

# **Modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente**

**Andrea Ceballos Zuluaga**

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito  
Decanatura de Ingeniería de Sistemas  
Maestría Gestión de Información  
Bogotá D.C., 18 de junio de 2020**

# **Modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente**

**Andrea Ceballos Zuluaga**

**Trabajo de investigación para optar al título de  
Magíster en Gestión de Información**

**Directores**

**Luis Daniel Benavides Navarro  
Doctor en informática**

**Victoria Eugenia Ospina Becerra  
Doctor en redes de conocimiento y organizaciones**

**Jurados**

**Elsa Estévez  
Aurora Sánchez**

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito  
Decanatura de Ingeniería de Sistemas  
Maestría en Gestión de Información  
Bogotá D.C., 18 de junio de 2020**

© Únicamente se puede usar el contenido de las publicaciones para propósitos de información. No se debe copiar, enviar, recortar, transmitir o redistribuir este material para propósitos comerciales sin la autorización de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Cuando se use el material de la Escuela se debe incluir la siguiente nota "Derechos reservados a Escuela Colombiana de Ingeniería" en cualquier copia en un lugar visible. Y el material no se debe notificar sin el permiso de la Escuela.

Publicado en 2020 por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Avenida 13 No 205-59 Bogotá. Colombia  
TEL: +57 – 1 668 36 00

## Página de aceptación del jurado

El trabajo de grado de maestría titulado "Modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente", presentado por Andrea Ceballos Zuluaga, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Gestión de información.



---

Elsa Estévez



---

Aurora Sánchez



---

Luis Daniel Benavides Navarro



---

Victoria Eugenia Ospina Becerra

Bogotá, D.C., 27 de julio de 2020

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis directores de trabajo de grado Victoria Eugenia y Luis Daniel por el tiempo dedicado y su importante opinión en la realización de este trabajo de grado. También les agradezco el impulsarme a enviar un artículo relacionado con la temática a una conferencia internacional. Esto me permitirá comenzar a forjar mi perfil como investigadora.

Agradezco también a todas las personas de la Escuela pues gracias a esta institución pude desarrollar mis estudios de magister y también tuve la oportunidad de trabajar medio tiempo en la Escuela, lo que me permitió dedicarle el tiempo suficiente a la elaboración de este documento.

Adicionalmente, doy gracias a todos los miembros del proyecto CAP4CITY que me permitió tener un mayor contacto con las tendencias actuales en ciudades inteligentes y una interacción con investigadores de Latinoamérica y Europa interesados en la temática.

Finalmente quisiera agradecer a María Patricia Zuluaga Pineda, Nelson de Jesús Ceballos Dávila, David Ceballos Zuluaga y a Hormus Cárdenas López por apoyarme incondicionalmente en este proceso y ser mis coequiperos de senda.



## Resumen

Una ciudad inteligente es un sistema dinámico donde sus diferentes dimensiones interactúan constantemente. Se dice que una ciudad es inteligente cuando resuelve sus problemas y logra brindar una mejor calidad de vida a sus ciudadanos (Khatoun & Zeadally, 2016)(Carvalho, n.d.)(Rjab & Mellouli, 2018)(United Nations, 2015). Para este trabajo de grado, esta definición es de gran relevancia pues la propuesta de un sistema de medición para un sistema de salud en una ciudad inteligente y su modelo de madurez asociado, se basarán en ella. Llegando a una propuesta que permita medir el nivel de inteligencia de un sistema de salud. Adicionalmente, en este trabajo se definió que la inteligencia está asociada con la generación de conocimiento y la capacidad de una ciudad de resolver sus problemáticas de una forma acelerada.

En cuando a la calidad de vida, esta puede mejorarse en todas las áreas en las que un ciudadano se desempeña, sin embargo, los representantes de los estados miembros de las naciones unidas han definido una serie de objetivos que los países deberían lograr para el 2030 en la agenda mundial 2030. Dentro de estos objetivos, llamados los objetivos de desarrollo sostenible u ODS, se encuentra el objetivo 3, “Salud y bienestar” que busca “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”(Organización de las naciones unidas, 2017) al que se busca apuntar con el desarrollo del presente trabajo de grado donde se suministrará un modelo que permita saber a los dirigentes de las ciudades el grado en el que están logrando cumplir con el objetivo de desarrollo sostenible número 3 y demás objetivos que tenga la ciudad en términos de salud.

Para poder saber en qué extensión la ciudad está contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, esta requiere tener un sistema de medidas que le permita saber si sí está logrando mejorar la calidad de vida con las acciones que lleva a cabo. Es por ello que en este trabajo, se hará una revisión de los indicadores usados actualmente para medir los sistemas de salud en las ciudades para luego presentar una propuesta que permita evaluar si una ciudad está logrando cumplir sus objetivos de manera incremental o de forma inteligente. Adicionalmente, se hará una revisión de los modelos de madurez existentes para que un sistema de salud logre la inteligencia, se presentará un modelo de madurez propuesto y se evaluará como caso de estudio a la ciudad de Bogotá.

Al finalizar se encuentra como contribución de este proyecto, una propuesta de modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente donde no solo se evalúa el estado de una ciudad en un momento específico sino cómo las acciones de los gobiernos han impactado en la solución de sus problemáticas particulares. Seguido de este modelo de medición, se presenta un modelo de madurez de una ciudad inteligente donde se pueden observar los diferentes pasos que una ciudad

debe tomar para llegar a la inteligencia, seguido de una validación de los dos modelos en el caso de Estudio de Bogotá.

Este proyecto tiene muchas oportunidades de continuidad. Una de las que más resalta es la posibilidad de evaluar el comportamiento del sistema de salud cuando otra de las dimensiones de una ciudad inteligente tiene un desequilibrio. Como ejemplos de las evaluaciones que se pueden realizar son el comportamiento del sistema de salud y las modalidades de trabajo cuando hay protestas y colapsa el sistema de transporte. Adicionalmente, el análisis realizado en este trabajo relacionado con el sistema de salud puede ser replicado en otros sistemas como lo son transporte, economía, gobierno, infraestructura, personas y educación, llegando a tener una visión más amplia de las acciones que toma una ciudad para resolver sus problemáticas en las diferentes áreas y si estas están siendo inteligentes.

Por último, no se puede dejar de lado la realización de un análisis minucioso de los impactos económicos, ambientales, sociales y políticos que ha tenido la pandemia relacionada con el COVID-19 que ha transformado el mundo. En este punto, es de particular importancia analizar cómo las decisiones que han tenido los diferentes gobiernos impactan cada una de las áreas de una ciudad inteligente, tener en cuenta el contexto general del país y la capacidad de su sistema de salud y poder generar conocimiento relacionado con las acciones que, al ser puestas en una balanza, se pueden considerar como más acertadas y aquellas que no lo fueron.

## **Abstract**

A smart city is a dynamic system where its different dimensions constantly interact. A city is said to be smart when it solves its problems and manages to provide a better quality of life to its citizens (Khatoun & Zeadally, 2016) (Carvalho, n.d.) (Rjab & Mellouli, 2018) (United Nations, 2015). For this degree project, this definition is of great relevance since the proposal of a measurement system for a health system in a smart city and its associated maturity model will be based on it. Coming up with a proposal to measure the level of intelligence of a health system. Additionally, in this work it was defined that intelligence is associated with the generation of knowledge and the capacity of a city to solve its problems in an accelerated way.

Regarding the quality of life, it can be improved in all the areas in which a citizen performs, however, the representatives of the member states of the united nations have defined a series of objectives that countries should achieve by 2030 on the global 2030 agenda. Among these goals, called the sustainable development goals or SDGs, is goal 3, "Health and well-being", which seeks to "Guarantee a healthy life and promote well-being for all at all ages" ( Organization of the united nations, 2017), which seeks to target the development of this undergraduate work, where a model will be provided that allows city leaders to know the degree to which they are achieving the sustainable development objective number 3 and other objectives that the city has in terms of health.

In order to know to what extent the city is contributing to the fulfillment of the sustainable development objectives, it requires having a system of measures that allows it to know if it is managing to improve the quality of life with the actions it carries out. That is why in this work, a review will be made of the indicators currently used to measure the health systems in cities and then present a proposal that allows evaluating whether a city is achieving its objectives incrementally or intelligently. Additionally, a review of existing maturity models will be made so that a health system achieves intelligence, a proposed maturity model will be presented, and the city of Bogotá will be evaluated as a case study.

At the end, a proposal for a measurement model of a health system in a smart city is found as a contribution to this project, where not only the state of a city is evaluated at a specific moment, but also how government actions have impacted the solution of your particular problems. Followed by this measurement model, a maturity model of a smart city is presented where the different steps that a city must take to reach intelligence can be observed, followed by a validation of the two models in the case of the Bogotá Study .

This project has many opportunities for continuity. One of the most notable is the possibility of evaluating the behavior of the health system when another of the dimensions of a smart city has an imbalance. As examples of the evaluations that can be carried out are the behavior of the health system and the work modalities when there are protests and the transport system collapses. In addition, the analysis carried out in this work related to the health system can be replicated in other systems such as transportation, economy, government, infrastructure, people and education, coming to have a broader vision of the actions a city takes to solve their problems in the different areas and if they are being smart.

Lastly, a detailed analysis of the economic, environmental, social, and political impacts that the pandemic related to COVID-19 has had that has transformed the world cannot be ignored. At this point, it is of particular importance to analyze the decisions that the different impacting governments have had in each of the areas of a smart city, take into account the general context of the country and the capacity of its health system and be able to generate knowledge related to actions that, when put in a balance, can be considered as more successful and considered that they were not.

# Índice General

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1 OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>2 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
2.1 CIUDADES INTELIGENTES.....	20
2.1.1 <i>Gobernanza</i> .....	22
2.1.2 <i>Economía</i> .....	22
2.1.3 <i>Medio ambiente</i> .....	23
2.1.4 <i>Personas</i> .....	24
2.1.5 <i>Vida</i> .....	25
2.1.6 <i>Tecnologías de soporte</i> .....	26
2.1.7 <i>Infraestructura</i> .....	27
2.1.8 <i>Discusión</i> .....	28
2.2 SISTEMAS DE SALUD EN CIUDADES INTELIGENTES.....	28
2.3 MODELOS DE MEDICIÓN DE SISTEMAS DE SALUD.....	30
2.4 MODELOS DE MADUREZ ASOCIADOS A SISTEMAS DE SALUD .....	32
<b>3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
3.1 REVISIÓN DE LITERATURA .....	34
3.2 UNA NUEVA CONCEPCIÓN DE SISTEMA Y CIUDAD INTELIGENTE .....	34
3.3 DETERMINACIÓN DEL MODELO GENERAL DE UN SISTEMA DE SALUD EN UNA CIUDAD INTELIGENTE .....	34
3.4 DISEÑO DEL MODELO DE MEDICIÓN DEL SISTEMA DE SALUD EN CIUDADES INTELIGENTES .....	35
3.5 DISEÑO DE UN MODELO DE MADUREZ DE UN SISTEMA DE SALUD EN UNA CIUDAD INTELIGENTE.....	35
3.6 VALIDACIÓN DE RESULTADOS.....	35
<b>4 UNA NUEVA CONCEPCIÓN DE SISTEMA Y CIUDAD INTELIGENTE .....</b>	<b>36</b>
<b>5 MODELO DE UN SISTEMA DE SALUD EN UNA CIUDAD INTELIGENTE .....</b>	<b>38</b>
5.1 PACIENTE.....	39
5.2 CAPITAL HUMANO.....	40
5.3 INSTALACIONES .....	40
5.4 SUMINISTRO DE MEDICAMENTOS .....	40
5.5 TECNOLOGÍA .....	41
5.6 SERVICIOS .....	41
5.7 INCLUSIÓN DE OTRAS COMUNIDADES .....	42
5.8 GOBERNANZA.....	42
5.9 ENTORNO.....	42
5.10 SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	43

5.11	GESTIÓN FINANCIERA.....	43
<b>6</b>	<b>MODELO DE MEDICIÓN DE UN SISTEMA DE SALUD EN UNA CIUDAD INTELIGENTE BASADO EN EL CONOCIMIENTO.....</b>	<b>44</b>
6.1	INDICADORES TRADICIONALES DEL SISTEMA DE SALUD EN UNA CIUDAD INTELIGENTE .....	44
6.1.1	<i>Paciente</i> .....	44
6.1.2	<i>Indicadores de capital humano</i> .....	46
6.1.3	<i>Indicadores de instalaciones</i> .....	46
6.1.4	<i>Indicadores de suministro de medicamentos</i> .....	47
6.1.5	<i>Indicadores de tecnología</i> .....	47
6.1.6	<i>Indicadores del servicio prestado</i> .....	47
6.1.7	<i>Indicadores de inclusión de otras comunidades</i> .....	49
6.1.8	<i>Indicadores de gobernanza</i> .....	49
6.1.9	<i>Indicadores del entorno</i> .....	49
6.1.10	<i>Indicadores del sistema de información</i> .....	51
6.1.11	<i>Indicadores financieros</i> .....	52
6.2	MEDICIÓN DE ACCIONES INTELIGENTES.....	52
<b>7</b>	<b>MODELO DE MADUREZ DE UN SISTEMA DE SALUD EN UNA CIUDAD INTELIGENTE.....</b>	<b>56</b>
7.1	PACIENTE.....	58
7.2	GESTIÓN DEL CAPITAL HUMANO .....	58
7.3	INSTALACIONES .....	59
7.4	SUMINISTRO DE MEDICAMENTOS .....	60
7.5	TECNOLOGÍA .....	61
7.6	PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE SALUD .....	62
7.7	INCLUSIÓN CON OTRAS COMUNIDADES (CHAMANES, PARTERAS, ETC.).....	63
7.8	GOBERNANZA.....	63
7.9	GESTIÓN DE RIESGOS.....	64
7.10	SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	65
7.11	GESTIÓN FINANCIERA DEL SISTEMA.....	66
<b>8</b>	<b>CASO DE ESTUDIO BOGOTÁ.....</b>	<b>67</b>
8.1	ANÁLISIS DE MADUREZ DEL SISTEMA DE SALUD BOGOTANO .....	67
8.1.1	<i>Paciente</i> .....	67
8.1.2	<i>Gestión del capital Humano</i> .....	69
8.1.3	<i>Instalaciones</i> .....	69
8.1.4	<i>Suministro de medicamentos</i> .....	70
8.1.5	<i>Tecnología</i> .....	71
8.1.6	<i>Prestación de servicios de salud</i> .....	72
8.1.7	<i>Inclusión de otras comunidades</i> .....	73
8.1.8	<i>Gobernanza</i> .....	73
8.1.9	<i>Gestión de riesgos</i> .....	74
8.1.10	<i>Sistema de información</i> .....	76
8.1.11	<i>Gestión Financiera del sistema</i> .....	77

8.2	MEDICIÓN DEL SISTEMA DE SALUD EN BOGOTÁ.....	78
8.2.1	<i>Nacimientos de madres adolescentes</i> .....	79
8.2.2	<i>Embarazos adolescentes</i> .....	80
8.2.3	<i>Muertes fetales</i> .....	81
8.2.4	<i>Muertes por fiebre reumática aguda y enfermedades reumáticas crónicas</i> .....	84
8.2.5	<i>Muertes por insuficiencia cardiaca</i> .....	85
8.2.6	<i>Muertes por agresiones (Homicidios) inclusive secuelas</i> .....	86
8.2.7	<i>Discusión</i> .....	87
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>88</b>
<b>10</b>	<b>TRABAJOS FUTUROS</b> .....	<b>91</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>93</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>101</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 Estructura de una ciudad inteligente. Adaptada de UN HABITANT & International City Leader (2015).....	21
Figura 2 Modelo de salud en una ciudad inteligente .....	38
Figura 3 Balance del sistema de salud en una ciudad inteligente .....	53
Figura 4 Acciones de reforzamiento y balance adaptado de Kidwai y Saraph (2019). 54	
Figura 5 Acciones inteligentes. ....	55
Figura 6 Modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente 56	
Figura 7 Causas de muerte en Bogotá 2018. Tomado del DANE .....	68
Figura 8 Nacimientos de madres adolescentes información obtenida del DANE 80	
Figura 9 Embarazos adolescentes. Información obtenida del DANE.....	81
Figura 10 Muertes fetales Información obtenida del DANE .....	81
Figura 11 Número de muertes fetales por causa. Información obtenida del DANE 82	
Figura 12 Número de muertes fetales por semanas de gestación. Información obtenida del DANE .....	84
Figura 13 Muertes por fiebre reumática aguda y enfermedades reumáticas crónicas. Información obtenida del DANE.....	85
Figura 14 Muertes por insuficiencia cardiaca. Información obtenida del DANE ....	86
Figura 15 Muertes por agresiones (Homicidios), inclusive secuelas. Información tomada del DANE.....	87

## Índice de Tablas

Tabla 1 Indicadores Gobernanza .....	22
Tabla 2 Indicadores Económicos .....	23
Tabla 3 Indicadores medio ambiente .....	23
Tabla 4 Indicadores personas .....	24
Tabla 5 Indicadores vida .....	25
Tabla 6 Indicadores tecnologías de soporte .....	26

Tabla 7 Indicadores infraestructura .....	27
Tabla 8 Indiadores de salud .....	31
Tabla 9 Indicadores de vitalidad .....	44
Tabla 10 Indicadores causas de muerte.....	45
Tabla 11 Indicadores de enfermedades .....	46
Tabla 12 Indicadores de recurso humano .....	46
Tabla 13 Indicadores de instalaciones .....	46
Tabla 14 Indicadores de suministro de medicamentos .....	47
Tabla 15 Indicadores de tecnología .....	47
Tabla 16 Indicadores de cobertura .....	48
Tabla 17 Indicadores de calidad .....	48
Tabla 18 Indicadores de inclusión de otras comunidades .....	49
Tabla 19 Indicadores de políticas y leyes .....	49
Tabla 20 Indicadores de estilo de vida .....	50
Tabla 21 Indicadores laborales y de pobreza .....	50
Tabla 22 Indicadores accidentalidad y violencia.....	51
Tabla 23 Indicadores del sistema de información.....	51
Tabla 24 Indicadores financieros.....	52
<b>Anexos</b>	
Anexo 1 Abreviaciones .....	101
Anexo 2 Tabla de relación de indicadores de ciudades inteligentes en salud y de la organización mundial de la salud .....	102
Anexo 3 Graficas de indicadores no incluidos en el documento .....	113

## Introducción

Una ciudad inteligente más que una ciudad que utiliza tecnología para resolver sus problemas es una ciudad que busca mejorar la calidad de vida de sus habitantes apoyada en el uso de tecnología. El bienestar de un ciudadano está determinado por diferentes factores como la educación, vivienda, salud, seguridad y políticas que lo cobijen. En la agenda mundial para el desarrollo sostenible del 2030, se presentaron los objetivos de desarrollo sostenible que regirán los esfuerzos de los gobiernos en los próximos años. Dentro de estos objetivos, se destaca el objetivo de desarrollo sostenible número 3 llamado salud y bienestar. Este objetivo pretende lograr una cobertura universal de salud y facilitar medicamentos y vacunas seguras y asequibles para todos. (Ministerio de Salud y de la Protección Social, Organización Panamericana de la Salud - OPS/OMS, Centro de estudios pesquisa e documentação em cidades saudáveis (CEPEDOC), & Grupo de estudos e pesquisas epidemiológicas em atividade física e saúde (GEPAF), 2017).

Con el objetivo en salud de la agenda para el desarrollo sostenible de 2030, se pretende desarrollar iniciativas multisectoriales que permitan prestar un servicio de salud en un alcance mayor al que se maneja tradicionalmente (Ministerio de Salud y de la Protección Social et al., 2017). Lo anterior conlleva a buscar integración de estrategias, capacitar al personal de salud en temas de tecnología e información y trabajar sobre los retos futuros como lo son las enfermedades crónicas no transmisibles, salud mental, cobertura universal en salud, sostenibilidad económica de los sistemas de salud, eliminación de enfermedades infecciosas, aumento de la violencia y accidentes de tránsito y segmentación de los sistemas de salud (Ministerio de Salud y de la Protección Social et al., 2017).

Para alcanzar los objetivos planteados con anterioridad, los sistemas de salud deben superar una serie de desafíos como lo son el aumento de la proporción de adultos mayores y el aumento en las enfermedades crónicas que están asociadas a tratamientos de largo plazo y con un costo elevado. Es por lo que, la organización mundial de la salud propone realizar análisis de los procesos de salud, las capacidades y políticas asociadas de forma que estos puedan ser reestructurados y satisfagan las necesidades de los pacientes de una manera eficiente (Ministerio de Salud y de la Protección Social et al., 2017).

En el contexto de ciudades inteligentes, se han desarrollado diferentes mecanismos que permiten solucionar los problemas de salud a los que se enfrenta una sociedad con el uso de nuevas tecnologías como lo son el tratamiento en casa, la telemedicina, la interconexión de dispositivos médicos, el almacenamiento de información de los pacientes en un punto central de forma que pueda ser consultado por doctores y pacientes en cualquier parte del país (Silva, Rodrigues, de la Torre

Díez, López-Coronado, & Saleem, 2015)(Flodgren, Rachas, Farmer, Inzitari, & Shepperd, 2015)(Scarpato, Pieroni, Di Nunzio, & Fallucchi, 2017)(Jin & Kim, 2018).

Sin embargo, la inteligencia en una ciudad no se deriva únicamente del uso de tecnología en la misma, sino, en su capacidad para resolver los problemas a los que se enfrenta de forma innovadora y efectiva mejorando la calidad de vida de los ciudadanos (Khatoun & Zeadally, 2016)(Luís Carvahlo; Inés Plácido Santos; Mátió Vale, 2014)(Rjab & Mellouli, 2018)(United Nations, 2015). Lo mismo ocurre con los sistemas de salud. En la actualidad, la organización mundial de la salud presenta una serie de indicadores que permiten medir los sistemas de salud (World Health Organization, 2015). Sin embargo, estos indicadores son estáticos y miran el sistema en un periodo, lo cual lleva a plantear la hipótesis que la forma de medir la inteligencia de los sistemas de salud no permite determinar su inteligencia entendida como su capacidad para solucionar problemas. Es por ello que surge la pregunta: ¿Cómo se puede determinar que un sistema de salud es inteligente?

Para dar solución a la pregunta anteriormente planteada, se desarrolló un modelo de medición de un sistema de salud, acompañado de un modelo de madurez donde se muestran los pasos a seguir por una ciudad para llegar a ser inteligente, finalizando con la validación de los modelos propuestos con el caso de estudio de Bogotá. La estructura que sigue este trabajo de grado es la siguiente forma:

1. **Objetivos:** En esta sección se presentan los objetivos que la investigación persigue.
2. **Marco Teórico:** Esta sección muestra el contenido teórico pertinente para el desarrollo de los aportes del trabajo de grado, así como la revisión de literatura relacionada con este. El marco teórico inicia con la investigación preliminar de ciudades inteligentes, sus dimensiones y la forma en que estas son medidas actualmente, seguido de la revisión de literatura de los sistemas de salud en ciudades inteligentes, los modelos de medición de sistemas de salud actuales y los modelos de madurez que existen relacionados con sistemas de salud y con la gestión organizacional. Todos estos insumos se utilizarán para la realización del modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente y su respectivo modelo de madurez, las contribuciones centrales de este proyecto de grado.
3. **Metodología:** En esta sección se explica la metodología seguida para la obtención de los resultados del trabajo de grado. Esta metodología inicia con una revisión de literatura preliminar para luego generar un concepto de sistema de salud en una ciudad inteligente, a partir del cual se define el modelo de medición y el modelo de madurez de un sistema de salud en una

ciudad inteligente. Finalmente se procede con la validación de los modelos con el caso de estudio de Bogotá.

4. **Modelo de un sistema de salud en una ciudad inteligente:** En esta sección se presenta un modelo de un sistema de salud de una ciudad inteligente, donde se extraen las principales dimensiones de este encontradas en la literatura y se organizan de manera gráfica. Este modelo es la base para el desarrollo del modelo de medición de sistemas de salud en ciudades inteligentes y el modelo de madurez de sistemas de salud en ciudades inteligentes presentados en el proyecto.
5. **Modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente:** En esta sección se presenta el modelo de medición de un sistema de salud propuesto para medir la inteligencia del mismo.
6. **Modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente:** En esta sección se presenta el modelo de madurez propuesto en el proyecto. Este modelo presenta los niveles en que puede encontrarse una ciudad por cada una de las dimensiones halladas en el modelo de un sistema de salud en una ciudad inteligente.
7. **Caso de estudio Bogotá:** En esta sección se presenta el análisis de madurez del sistema de salud Bogotano partiendo del modelo de madurez propuesto en el proyecto y la medición del sistema de salud Bogotano basado en la evolución de sus indicadores de salud.
8. **Conclusiones y recomendaciones:** En esta sección se presentan las conclusiones a las que se llegaron con el desarrollo del trabajo, los trabajos futuros que se espera desarrollar a partir de este y las recomendaciones que se pueden dar a un sistema de salud en una ciudad inteligente para mejorar la forma en que es medido.
9. **Referencias Bibliográficas:** Se presentan las fuentes bibliográficas usadas en el documento.
10. **Anexos:** En esta sección, se presentan los anexos que complementan el trabajo de grado.

# **1 Objetivos**

## **1.1 Objetivo General**

Integrar conceptos de medición ciudades inteligentes a los modelos de salud para generar una visión que permita evaluar si las acciones tomadas por una ciudad están solucionando los problemas a los que se enfrenta la población derivados del aumento en la población y las tensiones sociales, económicas y ambientales generadas por este fenómeno, de forma innovadora e inteligente.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Identificar los componentes claves de un sistema de salud en una ciudad inteligente
- Diseñar un modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente.
- Diseñar un modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente.
- Validar los resultados obtenidos de la investigación.

