTICb. (2019). *CONPES 3975*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-Prensa/Noticias/107147:CONPES-de-transformacion-digital-promovera-la-competitividad-del-pais-y-la-eficiencia-del-sector-publico>

Muñiz, M. (s.f.). *Estudios de caso en la investigación cualitativa*. Obtenido de https://psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/1_estudios-de-caso-en-la-investigacion-cualitativa.pdf

Naciones Unidas. (2017). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/06/la-poblacion-mundial-aumentara-en-1000-millones-para-2030/>

NYC. (2019). *The Official Website of the City of New York*. Obtenido de <https://www1.nyc.gov/>

- OIS. (2019). *Data en informatie*. Obtenido de https://data.amsterdam.nl/datasets/JAVeX44oiXm_5Q/bevolking-buurten/
- OneNyc2050. (2019). *OneNyc2050*. Obtenido de BUILDING A STRONG AND FAIR CITY: <https://onenyc.cityofnewyork.us/about/>
- Ontiveros, E., Vizcaíno, D., & López, V. (2017). *Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles*. Obtenido de Fundación Telefónica España: https://www.fundaciontelefonica.com/arte_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/561/
- ONTSI. (2015). *Estudio y Guía Metodológica sobre Ciudades Inteligentes*. Obtenido de Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI - ONTSI: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/estudios-informes/estudio-y-gu%C3%ADa-metodol%C3%B3gica-sobre-ciudades-inteligentes>
- PEMB. (2019). *¿Qué es el PEMB?* Obtenido de https://pemb.cat/es/estatico/que_es_el_pemb/2/
- PEMB1. (2010). *Plan Estratégico Metropolitano de Barcelona*. Obtenido de Barcelona Visión 2020: https://pemb.cat/es/publicaciones/barcelona_vision_2020/25/
- Pérez Marqués, M. (2015). *Big Data. Técnicas, herramientas y aplicaciones*. México: AlfaOmega.
- Philips. (2018). *Philips Research*. Obtenido de <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2018/20180329-philips-research-led-big-data-consortium-receives-eu-funding-to-improve-healthcare-outcomes.html>
- Polo Usaola, M. (2015). *MongoDB: gestión, administración y desarrollo de aplicaciones*. Castilla - La Mancha.
- Quecedo, R., & Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctica*, 5-39.

- Robert K., Y. (2009). *Case Study Research: design and methods* (Fourth Edition ed.).
- S&P. (2018). *Sensores de movimiento: cómo funcionan y aplicaciones más frecuentes*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensores-movimiento/>
- Secretaría de Tecnología - Medellín. (2019). *Geomedellín*. Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/geomedellin/>
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2019). *Así avanza la implementación de la semaforización inteligente en Bogotá*. Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/Noticia/as%C3%AD_avanza_la_implementaci%C3%B3n_de_la_semaforizaci%C3%B3n_inteligente_en_bogot%C3%A1
- Seguridad en Línea. (2019). *Seguridad en Línea - Medellín*. Obtenido de <https://seguridadenlinea.com/>
- Seisdedos, G. (2015). *Smart Cities La transformación digital de las ciudades*. España.
- Sensing. (2019). *Sensores de presión*. Obtenido de <https://sensores-de-medida.es/medicion/sensores-y-transductores/sensores-de-presion/>
- Sesento García, L. (2008). Modelo sistémico basado en competencias para insituciones educativas públicas. *Tesis Doctoral en Ciencias*. Morelia. Obtenido de MODELO SISTÉMICO BASADO EN COMPETENCIAS
- Siemens. (2017). *Hacia la Ciudad 4.0*. Obtenido de Análisis y perspectivas de las Smart Cities españolas: https://w5.siemens.com/spain/web/es/Evento_Siemens/eventos-2017/Documents/Ciudad40_Informe_KPMG_Siemens.pdf
- Smart Nation Singapore. (2018). *Transforming Singapore Through Technology*. Obtenido de <https://www.smartnation.sg/>

- SmartNet. (2017). *Internet de las Cosas y las Ciudades Inteligentes*. Obtenido de <http://www.smartnet.com.co/internet-de-las-cosas-y-las-ciudades-inteligentes/>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2016). *Protección de datos personales en sistemas de videovigilancia*. Obtenido de https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Nuestra_Entidad/Guia_Vigilancia_sept16_2016.pdf
- Telefónica IoT Team. (2017). *Smart Cities construidas con Big Data*. Obtenido de <https://iot.telefonica.com/blog/smart-cities-construidas-con-big-data>
- TU Graz. (2019). *Intelligent pedestrian traffic lights*. Obtenido de tugraz.at/en/tugraz/services/news-stories/media-service/singleview/article/denkende-fussgaengerampeln-neues-system-der-tu-graz-erkennt-kreuzungswunsch-automatisch0/
- United States Census Bureau. (2019). Obtenido de <https://factfinder.census.gov/faces/tableservices/jsf/pages/productview.xhtml?src=bkmk>
- UNITEL. (2019). *Smart Cities – Semáforos Inteligentes*. Obtenido de <https://unitel-tc.com/smart-cities-semaforos-inteligentes/>
- Wakerly, J. (2001). *Diseño digital. Principios y prácticas*. México: Pearson.
- Zanoni, L. (2014). *Futuro Inteligente*.