## **2 Marco teórico**

El marco teórico que se presenta en esta sección, parte de la definición de ciudades inteligentes y sus áreas para generar un entendimiento general del concepto y cómo ha sido trabajado a nivel general por diferentes autores, continúa con la revisión de literatura de sistemas de salud en una ciudad inteligente, para luego observar cómo han sido medidos hasta el momento. Finalmente, se presenta una investigación sobre modelos de madurez generales y enfocados en salud que servirán como insumo para la generación del modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente.

### **2.1 Ciudades inteligentes**

Como punto de partida, se realizó una revisión de literatura del concepto de ciudad inteligente y su definición. Lo anterior con el propósito de entender los elementos que hacen que una ciudad sea inteligente y partir de allí para definir qué haría entonces a un sistema de salud inteligente.

El uso de métodos computacionales o cuantitativos para entender las ciudades es una actividad desarrollada desde 1950. Este comportamiento se intensificó en el periodo postguerra donde las organizaciones con amplio conocimiento en defensa y planeación dedicaron su tiempo a resolver problemas de las ciudades americanas (Shelton, Zook, & Wiig, 2015). En 2008 el estudio de las ciudades cobró importancia cuando la población urbana sobrepasó a la población rural (Bran & Popescu, n.d.). Como resultado, la necesidad de optimizar la utilización de recursos aumentó y surgió la tecnología como fuente de soluciones dando paso a lo que hoy llamamos ciudades inteligentes (Carvalho, n.d.).

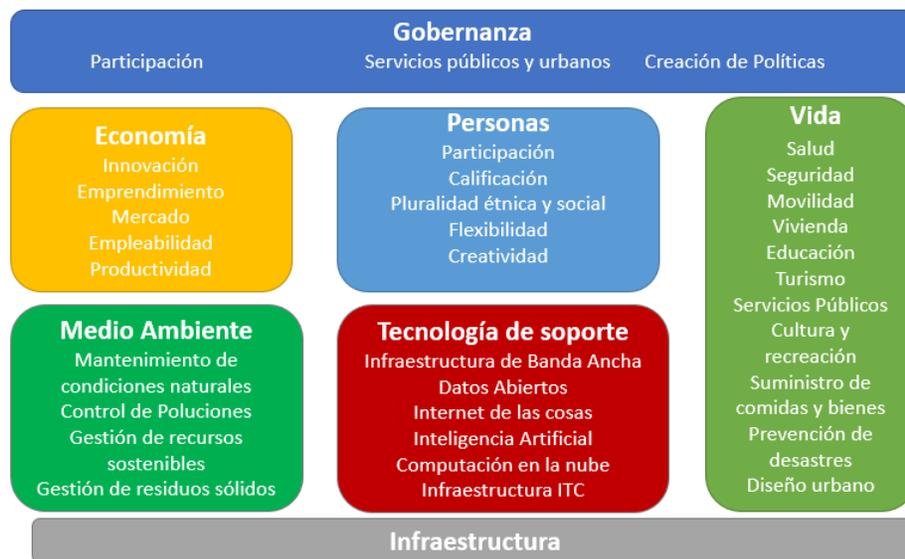
Muchos autores están de acuerdo en que uno de los elementos fundamentales de una ciudad inteligente es el conocimiento que ésta genera (Yigitcanlar & Lönnqvist, 2013)(Yigitcanlar, 2009)(Chang, Sabatini-Marques, da Costa, Selig, & Yigitcanlar, 2018). Sin embargo, a pesar de las diferentes propuestas generadas para medir la creación de conocimiento en una ciudad inteligente, aún no se ha llegado a un consenso y las técnicas actuales se basan únicamente en la medición de indicadores.

Para definir que se ha creado conocimiento, hay dos aproximaciones en las que se basa este proyecto: el principio de optimismo que expone que, con la creación del conocimiento adecuado en el momento adecuado, cualquier problema pueden resolverse; y el falsacionismo que indica que únicamente se puede indicar que una idea es probable o aún no ha sido probado que es falsa (Deutsch, 2011)(Popper, 1963). Viendo el desarrollo de conocimiento de acuerdo con la teoría del falsacionismo, se puede criticar la teoría prevalente de medición de sistemas de

salud en ciudades inteligentes a través de indicadores, al ser considerados como una foto en un momento y proponer una forma de medición que permita evidenciar cuando una ciudad ha tenido acciones inteligentes en su sistema de salud.

Una ciudad inteligente puede definirse como una ciudad que usa tecnología para gestionar los recursos de manera adecuada, tener modelos integrados en su cadena de suministro y una administración que optimiza la infraestructura inteligente para lograr la sostenibilidad económica, social y ambiental, de forma que se genere conocimiento. Todo lo anterior con el objetivo de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos (Khatoun & Zeadally, 2016)(Carvalho, n.d.)(Rjab & Mellouli, 2018)(United Nations, 2015). Una ciudad inteligente puede entenderse como un sistema de sistemas compuesto por diferentes dimensiones como lo son la gobernanza, la economía, vida, ambiente y tecnología de soporte. Cada una de estas dimensiones se divide en áreas de una ciudad inteligente como se muestra en la figura 1 (Khatoun & Zeadally, 2016)(Lee, Amirall, & Wareham, 2016)(Fitzgerald, 2016)(Rjab & Mellouli, 2018).

La figura fue desarrollada con la literatura encontrada de ciudades inteligentes y se basó principalmente en el modelo de ciudad inteligente de las naciones unidas. Mostrando 6 dimensiones de una ciudad inteligente (Gobernanza, Economía, Ambiente, Personas, Vida y tecnología de soporte) cada una con sus respectivas áreas que se explicarán más adelante (United Nations, 2015)(Khatoun & Zeadally, 2016)(Thompson, 2016).



*Figura 1 Estructura de una ciudad inteligente. Adaptada de UN HABITANT & International City Leader (2015).*

### 2.1.1 Gobernanza

La gobernanza define la cómo será manejada una ciudad y cómo esta crea relaciones con los territorios que la rodean para solucionar los problemas urbanos extendidos. El ejercicio de la gobernanza incluye la creación de políticas públicas en miras a desarrollar una cultura de innovación y lograr la sostenibilidad económica, social y ambiental. Una gobernanza inteligente debe basarse en datos y ser soportada por marcos de referencia legales que permita a los tomadores de decisiones elegir la tecnología que mejor responda a los problemas particulares de la ciudad (Allam & Newman, 2018).

En la revisión de literatura de medición de ciudades inteligentes se pudieron encontrar 49 indicadores relacionados con esta dimensión, de los cuales se presentan ejemplos en la siguiente tabla (Alvarado López, 2017)(Calderón, López, & Marín, 2017)(Bosch et al., 2017)(Garau & Pavan, 2018)(El Consejo Mundial de Datos de Ciudades & La Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres., 2018)(Dirks, Keeling, & Dencik, 2009)(government of India, 2017)(ZEN, 2018)(UN HABITAT & International City Leaders, 2015)(United Nations, 2015):

*Tabla 1 Indicadores Gobernanza*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Participación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Participación ciudadana</li><li>• Participación pública abierta</li><li>• Participación en votaciones</li></ul>
<b>Servicios sociales públicos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Porcentaje de servicios disponibles en línea.</li><li>• Porcentaje de ciudadanos usando servicios en línea.</li><li>• Integración interdepartamental.</li></ul>
<b>Administración Pública</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Políticas de ciudades inteligentes</li><li>• Índice de percepción de corrupción</li><li>• Monitoreo y evaluación</li><li>• Average delay in grievance redressed</li></ul>

### 2.1.2 Economía

El objetivo de esta dimensión es hacer a la ciudad inteligente económicamente sostenible mediante el desarrollo de negocios, industrias y la innovación (Perátao & Ahokangas, 2018). En esta dimensión se presentan las áreas de innovación, el emprendimiento que exista en la ciudad, el mercado y la productividad. En la revisión de literatura, se identificaron 52 indicadores relacionados a esta dimensión de los cuales se pueden observar ejemplos en la siguiente tabla (Alvarado López, 2017)(Calderón et al., 2017)(Bosch et al., 2017)(Garau & Pavan, 2018)(El Consejo

Mundial de Datos de Ciudades & La Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres., 2018)(Dirks et al., 2009)(government of India, 2017)(ZEN, 2018)(UN HABITAT & International City Leaders, 2015)(United Nations, 2015):

*Tabla 2 Indicadores Económicos*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Empleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de la población que vive en pobreza.</li> <li>• Tasa de desempleo.</li> <li>• Ingreso disponible medio.</li> </ul>
<b>Emprendimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevos negocios registrados.</li> <li>• Porcentaje de industrias creativas.</li> </ul>
<b>Innovación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de centros de innovación en la ciudad.</li> <li>• Intensidad de investigación.</li> </ul>
<b>Mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de servicios personalizados para negocios.</li> <li>• Regulaciones y administración de sistemas de negocio.</li> <li>• Tasa de empresas certificadas.</li> </ul>
<b>Productividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto interno bruto PIB</li> <li>• Producto interno bruto como porcentaje de los ciudadanos empleados.</li> </ul>

### 2.1.3 Medio ambiente

Una de las condiciones que se han establecido en la literatura para considerar a una ciudad como inteligente es que sea ambientalmente sostenible (Aujla, Kumar, Singh, & Zomaya, 2019). Esta dimensión incluye las áreas de mantenimiento de las condiciones naturales, control de polución, manejo de recursos sostenible y gestión de residuos sólidos. En la literatura se relacionaron 130 indicadores que miden esta dimensión de la ciudad inteligente. Algunos ejemplos de ellos se pueden ver en la siguiente tabla:

*Tabla 3 Indicadores medio ambiente*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Financiación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasto ambiental por ciudadano por año.</li> </ul>
<b>Mantenimiento de las condiciones naturales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de desempeño ambiental.</li> <li>• Estrategias de resiliencia climática.</li> <li>• Cambio en el número de especies nativas.</li> </ul>

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Control de polución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concentración de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10.</li> <li>• Porcentaje de árboles en relación con el tamaño de la población.</li> <li>• Niveles de polución auditiva.</li> </ul>
<b>Gestión de residuos sólidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de reciclaje.</li> <li>• Eficiencia de recolección de residuos sólidos municipales.</li> <li>• Residuos sólidos recolectados per cápita.</li> </ul>
<b>Gestión de recursos sostenible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energía por unidad.</li> <li>• Tasa de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>• Porcentaje de energía derivada de fuentes renovables.</li> </ul>

#### 2.1.4 Personas

Las personas son el eje central de las ciudades pues estas son diseñadas y habitadas por ellas. Los ciudadanos son quienes definen dinámicas de ciudad y toman decisiones sobre el avenir de la ciudad por medio de su participación. Un ciudadano inteligente debería tener hábitos amigables con el ambiente contribuir al crecimiento económico de la ciudad, seguir las decisiones del gobierno y cuidar la infraestructura de ciudad (Cardullo & Kitchin, 2019).

En la dimensión de personas se encuentran las áreas de cualificación, creatividad, equidad y participación. En la literatura se encontraron 11 indicadores relacionados a esta dimensión. En la siguiente tabla, se muestran ejemplos de los indicadores encontrados para la dimensión de personas de una ciudad (Alvarado López, 2017)(Calderón et al., 2017)(Bosch et al., 2017)(Garau & Pavan, 2018)(El Consejo Mundial de Datos de Ciudades & La Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres., 2018)(Dirks et al., 2009)(government of India, 2017)(ZEN, 2018)(UN HABITAT & International City Leaders, 2015)(United Nations, 2015):

*Tabla 4 Indicadores personas*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Cualificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Años de educación promedio de la fuerza laboral.</li> <li>• Literacidad digital.</li> <li>• Número de ciudadanos educados en diferentes niveles educativos.</li> </ul>
<b>Creatividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de personas trabajando en industrias creativas</li> </ul>

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Equidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de personas afectadas por pobreza, desempleo, falta de acceso a la educación, información, entrenamiento y descanso.</li> <li>• Oportunidades económicas e inclusión social.</li> </ul>
<b>Participación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje total de personas que participan en las elecciones locales.</li> </ul>

### 2.1.5 Vida

La literatura muestra coincide en que el objetivo de una ciudad inteligente es mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos haciendo uso de la tecnología para resolver los problemas presentes en las ciudades (ESCWA, 2015). Las áreas relacionadas a esta dimensión son la educación, salud, seguridad, movilidad, turismo y diseño urbano, entre otros. En esta área se encontraron más de 216 indicadores clasificados en ellas. Algunos ejemplos de los indicadores encontrados se pueden observar en la siguiente tabla (Alvarado López, 2017)(Calderón et al., 2017)(Bosch et al., 2017)(Garau & Pavan, 2018)(El Consejo Mundial de Datos de Ciudades & La Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres., 2018)(Dirks et al., 2009)(government of India, 2017)(ZEN, 2018)(UN HABITAT & International City Leaders, 2015)(United Nations, 2015):

*Tabla 5 Indicadores vida*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Cultura y recreación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a espacios verdes.</li> <li>• Número de galerías de arte.</li> <li>• Gasto per cápita en cultura y recreación.</li> </ul>
<b>Prevención del desastre y respuesta a emergencias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de muertes relacionadas con desastres por cada 100.000 habitantes.</li> <li>• Número de bomberos por 100.000 habitantes.</li> </ul>
<b>Educación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasas estudiantes – Profesores.</li> <li>• Tasa de literacidad adulta.</li> <li>• Recursos para el acceso a educación.</li> </ul>
<b>Abastecimiento de comida y bienes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción local de comida.</li> <li>• Transporte de alimentos.</li> </ul>

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de mortalidad</li> <li>• Expectativa de vida</li> <li>• Porcentaje de la población con acceso a los servicios de salud.</li> </ul>
<b>Vivienda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de personas habitando una vivienda adecuada.</li> </ul>
<b>Movilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de la red pública de transporte.</li> <li>• Tiempo y costo promedio de transporte.</li> <li>• Tasa de uso de bicicleta.</li> </ul>
<b>Servicios Públicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de acceso al agua.</li> <li>• Número promedio de interrupciones eléctricas por cliente por año.</li> <li>• Servicios de información de tráfico, agua y viajes integrados.</li> </ul>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de crímenes.</li> <li>• Ciberseguridad.</li> <li>• Privacidad de datos.</li> </ul>
<b>Turismo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turistas internacionales.</li> <li>• Número de congresos y reuniones.</li> <li>• Ingresos generados por turismo como porcentaje de los ingresos totales.</li> </ul>
<b>Diseño urbano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Densidad urbana</li> <li>• Acceso a servicios locales en una corta distancia.</li> <li>• Calidad de la iluminación pública.</li> </ul>

### 2.1.6 Tecnologías de soporte

En una ciudad inteligente se hace uso de la tecnología como soporte para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Algunas de las tecnologías que se usan hoy en día son el internet de las cosas, infraestructura de banda ancha, datos abiertos, computación en la nube, infraestructuras de tecnologías de información y comunicación. Algunos de los indicadores relacionados con esta dimensión pueden observarse en la siguiente tabla:

*Tabla 6 Indicadores tecnologías de soporte*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Infraestructura banda anca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de suscriptores a banda ancha</li> <li>• Banda ancha de alta velocidad</li> </ul>

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Datos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de datos del uso de servicios en línea.</li> <li>• Recolección de datos por medio de celulares móviles.</li> <li>• Accesibilidad a los datos abiertos</li> </ul>
<b>Dispositivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de celulares per cápita.</li> <li>• Número de puntos de WIFI gratuitos</li> </ul>
<b>Infraestructura de tecnologías de información y telecomunicación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direcciones IP.</li> <li>• Acceso a internet.</li> <li>• Acceso a WIFI público.</li> </ul>
<b>Internet de las cosas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de dispositivos interconectados entre clientes y proveedores.</li> </ul>

### 2.1.7 Infraestructura

En una ciudad, la infraestructura se compone de todas las obras que dan soporte al funcionamiento de la ciudad como lo son los edificios, vías, sistemas de alcantarillado y suministro de energía, entre otros. En una ciudad inteligente, la infraestructura cuenta con sensores que permiten recolectar datos de estas, integrarlas y tomar acciones ya sean automáticas o manuales basadas en los datos y así poder mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos (Schoonenberg et al., 2019). Ejemplos de los indicadores relacionados a esta área son:

*Tabla 7 Indicadores infraestructura*

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
<b>Vivienda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de vivienda de interés social</li> <li>• Número de personas que mejoraron su vivienda</li> </ul>
<b>Telecomunicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a internet</li> <li>• Número de edificios sensorizados</li> </ul>
<b>Servicios Públicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número promedio de interrupciones eléctricas.</li> <li>• Porcentaje de población con acceso a agua potable.</li> <li>• Número de fuentes de energía verdes.</li> </ul>
<b>Movilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilómetros de transporte de alta capacidad.</li> <li>• Número de instalaciones de transporte por cada 100.000 habitantes.</li> </ul>

Área de la ciudad inteligente	Indicadores de ejemplo
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de hospitales por 100.000 habitantes.</li> <li>• Número de camas hospitalarias por 100.000 habitantes.</li> </ul>

### 2.1.8 Discusión

De la revisión de literatura en una ciudad inteligente, se puede definir a esta como una ciudad cuyo propósito fundamental es mejorar la calidad de vida de las personas aprovechando los avances tecnológicos disponibles de forma que se logre la sostenibilidad social, económica y ambiental con la integración de los diversos sistemas o dimensiones que la componen generando conocimiento mientras da solución a sus problemáticas (Khatoun & Zeadally, 2016)(Carvalho, n.d.)(Rjab & Mellouli, 2018)(United Nations, 2015). Sin embargo, en el modelo generalmente aceptado de ciudad inteligente, se considera importante reevaluar la relevancia que se le da a sectores como la salud, la movilidad y la educación que se encuentran en este momento como un área de la dimensión de vida.

## 2.2 Sistemas de salud en ciudades inteligentes

En esta sección se mostrarán los hallazgos más relevantes de la revisión de literatura realizada en sistemas de salud en ciudades inteligentes. Esta revisión tiene por objeto identificar el entendimiento que se tiene actualmente de los sistemas de salud en las ciudades inteligentes y los avances tecnológicos relacionados con esta área.

En el mundo se han estado creando proyectos donde se hace uso de la tecnología para el monitoreo de pacientes y sistemas de alerta que permiten tener tratamientos en la población preventivos y no reactivos. Un ejemplo es China donde se ha creado una comunidad inteligente que permite proveer tratamiento médico a los ciudadanos y recordatorios diarios (Song, An, Ma, & Chen, 2017). Algunas de las soluciones tecnológicas que están siendo desarrolladas para las ciudades inteligentes son las aplicaciones de monitoreo, la computación generalizada, la vida ambiental asistida, la robótica, los juegos serios y el internet de las cosas, WBAN (Ross, Stevenson, Lau, & Murray, 2016)(Medrano-Gil et al., 2018). Todas estas tecnologías, permitirán que el paciente pueda manejar su cuidado diario y se tengan sistemas de alarma cuando uno de los sensores detecte que algo no está funcionando correctamente, de forma que el paciente pueda tener un diagnóstico temprano de cualquier enfermedad y acudir al médico oportunamente (M. & Das, 2017).

Para garantizar un sistema centrado en el paciente, se debe iniciar con el diseño de los procesos desde la perspectiva del usuario. Para ello se debe tener en cuenta la

opinión de pacientes, prestadores de servicios, proveedores de servicios y externos. El diseño debe tener en cuenta los siguientes factores críticos para garantizar la calidad del diseño del servicio: colaboración para las decisiones compartidas, integración de evidencias y experiencias, enfoque en los resultados, uso de documentación y evaluación de los ambientes de cuidados de la salud. Una vez puesto en marcha, el sistema debe ser evaluado constantemente para identificar aquellos puntos de mejora (Elf, Frö, Lindahl, & Wijk, 2015).

Los sistemas de salud tienen asociadas arquitecturas que se pueden clasificar en los siguientes niveles: El primer nivel es un nivel de ciudad. Un ejemplo de este nivel es el modelo desarrollado por Kenia donde se desarrolló el modelo general de salud partiendo del perfil patológico de la población e identificando las estructuras transversales requeridas para el funcionamiento del sistema dividiéndolo en la fuerza de trabajo requerida, la administración y liderazgo requerida, el liderazgo político y el nivel de fundadores. Este modelo, hace hincapié en que el sistema debe considerar la atención en lugares como los centros urbanos, oficinas, hogares, servicios de transporte y los mismos centros médicos. Todos estos lugares son centros tanto de recolección de datos e información como de atención a las personas (Mercer et al., 2018).

El segundo nivel, es el nivel de datos de los pacientes. En este ámbito, se han desarrollado arquitecturas basadas en la nube para dar soporte a los registros electrónicos de datos de salud donde se hace el uso de big data para permitir que los datos que manejan los médicos sean más manejables y se centralicen los centros de almacenamiento de datos de forma que los datos estén disponibles para cualquier médico que valla a tratar a determinado paciente y para el mismo paciente. Esta arquitectura está diseñada en forma de bloques, lo que permite su escalabilidad a otras organizaciones (Zangara et al., 2014).

El tercer nivel, es el nivel de dispositivo donde se hace uso de la tecnología para monitorear y generar alertas tempranas a los pacientes y doctores; en este nivel, se han desarrollado dispositivos para la medición de variables corporales como la temperatura, el ritmo cardiaco, la presión arterial, lecturas de los niveles de diferentes componentes en sangre, entre otros datos que se puedan medir a través de sensores (Pavignani & Colombo, 2016). Otra aproximación a las arquitecturas de dispositivos es el uso de sensores en los hogares para el monitoreo de pacientes (Jin & Kim, 2018) y el monitoreo satelital de pacientes (Ronga et al., 2018).

Para este trabajo de grado, el enfoque será el primer nivel que es evaluar el sistema de salud desde el punto de vista de ciudad y cómo las acciones que se toman en él repercuten en el nivel de vida general de los ciudadanos teniendo presente que el paciente debe ser el centro del sistema.

## **2.3 Modelos de medición de sistemas de salud**

En este apartado, se busca identificar la teoría prevalente para la medición de sistemas de salud en el mundo y evaluar si es adecuada para evaluar sistemas de salud en el contexto de ciudades inteligentes.

La medición de sistemas de salud tuvo sus inicios en los años 80's cuando los gestores de servicios de salud comenzaron a enfocarse en la mejora de la eficiencia del servicio (Smylie, Anderson, Ratima, Crengle, & Anderson, 2006). En la actualidad existen diversos modelos para medir sistemas de salud de los cuales se presentan tres ejemplos a continuación:

La organización mundial de la salud cuenta con un modelo de medición de sistemas de salud compuesto por 100 indicadores principales y 81 indicadores adicionales. Estos indicadores se usan para medir el nivel de salud de las poblaciones a nivel mundial, así como el desempeño de los diferentes sistemas de salud (World Health Organization, 2015).

Por su parte, la organización para la cooperación y el desarrollo económico mide por medio de indicadores temas como el gasto en salud, la calidad en salud, la economía de prevención, la eficiencia y efectividad del gasto sanitario, el financiamiento, los medicamentos y la planeación y administración de recursos. En este modelo es importante la identificación de las fuentes de datos disponibles de información. En el caso de Colombia, se cuenta con el sistema SISPRO que recopila datos de registros administrativos como SIVIGILA, RIPS, EEVV, RLC discapacidad y BD cuenta alto costo y de encuestas y estudios poblacionales realizados por ENDS, ENSIN, ENS y ENSM. En este modelo, también se tiene en cuenta la gestión de conocimiento dentro de los procesos de medición y uso de datos de salud (Ministerio de Salud y Protección Social & EI, 2016).

Otro sistema de medición de sistemas de salud es el de Nueva Zelanda que es un sistema financiado por el gobierno y las mejoras de este se miden en la mejora del bienestar generado en la población. Este sistema también se basa en indicadores de salud, pero define un set de indicadores base para todo el sistema y genera un pool de indicadores que pueden ser tomados por los dirigentes de cada distrito de acuerdo con la estrategia que tengan en el momento y las condiciones especiales de cada uno de los distritos. Adicionalmente, se definieron indicadores de medición de la salud de las personas en cada etapa de su ciclo de vida. Para lograr generar un impacto en los indicadores deseados, se dieron incentivos económicos y no económicos tanto al personal en salud como a los pacientes como incentivo para mejorar los indicadores seleccionados (Ashton, 2015).

Por su parte, los índices de medición de ciudades inteligentes también incluyen el componente de salud dentro de sus indicadores. Algunos de los índices de medición relevantes de ciudades inteligentes son: el índice de sostenibilidad urbana de China, City Blueprints, El marco de referencia para ciudades sostenibles, Indicadores de sostenibilidad urbana, el índice Cities in motion, la ISO37120 y los estándares de vida en una ciudad (Shelton et al., 2015).

En la investigación se cruzaron indicadores de salud de las organizaciones de salud, países e índices de ciudades inteligentes. De este ejercicio se obtuvieron 209 indicadores clasificados en cada una de las áreas del sistema de salud. En la siguiente tabla, se pueden observar algunos ejemplos de los indicadores encontrados en la revisión (World Health Organization, 2015):

*Tabla 8 Indiadores de salud*

<b>Tipo</b>	<b>Ejemplo de indicadores</b>
<b>Estado de salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expectativa de vida al nacer.</li> <li>• Tasa de mortalidad de menores de 5 años.</li> <li>• Infecciones de transmisión sexual.</li> <li>• Nuevos casos de enfermedades prevenibles con vacunación.</li> </ul>
<b>Factores de riesgo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevalencia de anemia en niños.</li> <li>• Población bebiendo agua potable.</li> <li>• Polución del aire en ciudades.</li> </ul>
<b>Cobertura del servicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de cobertura de vacunación.</li> <li>• Cobertura de servicios de salud en desórdenes mentales.</li> <li>• Acceso a medicamentos.</li> </ul>
<b>Sistema de salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de mortalidad preoperatoria.</li> <li>• Utilización del servicio.</li> <li>• Gasto total en salud.</li> </ul>

Como se puede observar, todos los modelos se basan en indicadores y en la medición estática de sistemas de salud en un momento específico. Sin embargo, en el contexto de ciudades inteligentes se requiere saber cómo ha sido el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo para determinar si la mejora se debe a mejoras incrementales derivadas del mejoramiento natural del país o se debe a acciones inteligentes que aceleraron la mejoría de los indicadores de forma importante.

Como se puede observar, la teoría prevalente de medición de sistemas de salud se enfoca en la evaluación de indicadores en un momento específico. El evaluar indicadores de esta forma, hace que se pierda información sobre la velocidad en que la ciudad está logrando dar solución a sus problemáticas y no permite identificar si las acciones que se están tomando a nivel de sistema de salud, son inteligentes o únicamente corresponden a mejoras incrementales derivadas de la evolución natural de la ciudad.

## **2.4 Modelos de madurez asociados a sistemas de salud**

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del proyecto es generar un modelo de madurez que indique el nivel y el camino a recorrer para que un sistema de salud llegue a poderse considerar inteligente, se evaluaron los modelos de madurez existentes relacionados con los sistemas de salud.

Al revisar la literatura, se encontró principalmente que se tienen modelos de madurez asociados al manejo de información en salud como lo son el modelo de madurez de e-healthcare Quintegra que muestra la transformación que tiene una empresa prestadora del servicio de salud en sus sistemas de información y el modelo de madurez de tecnologías de información IDC que describe las cinco etapas de madurez de un sistema de información en un sistema de salud (Sharma, 2008). Sin embargo, si se quiere evaluar el sistema de salud completo, hace falta evaluar otros aspectos como lo son la gestión del sistema, la gobernanza de este, la logística de distribución de bienes, entre otros.

Es por ello que es importante tener en cuenta modelos como el CMMI que muestra la madurez de integración de capacidades en una organización mediante el uso de 6 niveles que inicia con el 0 incompleto y finaliza con el 5 optimizado y evalúa la extensión en la que una empresa gestiona sus procesos (Chaudhary & Chopra, 2017). También existen modelos de gestión financiera como el modelo de madurez de gestión financiera de reino unido que describe 5 niveles para cada proceso de gestión financiera evaluando la alineación de la estrategia organizacional con las prácticas que se dan dentro de la organización (National audit office, 2013).

Otros de los modelos de madurez de interés para esta investigación son los modelos de madurez de gestión del capital humano. Dentro de estos modelos se encuentra la escala de madurez de entrenamiento de Lee que evalúa el nivel empresarial en procesos de entrenamiento de personal y las proposiciones de gestión de recurso humano de Pfeffer donde se evalúa la gestión de los recursos humanos y la alineación de las prácticas de esta área con la estrategia organizacional (Mitsakis, 2019).

Un sistema de salud también debe tener una gobernanza claramente definida que asegure que haya un ambiente de confianza y transparencia. El modelo de madurez de gobernanza de Ali Rehman y Fathyah Hashim define cinco niveles de madurez para que una organización logre ser confiable y transparente al tener una adecuada gobernanza (Rehman & Hashim, 2018).

Uno de los temas fundamentales para prestar un buen servicio de salud es el suministro de medicamentos. Es allí donde entran a jugar los modelos de madurez de suministro de bienes. Dentro de estos modelos se puede observar el modelo propuestos por Yihiaoui, Fedouaki y Mouchtachi que asigna 3 niveles de madurez a cada una de las etapas de la cadena de suministro que son compra y abastecimiento, transformación, almacenamiento y distribución y ventas (*Yahiaoui, Fedouaki, & Mouchtachi, 2018*). Por otro lado, los autores Mendes, Leal y Tavares, proponen un modelo de madurez donde se transforma la forma de gestionar la demanda asignando 5 niveles partiendo de una gestión push básica donde no se tiene en cuenta la demanda sino que se produce y luego se buscan formas de vender lo producido, hasta llegar a un modelo pull optimizado donde más del 80% de los productos de la empresa se manejan bajo pronósticos de demanda (*Facchini, Oleśków-Szłapka, Ranieri, & Urbinati, 2020*).

Finalmente, como un sistema de salud y en general la salud de las personas están asociados a riesgos externos, se contemplan los modelos de madurez de gestión de riesgos. En el libro “The Project risk maturity model” de Martin Hopkinson y los autores Bilal Kaassis y Adel Badri en su artículo “Development of a Preliminary Model for Evaluating Occupational Health and Safety Risk Management Maturity in Small and Medium-Sized Enterprises”, establecen 4 niveles de madurez para la gestión de riesgos que van desde un primer nivel llamado “Ingenuo” donde se tienen procesos de gestión de riesgos pero su implementación es defectuosa hasta un nivel 4 llamado “natural” donde se tiene en cuenta el proceso de gestión de riesgos desde la planeación estratégica y se evalúan diferentes escenarios de riesgo para tomar decisiones (Martin Hopkinson, 2016) (*Kaassis & Badri, 2018*).

Se puede observar que existen diversos modelos de madurez para medir diferentes áreas o procesos de interés en una organización. Para indicar el nivel de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente es importante incorporar conceptos de cada uno de ellos, de forma que se clasifiquen todas las áreas o dimensiones fundamentales de un sistema de salud en un nivel que permita dar una clasificación general.

### **3 Metodología**

La metodología presentada a continuación parte de la pregunta ¿Cómo se puede determinar que un sistema de salud de una ciudad es inteligente? Esta pregunta será abordada de forma teórica en el proyecto de grado y se validará la hipótesis de investigación que plantea que en la actualidad los sistemas de medición de salud no permiten determinar si el sistema realmente está resolviendo los problemas de la población que atiende de manera inteligente.

Para poder llegar a probar la hipótesis de investigación se seguirán los siguientes pasos:

#### **3.1 Revisión de literatura**

Se realizó una revisión de literatura que incluye conceptos de ciudades inteligentes, los indicadores usados para medir los sistemas de salud en los índices de ciudades inteligentes y la organización mundial de la salud realizando una compilación de los resultados y seleccionando los indicadores a usar en el proyecto. Al finalizar esta fase se espera entregó:

- Indicadores de un sistema de salud en una ciudad inteligente
- Revisión de los modelos de medición existentes de sistemas de salud.
- Revisión de los diferentes modelos de madurez de sistemas de salud.

#### **3.2 Una nueva concepción de sistema y ciudad inteligente**

Como parte de los aportes generados por este proyecto de investigación, se trabajó en el desarrollo de una nueva concepción de sistema y ciudad inteligente. Esta nueva concepción fue plasmada en el artículo “Towards a measuring framework for knowledge creation in smart cities” aceptado por la conferencia internacional ICEGOV 2020. En esta concepción, se plantea que una de las características fundamentales de una ciudad inteligente es la generación de conocimiento en ella. Esta característica se ve evidenciada en la velocidad en la que las ciudades logran resolver sus problemáticas y mantener las mejoras en el tiempo (Ceballos-Zuluaga, Benavides-Navarro, & Ospina-Becerra, en prensa).

#### **3.3 Determinación del modelo general de un sistema de salud en una ciudad inteligente**

Como punto de partida, se estructuró un modelo general de un sistema de salud en una ciudad inteligente para poder usarlo como base para el desarrollo del modelo

de medición en una ciudad inteligente y del modelo de madurez en una ciudad inteligente. Este modelo surge con la recopilación de los conceptos de importancia en un sistema de salud tomados de la literatura existente.

### **3.4 Diseño del modelo de medición del sistema de salud en ciudades inteligentes**

En este paso se definirá de manera gráfica la relación existente entre los diferentes elementos seleccionados de un sistema de salud en una ciudad inteligente. A partir del modelo planteado, se definirán indicadores para cada una de las dimensiones del modelo. Finalmente, se presentará una propuesta donde se muestren de manera teórica los comportamientos esperados de indicadores cuando un sistema de salud tiene acciones inteligentes para mejorar sus indicadores y también cuando responde de forma inteligente a desbalances en otros sistemas.

### **3.5 Diseño de un modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente**

Teniendo en cuenta los modelos de madurez de sistemas de salud y los resultados obtenidos al diseñar el modelo de medición del sistema de salud, se desarrollará un modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente relacionado al modelo de sistema de salud propuesto en este trabajo. En este modelo, se tendrán en cuenta las diferentes dimensiones de un sistema de salud identificadas previamente.

### **3.6 Validación de resultados**

Se tomará el caso Bogotá para validar los modelos propuestos. Para ello, se tomarán los datos disponibles del distrito capital de Colombia en fuentes como el DANE, SIVIGILA, Ministerio de salud y la secretaría distrital de salud de Bogotá.

## **4 Una nueva concepción de sistema y ciudad inteligente**

En la teoría prevalente, se tiene la concepción de ciudades inteligentes como un sistema, compuesto por componentes heterogéneos. En la sección 2.1, se puede observar un modelo de ciudad inteligente que parte de la teoría existente organizado en 6 dimensiones principales: Gobernanza, economía, ambiente, personas, tecnologías de información, vida y tecnología de soporte. En la sección 2.1 también se puede observar la forma en que cada una de estas áreas es medida actualmente con ejemplos de indicadores relacionados a ella. (Los contenidos que se desarrollan en este capítulo se presentaron a ICEGOV 2020, el artículo se encuentra actualmente en proceso de publicación) (Ceballos-Zuluaga et al., en prensa).

Como se puede evidenciar, las ciudades inteligentes se están midiendo con indicadores estáticos que no reflejan el conocimiento generado con las acciones tomadas por los dirigentes de las ciudades. Estos indicadores apuntan a medir el estado deseado por las ciudades inteligentes, pero no explican el éxito o fracaso de una ciudad para implementar acciones que conduzcan a lograr la inteligencia y que permitan gestionar el comportamiento dinámico de las ciudades inteligentes generando en el proceso conocimiento (Yigitcanlar & Lönnqvist, 2013)(Yigitcanlar, 2009) (Chang et al., 2018).

Al igual que la definición de ciudades inteligentes, la forma en que se crea y mide el conocimiento generado en ellas es aún fuente de gran discusión entre los autores, sin llegar a un consenso. Para medir la creación de conocimiento en ciudades inteligentes, se cae también en hacer uso de indicadores estáticos, perdiendo información el comportamiento de la sociedad y su evolución en el tiempo (Periton, 2018).

En este proyecto de grado, se hace uso de la teoría del falsacionismo para definir la creación de conocimiento como el proceso que parte de conjeturas sujetas a crítica y prueba experimental, partiendo de la premisa que todas las ideas científicas son teorías y están sujetas a tener errores o ser mejoradas, replanteadas y criticadas (Deutsch, 2011).

Esta visión de creación de conocimiento e innovación en una ciudad inteligente impactaría las dimensiones de la ciudad en diferentes formas. Un ejemplo de ello es en la dimensión de gobernanza se migraría de la discusión política a la revisión de políticas planteadas en el pasado que ya no son de utilidad para la ciudad y generación de políticas que satisfagan las necesidades actuales de la misma. Para ello, se requiere que la gestión de los políticos sea constantemente monitoreada, de forma que se logre tener transparencia en el manejo de la ciudad.

Por otro lado, en la dimensión de medio ambiente, se pasará de definir si una ciudad es sostenible o no basándose en el conocimiento generado y no solo en el manejo de recursos. Es evidente que, con la sobrepoblación actual, no solo requerimos de un cuidado a los recursos naturales, sino nuevas formas de solucionar los problemas a los que nos enfrentaremos a futuro como la escasez de agua y recursos, la contaminación y la extinción de especies (Ceballos-Zuluaga et al., en prensa).

Finalmente, en la dimensión de vida, se replantearán concepciones que se han tenido hace mucho tiempo como los órdenes sociales, la forma en que se educa a la población, la atención médica brindada, la participación del ciudadano en las decisiones políticas, entre otros aspectos. Llevando a la sociedad a ser activa en la generación de soluciones a las problemáticas que tengan en determinado momento (Ceballos-Zuluaga et al., en prensa).

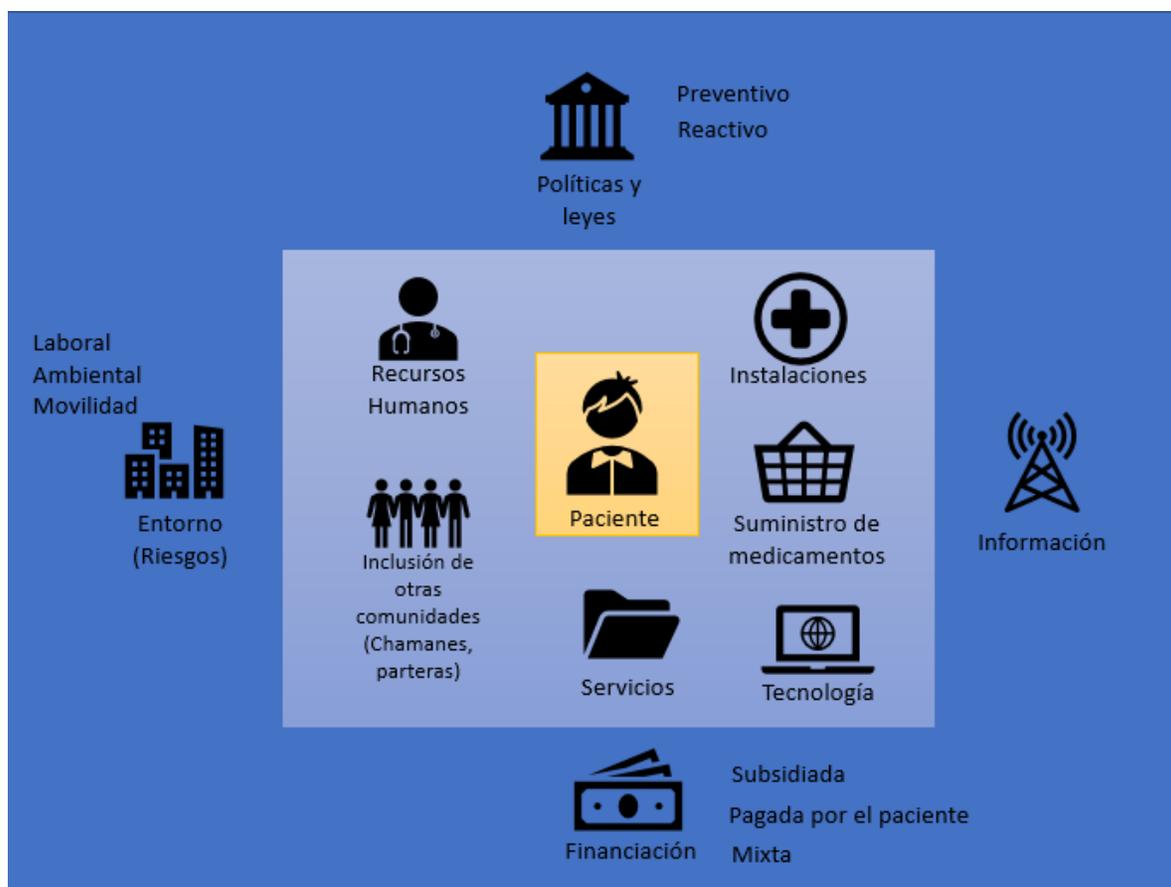
En este sentido, se propone que la inteligencia de una ciudad sea medida a través de los impactos que han tenido ciertas acciones en la solución de alguna problemática particular. Para ello se requiere que haya una documentación de las decisiones tomadas por los gobernantes y de los impactos obtenidos con estas decisiones, convirtiéndose así en fuente de conocimiento para la sociedad que constituye una ciudad en particular (Ceballos-Zuluaga et al., en prensa).

Con esta concepción en mente, se propuso una forma de medir las acciones que están emprendiendo los dirigentes para poder definir si sus acciones fueron inteligentes o no, evaluando el impacto de estas en los indicadores comúnmente utilizados en el tiempo. En la sección 6.2, que se encuentra dentro del modelo de medición de un sistema de salud para una ciudad inteligente, se puede evidenciar la propuesta generada para medir acciones inteligentes con ejemplos particulares de un sistema de salud. En esta propuesta no solo se tiene en cuenta el comportamiento de un sistema en el tiempo, sino también, el comportamiento del sistema en relación con los cambios que puede tener otro sistema dentro de una ciudad inteligente. Es así como se tiene en cuenta el concepto de interrelación entre las diferentes dimensiones de una ciudad inteligente y su comportamiento semejante al de un ser vivo con sus diferentes organismos.

## 5 Modelo de un sistema de salud en una ciudad inteligente

A continuación, se presentará el modelo de sistema de salud obtenido a partir de la revisión de literatura y sus principales dimensiones. A partir de este modelo, se desarrollaron el modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente y su correspondiente modelo de madurez.

Los componentes fundamentales del modelo se obtuvieron del libro de planeación de un sistema de salud de la organización mundial de la salud que da ejemplos de cómo se pueden desarrollar una planeación estrategia en salud y muestra las diferentes áreas a tener en cuenta, se desarrolló el siguiente modelo de salud genérico (Terwindt & Rajan, 2016):



*Figura 2 Modelo de salud en una ciudad inteligente*

La organización mundial de la salud, indica que un sistema de salud debe ser enfocado en el paciente y siempre buscar su bienestar (Terwindt & Rajan, 2016).

Es por ello que, en el centro del modelo, se puede encontrar el paciente. En la dimensión de paciente se evalúa el estado general de salud de la población a analizar y los programas de prevención en salud que están a su disposición.

Rodeando al paciente, se encuentran aquellos elementos del sistema con los que el paciente está en contacto cuando requiere ser atendido. Dentro de ellos se encuentran los recursos humanos, su nivel de formación y las investigaciones que surgen en determinado territorio. Otro tema importante es la relación que tiene el sistema de salud con personas que prestan servicios de salud que no se han formado en una institución de educación superior como lo son los chamanes y parteras. Adicionalmente, en contacto directo con el paciente se encuentran el pool de servicios prestados por un sistema de salud, los medicamentos a los que el paciente puede acceder, las instalaciones a las que puede ir y la tecnología existente con la que tratarán sus enfermedades.

En la periferia, se encuentran aquellos elementos del sistema de salud que no están directamente relacionados con el tratamiento del paciente como lo son el entorno que define los riesgos a los que un paciente se enfrenta y que le pueden causar problemas de salud a futuro; las políticas y leyes de salud que involucran el gobierno, la gobernanza y los planes de desarrollo que tenga un territorio en términos de salud y la información que se tiene del paciente y del sistema y la forma en que esta información es manejada. A continuación, se describirá cada una de las dimensiones que componen a un sistema de salud en una ciudad inteligente.

## **5.1 Paciente**

El paciente como centro del sistema de salud, es el movilizador de los servicios preventivos, de tratamiento y paliativos que se prestan en este. El paciente, se expone constantemente a riesgos que pueden afectar su salud ya sea por contagio de una enfermedad, un accidente que le produce daños físicos o enfermedades crónicas desarrolladas con el tiempo. Se espera que, en una ciudad inteligente, los pacientes tengan una expectativa de vida cada vez mayor y sus muertes se transformen de ser causadas por enfermedades tratables a tener como causa principal enfermedades crónicas que se desarrollan con la edad. En esta área, el sistema de salud puede hacer uso de tecnología como la interconexión de objetos y la medicina remota para dar tratamiento a los pacientes en cualquier punto de la ciudad al igual que monitorear el estado de salud de estos mientras desarrollan sus actividades habituales. El tratamiento remoto permitirá que las instalaciones hospitalarias se usen para casos que requieran tratamiento en ellas y los demás pacientes puedan recuperarse en casa evitando infecciones y la contracción de otras enfermedades. Por otro lado, en esta dimensión es de vital importancia los programas de prevención en salud a los que el paciente tenga acceso para disminuir los riesgos presentados por el estilo de vida del paciente.

## **5.2 Capital humano**

El capital humano no hace únicamente referencia a los profesionales que interactúan directamente con el paciente, sino a todas aquellas personas que trabajan en el sistema de salud tanto a nivel administrativo como operativo. En esta dimensión es muy importante asegurar que se cuente con la suficiente cantidad de personal sanitario para brindar una atención de calidad a los pacientes y que estos estén adecuadamente capacitados para enfrentar las situaciones y retos derivados del tratamiento y prevención de las enfermedades de los pacientes.

Este elemento es de gran importancia para un sistema de salud, pues los servicios prestados por este implican una alta interacción con las personas que trabajan en el sector. Así mismo, las personas son las que toman decisiones y generan innovaciones que pueden llevar a una mejora o empeoramiento del sistema de salud. Por lo que es de vital importancia que las personas que hacen parte del sistema de salud tengan gran conocimiento en el área en la que se desempeñan y una amplia inclinación por el servicio a la comunidad desde su profesión.

## **5.3 Instalaciones**

Las instalaciones hacen referencia a hospitales, centros de atención prioritaria, centros de atención especializada, centros de atención general, centros satélites y todas aquellas instalaciones utilizadas para prestar servicios de salud. Las instalaciones deben contar con los requerimientos de seguridad pertinentes para realizar las actividades para las cuales son diseñadas, adicionalmente, una ciudad debe contar con un número adecuado de instalaciones que le brinden la capacidad necesaria para atender las necesidades de los pacientes.

Cuando se habla de instalaciones, cada ciudad debe buscar la combinación precisa de centros satélites, centros de atención prioritaria, hospitales, consultorios y demás instalaciones médicas que le permitan dar atención de calidad a sus ciudadanos con un manejo de recursos económicos, materiales y humanos eficiente.

## **5.4 Suministro de medicamentos**

Esta dimensión maneja toda la logística de suministro de medicamentos. En ella se encuentran involucrados los laboratorios farmacéuticos, las farmacias y hospitales. Esta área debe enfocarse en que estén disponibles la cantidad de medicamentos requerida para dar un tratamiento eficaz y eficiente a los pacientes que lo requieran. Por ello es indispensable hacer un correcto pronóstico de los requerimientos de medicamentos en la ciudad y tener una logística tal que permita cumplir con ellos sin desabastecerse.

Es importante que la cadena de suministro esté bien alineada, que se hagan pronósticos de la demanda de medicamentos que puede tener una población específica, de forma que se logre atender los requerimientos del sistema, de una forma eficiente en costos, almacenamiento y uso de los medicamentos e insumos médicos.

## **5.5 Tecnología**

La tecnología hace referencia tanto a los equipos utilizados para el tratamiento y diagnóstico de los pacientes como a los equipos requeridos para la investigación médica y a la gestión eficiente y eficaz de la información de los pacientes en la ciudad. Un sistema de salud inteligente debe contar con la tecnología necesaria para dar tratamiento a la mayoría de las enfermedades que presenta su población, para poder monitorear el estado de salud de la población en tiempo real e identificar posibles brotes de enfermedades contagiosas y atacarlas antes que se conviertan en una problemática mayor para la ciudad.

Algunos ejemplos de los avances que se han dado en esta área son el e-health que hace uso de dispositivos y sensores para dar tratamiento a las enfermedades de los pacientes, la telemedicina que permite dar diagnóstico y tratamiento a distancia con el uso de internet y centros satélites o dispositivos electrónicos y la tecnología necesaria para hacer interconexión de registros médicos, de forma que los dirigentes de ciudades puedan tomar decisiones basadas en datos.

## **5.6 Servicios**

El portafolio de servicios de un sistema de salud en una ciudad inteligente debe contemplar servicios preventivos, prescriptivos y paliativos accesibles para toda la población. Estos servicios deben enfocarse en las necesidades de tratamiento de la población particular de la ciudad y deben tender a prevenir futuras enfermedades que puedan desarrollar los pacientes con sus hábitos diarios y los riesgos a los que se exponen en su día a día.

Este portafolio de servicios debe permitir brindar atención a la población que se encuentra alejada de los centros asistenciales o que tiene dificultades para desplazarse a uno. Así mismo se debe involucrar no solo a las instituciones prestadoras de salud, sino también a las farmacias, proveedores de equipos médicos y de tratamiento fisiológico y a proveedores de insumos médicos para asegurar que el servicio prestado sea de calidad.

## **5.7 Inclusión de otras comunidades**

Existen en el mundo métodos alternativos de tratamiento de las enfermedades de los pacientes como lo son métodos naturales utilizados por chamanes o la atención de nacimientos por parteras. En un sistema de salud, es importante vincular estas otras ramas de tratamiento e investigar su eficacia para tratar las dolencias de los pacientes, así como respetar y acompañar a los pacientes que decidan optar por tratamientos alternativos.

Siguiendo con esta idea, es importante que el sistema de salud tenga un registro de estos prestadores de servicios de salud a las comunidades para poder mostrar a las personas quienes se encuentran en él y disminuir la posibilidad que sean víctimas de estafadores al buscar tratamientos alternativos al tradicional.

## **5.8 Gobernanza**

La gobernanza debe definir la estructura de toma de decisiones que asegure la transparencia y confiabilidad del sistema de salud. En la gobernanza también entra el cumplimiento de la legislación nacional e internacional relacionada con los tratamientos de salud de los pacientes y la generación de políticas que alienten a la población a tener un estilo de vida saludable y a asegurarse para poder recibir los servicios de salud.

Dentro del área de gobernanza, se definen también todas las políticas y reglamentos que los diferentes actores deben seguir para prestar un servicio de calidad. Así como todas las acciones regulatorias destinadas a aquellos que las incumplan, asegurando no solo la transparencia de gestión del sistema, sino también un correcto funcionamiento y una transparencia a nivel de todos los actores involucrados en este.

## **5.9 Entorno**

El entorno en el que se desenvuelven los pacientes genera riesgos para su salud. Por ejemplo, si en la ciudad hay altos índices de contaminación, esto conllevará a que la población presente problemas respiratorios. En este punto, como son factores externos al sistema de salud, se debe evaluar la gestión de riesgos de salud que tenga el sistema para mitigar los impactos generados por factores externos en la salud de la población.

Esta mitigación se puede realizar a través de campañas de prevención en salud, donde se incentive a las personas a desarrollar hábitos de vida saludables, también de la realización de estudios que lleven al gobierno a tomar medidas contra los contaminantes que se generan en la ciudad como lo puede ser la polución generada por fábricas y automóviles y la generación de la capacidad necesaria dentro del

sistema para atender a todas las personas que lleguen con dificultades de salud derivadas de los riesgos a los que se encuentran expuestos.

### **5.10 Sistema de información**

En una ciudad inteligente, la información es vital para tomar decisiones en tiempo real que permitan mejorar la calidad de vida de las personas y tratar de forma temprana brotes de enfermedades contagiosas o no contagiosas que sean tratables previniendo muertes y colapsos del sistema. También es importante contar con la información del paciente completa para tener un panorama más amplio que permita diagnosticar enfermedades en su fase temprana y brindar un tratamiento efectivo. Asegurando en todo momento, la privacidad y seguridad de la información de pacientes.

Para ello es importante generar un sistema central que permita la entrada de información de las diversas fuentes que se tienen en una ciudad inteligente como lo son sensores en los sistemas de transporte, edificios, casas y oficinas; los registros médicos y hospitalarios y la historia clínica de los pacientes.

### **5.11 Gestión financiera**

En la parte financiera se involucra la forma en que el sistema de salud obtiene sus recursos financieros y la forma en que los administra para poder brindar un servicio de calidad a sus pacientes.

En esta dimensión, los dirigentes deben demostrar que los recursos están siendo usados eficientemente y que logran dar solución y atención a los ciudadanos con los recursos destinados para ello. Para lograr lo anterior, se deben evaluar diferentes formas de aumentar la eficiencia del servicio con las tecnologías desarrolladas en las ciudades inteligentes, de forma que un paciente pueda ser atendido en su propia casa o a distancia sin requerir la creación de un centro hospitalario para tal fin.

## 6 Modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente basado en el conocimiento

En este capítulo, se partirá de la medición tradicional de un sistema de salud inteligente, donde se mostrará una selección de indicadores seleccionados en la revisión de literatura para luego exponer la propuesta para medir cuando un sistema de salud está teniendo acciones inteligentes.

### 6.1 Indicadores tradicionales del sistema de salud en una ciudad inteligente

De la revisión de literatura de indicadores de salud tanto en ciudades inteligentes como en sistemas tradicionales, se clasificaron en indicadores de salud de la población, indicadores de cobertura, indicadores relacionados con factores de riesgo e indicadores del sistema de salud. Luego de la clasificación se seleccionaron indicadores en cada área para hacer un pool de indicadores entre los cuales una ciudad inteligente puede elegir para medir las acciones que emprenda en miras al logro de sus objetivos estratégicos. A continuación, se pueden encontrar los indicadores seleccionados de la literatura correspondientes a cada una de las dimensiones mencionadas en el modelo de salud en una ciudad inteligente (Francesco & Antonio, 2011)(European Commission, 2018)(Barlow & Lévy-Bencheson, 2018)(Dirks et al., 2009)(HAJDUK, 2016)(government of India, 2017)(Bosch et al., 2017)(World Health Organization, 2015)(Jaramillo-Mejía & Chernichovsky, 2015):

#### 6.1.1 Paciente

En este numeral se mostrarán los indicadores seleccionados para la medición del estado de salud de la población en una ciudad inteligente. Estos indicadores pueden ser clasificados en indicadores de vitalidad, causas de muerte y enfermedades.

##### 6.1.1.1 Indicadores de vitalidad

Los indicadores de vitalidad están relacionados a la expectativa de vida de la población y así mismo, a las tasas de mortalidad. A continuación, se muestran los indicadores seleccionados en esta área.

*Tabla 9 Indicadores de vitalidad*

Indicador
Esperanza de vida al nacer
Tasa de mortalidad de mujeres en edad fértil
Razón de mortalidad materna a 42 días por 100.000 nacidos vivos

<b>Tasa de mortalidad infantil</b>
<b>Tasa de mortalidad perinatal (En el embarazo)</b>
<b>Tasa de mortalidad neonatal</b>
<b>Tasa de mortalidad menores de 5 años por 1.000 nacidos vivos</b>
<b>Tasa de fecundidad adolescente</b>

### 6.1.1.2 Indicadores de causas de muerte

Este grupo de indicadores muestra la cantidad de muertes por grupo de causa de muerte. Se esperaría que el número de muertes por cada 1.000 habitantes disminuya con el pasar del tiempo y que la proporción de muertes por enfermedades prevenibles disminuya mientras las muertes por enfermedades crónicas aumenten cuando el sistema de salud mejora. A continuación, se muestra un grupo de indicadores perteneciente a este grupo:

*Tabla 10 Indicadores causas de muerte*

<b>Indicador</b>
<b>Muertes por enfermedades prevenibles con vacunación (Prevalencia o incidencia)</b>
<b>Muertes por enfermedades de transmisión sexual (Prevalencia o incidencia)</b>
<b>Muerte por neoplastias malignas</b>
<b>Muerte por neoplastias de todo tipo</b>
<b>Muerte por trastornos mentales y del comportamiento</b>
<b>Muerte por enfermedades infecciosas y parasitarias</b>
<b>Muerte por Lesiones interpersonales</b>
<b>Muerte por Lesiones en accidente de tránsito</b>
<b>Mortalidad por insuficiencia cardiaca</b>
<b>Mortalidad por enfermedad cardiopulmonar, de la circulación pulmonar y otras formas de enfermedad del corazón</b>
<b>Mortalidad por enfermedades hipertensivas</b>
<b>Mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio</b>
<b>Mortalidad por enfermedades inmuno-defensivas</b>

### 6.1.1.3 Indicadores de enfermedades

Este grupo de indicadores se enfoca en las enfermedades que padece la población de una ciudad, tienen una clasificación parecida a la de muertes, pero busca entender el nivel general de salud de la población. A continuación, Se presenta una lista de indicadores seleccionados que se relacionan con este grupo:

*Tabla 11 Indicadores de enfermedades*

<b>Indicador</b>
<b>Enfermedades prevenibles con vacunación (Prevalencia o incidencia)</b>
<b>Enfermedades de transmisión sexual (Prevalencia o incidencia)</b>
<b>Tasa de incidencia de cáncer (Prevalencia o incidencia)</b>
<b>Prevalencia de desórdenes mentales severos</b>
<b>Infecciones respiratorias agudas</b>
<b>Enfermedades infecciosas y parasitarias</b>
<b>Lesiones interpersonales</b>
<b>Lesiones en accidente de tránsito</b>

### **6.1.2 Indicadores de capital humano**

Los indicadores de medición del sistema de salud relacionados con el recurso humano tienen que ver con la cantidad de profesionales de salud en la ciudad disponibles para la atención de los pobladores y el nivel de capacitación de estas personas.

*Tabla 12 Indicadores de recurso humano*

<b>Indicador</b>
<b>Índice de Rotación de personal</b>
<b>Densidad y distribución de los trabajadores en salud</b>
<b>Porcentaje de partos atendidos por personal calificado</b>
<b>Razón de médicos por cada 1.000 habitantes</b>
<b>Razón de enfermeros profesionales por cada 1.000 habitantes</b>
<b>Razón de odontólogos por cada 1.000 habitantes</b>
<b>Razón de auxiliar de enfermería por cada 1.000 habitantes</b>

### **6.1.3 Indicadores de instalaciones**

Este grupo de indicadores mide la capacidad de las instalaciones de un sistema de salud para atender las necesidades de los pacientes. A continuación, se puede observar un conjunto de indicadores relacionados con esta dimensión del sistema de salud:

*Tabla 13 Indicadores de instalaciones*

<b>Indicador</b>
<b>Tasa de ocupación de camas</b>
<b>Total de centros de atención en salud</b>

<b>Total centros de atención ambulatorios</b>
<b>Total centros de atención hospitalarios</b>
<b>Salas Quirúrgicas instaladas</b>

#### **6.1.4 Indicadores de suministro de medicamentos**

Los indicadores relacionados con el suministro de medicamentos buscan medir la capacidad del sistema para proveer a la población y a los centros de salud de las medicinas requeridas para atender las necesidades de la población. En la siguiente tabla, se encuentra una lista de indicadores relacionados con el suministro de medicamentos:

*Tabla 14 Indicadores de suministro de medicamentos*

<b>Indicador</b>
<b>Demanda de planificación familiar satisfecha con métodos modernos</b>
<b>Cobertura de Medicamentos</b>
<b>Porcentaje de Vacunación</b>
Disponibilidad de servicios y medicamentos esenciales

#### **6.1.5 Indicadores de tecnología**

Los indicadores de tecnología miden el nivel tecnológico de los centros de salud disponibles. A continuación, se muestran una serie de indicadores relacionados con esta dimensión de un sistema de salud inteligente:

*Tabla 15 Indicadores de tecnología*

<b>Indicador</b>
<b>Dispositivos médicos / Tecnologías esenciales</b>
<b>Diagnóstico de pacientes y dispositivos de examinación</b>
<b>Conectividad</b>
<b>Equipos de imágenes diagnósticas</b>
<b>Uso de dispositivos de asistencia a personas con discapacidad</b>

#### **6.1.6 Indicadores del servicio prestado**

Este grupo de indicadores se relación con la cobertura y calidad del servicio prestado. En la tabla 19, se puede observar una lista de indicadores relacionados

con la cobertura del sistema de salud a nivel de afiliación, acceso a los servicios y oferta de servicios en las diferentes regiones de la ciudad.

*Tabla 16 Indicadores de cobertura*

<b>Indicador</b>
<b>Cobertura de cuidado postparto</b>
<b>Acceso a los servicios de salud</b>
<b>Cobertura de programas de prevención en la población clave</b>
<b>Tasa anual de examinación de sangre</b>
<b>Acceso a servicios paliativos</b>
<b>Número de afiliados por tipo de régimen</b>
<b>Oferta de servicios de salud</b>
<b>Cobertura de ambulancia</b>

Por su parte, en la tabla 20, se encuentran los indicadores relacionados con la medición de la calidad del sistema de salud. En este grupo de indicadores se pueden encontrar las tasas de muertes por diferentes causas en las instalaciones hospitalarias, la percepción del paciente del servicio prestado y los tiempos de respuesta que tiene el sistema ante diferentes requerimientos de las personas, ya sea de solicitud de citas médicas, servicios de cirugía o atención ante emergencias.

*Tabla 17 Indicadores de calidad*

<b>Indicador</b>
Tasa de muertes preoperatorias
Utilización del servicio
Distribución de causas de muerte en las instalaciones de salud
Mortalidad por diagnósticos equivocados
Diagnósticos equivocados
Tasa de prevalencia de enfermedades tropicales descuidadas
Tasa de supervivencia al cáncer
Tasa de readmisión hospitalaria
Tiempo de espera para una cirugía electiva
Satisfacción del paciente
Disponibilidad general del servicio
Tasa de admisión a Hospitales
Tasa de cirugías
Tiempo de respuesta a emergencias médicas desde la llamada inicial

### 6.1.7 Indicadores de inclusión de otras comunidades

Este grupo de indicadores busca medir la interacción que tiene el sistema de salud con otras comunidades que prestan estos servicios como lo son Chamanes y parteras. Esta área no ha sido muy investigada, por ello, se presentan a continuación, indicadores propuestos relacionados con esta dimensión:

*Tabla 18 Indicadores de inclusión de otras comunidades*

Indicador
Número de partos atendidos por parteras
Porcentaje de población que usa métodos de curación alternativos

### 6.1.8 Indicadores de gobernanza

En esta dimensión, se muestra la eficiencia de las políticas en salud presentes en el país, así como la capacidad del sistema de salud para cumplir las exigencias nacionales e internacionales en este tema.

*Tabla 19 Indicadores de políticas y leyes*

Indicador
Capacidad de satisfacer las regulaciones internacionales de salud
Políticas que alienten un estilo de vida saludable
Políticas de afiliación al sistema de salud
Índice de políticas

### 6.1.9 Indicadores del entorno

En el modelo de sistema de salud de una ciudad inteligente, esta dimensión representa todos aquellos factores externos al sistema que interactúan con él y lo afectan. Siendo así, este grupo de indicadores se relaciona fuertemente con los factores de riesgo que pueden afectar la salud de la población como lo son la alimentación, los índices de violencia, el estilo de vida de los habitantes de la ciudad, el acceso a los servicios y los ingresos de la población. En la tabla 23, se muestran indicadores relacionados al estilo de vida de la población:

*Tabla 20 Indicadores de estilo de vida*

<b>Indicador</b>
<b>Prevalencia de Anemia</b>
<b>Sobrepeso</b>
<b>Bajo consumo de frutas y vegetales en adultos</b>
<b>Prevalencia de desnutrición global</b>
<b>Prevalencia de sobrepeso</b>
<b>Porcentaje de nacidos vivos con bajo peso al nacer.</b>
<b>Prevalencia de hipertensión arterial.</b>
<b>Prevalencia de colesterol total LDL mayor o igual de 240 mg/dl.</b>
<b>Prevalencia de colesterol HDL mayor o igual a 60 mg/dl.</b>
<b>Prevalencia de diabetes Mellitus informada</b>
<b>Mediana de lactancia materna exclusiva en menores de 6 meses</b>
<b>Actividad física insuficiente en adulto</b>
<b>Consumo de alcohol en grandes cantidades</b>
<b>Usuarios de drogas</b>
<b>Prevalencia del uso de tabaco</b>
<b>Población con acceso a servicios sanitarios básicos (Agua potable, luz, gas y alcantarillado)</b>
<b>Espacios recreacionales per cápita</b>
<b>Densidad neta de población</b>
<b>Número de embarazos en menores de 18 años</b>

Por su parte, la tabla 24 muestra los indicadores que afectan la salud de la población, relacionados al ambiente laboral de la ciudad y la pobreza que en ella se vive.

*Tabla 21 Indicadores laborales y de pobreza*

<b>Indicador</b>
<b>Tasa de desempleo Total</b>
<b>Producto interno bruto per cápita</b>
<b>Porcentaje de población en pobreza extrema</b>
<b>Inflación</b>
<b>Mortalidad por enfermedad laboral o accidente de trabajo acumulado</b>
<b>Tasa de enfermedades calificadas como profesionales por 100.000 afiliados</b>
<b>Tasa de accidentes calificadas como profesionales por 100 afiliados</b>
<b>Número de personas no afiliadas al sistema general de riesgos laborales</b>

## Cobertura de afiliación al Sistema General de Riesgos profesionales

Otro grupo de indicadores dentro de la dimensión de entorno corresponde al riesgo de sufrir lesiones e incluso morir por accidentes o hechos derivados de la violencia. En la siguiente tabla, se muestran algunos indicadores de esta clase:

*Tabla 22 Indicadores accidentalidad y violencia*

<b>Indicador</b>
<b>Tasa de uso de cinturón de seguridad</b>
<b>Uso de medios de transporte no motorizados</b>
<b>Casos de lesiones en accidente de tránsito</b>
<b>Tasa de homicidios</b>
<b>Mortalidad por intervención legal y operaciones de guerra, inclusive secuelas</b>
<b>Casos de violencia contra niños y adolescentes</b>
<b>Casos de violencia al adulto mayor</b>
<b>Casos de violencia de pareja</b>
<b>Casos de lesiones interpersonales</b>
<b>Casos de exámenes médicos legales por presunto delito sexual</b>

### **6.1.10 Indicadores del sistema de información**

En el área de sistemas de información, se busca que la ciudad tenga integrada la información de la población, de forma que esta sea accesible para los diferentes médicos que tratan a un paciente y para el paciente. Adicionalmente, esta información debe estar codificada y protegida para que no se vulnere el derecho a la privacidad de las personas y debe contar con las medidas de seguridad necesarias para que no sea robada o decodificada. Algunos indicadores relacionados a esta dimensión son:

*Tabla 23 Indicadores del sistema de información*

<b>Indicador</b>
<b>Reportes de muertes maternas</b>
<b>Cobertura del registro de nacimientos</b>
<b>Compleitud de los reportes por instalación</b>
<b>Hospitales con sistemas de reporte de eventos adversos y aprendizaje para la seguridad del paciente</b>
<b>Informes de muertes neonatales</b>

<b>Registros interconectados de doctores, hospitales y otros proveedores de salud</b>
<b>Privacidad de Datos</b>
<b>Porcentaje de subregistro de mortalidad</b>
<b>Número total de partos observados por registros de nacido vivo</b>
<b>Ciberseguridad</b>

### **6.1.11 Indicadores financieros**

La dimensión financiera tiene que ver con la forma en que el sistema de salud obtiene sus ingresos y como estos son distribuidos para lograr satisfacer las necesidades de la población de la ciudad.

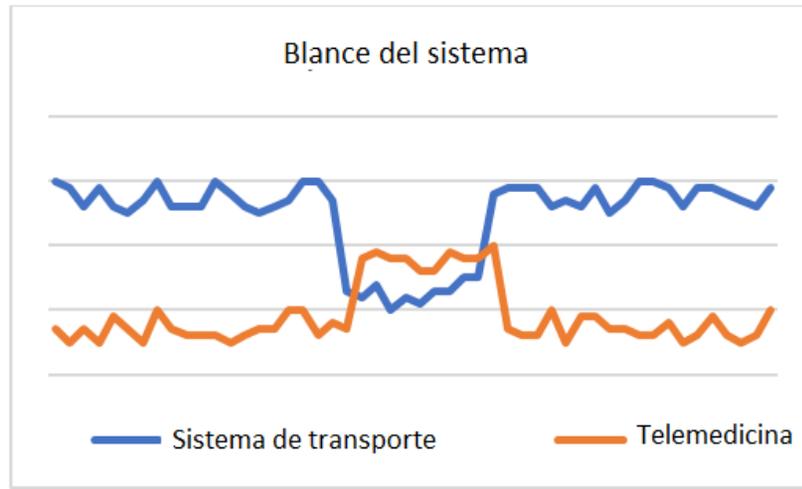
*Tabla 24 Indicadores financieros*

<b>Indicador</b>
<b>Porcentaje del gasto actual en salud</b>
<b>Pago propio del paciente por servicios de salud (% del gasto total en salud)</b>
<b>Financiación externa (% del gasto total en salud)</b>
<b>Gasto público per cápita en salud</b>

## **6.2 Medición de acciones inteligentes**

Una ciudad inteligente puede ser vista como un organismo vivo donde un fallo crítico de alguna de sus dimensiones llevaría a un fallo crítico en la ciudad como un todo (Philip Garnett, 2020). Adicionalmente, se espera que al igual que en un organismo vivo, cuando una de las dimensiones tenga dificultades, se espera que las otras dimensiones respondan de manera rápida para dar soporte al sistema y evitar un mayor deterioro en este (Periton, 2018).

A manera de ejemplo, se podría decir que, si una ciudad empieza a presentar problemas masivos de movilidad, la dimensión de salud reaccione y se observe un incremento en el uso de telemedicina para dar diagnóstico y tratamiento a distancia. Esta acción de pasar al teletrabajo para dar balance a un problema de transporte se consideraría una acción inteligente de la ciudad. En la siguiente figura, se puede observar el comportamiento de los indicadores que se esperaría encontrar cuando se generan este tipo de acciones:



*Figura 3 Balance del sistema de salud en una ciudad inteligente*

Adicional al comportamiento entre dimensiones de una ciudad, se puede considerar que una acción tomada por una ciudad es inteligente, cuando esta acelera la mejoría de los indicadores de la ciudad a los cuales le apunta (Kidwai & Saraph, 2019). Para evaluar si el indicador mejoró o no, primero se debe evaluar si la acción es de reforzamiento o de balance.

Una acción de reforzamiento es aquella que, al aplicarse, espera que el indicador asociado incremente su valor y un incremento en el valor del indicador asociado genere la necesidad de continuar aplicando esta acción. Por ejemplo, cuando hay una zona donde su población ha aumentado, se espera que se abran nuevos centros de salud. Al abrirse nuevos centros de salud, se espera que la zona sea más atractiva para otras personas aumentando la población en la zona. Se considera que esta acción es inteligente si el indicador presenta una aceleración en su mejora como se puede ver el caso de la acción 2 en la figura 3 (Kidwai & Saraph, 2019).

Por otro lado, una acción de balance espera que, al aplicarse, el valor del indicador asociado disminuya y que un aumento en el indicador relacionado requiera que se aplique la acción (Kidwai & Saraph, 2019). Como ejemplo se puede ver que, si aumenta el número de muertes de niños menores de cinco años, se requiera implementar programas de vacunación masiva y al implementar estos programas, se espera que el número de muertes de niños menores de cinco años disminuya. Una acción de balance inteligente sería la acción 4 de la figura 3. Los dos ejemplos mencionados se pueden observar gráficamente en la siguiente figura:

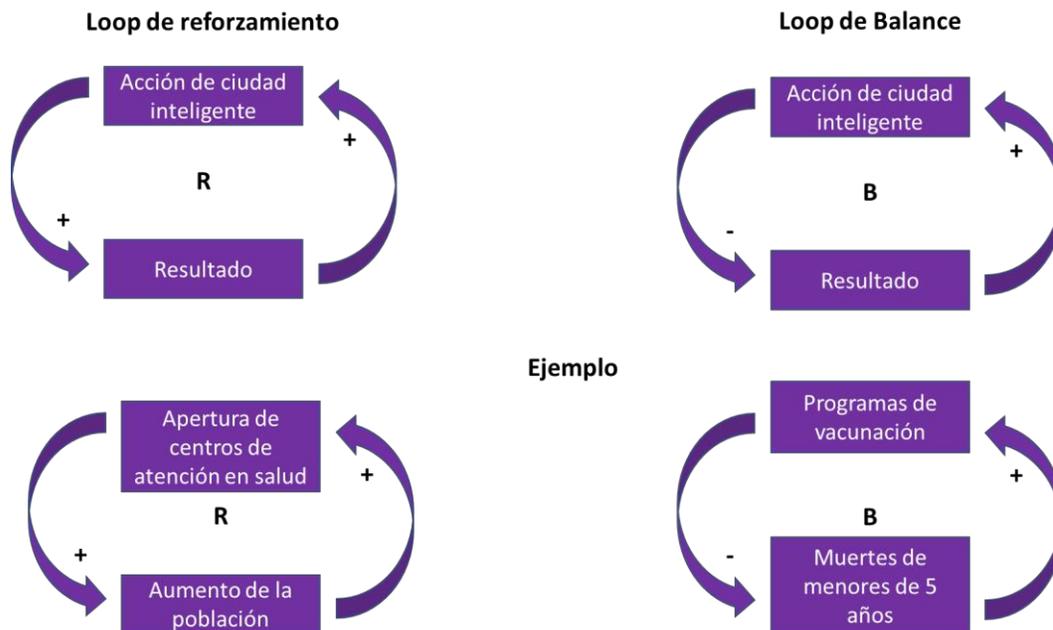


Figura 4 Acciones de reforzamiento y balance adaptado de Kidwai y Saraph (2019).

Una vez definida si la acción es de balance o de reforzamiento, se debe medir el indicador que esta acción busca mejorar. Luego se hace una evaluación de la evolución del indicador en el tiempo para mirar si la mejora presentada corresponde a un comportamiento incremental o a una mejora inteligente donde se ve una aceleración en la evolución de este.

A manera de ejemplo, la siguiente figura muestra el comportamiento esperado de cada una de las acciones mencionadas en la figura 5. En la gráfica que muestra la evolución de una acción de refuerzo, se puede observar que la acción 1 corresponde a una mejora incremental y la acción 2 corresponde a una acción inteligente. Para el caso de la acción de balance, se puede observar que la acción 3 presenta la mejora incremental y la 4 correspondería a una acción inteligente. Una característica importante de las acciones inteligentes es que estas perduren en el tiempo como se puede observar en las gráficas teóricas ya que no sirve dar solución acelerada a una problemática que tenga una ciudad si rápidamente también se vuelve a llegar al punto inicial.



**Figura 5 Acciones inteligentes.**

En la sección 8.2 se podrá observar la evaluación de los indicadores del sistema de salud de Bogotá y el análisis de los resultados obtenidos para poder encontrar si a lo largo de la historia, se han tomado acciones inteligentes referentes al sistema. Este análisis se realizará con los datos provenientes de los sistemas de información colombianos como el DANE.

## 7 Modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente

A continuación, se presentará el modelo de madurez propuesto para que un sistema de salud llegue a ser un sistema de salud inteligente. Los modelos de madurez permiten clasificar el estado en que el sistema se encuentra actualmente y generar acciones que permitan llegar al siguiente nivel. Los modelos de madurez pueden evolucionar en el tiempo para llegar a basarse en la medición de cómo se solucionan las problemáticas a las que la ciudad se encuentra.

Teniendo en cuenta las diferentes dimensiones de un sistema de salud en una ciudad inteligente, se definió el siguiente modelo de madurez donde se definen niveles de madurez por cada área. Se considera que un sistema de salud pasa de un nivel inferior a uno superior, cuando ha pasado al siguiente nivel en todas las áreas del sistema. Como se muestra en la siguiente figura:

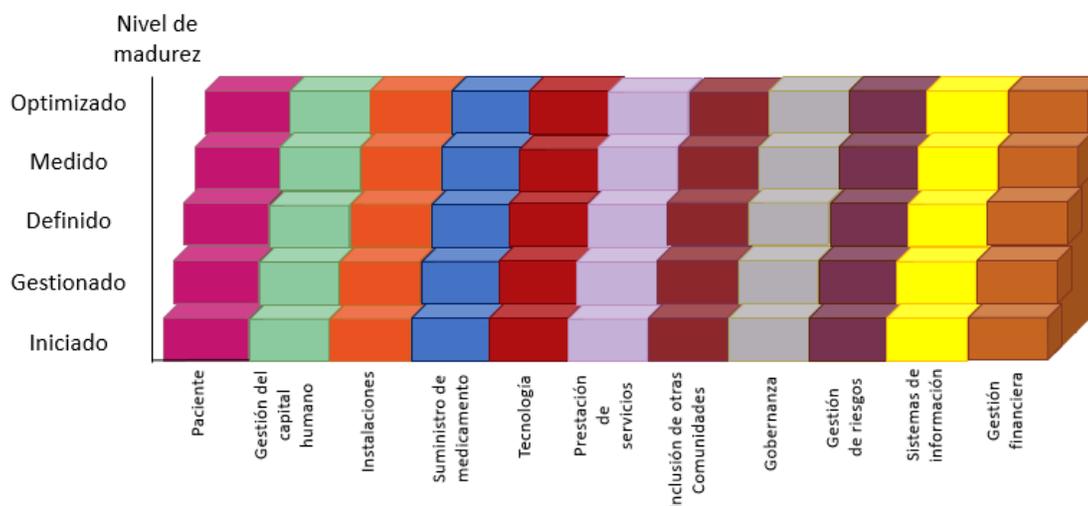


Figura 6 Modelo de madurez de un sistema de salud en una ciudad inteligente

A continuación, se explicarán a nivel general, las características que tendría un sistema de salud en cada uno de los niveles de madurez presentados:

1. **Iniciado:** El sistema de salud, resuelve las problemáticas a las que se enfrenta de manera reactiva, su proceso de planeación en las diferentes áreas es básico y no se presta la atención requerida por los pacientes pues hay falta de instalaciones, equipos y medicamentos. En este nivel, la medición de indicadores es básica y no se presentan acciones inteligentes.

2. **Gestionado:** El sistema de salud, empieza a desarrollar una estrategia y planes de acción para prestar mejor servicio a su población, esta estrategia es a corto plazo y busca atacar las problemáticas más urgentes a las que se enfrenta. Se presta una variedad más amplia de servicios a los pacientes, pero aún las necesidades de la población quedan insatisfechas. El sistema de salud ya tiene definidos los indicadores claves que debe medir y se presentan mejoras en algunos de estos, pero aún no se presentan acciones inteligentes en el sistema.
3. **Definido:** En el sistema de salud se pueden atender casi todas las enfermedades que presenta la población, pero esta atención se enfoca en las grandes urbes y no en los centros rurales que las rodean. La población empieza a tornar de tener enfermedades prevenibles a enfermedades crónicas, se logra atender a la mayoría de la población de las ciudades en los centros existentes y se puede evidenciar la presencia de por lo menos una acción inteligente en los últimos 10 años relacionada con la estrategia del sistema de salud previamente definida.
4. **Medido:** El sistema de salud tiene programas de prevención en salud enfocados a las problemáticas que más afectan a la población y que tienen en cuenta la estrategia que el sistema de salud ha planteado teniendo en cuenta a los diferentes actores involucrados. Se presenta por lo menos una acción inteligente en los últimos cinco años relacionada con la estrategia del sistema de salud. Se logra atender los requerimientos de la población urbana pues hay centros de atención suficientes y la tecnología necesaria para dar tratamiento a las personas que lo requieran.
5. **Optimizado:** El sistema tiene una estrategia de mejora definida a corto mediano y largo plazo donde se incluye a todos los actores que están involucrados con la salud de la población, tiene programas de prevención en salud y hay centros de investigación donde buscan dar cura a enfermedades huérfanas. Se puede dar atención especializada a las personas de los centros urbanos, pero también a las zonas rurales aledañas a la ciudad haciendo uso de la tecnología existente. Se puede brindar tratamiento a las personas desde diferentes lugares de la ciudad y se cuenta con los profesionales requeridos para atender la población. En este nivel, la ciudad presenta acciones inteligentes en la solución de las problemáticas que más deterioren la salud de su población en los últimos cinco años y cuenta con un sistema de medición de indicadores y gestión de información avanzado.

A continuación, se muestra área por área los niveles de madurez definidos teniendo en cuenta la revisión de literatura y adaptándolos al contexto de salud y la

descripción de las prácticas que permitirían identificar en qué nivel se encuentra el sistema de salud:

## 7.1 Paciente

Esta dimensión tiene que ver con el estado general de salud de una población en una ciudad inteligente. Para esta dimensión se establecieron los siguientes niveles:

1. **Iniciado:** La población en general no tiene un seguimiento en su estado de salud, hay un elevado número de muertes por enfermedades infecciosas o que se pueden prevenir con vacunación, la población cura sus síntomas en casa y únicamente utiliza los servicios médicos cuando la gravedad de la enfermedad ha aumentado.
2. **Gestionado:** Las personas comienzan a realizar seguimiento del estado de salud de la población. Sin embargo, la gran mayoría aún muere por enfermedades prevenibles con tratamiento temprano. Y tienen enfermedades que se podrían prevenir.
3. **Definido:** Aumenta la conciencia de la población en realizar seguimiento a su estado de salud, la población empieza a migrar de tener enfermedades previsibles a enfermedades crónicas, la esperanza de vida de la población aumenta de manera considerable y hay mayor conciencia del momento en el que se debe acudir a un servicio hospitalario.
4. **Medido:** La mayoría de población cuenta con programas de prevención en salud, la tasa de mortalidad por enfermedades prevenibles disminuye drásticamente dando paso a enfermedades crónicas con las cuales una persona puede vivir décadas si está bajo tratamiento.
5. **Optimizado:** La mayoría de la población muere de enfermedades crónicas, todos tienen acceso a planes de prevención en salud y hay una alta conciencia de autocuidado y estilo de vida saludable.

## 7.2 Gestión del capital Humano

En esta dimensión se tiene en cuenta la formación del capital humano que trabaja en el sistema de salud, así como la forma en que este es gestionado dentro del sistema. Para ello, se establecieron los siguientes niveles:

1. **Iniciado:** El sistema de salud cuenta con entrenamiento técnico a los profesionales en salud, pero este es aislado. Por su parte la gestión de capital humano no cuenta con apoyo de los altos mandos y no existen planes de

formación de profesionales requeridos en el sistema. Adicionalmente, no se realizan escaneos de la cultura organizacional. No hay involucramiento de los profesionales en salud en las actividades de recursos humanos.

2. **Gestionado:** El entrenamiento de los profesionales en salud se alinea con la gestión operacional del sistema. Los altos mandos empiezan a percibir la importancia de la gestión del capital humano en el sistema de salud y se empiezan a desarrollar planes de formación aislados.
3. **Definido:** La visión del entrenamiento al capital humano del sistema de salud se empieza a percibir como un medio para lograr los objetivos del sistema y poder mejorar. Estos planes aún son reactivos a las necesidades del entorno, pero se ve un mayor involucramiento de los dirigentes del sistema y planes de formación a nivel de organización.
4. **Medido:** Para la estrategia y los planes de acción del sistema de salud, se tienen en cuenta el entrenamiento y posibilidades de aprendizaje tanto de profesionales en salud como de todos los otros colaboradores que brindan apoyo al sistema. Los planes empiezan a ser proactivos y se da un análisis continuo del ambiente a nivel de organización. Los planes de formación se extienden a nivel de sistema. Se empiezan a formar alianzas con proveedores y otros sectores de la ciudad y se consulta a los empleados cuando hay temas relacionados con recursos humanos.
5. **Optimizado:** El entrenamiento y aprendizaje permiten el desarrollo de la estrategia del sistema de salud. Las estrategias de gestión del capital humano son proactivas, se tiene un análisis constante del ambiente interno del sistema por medio de herramientas de escaneo, todos los miembros del sistema están involucrados en las tareas importantes y se tienen herramientas de mentoring que permiten alcanzar los objetivos planteados a largo plazo.

### 7.3 Instalaciones

Las instalaciones se refieren a la infraestructura física que posee una ciudad para poder brindar atención en salud a su población. En esta dimensión del sistema de salud podemos verlos siguientes niveles:

1. **Iniciado:** Se cuentan con escasos centros de atención prioritaria y atención hospitalaria. Estos centros solo tienen capacidad para atender a un bajo porcentaje de la población y se encuentran abarrotados de personas. El número de salas quirúrgicas es insuficiente y las instalaciones con las que

cuentan los centros de atención en salud permiten dar tratamiento básico a la población.

2. **Gestionado:** El número de centros hospitalarios y de atención prioritaria es mayor y permite atender a la mayoría de la población, se empiezan a ver algunos centros de atención especializada que permiten tratar una gama más amplia de enfermedades.
3. **Definido:** Hay centros de salud especializados que permiten el tratamiento de diversas enfermedades, sin embargo, los centros hospitalarios aún cuentan con elevadas cifras de hacinamiento y no es posible atender a toda la población.
4. **Medido:** Existen centros especializados en diferentes tipos de enfermedades, las cifras de hacinamiento en centros hospitalarios y de atención médica son bajos y existen mecanismos de atención como la telemedicina donde se permite atender a la población desde diferentes puntos donde se encuentre.
5. **Optimizado:** Se cuenta con instalaciones hospitalarias de alto nivel, es posible atender a la población que requiere ayuda en estas instalaciones, hay salas quirúrgicas con equipos especializados y hay una red que permite la atención a la población en cualquier punto de la ciudad ya sea en la casa de las personas, en el transporte público, en un parque o en el trabajo.

#### 7.4 Suministro de medicamentos

En la dimensión de suministro de medicamentos, se busca lograr que haya disponibilidad de medicamentos precisa para las necesidades de los ciudadanos, balanceados con la eficiencia financiera y de espacios disponibles. A continuación, se explica cada uno de los niveles en esta área:

1. **Iniciado:** En el sistema de salud, no planea las cantidades a comprar, no existe un proceso de rastreo de la calidad de las entregas y se realiza una distribución no gestionada y no existen estudios de demanda que permita predecir qué medicamentos se requieren en un momento determinado. A nivel de estrategia, no existe una estrategia de compras que permita seleccionar proveedores de acuerdo con criterios previamente establecidos ni una estrategia de almacenamiento que permita disminuir costos.
2. **Gestionado:** El sistema de salud empieza a reconocer la importancia de la comunicación con sus proveedores y población atendida. La selección de proveedores se basa en especificaciones definidas por un grupo de

personas, se desarrollan programas para la entrega de productos, pero no existen sistemas de rastreo de calidad, se empieza a notar la importancia de gestionar los almacenes de medicamento de forma estratégica y se toman algunas acciones para reducir costos y hay presencia de ventas por diferentes canales.

3. **Definido:** Existe una mejor comunicación entre el sistema de salud, sus proveedores y población atendida, la selección de proveedores se basa en un proceso donde se involucra a los interesados internos del sistema. Hay programas para la entrega de medicamentos y se rastrea la calidad de entrega de medicamentos de demanda impredecible y se realiza una gestión estratégica de almacenes, se permite la venta de medicamentos por internet y se tiene una predicción de los requerimientos de medicamentos en la ciudad en un mediano plazo.
4. **Medido:** La selección de proveedores se basa en un proceso donde se involucra a todos los interesados del sistema, existe una buena comunicación entre el sistema, los proveedores y la población atendida, se empieza a formar un equipo en optimización de entregas y se predice la demanda de medicamentos a un mediano plazo.
5. **Optimizado:** El sistema de salud busca optimizar sus procesos de adquisición de medicamentos, tienen un software para manejar requerimientos, la selección de proveedores se determina por un proceso donde intervienen todos los interesados, hay un equipo especializado en optimización de entregas, se ve la medición como elemento fundamental en la gestión de almacenes y la demanda de medicamentos se predice al largo plazo.

## 7.5 Tecnología

En la dimensión de tecnología, se busca que la ciudad cuente con la tecnología apropiada para la atención de su población. A continuación, se presentan los niveles de madurez relacionados a esta dimensión:

1. **Iniciado:** La ciudad cuenta con tecnología básica para la atención de sus ciudadanos. Muchas de las enfermedades que estos tienen no se pueden tratar adecuadamente y el personal de salud debe buscar la forma de brindar la atención requerida con los medios disponibles.
2. **Gestionado:** La ciudad cuenta con la tecnología básica para la atención de sus ciudadanos y con ella pueden tratar la mayoría de las enfermedades que

presentan los pacientes. Sin embargo, la cantidad de equipos disponible no es suficiente para dar atención a toda la población.

3. **Definido:** La tecnología disponible permite dar tratamiento a la mayoría de los pacientes y la mayoría de las enfermedades que sufre la población.
4. **Medido:** El sistema de salud está a la vanguardia de la tecnología actual, sin embargo, esta está disponible para algunos sectores de la población.
5. **Optimizado:** El sistema se encuentra a la vanguardia en el uso de tecnologías para el tratamiento de los pacientes, hay constantes investigaciones relacionadas con nuevas formas de brindar atención a los ciudadanos y esta tecnología es accesible para la mayoría de la población.

## 7.6 Prestación de servicios de salud

En un sistema de salud, la prestación de servicios hace referencia a la atención que se le brinda al paciente. En esta dimensión se plantean los siguientes niveles basados en el modelo CMMI:

1. **Iniciado:** En este nivel el sistema de salud presta un servicio más que todo reactivo y se atienden los pacientes cuando ya han llegado a un punto donde su enfermedad estalla. La atención es demorada y normalmente se presentan sobrecostos. La siguiente práctica se debe estar realizando para que un sistema de salud se encuentre en ese nivel.
2. **Gestionado:** El sistema de salud empieza a planear proyectos que permitan mejorar la atención prestada a los pacientes. Estos proyectos son medidos y controlados. Aún se presentan altos tiempos de espera para poder ser atendidos y a pesar de tener procesos definidos, estos se rompen cuando el sistema se enfrenta a una situación de crisis.
3. **Definido:** Se empiezan a generar programas de prevención en salud. El sistema cuenta con estándares para la prestación de servicios a pacientes y cuentan con una hoja de ruta de proyectos que permitirán mejorar la atención.
4. **Medido:** El sistema de salud cuenta con un plan de desarrollo a largo plazo que puede ser medible de forma cuantitativa. Este plan de desarrollo se alinea a las necesidades tanto de la población como de los profesionales en salud y el gobierno y puede ser medido basándose en Datos. El plan de trabajo permite priorizar la realización de proyectos del sistema de salud de acuerdo con el beneficio que generen para todos los interesados.

5. **Optimizado:** El sistema de salud hace que las diferentes áreas de este revisen sus procesos, servicios y proyectos contantemente para identificar y aprovechar las oportunidades que traen los cambios en el entorno y poder reaccionar rápidamente ante nuevas necesidades primordiales de servicios requeridos por la comunidad.

### 7.7 Inclusión con otras comunidades (Chamanes, parteras, etc.)

Esta dimensión hace referencia a la inclusión de las comunidades como chamanes y parteras dentro del sistema de salud de la ciudad inteligente. A continuación, se muestran los niveles de madurez asociados a esta dimensión:

1. **Iniciado:** No se tiene reconocimiento dentro del sistema de salud de métodos de medicina alternativa ni se incluyen en planes ni programas comunidades como parteras y chamanes.
2. **Gestionado:** Se reconoce el efecto beneficioso de algunos tratamientos naturales, pero estos son contados y poco recomendados por los médicos tratantes.
3. **Definido:** Se inician a realizar estudios sobre tratamientos alternativos que provienen de las otras comunidades, sin embargo, estas no se reconocen como parte del sistema de salud y pocos médicos recomiendan el uso de estos tratamientos alternativos.
4. **Medio:** Se reconoce a las otras comunidades como fuentes alternativas de tratamiento en salud, sin embargo, estas no son reconocidas como parte del sistema de salud de una ciudad inteligente.
5. **Optimizado:** Se reconocen a las otras comunidades como parte del sistema de salud de una ciudad inteligente, se realizan investigaciones de la efectividad de sus métodos de tratamiento y el sistema hospitalario y de medicina natural trabajan de la mano para brindar servicios de salud a su población.

### 7.8 Gobernanza

Esta dimensión está relacionada con las políticas que se generan en el sistema de salud y como este es gestionado. Lo anterior, con miras a generar un ambiente de confianza y transparencia que satisfaga las necesidades de la población. En esta dimensión el modelo de madurez tiene los siguientes niveles:

- 1. Iniciado:** Se tienen leyes que definen claramente la forma en que el sistema debe funcionar. Adicionalmente, en las diferentes instituciones pertenecientes a este, se realizan comités directivos donde identifica los mínimos requerimientos legales que debe seguir y desarrolla sus objetivos para lograr seguirlos. Sin embargo, el sistema legal es débil por lo que requieren intervención constante por parte de los entes reguladores. En términos de procesos, políticas y marcos de referencia, los colaboradores no le dan relevancia.
- 2. Gestionado:** Tanto a nivel de gobierno, como a nivel organizacional, los diferentes actores comprenden la importancia de seguir las leyes y regulaciones existentes. Sin embargo, los sistemas de gobernanza como al aún son cuestionados. A nivel de organizaciones, los comités definen políticas, procedimientos y guías.
- 3. Definido:** Los objetivos, políticas procedimientos y documentación están regulados en la organización y a nivel de gobierno. Hay una definición clara de los roles de los gobernantes, directivos y ejecutivos. Se maneja medición de resultados por indicadores y tableros de mando y las decisiones tomadas son proactivas y tienen en cuenta a los diferentes interesados.
- 4. Medido:** Hay una estructura claramente definida a nivel de gobierno y de organizaciones asociadas al sistema de salud. Se realizan auditorias por parte del gobierno y también auditorías internas en la organización. La estructura organizacional, permite definir habilidades que deben tener los ejecutivos de las diferentes áreas. En términos de atención al paciente, los centros de salud piensan en prestar un servicio que se diferencie de la competencia y no únicamente dar tratamiento a los pacientes.
- 5. Optimizado:** La interpretación de la ley que rige el sistema de salud se da de manera proactiva. Todos los colaboradores siguen todas las políticas, procedimientos y guías implementadas tanto por el gobierno como por las diferentes instituciones dentro del sistema de salud. La gestión a nivel de gobierno y a nivel de organizaciones, se muestra de manera abierta lo que demuestra transparencia.

## 7.9 Gestión de riesgos

En un sistema de salud, los riesgos son todos aquellos factores externos al sistema, que afectan la salud de la población. Siguiendo lo planteado por los Autores Hopkinson, Kaassis y Bardi (Martin Hopkinson, 2016) (Kaassis & Badri, 2018):

1. **Iniciado:** En este nivel, el sistema de salud no tiene procesos definidos para gestionar los riesgos de salud a los que está expuesta la población.
2. **Gestionado:** El sistema cuenta con procesos definidos utilizados para gestionar riesgos, pero en la práctica, existen defectos en la implementación.
3. **Definido:** Las decisiones tienen en cuenta el proceso de gestión de riesgos, pero aún hay que pulir temas de diseño e implementación para sacar el mayor provecho del proceso.
4. **Medido:** Existe un proceso de gestión de riesgos formal que permite detectar diferentes escenarios y definir de ante mano respuestas administrativas a la posible materialización de los riesgos identificados.
5. **Optimizado:** La empresa considera de gran relevancia tener en cuenta el proceso de gestión de riesgos a la hora de desarrollar la estrategia organizacional. Se pueden tomar decisiones realizando un análisis de riesgos de forma que se minimicen y se puedan conseguir los objetivos planteados.

## 7.10 Sistemas de información

Para esta dimensión se definieron cinco niveles relacionados con la cobertura e integración del sistema de información en el sistema de salud.

1. **Iniciado:** Se tiene un sistema de información que abarca a un solo hospital o a hospitales aislados, se registra información operativa, de pacientes y financiera en el sistema.
2. **Gestionado:** En este nivel ya se empieza a utilizar la digitalización e internet en el manejo de información y comunicación con los pacientes. El sistema de información abarca instituciones hospitalarias, farmacias y laboratorios pertenecientes a la misma empresa y se incluyen en el sistema de información el departamento de finanzas, logística y recursos humanos. Adicionalmente, se maneja información de los diferentes departamentos de los hospitales. Adicionalmente, se hacen uso de estándares o mejores prácticas existentes para el manejo de la información en la organización. El sistema de información está totalmente conectado y no requiere el uso de papeles.
3. **Definido:** El sistema de información es avanzado, hay entradas de órdenes de compra computarizadas. Hay recolección de información que puede ser

analizada por centros educativos en medicina y estudiantes. No hay uso de papeles para el manejo de información.

4. **Medido:** Se incluyen hospitales, proveedores y farmacéuticas. Hay investigación basada en la prescripción médica y la reacción de los pacientes. También se tiene conectado el gobierno en el sistema de información. El sistema de información cubre una región del país y hay un reporte electrónico del estado de salud de los pacientes.
5. **Optimizado:** Se involucra el gobierno del país. Al estar los datos de las diferentes regiones totalmente agregados, el gobierno hace uso de ellos para tomar decisiones. Ya se cuenta con monitoreo remoto de pacientes y telemedicina.

### 7.11 Gestión Financiera del sistema

Sin importar si la prestación de servicios de salud es subsidiada por el gobierno, subsidiada por el paciente o corresponde a un modelo mixto, se puede identificar el estado de madurez de la gestión financiera del sistema en los siguientes niveles:

1. **Iniciado:** El sistema de salud cuenta con prácticas de gestión financiera, pero estas se alejan de las necesidades diarias de este.
2. **Gestionado:** Las prácticas financieras que tiene el sistema de salud, le permiten el funcionamiento diario, pero no brindan apoyo para el desarrollo de proyectos de mejora de este.
3. **Definido:** Las prácticas financieras del sistema de salud le permiten funcionar en condiciones estables, pero no brindan el soporte necesario cuando el sistema se enfrenta a momentos de crisis o epidemias.
4. **Medido:** El sistema de salud cuenta con prácticas financieras efectivas que le dan soporte en momentos de estabilidad y de crisis, así como le permiten el desarrollo de proyectos de mejora.
5. **Optimizado:** Las practicas financieras con las que cuenta el sistema de salud le permite anticiparse a momentos de crisis y actuar ante las oportunidades que se presentan en los tiempos de cambio de forma que se optimiza el funcionamiento del sistema y se logran desarrollar proyectos de mejora continua.

## **8 Caso de estudio Bogotá**

Para validar el sistema de medición propuesto y el modelo de madurez para un sistema de salud en una ciudad inteligente, se tomó como caso de estudio la ciudad de Bogotá. Bogotá es una ciudad colombiana, situada en 2019 en la posición 117 del ranking cities in motion que clasifica a las ciudades en inteligencia alta, llegando a alta, media, baja y muy baja. En este caso Bogotá se encuentra clasificada dentro de las ciudades que tienen inteligencia media (IESE Business School, 2017).

### **8.1 Análisis de madurez del sistema de salud Bogotano**

En esta sección se puede observar el análisis del estado de madurez en el que se encuentra el sistema de salud Bogotano por cada una de sus áreas y se determinará el nivel de madurez global del sistema de acuerdo con el modelo propuesto.

#### **8.1.1 Paciente**

En cuanto a cobertura en salud, para el 2018, el 95% de la población colombiana contaba con afiliación al sistema de salud. Adicionalmente, en el 2018 se actualizó y amplió el plan de tratamiento en salud para los pacientes (Uribe Restrepo et al., 2018).

Por su parte, la prevención de enfermedades tuvo un avance en 2018 con el incremento de las coberturas en vacunación que pasó en la triple viral del 93,1% en 2017 al 95,2% en 2018 y en la pentavalente del 91,6% al 92,5%. Adicionalmente, se implementaron planes en prevención para eliminar la Malaria y la Tuberculosis (Uribe Restrepo et al., 2018).

En cuanto a las enfermedades por las que mueren los Bogotanos, en 2018, se evidenció que en su mayoría se presentaron por tumores malignos y enfermedades del sistema circulatorio seguidas por las enfermedades crónicas. Las muertes por enfermedades infecciosas y parasitarias aún se encuentran en un lugar alto dentro de las causas de muerte en Bogotá en un quinto puesto (DANE, 2018).



*Figura 7 Causas de muerte en Bogotá 2018. Tomado del DANE*

Como se puede observar, el sistema de salud Bogotano hace seguimiento al estado de salud general de su población y genera un plan de trabajo para atacar las causas más importantes que afectan la salud de los bogotanos. A nivel de mortalidad, se observa que las principales causas de defunciones están asociadas al cáncer, enfermedades del sistema circulatorio y enfermedades crónicas, sin embargo, las muertes infecciosas y parasitarias aún se encuentran dentro de las 5 causas principales de muertes en Bogotá, por lo que se clasifica el sistema de salud Bogotano en el nivel medido para la dimensión de población.

### **8.1.2 Gestión del capital Humano**

Las diferentes entidades involucradas en el sistema de salud Bogotano cuentan con definición de cargos y roles, así como los perfiles de los profesionales en salud requeridos por el sistema (Uribe Gaviria et al., 2016). Adicionalmente, el sistema de salud Bogotano se rige por la política nacional del talento humano en salud que incluye metas de formación como tener para el 2030, 44,5 profesionales en salud por cada 10 mil habitantes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018). A nivel de sistema, la formación de profesionales de salud se genera en las instituciones educativas que deben incluir dentro de sus programas las prácticas profesionales para que los profesionales en salud salgan de estas con experiencia en el tratamiento de pacientes.

Sin embargo, al año 2018 aún no se contaba con un instrumento para medir la calidad y pertinencia de la formación recibida por los profesionales en salud. A nivel de formación del capital humano una vez han salido de las instituciones universitarias no se encuentra un plan de formación macro para Bogotá, sino que cada IPS o profesional independiente está encargado de la formación a nivel institucional o personal (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018). A pesar de ello, desde el ministerio de salud, se establecen una serie de estrategias y líneas de acción para poder tener la cantidad de profesionales en salud requeridos para suplir la demanda de servicios de salud en la población. En ellas hace referencia al MIAS (Modelo integral de atención en salud), donde se definen estrategias y lineamientos para definir procesos de formación y gestión del desempeño del talento humano (Ministerio de Salud y Protección Social, 2018).

En cuanto a rastreo del recurso humano, el sistema de salud Colombiano, y por ende, el Bogotano cuenta con un registro único de talento humano en salud (ReTHUS) que permite consultar y verificar quienes están autorizados para ejercer la profesión en salud en Colombia (Uribe Restrepo et al., 2018).

Se ubicará al sistema de salud bogotano en el nivel 3 ya que se muestra interés de los dirigentes en desarrollar planes de formación del talento humano, pero se presentan dificultades de medición de la calidad de los planes y los planes dependen de cada institución prestadora de servicios de salud por lo que no se tiene un control a nivel de sistema del estado de capacitación de todos los profesionales en salud que laboran en el mismo.

### **8.1.3 Instalaciones**

De 2015 a 2019, se instalaron en Bogotá 40 centros de atención prioritaria en salud con servicios de medicina especializada básica que permiten atender un gran porcentaje de los requerimientos en salud de los bogotanos y descongestionar los

servicios de urgencias. Lo anterior permitió pasar de un 250% de ocupación urgencias en 2015 a un 103,4% en 2019 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).

Adicionalmente, en el tema de investigación, Bogotá cuenta con un instituto distrital de ciencia, biotecnología e innovación en salud (IDCBIS). Esto permite investigar en servicios especializados de biotecnología que permitan dar tratamiento avanzado a enfermedades raras. Adicionalmente, se cuenta con un banco público de tejidos multipropósitos donde se guardan diferentes tipos de tejidos y células para poder realizar trasplantes de médula ósea, dar tratamiento a pacientes con quemaduras graves y poder dar tratamiento a pacientes con enfermedades como leucemia (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).

Con los datos obtenidos, se clasifica al sistema de salud bogotano en definido pues a pesar de contar con centros médicos especializados que permiten atender la mayoría de requerimientos en salud de los habitantes de la ciudad, aún cuenta con cifras de ocupación de emergencias que superan el 100% y aún no es común la práctica de uso de telemedicina en la ciudad ya que hasta el 2019 se definió la resolución 2654 que permitiría regular este aspecto de los servicios en salud y a partir de allí falta que los diferentes organismos en salud, adopten esta nueva tecnología y abran al público la modalidad (Ministerio de salud y protección social, 2019).

#### **8.1.4 Suministro de medicamentos**

En Bogotá, el suministro de medicamentos se rige por la política farmacéutica nacional creada en el 2012. En esta política se hace referencia a la ley 100 donde se define el concepto de lista de medicamentos esenciales que deben estar incluidos en el plan obligatorio de salud. Adicionalmente, se creó la comisión nacional de precios de medicamentos (CNPM) y el instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos (INVIMA) (Ministerio de salud y Protección social - MSPS, Ministerio de comercio, Ministerio de educación nacional, Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, & Ministerio de relaciones exteriores, 2012). Adicionalmente, Bogotá cuenta con un banco de precios de medicamentos llamado SISMED sin embargo este sistema es considerado difícil de usar (Ministerio de salud y Protección social - MSPS et al., 2012).

Por otro lado, entre el 2013 y 2018 se presentaron eventos de desabastecimiento de 55 medicamentos que se relacionan en su mayoría con problemas de abastecimiento de los proveedores y problemas de fabricación de estos ya que en este gremio normalmente existen uno o dos oferentes. También se han presentado casos de discontinuación del producto, desabastecimiento de materia prima y modificaciones del registro sanitario. Por el lado de gestión de la demanda de

medicamentos, únicamente el 4% de los casos se presentó debido a un aumento de demanda inesperado (ELESPECTADOR.COM, 2018).

Finalmente, el sistema de salud bogotano se rige para la compra y suministro de medicamentos con la guía para la planeación, recepción, distribución, seguimiento y control de medicamentos y tecnologías de salud adquiridos a través de compra centralizada. En esta guía, a nivel de planeación, se especifica una actividad de identificación de necesidades donde se evalúan variables como el histórico epidemiológico, variables financieras, de acceso y de mercado. Esto permite predecir cuál va a ser el comportamiento de la demanda para elaborar el plan anual de adquisición de medicamentos y tecnologías en salud. A partir de la identificación de necesidades de medicamentos, la guía establece todo el procedimiento para solicitar y aprobar la compra de estos incluyendo procesos como la generación de una lista de medicamentos y tecnologías a adquirir, la identificación de las fuentes de financiación, el giro de recursos y la formalización de la compra (Ministerio de salud y protección social, 2018).

Al tener formas de predecir la demanda de medicamentos, un proceso definido de planeación de compra de medicamentos y suministro de estos, se evalúa el sistema en el nivel medido (Nivel 4) pues aún se enfrenta a dificultades de manejo de los proveedores por su escasez y esto lleva a que haya eventos de desabastecimiento de medicamentos que requieren los pacientes.

### **8.1.5 Tecnología**

En términos de investigación e innovación Bogotá cuenta con una política distrital de ciencia, tecnología e innovación para la salud donde se expone el plan de ciencia, tecnología e innovación para la salud del 2021 al 2022 (Alcaldía Mayor de Bogotá, n.d.). Adicionalmente, desde 2012, Bogotá cuenta con el Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS) que busca fortalecer la investigación nacional en evaluación de tecnologías de la salud (INS, 2012).

De igual forma, en 2019, Bogotá lanzó la plataforma “Bogotá salud digital” a través de la cual se busca transformar el sector salud para brindar una mejor atención a sus ciudadanos (MinTic, 2019). Con los acontecimientos del COVID-19, el sistema de salud colombiano otorgó el primer permiso temporal para la realización de pruebas técnicas para la aplicación del 5G que permite al gobierno medir la temperatura corporal de las personas en diferentes espacios apoyando así las acciones de control de la pandemia (MinTic, 2020). Además, el gobierno generó protocolos de bioseguridad para hacer la apertura progresiva de sus sectores económicos, se envió recursos adicionales al sistema de salud para la adquisición de ventiladores y equipos médicos (Gobierno Colombiano, 2020).

Para añadir, antes de enfrentarse a la pandemia, el gobierno colombiano estaba realizando investigaciones y desarrollos tecnológicos en compañía de investigadores de otros países para dar solución al dengue por medio del uso de biotecnología. Por otro lado, el clúster de salud Medellín Health City promueve proyectos de investigación que permita atender las necesidades de los pacientes a través de nuevos servicios clínicos, transformación digital y desarrollo de productos tecnológicos; Por su parte, el Colciencias, apoya la investigación en proyectos que buscan mejorar el nivel tecnológico en el sistema de salud colombiano. Estos son algunos ejemplos del interés del gobierno colombiano en el desarrollo tecnológico del sector y esto ha permitido tener avances en el diagnóstico, tratamiento, prevención, manejo de residuos hospitalarios, manejo de tejidos para el banco de tejidos (Pizarro Correal, 2018).

Con la información anterior, se ubicó al sistema de salud Bogotano, que hace parte del sistema de sistema de salud colombiano en el nivel definido pues cuenta con tecnologías que permite tratar a la mayoría de los pacientes y enfermedades que enfrentan, pero aún no se encuentra a la vanguardia de tratamientos. Sin embargo, se evidencian los altos esfuerzos por desarrollar la tecnología que requieren para dar solución a las problemáticas particulares en salud del país y el territorio.

#### **8.1.6 Prestación de servicios de salud**

El sistema de salud Bogotano cuenta con una serie de acciones que promueven y revienen la salud de los bogotanos que están enmarcadas dentro del “Programa preventivo Integral para los ciudadanos”. Algunos de los programas de prevención buscan disminuir la maternidad adolescente, incentivar los hábitos de vida saludables, disminuir la violencia de género (Secretaría de Salud de Bogotá, 2016).

Cada 4 años, la alcaldía presenta un plan de desarrollo del sector salud para los 4 años de mandato del dirigente elegido, teniendo en cuenta un análisis detallado de la situación actual del sistema de salud. En el análisis del sistema de salud Bogotano presentado por la secretaria de salud pública en el 2018, se identificó que, si bien los índices de vacunación han mejorado, aún Bogotá no ha logrado volverse un territorio anti-Polio ni la triple viral. También se identificó que las principales causas por las que la población presenta dificultades para acceder a los servicios de salud son la dificultad de accesibilidad administrativa (41,5%), inconsistencias del sistema de información y aseguramiento (18,9%) y la prestación inoportuna de los servicios médicos (17%) (Subsecretaría de salud Pública, 2018). Por otro lado, en cuanto a la prestación del servicio de salud como tal, Bogotá cuenta con estándares tecnológicos, procedimentales y los prestadores de salud están regulados por el ministerio quien los autoriza a prestar sus servicios de cumplir con los estándares establecidos (Secretaría distrital de salud, n.d.).

Con la información anterior, se asignaría el sistema de salud Bogotano a 2019 en el nivel 3 ya que se presentan planes de prevención en salud y un plan de mejora del sistema a mediano plazo (4 años), adicionalmente cuenta con estándares que deben ser seguidos por las instituciones prestadoras de salud y un ente que regula su cumplimiento que es el ministerio de salud.

### **8.1.7 Inclusión de otras comunidades**

Desde agosto, se realizó la revisión conjunta de la propuesta de capítulo indígena en el PDSP con las Organizaciones Nacionales Indígenas y los delegados de la Subcomisión de Salud de la Mesa Permanente de Concertación de los Pueblos y las Organizaciones Indígenas Nacionales. En octubre se realizó concertación y convocatoria formalizada ante el Espacio Nacional de Consulta Previa con las Comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras, en coordinación con Ministerio del Interior y designación de la Comisión Tercera de Salud para la construcción del capítulo étnico de estas comunidades (Uribe Restrepo et al., 2018).

Adicionalmente, Colombia ha hecho esfuerzos en medir el nivel de salud de las comunidades indígenas que puede ser observado en el documento “Perfil de salud de la población indígena, y medición de desigualdades en salud”. En este documento se hace un análisis del lugar geográfico que habitan, una revisión de indicadores de salud como número de nacidos vivos, un censo de la población indígena, la situación socioeconómica de las poblaciones indígenas y las presiones a las que son sometidas como el conflicto armado, la atención en salud que se les ha brindado y sus causas (Correa Serna & Burgos Bernal, 2016).

En Colombia también existe el sistema indígena de salud intercultural que es un conjunto de regulaciones, procedimientos, instituciones y recursos sustentados en la sabiduría ancestral de cada comunidad. Este sistema está integrado y articulado con el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS) (Ministerio de Salud, 2019).

Al reconocer a las comunidades indígenas, su sabiduría ancestral y sus tratamientos propios dentro del sistema de salud colombiano, se puede clasificar el sistema de salud de Bogotá, entendido como parte del sistema de salud colombiano, en un nivel optimizado en esta dimensión.

### **8.1.8 Gobernanza**

A nivel de gobernanza en Colombia existen un conjunto de más de 70 leyes que regulan el funcionamiento del sistema de salud. En ellas se tocan temas diversos como la atención a diferentes grupos poblacionales, cómo se regulan los medicamentos, cómo debe ser el manejo de equipos como el de desfibrilación,

cómo será el financiamiento del sistema, cómo se concibe el sistema de salud en general y cómo será administrado y cómo será el manejo del recurso humano como lo es el pago a las residencias médicas (Ministerio de salud, n.d.-a).

A nivel organizacional, el sistema de salud está administrado por el ministerio de salud. El ministerio tiene una estructura orgánica definida con responsabilidades por cada una de las personas que la componen. El ministerio se encarga de coordinar a los diferentes actores del sistema de salud para que este funcione como un engranaje y se pueda brindar atención médica a la población. También cuenta con misión, visión, valores y una estrategia derivada del plan nacional de desarrollo (Ministerio de salud, n.d.-d).

Al evaluar el tema de transparencia del sistema de salud, se observa que está regulado por la ley 1712 de 2014, en esta ley se otorga el derecho al acceso a la información pública nacional por parte de cualquier persona. Adicionalmente, el ministerio de salud cuenta con un código de ética y un código del buen Gobierno. Las entidades que regulan el buen funcionamiento del ministerio son la contraloría general de la república, la procuraduría de la nación, la fiscalía general de la nación, el congreso de la república y la contaduría general de la nación. Sin embargo, en la práctica, se presentan casos de corrupción constantes donde, a pesar de la buena regulación, la corrupción y la ilegalidad han hecho que en este momento el sistema de salud colombiano se encuentre en crisis ya que la mayoría de las entidades promotoras de salud evaden la ley establecida (Bermeo Giraldo, 2018). Es por este último Factor, que se clasifica el sistema de salud Bogotano en la dimensión de gobernanza como nivel 1.

### **8.1.9 Gestión de riesgos**

Dentro de las funciones del ministerio de salud se encuentran las siguientes funciones relacionadas con la gestión de riesgos en salud a los que se enfrenta la población de la ciudad:

1. “Formular la política, dirigir, orientar, adoptar y evaluar la ejecución, planes, programas y proyectos del Gobierno Nacional en materia de salud, salud pública, riesgos profesionales, y de control de los riesgos provenientes de enfermedades comunes, ambientales, sanitarias y psicosociales, que afecten a las personas, grupos, familias o comunidades.”(Ministerio de salud, n.d.-b)
2. “Formular la política de salud relacionada con el aseguramiento en riesgos profesionales y coordinar con el Ministerio de Trabajo su aplicación.” (Ministerio de salud, n.d.-b)

3. “Formular, adoptar, coordinar la ejecución y evaluar estrategias de promoción de la salud y la calidad de vida, y de prevención y control de enfermedades transmisibles y de las enfermedades crónicas no transmisibles.” (Ministerio de salud, n.d.-b)
4. “Dirigir y orientar el sistema de vigilancia en salud pública.” (Ministerio de salud, n.d.-b)
5. “Formular, adoptar y coordinar las acciones del Gobierno Nacional en materia de salud en situaciones de emergencia o desastres naturales.” (Ministerio de salud, n.d.-b).

En el 2018 se llevaron acciones encaminadas a mitigar los riesgos en salud a los que se enfrenta la población Bogotana como por ejemplo el lanzamiento de la política en salud mental y programas de prevención y atención del consumo. Además, se fortaleció el trabajo entre la Agencia Nacional de seguridad vial, el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Salud para prevenir y dar atención a los incidentes viales (Uribe Restrepo et al., 2018).

Adicionalmente, para dar respuesta a los riesgos en salud asociados al fenómeno migratorio desde Venezuela, se implementaron acciones como la vacunación a la población migrante y el financiamiento para la atención de esta población (Uribe Restrepo et al., 2018). Por otro lado, en el plan decenal de salud de 2016 a 2020, se estableció que se realizará una gestión compartida del riesgo donde se establecerá una cooperación de aseguradores y prestadores de servicios a nivel técnico, administrativo y operativo de forma que se logre la atención integral en salud mediante el uso de las RIAS (Red integral de aseguramiento en salud) (Secretaría de Salud de Bogotá, 2016).

Así mismo, Bogotá cuenta con una serie de programas encaminados a gestionar el riesgo en salud que involucra las actividades del plan obligatorio en salud que se relacionan con prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y cuidados paliativos en el tratamiento al paciente y a nivel institucional, la inspección, vigilancia y control de las organizaciones que intervienen en la prestación del servicio de salud (Secretaría distrital de salud, n.d.).

Un ejemplo es que para el 2018, se adelantaron dos políticas encaminadas a la prevención de riesgos en salud. La primera fue la reglamentación del uso de pinturas para hogar con plomo, de forma que se minimice la exposición de niños a este componente. La otra política de mitigación del riesgo en salud fue la regulación de publicidad de bebidas alcohólicas, encaminada a la protección de la población juvenil (Uribe Restrepo et al., 2018).

Colombia y, por tanto, Bogotá cuentan con un sistema de gestión de riesgos integral en salud. Esta gestión se realiza alineada a la política de gestión integral de riesgos en salud (GIRS). Esta política tiene un componente colectivo que involucra todas las acciones de prevención y tratamiento de riesgos en salud dirigidas a una población durante el transcurso de su vida. Adicionalmente, cuenta con un enfoque individual que busca realizar acciones para disminuir el riesgo de padecer una enfermedad en específico y de llegar a padecerla, la forma en que debe ser tratada (Ministerio de Salud, 2018).

Dentro de la política de gestión de riesgos en salud, se encuentran claramente definidos los diferentes actores con las regulaciones que los rigen. Dentro de los autores se encuentra el ministerio de salud y protección social, la entidad territorial, las entidades administradoras de planes de beneficios, las administradoras de riesgos laborales, los empleados y pacientes y los prestadores de servicios de salud primarios y complementarios. En este documento, también se describe el paso a paso para implementar un plan de gestión de riesgos en salud a nivel territorial y se identifican los tipos de riesgos en un sistema de salud, convirtiéndose en una guía para que tanto los territorios como las entidades promotoras de salud y las entidades prestadoras de salud, elaboren su propio sistema de gestión de riesgos en salud (Ministerio de Salud, 2018).

Teniendo en cuenta La recopilación de información del sistema de salud Bogotano en cuanto a la gestión de riesgos, se clasifica el sistema en el nivel Gestionado, pues el sistema cuenta con procesos definidos para gestionar riesgos, pero, al presentar una guía para que cada institución desarrolle su propio proceso de gestión de riesgos, depende es de cada una de las entidades tomar decisiones basadas en la gestión de riesgo o no.

#### **8.1.10 Sistema de información**

Bogotá y Colombia cuentan con un sistema único de información llamado SISPRO. Este sistema mide la calidad del sistema de salud mediante el uso de indicadores definidos en la resolución 256 de 2016. En este sistema se encuentra información correspondiente a los prestadores de servicios de salud, al financiamiento del sector, salud ambiental y datos básicos de salud de la población (Ministerio de salud, n.d.-c).

En cuanto a las historias clínicas de los pacientes, estas aún no se encuentran unificadas en un solo sistema de información que pueda ser consultado por diferentes especialistas en diferentes lugares que deban tratar a un paciente determinado. En el 2019 salió un proyecto de ley que busca implementar la historia clínica unificada en Colombia con lo que se lograría cumplir con este elemento en el 2024 de ser aprobada. Con la iniciativa Bogotá digital se tiene un proyecto en

ejecución donde se está implementando la historia clínica unificada de Bogotá en la página Bogotá Salud digital (Medina, 2019). La plataforma salud digital permite que los pacientes puedan gestionar sus citas médicas, conocer el lugar donde pueden reclamar sus medicamentos y tener su historia clínica gestionada a nivel de ciudad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).

A nivel transaccional, se tiene el aplicativo MiPres que permite a los médicos tratantes enviar una prescripción médica para medicamentos y tratamientos que se comunica directamente con el sistema de información de la EPS y esta puede realizar el suministro de medicamentos directamente, reduciendo la cantidad de trámites que debe realizar un paciente para poder acceder a los servicios de salud. Para poder utilizar el sistema, el médico tratante debe estar inscrito al Registro único de talento humano en salud (Uribe Restrepo et al., 2018).

Se le da una clasificación al sistema de información en salud de Bogotá en un nivel 2 o gestionado, ya que, si bien cuenta con un sistema de información unificado referente a asignación de citas, gestión de historia clínica, recolección y visualización del estado de salud de la población y asignación de citas, a nivel operativo, las diferentes organizaciones cuentan con sus propios sistemas de gestión administrativa.

### **8.1.11 Gestión Financiera del sistema**

El proceso de gestión financiera del sistema de salud Bogotano se encuentra regido por 2 acuerdos, 2 circulares, 3 decretos y 24 resoluciones. La entidad encargada de gestionar el recurso financiero del sistema de salud es la dirección de recursos financieros en salud (Secretaría Distrital de Salud de Bogotá, n.d.). La gestión financiera del sistema de salud bogotano está a cargo de la dirección de recursos financieros de salud. Esta institución tiene sus funciones claramente definidas y pueden ser encontradas en la página web de la ADRES (Administradora de los recursos del sistema general de seguridad social en salud). Esta institución tiene pública su información en la página web [ardes.org.co](http://ardes.org.co). El ARDES también tiene procesos financieros claramente definidos con responsables, descripciones de cargos y de funciones delimitadas y alineadas a la normatividad vigente (Dirección de Gestión de Recursos Financieros de Salud, n.d.).

Sin embargo, a pesar de la organización de la entidad, el sistema de salud Bogotano presenta situaciones de gran alerta como lo ocurrido con la EPS (entidad prestadora de salud) Medimás que surgió de la crisis de otras dos EPS (Saludcoop y Cafesalud) que a 2020 tiene más de 2,5 millones de pacientes sin atención médica por los problemas que tiene de atención y administración de recursos (El tiempo, 2020). Con este tipo de noticias, se evidencia que la gestión financiera del sistema de salud

Bogotano no satisface las necesidades diarias del mismo por lo que se clasifica en esta área el sistema en el nivel 1.

**8.1.12 Evaluación general del sistema**

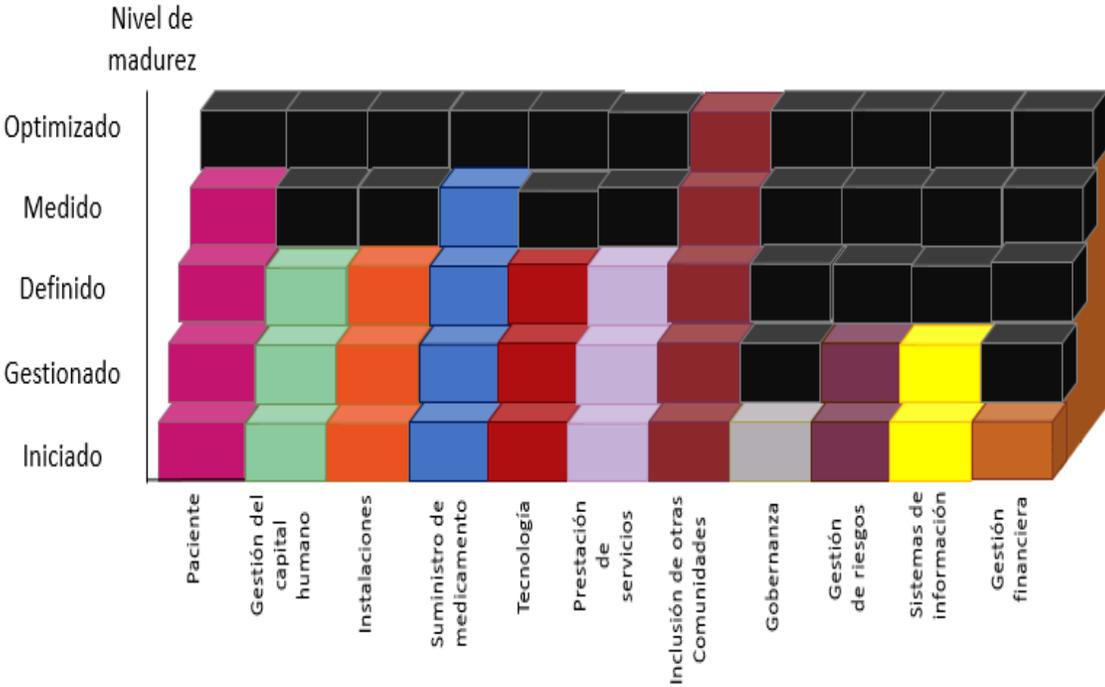


Figura 8 Evaluación de madurez del sistema de salud en Bogotá

En la figura 8, se muestra el nivel de madurez del sistema de salud Bogotano en cada una de sus dimensiones. Como se indicó en el planteamiento teórico del modelo de madurez, un sistema de salud de una ciudad avanza de nivel cuando ha logrado superar un nivel en todas las dimensiones del sistema. Debido a que el sistema de salud Bogotano tiene dimensiones clasificadas en el nivel 1 o iniciado, se clasificará a todo el sistema en el nivel 1 o iniciado.

**8.2 Medición del sistema de salud en Bogotá**

Para realizar la medición del sistema de salud en Bogotá, se revisaron las fuentes de información disponibles para poder evaluar el sistema de salud en la ciudad. Entro de ellas se encontraron el DANE (Departamento de estadísticas nacionales), SISPRO (Sistema Integrado de Información de la Protección Social), El Banco de la

república y MINTIC (Ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones).

Una vez identificadas las fuentes de información, se analizaron diferentes indicadores buscando cuales de ellos presentaban comportamientos de aceleración en su mejoría en algún periodo de tiempo. Estos indicadores se seleccionaron de acuerdo con la disponibilidad de información en las fuentes abiertas consultadas, la relevancia de estos para medir la inteligencia de un sistema de salud y la cantidad de periodos con los que se contaba información de Bogotá.

Una vez identificados estos eventos, se evaluaron las acciones que ocurrieron en el año de inflexión para ver la procedencia de este comportamiento que catalogamos como inteligente. En este trabajo se realizó una evaluación de acciones inteligentes basándonos en los datos y en puntos de inflexión identificados en las gráficas relacionadas con los indicadores evaluados y no es un concepto técnico de salud. A continuación, se muestran los hallazgos más relevantes en este aspecto:

### **8.2.1 Nacimientos de madres adolescentes**

En Colombia se considera a una madre adolescente aquella que se encuentra en el rango de edad de los 10 a los 19 años. La figura 8, muestra el comportamiento de los nacimientos de madres adolescentes por cada 100.000 mujeres adolescentes en Bogotá. En esta figura se pueden observar 2 puntos en que la mejora del indicador se acelera de forma notable. Estos puntos se dan en el año 1998 y en el año 2012. Al realizar una revisión de literatura de los eventos relacionados a la fecundidad adolescente en estos años, se encontró que a partir de 1992 hasta el 2003 el gobierno decreto sentencias relacionadas con la educación sexual (T-442/1992, T-596/1993, T-337/1995, T-223/1998 y T368/2003). Adicionalmente, en 2011 se establecieron los lineamientos para el desarrollo de una estrategia para prevención del embarazo en la adolescencia (CONPES 147/2012) que se puso en práctica en el 2012 (Consejo nacional de política económica y social, República de Colombia, & Departamento Nacional de Planeación, 2012). Estas acciones pueden ser clasificadas como inteligentes pues aceleraron la disminución de embarazos adolescentes en los años siguientes a su ejecución.

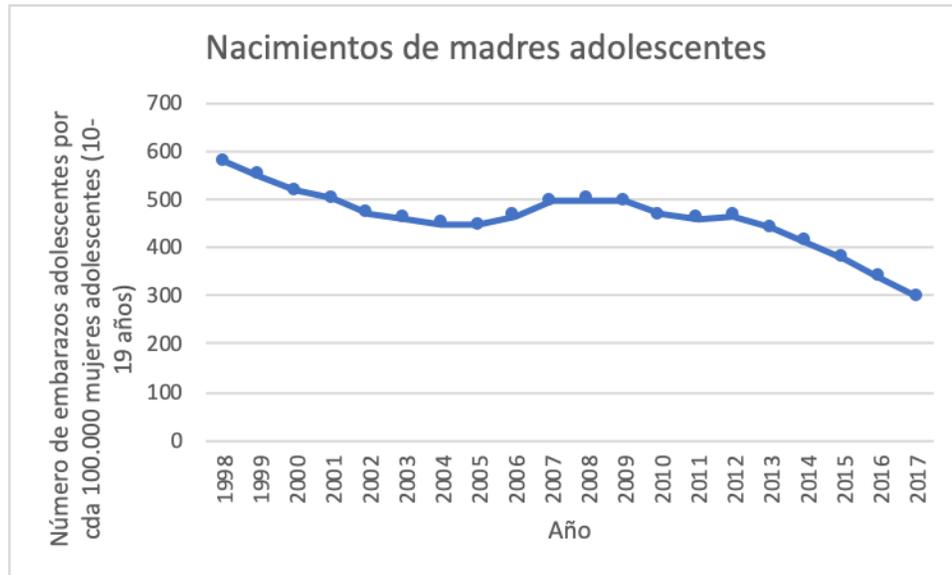


Figura 9 Nacimientos de madres adolescentes información obtenida del DANE

### 8.2.2 Embarazos adolescentes

Se puede observar que la gráfica de embarazos adolescentes tiene un comportamiento muy similar a la de nacimientos de madres adolescentes. Adicionalmente, es evidente la estrecha relación existente entre los dos indicadores. Es por ello que también se puede atribuir a este comportamiento las mismas acciones tomadas para disminuir los nacimientos de madres adolescentes que fueron: las sentencias relacionadas con la educación sexual (T-442/1992, T-596/1993, T-337/1995, T-223/1998 y T368/2003) y los lineamientos para el desarrollo de una estrategia para prevención del embarazo en la adolescencia (CONPES 147/2012) (Consejo nacional de política económica y social et al., 2012).

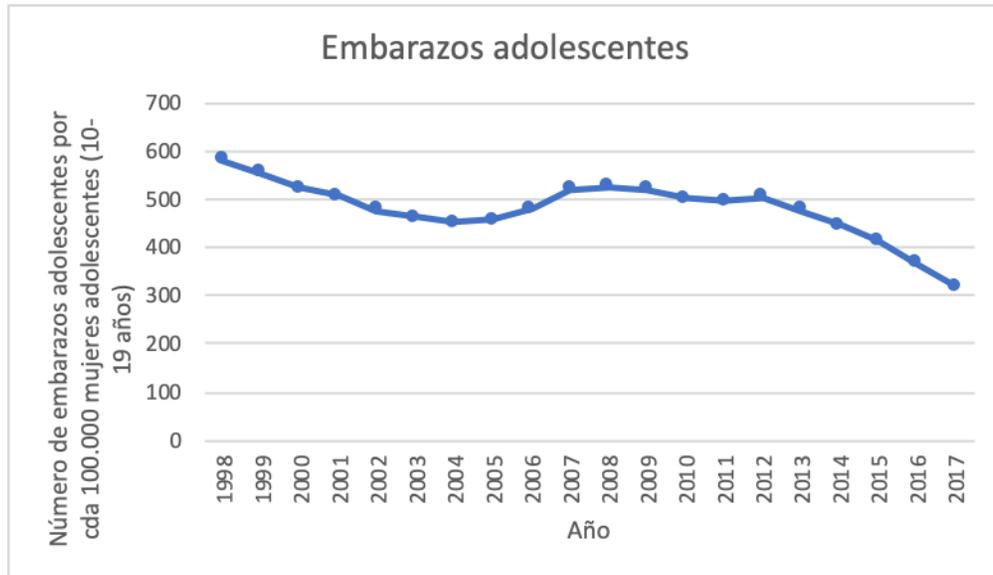


Figura 10 Embarazos adolescentes. Información obtenida del DANE

### 8.2.3 Muertes fetales

En el caso de las muertes fetales, no se observa una mejoría del indicador, sino, por el contrario, un deterioro drástico entre el 2004 y el 2008. Por la variación presentada del indicador, se consideró importante el análisis de este para poder relacionar su comportamiento con las acciones y eventos sucedidos en Bogotá y Colombia en el periodo en mención.

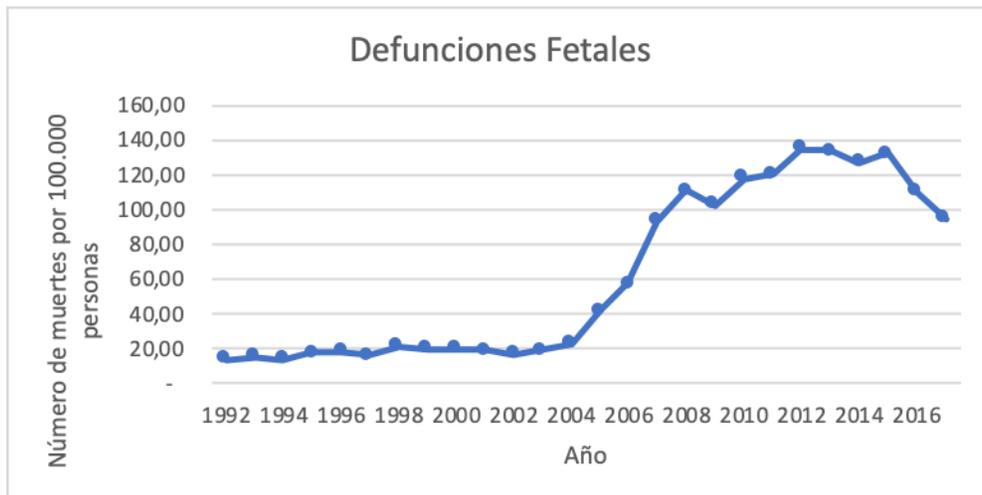


Figura 11 Muertes fetales Información obtenida del DANE

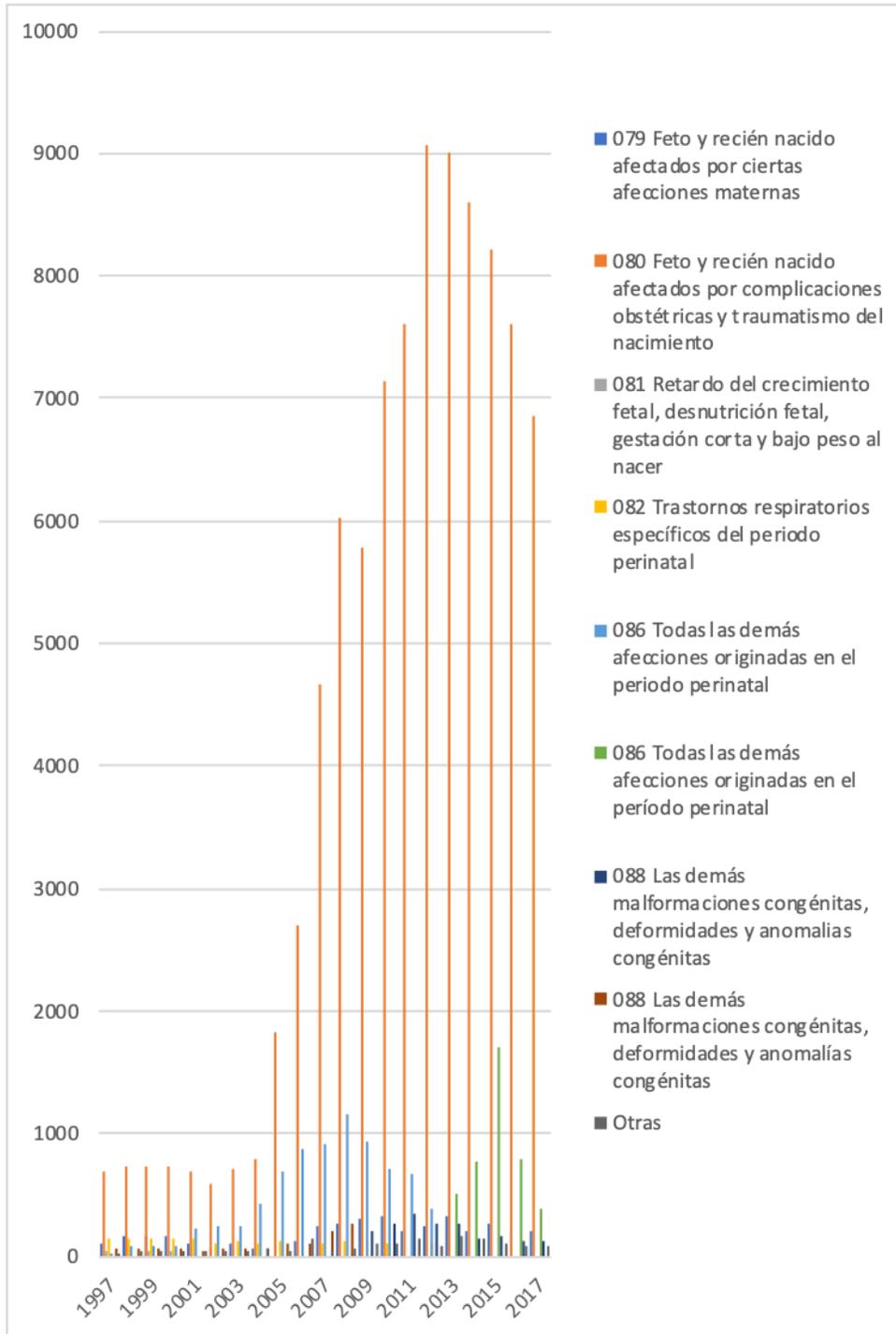


Figura 12 Número de muertes fetales por causa. Información obtenida del DANE

Se partió del análisis de las causas de muertes fetales que se pueden observar en la figura 11 y se evidencia que la causa que jalonó el comportamiento de muertes fetales creciente fue “080 feto y recién nacido afectados por complicaciones obstétricas y traumatismos del nacimiento”. Posterior a la identificación de la causa de muerte que propulsó las muertes fetales, se hizo un análisis de los eventos relacionados con este tema en el periodo de aceleración de las muertes fetales, identificándose los siguientes eventos: En 2006 el aborto se despenalizó para madres que habían sido víctimas de violaciones, madres con fetos con serias malformaciones y madres cuya vida estaba en riesgo por el embarazo (Ministerio de salud, 2016). Esta despenalización fue impulsada por el caso Martha Solay González, una mujer que en ese entonces tenía 34 años, tres hijas menores de edad que dependían de ella y estaba en embarazo de su cuarta hija. A ella le diagnosticaron cáncer de útero en su sexta semana de embarazo y pidió una interrupción voluntaria de su embarazo al ministerio de salud. La junta de médicos le negó su petición al indicar que por la legislación colombiana, esta práctica sería ilegal resultando en la muerte de la mujer (Giraldo Posada et al., 2019).

Con toda la información anterior, no se puede concluir que la causa del disparo en las muertes fetales se deba específicamente a interrupciones del embarazo voluntarias, ya que no se encontraron estadísticas específicas de este tema en Colombia o en Bogotá para comparar con las gráficas encontradas. Sin embargo, se realizó el análisis temporal del periodo de gestación en que ocurrieron estas muertes y se obtuvo la siguiente gráfica donde se puede observar que el incremento de las muertes fetales fue jalonado por las muertes fetales en embarazos de menos de 22 semanas de gestación. Lo anterior, sumado a la causa de muerte “080 feto y recién nacido afectados por complicaciones obstétricas y traumatismos del nacimiento” indica que estas muertes pueden deberse a interrupciones voluntarias del embarazo. Sin embargo, al ser este un trabajo que analiza los datos y no un criterio médico, no puede concluirse certeramente que se deba a abortos el comportamiento del indicador. Otras causas por las cuales se podría presentar este comportamiento es el número de reporte de muertes fetales que se disparara tras la polémica del aborto o porque haya aumentado el interés en medir este indicador en el periodo de disparo del número de muertes fetales registradas.

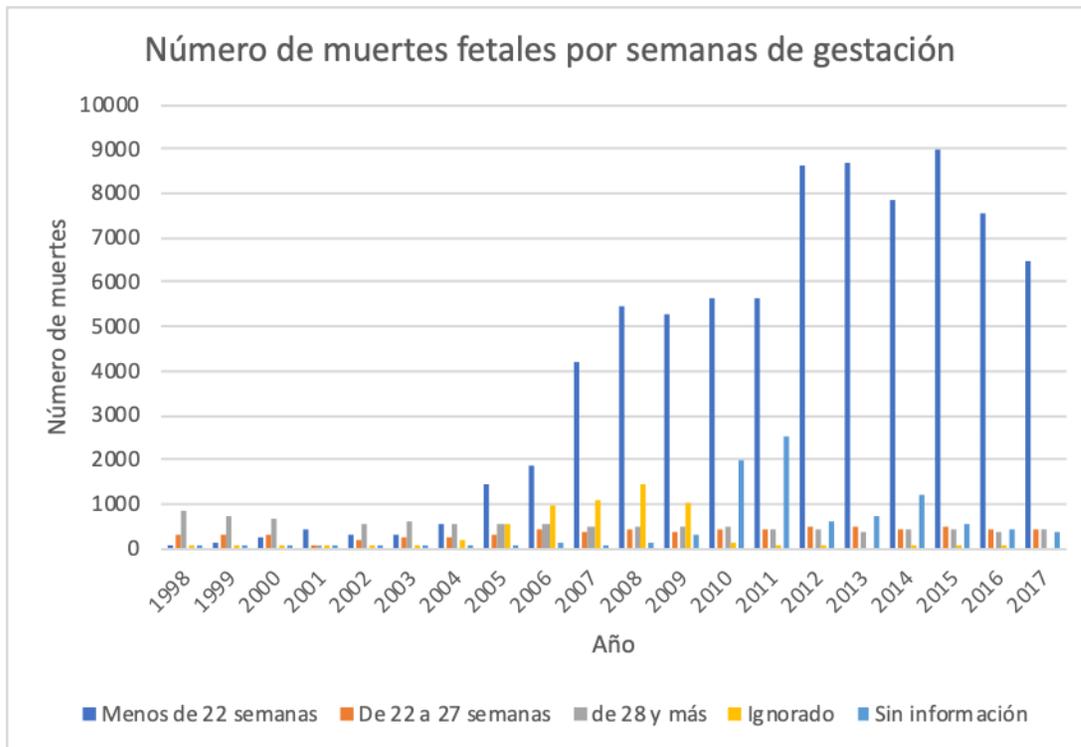


Figura 13 Número de muertes fetales por semanas de gestación. Información obtenida del DANE

#### 8.2.4 Muertes por fiebre reumática aguda y enfermedades reumáticas crónicas

La fiebre reumática es considerada una de las enfermedades huérfanas o enfermedades raras. En 2013, con el acuerdo 537 se implementó una estrategia para prevenir y detectar de forma temprana las enfermedades huérfanas en Bogotá. A partir de allí se realizan una serie de acciones como la creación de la mesa técnica distrital de enfermedades en comento, la actualización del listado de enfermedades huérfanas y el establecimiento de procedimientos para implementar un sistema de información de pacientes con enfermedades huérfanas, que han permitido disminuir y mantener en niveles bajos las muertes por fiebre reumática aguda (Alcaldía de Bogotá, 2018). Adicionalmente, a nivel nacional con la resolución 430 del 2013, se reconocen las enfermedades huérfanas como de especial interés y se definen normas para proteger a los colombianos de estas enfermedades (Ministerio de salud y protección social, 2013).

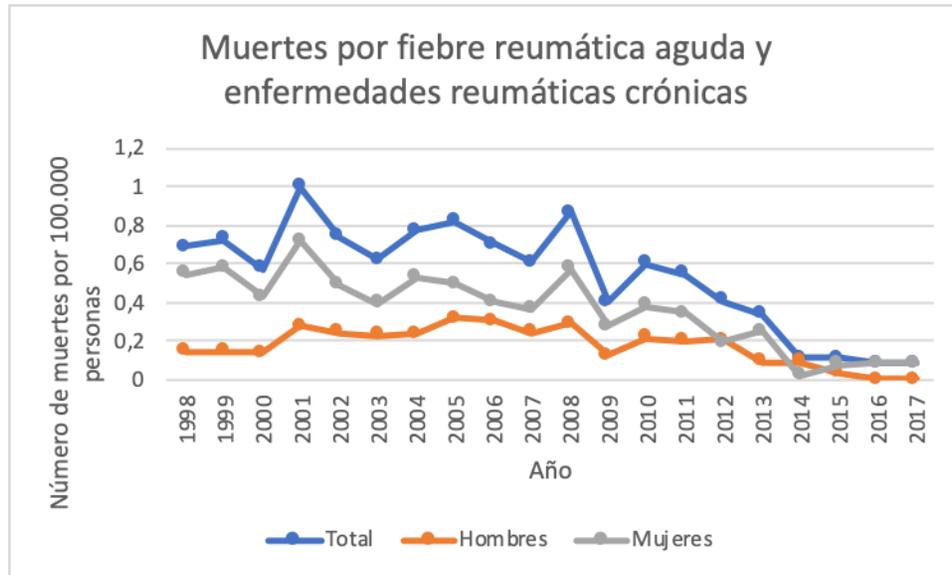


Figura 14 Muertes por fiebre reumática aguda y enfermedades reumáticas crónicas. Información obtenida del DANE

### 8.2.5 Muertes por insuficiencia cardiaca

En 2007, se generó una guía metodológica que pretende identificar rápidamente los pacientes que están en riesgo de sufrir insuficiencia cardiaca y expone los diferentes métodos de tratamiento para esta enfermedad (Duque et al., 2007). Adicionalmente, alrededor de 2007, se introdujo el tratamiento de pacientes con falla cardiaca por medio de máquinas y tecnología lo que les permite sobrevivir mientras llega un donante de órganos apropiado para cada uno (Delgado, Bernabeo, & Delgado, 2007). Sin embargo, en la realización de este trabajo, no se logró identificar una acción puntual que pudiera relacionarse a los periodos de decrecimiento acelerado del indicador.

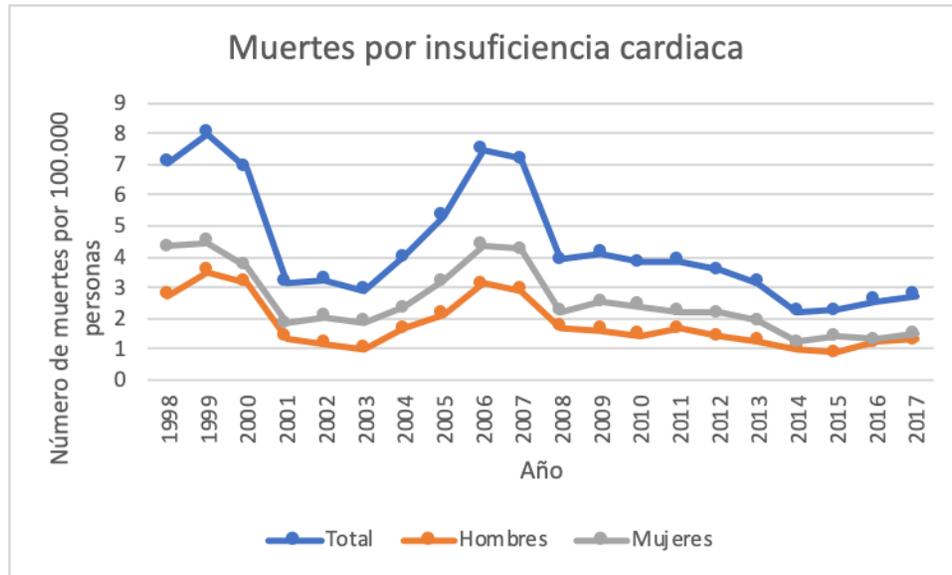


Figura 15 Muertes por insuficiencia cardiaca. Información obtenida del DANE

### 8.2.6 Muertes por agresiones (Homicidios) inclusive secuelas

Se puede observar que, en el año 2012, se presentó una aceleración en la disminución del número de homicidios por habitantes en Bogotá. En este periodo se establecieron políticas de combate frontal contra el crimen organizado donde se impulsaron redes de inteligencia para luchar contra el lavado de activos, controlar las entradas a la ciudad y procesar información de diferentes entidades distritales para identificar las estructuras criminales que tienen operación en la ciudad. Adicionalmente, se aumentó la cantidad de policías vigilando la ciudad en las noches a la cuál se le dieron herramientas como un sistema de alertas tempranas y preventivas para realizar acciones en zonas donde la tasa de homicidios es alta. Finalmente, se promovió el desarme ciudadano y la conciliación local (Petro, 2011). Esta serie de acciones y políticas demostraron que fueron inteligentes pues lograron disminuir el número de muertes por homicidios en Bogotá de una manera acelerada.

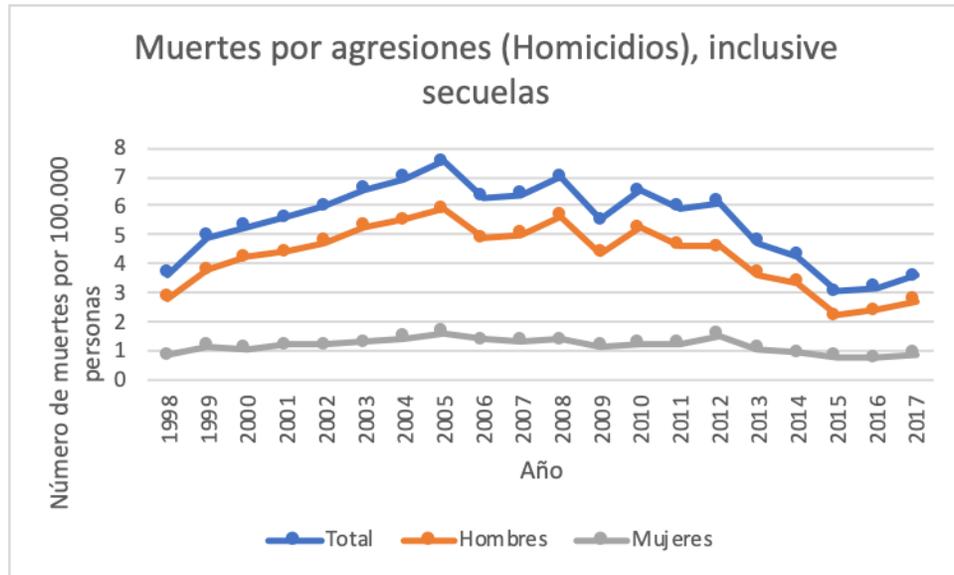


Figura 16 Muertes por agresiones (Homicidios), inclusive secuelas. Información tomada del DANE

### 8.2.7 Discusión

Al realizar un análisis anual, la cantidad de datos con las que contamos para el análisis de tendencias, búsqueda de puntos de inflexión y posterior búsqueda de las acciones que llevaron a este comportamiento, fue retadora. Principalmente porque se pudo evaluar de manera consistente datos de 20 años que corresponde a 20 datos y una vez hallados los puntos de inflexión, se encontraron diversos factores que confluyeron para lograrlos por lo que muchas veces no corresponde a una única acción inteligente, sino a un conjunto de acciones inteligentes que llevaron a una solución acelerada de las problemáticas propias de la ciudad.

## 9 Conclusiones y recomendaciones

En el presente trabajo, se realizó una revisión de literatura que permitió desarrollar un modelo de salud para una ciudad inteligente, uniendo los conceptos de ciudad inteligente con la medición actual de sistemas de salud. Este modelo incluye las dimensiones de paciente como eje central que se encuentra rodeado de las dimensiones de recursos humanos, instalaciones, suministro de medicamentos, tecnología, servicios e inclusión de otras comunidades. Finalmente, se presenta una capa exterior donde se encuentran las políticas y leyes que rigen al sistema de salud, el sistema de información que permite realizar las mediciones de los indicadores del sistema y el entorno con el que el sistema interactúa que influye en riesgos externos tanto para el sistema de salud como para el paciente.

En una etapa posterior, se propuso un modelo de medición de sistemas de salud en ciudades inteligentes donde se pasaba de medir un indicador en un periodo a evaluar momentos de aceleración o desaceleración de los indicadores relacionado con acciones que se pudieran asociar a la mejoría de este. Adicionalmente, la nueva propuesta de medición de un sistema de salud incluye una propuesta para medir el nivel en que un desequilibrio en alguna de las dimensiones de una ciudad inteligente se ve reflejado en una respuesta rápida de otra dimensión de la ciudad. Como ejemplo se buscaría observar en caso de presentarse una ruptura del sistema de transporte, la reacción del sistema de salud que puede darse, por ejemplo, aumentando la atención de forma remota con la telemedicina.

El modelo de medición de un sistema de salud en una ciudad inteligente se acompañó con la propuesta de un modelo de madurez que permitiría a las ciudades evaluar el nivel en el que se encontraban. Este modelo incluye prácticas que debe tener el sistema en cada uno de los niveles en cada dimensión del modelo de salud presentado con anterioridad y el nivel general en el que se clasifica un modelo de salud en una ciudad inteligente será el mínimo nivel obtenido en alguna de sus áreas, pues se considera que la ciudad únicamente pasa al siguiente nivel cuando lo ha logrado pasar en todas sus áreas.

El modelo de madurez y el de medición del sistema de salud en una ciudad inteligente fueron validados con el caso de estudio de Bogotá. De los indicadores analizados, se pudieron encontrar cinco acciones inteligentes en términos de salud en Bogotá y un empeoramiento pronunciado en el indicador de muertes fetales donde se hizo un análisis de las posibles acciones o causas relacionadas a este comportamiento. Sin embargo, hizo falta evaluar la respuesta del sistema de salud ante desequilibrios en otros sistemas.

La combinación del modelo de medición del sistema de salud y el modelo de madurez, partieron de los modelos tradicionales que se encuentran en la literatura

y fueron transformados en una propuesta que una ciudad podría seguir para evaluar sus diferentes dimensiones. A la hora de validar los resultados, uno de los mayores retos fue evaluar tendencias con la cantidad de datos disponibles para la evaluación. Hay que tener en cuenta que 20 años de historia, se traducían únicamente en 20 datos pues, los resultados presentados por el gobierno se dan de manera anual.

Dentro de los puntos de inflexión encontrados, se analizaron las siguientes acciones que presentaron una variación acelerada:

- **Nacimientos de madres adolescentes:** En este indicador, se encontraron puntos de mejora acelerada en 1998 y en 2012. Al realizar un análisis de las acciones que se tomaron en periodos inmediatamente anteriores a estos, se encontraron 5 sentencias relacionadas con educación sexual y un CONPES para prevención del embarazo en la adolescencia.
- **Embarazos adolescentes:** Este indicador está relacionado con los nacimientos de madres adolescentes y presenta mejoras aceleradas en los mismos periodos, 1998 y 2012 y se puede atribuir a este comportamiento, las mismas acciones tomadas en el indicador de nacimientos de madres adolescentes.
- **Muertes fetales:** Este indicador, a diferencia de los otros encontrados en el análisis, presenta una desmejora entre el 2004 y el 2008. La tendencia fue tal, que se consideró importante incluir un análisis al respecto dentro del proyecto. Sin embargo, si encontrar acciones inteligentes como causas de este comportamiento es complejo, fue aún mucho más retador encontrar las causas de la desmejora en este indicador. Después de un análisis a profundidad, no pudimos determinar una causa con exactitud, pero el análisis realizado permitió inferir que puede estar relacionado con el proceso de despenalización del aborto en Colombia.
- **Muertes por fiebre reumática aguda y enfermedades reumáticas crónicas:** En el 2013, se observó una disminución acelerada en este indicador. En ese año se implementó una estrategia para prevenir y detectar de forma temprana enfermedades huérfanas, lo que pudo influenciar este comportamiento pues esta enfermedad hace parte de ese grupo.
- **Muertes por insuficiencia cardiaca:** La gráfica obtenida al evaluar este indicador presenta una subida pronunciada del indicador en 2003 y una mejora aún más acelerada en 2007. En este año, se desarrolló una guía metodológica para identificar rápidamente los pacientes en riesgo de sufrir insuficiencia cardiaca y se inició el tratamiento de esta enfermedad por

medio de máquinas y tecnología lo que se puede relacionar con este comportamiento.

- **Muertes por agresiones:** En 2012 el número de homicidios en Bogotá se disminuyó de manera acelerada. En este periodo el gobierno tomó diferentes acciones como el desarrollo de redes de inteligencia, el aumento en la cantidad de policías, el desarrollo de herramientas que produjeran alertas tempranas, entre otros. Estas son una serie de acciones que contribuyeron a la mejoría en ese periodo.

## 10 Trabajos futuros

Como trabajos futuros, la vorágine actual de la pandemia generada por el COVID-19, se presenta un caso de estudio interesante que permitiría analizar tanto las acciones de los gobiernos para mitigar la propagación como la respuesta de otras dimensiones de la ciudad inteligente ante esta nueva situación. Evaluando así el aumento en el teletrabajo y la prestación de domicilios.

Adicionalmente, se podrá comparar la gestión de diferentes países frente a la problemática y hacer un análisis de acciones inteligentes que se dieron en esta crisis teniendo en cuenta el contexto sociocultural de cada país y su capacidad para la atención sanitaria.

Por otra parte, el análisis presentado en este trabajo puede ser realizado en las otras áreas de una ciudad inteligente y sus dimensiones como por ejemplo en el sector transporte, educación, economía, gobierno, turismo, social y de infraestructura. Con lo anterior, se lograría ir sumando para armar el panorama completo de una ciudad y determinar si esta puede ser considerada inteligente evaluando su accionar.

Finalmente, es de gran importancia ver la ciudad como un todo y evaluar la forma en que una de las dimensiones responde ante la caída o seria afectación de otra de ellas. Esta evaluación se puede observar en eventos como protestas masivas donde se cae el sistema de transporte y ver como sectores como la salud y el trabajo responden ante esta nueva situación. Otro de los eventos a observar puede ser la pandemia por la que atraviesa el mundo en estos días y como el sector trabajo debió migrar hacia el teletrabajo en muchos países y cómo el sector gobierno se movió para definir políticas que permitieran la gestión efectiva en tiempos de incertidumbre.



## Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Bogotá. (2018). Documentos para salud pública: Enfermedades huérfanas y olvidadas. Retrieved March 26, 2020, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/listados/tematica2.jsp?subtema=19952&cadena=s>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2019). *Informe de cumplimiento del plan de desarrollo Bogotá mejor para todos*. Bogotá.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (n.d.). Secretaría Distrital de Salud de Bogotá Política de Ciencia Tecnología e Innovación para la Salud. Retrieved May 20, 2020, from <http://www.saludcapital.gov.co/Paginas2/PoliticaCTISalud.aspx>
- Allam, Z., & Newman, P. (2018). Redefining the Smart City: Culture, Metabolism and Governance. *Smart Cities*, 1(1), 4–25. <https://doi.org/10.3390/smartcities1010002>
- Alvarado López, R. (2017). Ciudad inteligente y sostenible: una estrategia de innovación inclusiva. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 7(13), 4. <https://doi.org/10.18381/pk.a7n13.299>
- Ashton, T. (2015). Measuring health system performance : A new approach to accountability and quality improvement in New Zealand &. *Health Policy*, 119(8), 999–1004. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2015.04.012>
- Aujla, G. S., Kumar, N., Singh, M., & Zomaya, A. Y. (2019). Energy trading with dynamic pricing for electric vehicles in a smart city environment. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 127, 169–183. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2018.06.010>
- Barlow, M., & Lévy-Bencheton, C. (2018). Cities in Motion. In *Smart Cities, Smart Future* (pp. 51–75). <https://doi.org/10.1002/9781119516224.ch3>
- Bermeo Giraldo, M. C. (2018). Análisis de la participación y del papel que desempeñan las empresas promotoras de salud en el sistema de salud colombiano. *CIES*, 9(1), 2–14. Retrieved from <http://www.escolme.edu.co/revista/index.php/cies/article/view/180>
- Bosch, P., Jongeneel, S., Rovers, V., Neumann, H.-M., Airaksinen, M., & Huovila, A. (2017). CITY keys Indicators for smart city projects and smart cities. *CITYKesys*, 305. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17148.23686>
- Bran, F., & Popescu, M. L. (n.d.). PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT FOR SMART CITIES IN ROMANIA. *Managerial Challenges of the Contemporary Society*, 10(1).
- Calderón, M., López, G., & Marín, G. (2017). Smart cities in Latin America: Realities and technical readiness. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10586 LNCS, 15–26. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-67585-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-67585-5_2)
- Cardullo, P., & Kitchin, R. (2019). Being a ‘citizen’ in the smart city: up and down the scaffold of smart citizen participation in Dublin, Ireland. *GeoJournal*, 84(1). <https://doi.org/10.1007/s10708-018-9845-8>
- Carvalho, L. (n.d.). LIVING PLAIN AND THE DEVELOPMENT OF THE “PLAIN URBAN OPERATING SYSTEM”: THE GEOGRAPHIES OF AN INNOVATION. 2014.
- Ceballos-Zuluaga, A., Benavides-Navarro, L. D., & Ospina-Becerra, V. E. (n.d.). Towards a

- measuring framework for knowledge creation in smart cities. *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV2020)*.
- Chang, D. L., Sabatini-Marques, J., da Costa, E. M., Selig, P. M., & Yigitcanlar, T. (2018). Knowledge-based, smart and sustainable cities: A provocation for a conceptual framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40852-018-0087-2>
- Chaudhary, M., & Chopra, A. (2017). CMMI for Development. In *CMMI for Development*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2529-5>
- Consejo nacional de política económica y social, República de Colombia, & Departamento Nacional de Planeación. *CONPES 147 de 2012*. , 126 § (2012).
- Correa Serna, L. F., & Burgos Bernal, G. (2016). *Perfil de salud de la población indígena y medición de desigualdades en salud*". Bogotá.
- DANE. (2018). Estadísticas Vitales Nacimientos y Defunciones. Retrieved March 18, 2020, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/nacimientos-y-defunciones>
- Delgado, M. S., Bernabeo, G., & Delgado, D. H. (2007). Avances en asistencias circulatorias mecánicas. In *Revista Española de cardiología* (S2 ed., Vol. 61, pp. 25–32). [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5517-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5517-1_9)
- Deutsch, D. (2011). *The Beginning of Infinity: Explanations That Transform the World*. Penguin Publishing Group.
- Dirección de Gestión de Recursos Financieros de Salud. (n.d.). Funciones de la dirección de gestión de recursos financieros de salud. Retrieved February 29, 2020, from <https://www.adres.gov.co/La-Entidad/Funciones-y-objetivos/Dirección-de-Gestión-de-Recursos-Financieros-de-Salud>
- Dirks, S., Keeling, M., & Dencik, J. (2009). How Smart is Your City? Helping Cities Measure Progress. In *IBM Global Business Services*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:How+Smart+is+your+city?+Helping+cities+measure+progress#0>
- Duque, M., Franco, C., García, E., Gómez, E. A., Granados, P., Marín, J. E., ... Navarrete, S. (2007). *Guías colombianas sobre la evaluación y el manejo de la falla cardíaca crónica del adulto* .
- El Consejo Mundial de Datos de Ciudades & La Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres. (2018). *The New ISO Standard for Resilient Cities Indicators: Opportunities for City and Expert Input Session Overview*. Retrieved from [https://resilientcities2018.iclei.org/wp-content/uploads/F3\\_Presentation\\_Full\\_Session.pdf](https://resilientcities2018.iclei.org/wp-content/uploads/F3_Presentation_Full_Session.pdf)
- El tiempo. (2020). Medimás: Contralor, procurador y defensor piden liquidación inmediata. Retrieved February 29, 2020, from El tiempo website: <https://www.eltiempo.com/salud/medimas-contralor-procurador-y-defensor-piden-liquidacion-inmediata-466852>
- ELESPECTADOR.COM. (2018, August 3). Estas son las razones del desabastecimiento de 55 medicamentos en Colombia|. Retrieved March 2, 2020, from <https://www.elespectador.com/noticias/salud/estas-son-las-razones-del-desabastecimiento-de-55-medicamentos-en-colombia-articulo-804145>
- Elf, M., Frö, P., Lindahl, G., & Wijk, H. (2015). Shared decision making in designing new healthcare

- environments-time to begin improving quality. *BMC Health Services Research*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-015-0782-7>
- ESCWA. (2015). Smart Cities: Regional Perspectives. *United Nations Economic and Social Commission for Western Asia*, (February), 1–100.
- European Commission. (2018). *Indicators for Sustainable Cities. In-depth Report 12. Produced for European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. 2015(12)*. <https://doi.org/10.2779/121865>
- Facchini, F., Oleśków-Szłapka, J., Ranieri, L., & Urbinati, A. (2020). *A Maturity Model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research*. 12, 86. <https://doi.org/10.3390/su12010086>
- Fitzgerald, M. (2016). *Data-Driven City Management*.
- Flodgren, G., Rachas, A., Farmer, A. J., Inzitari, M., & Shepperd, S. (2015). Interactive telemedicine: Effects on professional practice and health care outcomes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Vol. 2015. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002098.pub2>
- Francesco, R., & Antonio, C. (2011). Measures for Sustainable Freight Transportation at Urban Scale: Expected Goals and Tested Results in Europe. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(2), 142–152. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444)
- Garau, C., & Pavan, V. M. (2018). Evaluating urban quality: Indicators and assessment tools for smart sustainable cities. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030575>
- Giraldo Posada, S., Ceballos Ruiz, P. A., Montoya Fernández, D. P., González, L. Z., Valencia, D. A., Fernández Gallego, Á., ... Jaramillo, X. del P. (2019). Reflexiones en torno a la ciudadanía y la corrupción. *REVISTA JURÍDICAMENTE*, 6(7).
- Gobierno Colombiano. (2020). Medidas tomadas para la Salud. Retrieved May 23, 2020, from <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/acciones/acciones-de-salud.html>
- government of India. (2017). *Liveability Standards in Cities*. 35. Retrieved from <https://smartnet.niua.org/sites/default/files/resources/LiveabilityStandards.pdf>
- HAJDUK, S. (2016). THE CONCEPT OF A SMART CITY IN URBAN MANAGEMENT. *Business, Management and Education*, 14(1), 34–49. <https://doi.org/10.3846/bme.2016.319>
- IESE Business School. (2017). IESE Cities in Motion Index 2017. *University of Navarra*, 11–78. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.15581/018.ST-471 Índice>
- INS. (2012). Nace el Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS) en Colombia. Retrieved May 20, 2020, from [https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/nace-el-instituto-de-evaluacion-tecnologica-en-salud-\(IETS\)-en-colombia.aspx](https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/nace-el-instituto-de-evaluacion-tecnologica-en-salud-(IETS)-en-colombia.aspx)
- Jaramillo-Mejía, M. C., & Chernichovsky, D. (2015). Información para la calidad del sistema de salud en Colombia: una propuesta de revisión basada en el modelo israelí. *Estudios Gerenciales*, 31(134), 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.09.004>
- Jin, W., & Kim, D. H. (2018). Design and implementation of e-health system based on semantic sensor network using IETF YANG. *Sensors (Switzerland)*, 18(2). <https://doi.org/10.3390/s18020629>
- Kaassis, B., & Badri, A. (2018). Development of a preliminary model for evaluating occupational health and safety risk management maturity in small and medium-sized enterprises. *Safety*,

- 4(1), 9–11. <https://doi.org/10.3390/safety4010005>
- Khatoun, R., & Zeadally, S. (2016). The aim is to improve cities' management of natural and municipal resources and in turn the quality of life of their citizens. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 59(8). <https://doi.org/10.1145/2858789>
- Kidwai, A., & Saraph, A. (2019, June 27). *Smart City Initiatives in India: Classification from System's Perspective*. 1–9. <https://doi.org/10.1109/punecon.2018.8745438>
- Lee, M., Almirall, E., & Wareham, J. (2016). Open data and civic apps: First-generation failures, second-generation improvements. *Communications of the ACM*, 59(1), 82–89. <https://doi.org/10.1145/2756542>
- Luís Carvahlo; Inés Plácido Santos; Mátió Vale. (2014). *Living planit and the development of the “planit urban operating system*.
- M., P., & Das, D. (2017). Comparative Analysis of IoT based Healthcare Architectures. *International Journal of Computer Applications*, 161(10), 33–37. <https://doi.org/10.5120/ijca2017913343>
- Martin Hopkinson. (2016). The project Risk Maturity Model. In *Routledge*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Medina. (2019). 25 iniciativas que están transformando a Bogotá en una ciudad inteligente. Retrieved March 5, 2020, from Alcaldía de Bogotá website: <https://bogota.gov.co/asi-vamos/rendicion-de-cuentas/bogota-ciudad-inteligente-2019>
- Medrano-Gil, A. M., De Los Ríos Pérez, S., Fico, G., Colomer, J. B. M., Sánchez, G. C., Cabrera-Umpierrez, M. F., & Waldmeyer, M. T. A. (2018). Definition of technological solutions based on the Internet of Things and Smart Cities paradigms for active and healthy ageing through cocreation. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1949835>
- Mercer, T., Gardner, A., Andama, B., Chesoli, C., Christoffersen-Deb, A., Dick, J., ... Laktabai, J. (2018). Leveraging the power of partnerships: Spreading the vision for a population health care delivery model in western Kenya. *Globalization and Health*, Vol. 14. <https://doi.org/10.1186/s12992-018-0366-5>
- Ministerio de salud. (n.d.-a). Normativa Leyes. Retrieved February 24, 2020, from [https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Norm\\_Leyes.aspx#InplviewHash8124f488-2530-4037-9cc8-da5150e170f5=SortField%3DTem%255fx00e1%255ftica-SortDir%3DDesc-WebPartID%3D%7B8124F488--2530--4037--9CC8--DA5150E170F5%7D](https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Norm_Leyes.aspx#InplviewHash8124f488-2530-4037-9cc8-da5150e170f5=SortField%3DTem%255fx00e1%255ftica-SortDir%3DDesc-WebPartID%3D%7B8124F488--2530--4037--9CC8--DA5150E170F5%7D)
- Ministerio de salud. (n.d.-b). Objetivos y funciones. Retrieved March 5, 2020, from <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Paginas/institucional-objetivos-funciones.aspx>
- Ministerio de salud. (n.d.-c). SISPRO - Sistema Integrado de Información de la Protección Social. Retrieved March 2, 2020, from <https://www.sispro.gov.co/Pages/Home.aspx>
- Ministerio de salud. (n.d.-d). Transparencia y acceso a la información pública. Retrieved February 24, 2020, from <https://www.minsalud.gov.co/atencion/Paginas/transparencia-acceso-informacion.aspx>
- Ministerio de salud. (2016). *ABECÉ interrupción voluntaria del embarazo, un derecho humano de las mujeres*. Retrieved from <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>

- Ministerio de Salud. (2018). *Gestión integral del riesgo en salud*. Bogotá.
- Ministerio de Salud. (2019). Pueblos Indígenas. Retrieved March 19, 2020, from <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/Pueblos-indigenas.aspx>
- Ministerio de Salud y de la Protección Social, Organización Panamericana de la Salud - OPS/OMS, Centro de estudios pesquisa e documentação em cidades saudáveis (CEPEDOC), & Grupo de estudios e pesquisas epidemiológicas em atividade física e saúde (GEPAF). (2017). Orientaciones Para el desarrollo de Ciudades , Entornos y Ruralidad Saludable ( CERS ). In *Orientaciones para el desarrollo de Ciudades, Entornos y Ruralidad Saludable (CERS)*.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2018). *Política nacional de talento humano en salud*. Retrieved from [https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Documents/Politica\\_Nacional\\_de\\_Prestación\\_de\\_Servicios\\_de\\_Salud.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Documents/Politica_Nacional_de_Prestación_de_Servicios_de_Salud.pdf)
- Ministerio de salud y protección social. *Resolución 430 de 2013*. , (2013).
- Ministerio de salud y protección social. (2018). *Guía para la planeación, recepción, distribución, seguimiento y control de medicamentos y tecnologías en salud adquiridos a través de compra centralizada*. Bogotá D.c.
- Ministerio de salud y protección social. *Resolución número 00002654 de 2019*. , (2019).
- Ministerio de salud y Protección social - MSPS, Ministerio de comercio, industria y turismo, Ministerio de educación nacional, Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, & Ministerio de relaciones exteriores. (2012). *Política Nacional Farmacéutica*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Salud y Protección Social, & El, O. para la cooperación y el desarrollo económico. (2016). *Sistema de Evaluación del Desempeño del Sistema de Salud de Colombia bajo Criterios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-OCDE*.
- MinTic. (2019). “La salud es un sector que también debe transformarse digitalmente para prestar mejores servicios a los ciudadanos”: *Viceministro de Economía Digital*.
- MinTic. (2020). Medidas tomadas para las Telecomunicaciones. Retrieved May 23, 2020, from <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/acciones/acciones-de-telecomunicaciones.html>
- Mitsakis, F. (2019). Modify the Redefined: Strategic Human Resource Development Maturity at a Crossroads. *Human Resource Development Review*, 18(4), 470–506. <https://doi.org/10.1177/1534484319847043>
- National audit office. (2013). Financial management maturity model. *Financial Management*, 1–13.
- Organización de las naciones unidas. (2017). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe. “PATRIMONIO”: *ECONOMÍA CULTURAL Y EDUCACIÓN PARA LA PAZ (MEC-EDUPAZ)*.
- Pavignani, E., & Colombo, S. (2016). Strategizing in distressed health contexts. *Strategizing National Health in the 21st Century: A Handbook*, 49. Retrieved from <http://www.who.int/healthsystems/publications/nhpsp-handbook-ch13/en/>
- Perätalo, S., & Ahokangas, P. (2018). Toward smart city business models. *Journal of Business Models*, 6(2), 65–70. Retrieved from <https://0-search-proquest-com.oasis.unisa.ac.za/abicomplete/docview/2161044191/fulltextPDF/D4A02BEA5BD14CC9PQ/24?accountid=14648%0Ahttps://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN>

=133037105&site=eds-live

- Periton, D. (2018). Generative history: Marcel poëte and the city as urban organism. *Journal of Architecture*, 23(4), 580–594. <https://doi.org/10.1080/13602365.2018.1479227>
- Petro, G. (2011). *Programa de gobierno de Petro, Bogotá humana ya*. Retrieved from [www.progresistas.com.co](http://www.progresistas.com.co), [www.gustavopetro.com](http://www.gustavopetro.com)
- Philip Garnett. (2020). *Growing smart cities* (Vol. 35). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15792-0>
- Pizarro Correal, C. (2018). *Estudio sobre bioeconomía como fuente de nuevas industrias basadas en el capital natural de colombia fase II, Análisis de la situación y recomendaciones de política de bieconomía Anexo 6, Análisis del sector salud*.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and Refutations The Growth of Scientific Knowledge*. Routledge & Kegan Paul.
- Rehman, A., & Hashim, F. (2018). Corporate Governance Maturity and Its Related Measurement Framework. *5th International Conference on Accounting Studies (ICAS)*, (October), 16–17.
- Rjab, A. Ben, & Mellouli, S. (2018). Smart cities in the era of artificial intelligence and internet of things: Literature review from 1990 to 2017. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3209281.3209380>
- Ronga, L. S., Jayousi, S., Aragno, C., Bagni, M., Carniato, L., & Fongher, F. (2018). Satellite integrated heterogeneous architecture for professional health services. *IET Communications*, 12(1), 9–17. <https://doi.org/10.1049/iet-com.2017.0283>
- Ross, J., Stevenson, F., Lau, R., & Murray, E. (2016). Factors that influence the implementation of e-health: A systematic review of systematic reviews (an update). *Implementation Science*, Vol. 11. <https://doi.org/10.1186/s13012-016-0510-7>
- Scarpato, N., Pieroni, A., Di Nunzio, L., & Fallucchi, F. (2017). E-health-IoT universe: A review. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Vol. 7, pp. 2328–2336. Insight Society.
- Schoonenberg, W. C. H., Khayal, I. S., Farid, A. M., Schoonenberg, W. C. H., Khayal, I. S., & Farid, A. M. (2019). Modeling Interdependent Smart City Infrastructure Systems with HFGT. In *A Hetero-functional Graph Theory for Modeling Interdependent Smart City Infrastructure* (Vol. 2). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-99301-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-99301-0_5)
- Secretaría de Salud de Bogotá. (2016). Plan territorial en salud para Bogotá D.C 2016-2020. Retrieved February 27, 2020, from <http://www.hospitalusaquen.gov.co/website/index.php/2-principal/138-nueva-era-del-sector-salud>
- Secretaría distrital de salud. (n.d.). Autoevaluacion\_Prestadores\_de\_Servicios\_de\_Salud. Retrieved February 27, 2020, from [http://www.saludcapital.gov.co/Paginas2/Autoevaluacion\\_Prestadores\\_de\\_Servicios\\_de\\_Salud.aspx](http://www.saludcapital.gov.co/Paginas2/Autoevaluacion_Prestadores_de_Servicios_de_Salud.aspx)
- Secretaría Distrital de Salud de Bogotá. (n.d.). Normograma Gestion Financiera. Retrieved February 29, 2020, from <http://www.saludcapital.gov.co/Paginas2/NormogramaGestionFinanciera.aspx>
- Sharma, B. (2008). *Electronic Healthcare Maturity Model Quintegra*. (June).
- Shelton, T., Zook, M., & Wiig, A. (2015). The “actually existing smart city.” *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8(1), 13–25. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsu026>

- Silva, B. M. C., Rodrigues, J. J. P. C., de la Torre Díez, I., López-Coronado, M., & Saleem, K. (2015, August 1). Mobile-health: A review of current state in 2015. *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 56, pp. 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.06.003>
- Smylie, J., Anderson, I., Ratima, M., Crengle, S., & Anderson, M. (2006). Indigenous health performance measurement systems in Canada , Australia , and New Zealand. *Viewpoint*, 2029–2031.
- Song, Y., An, X., Ma, G., & Chen, H. (2017). *Collaborative Innovation Community Capacity Building for Chinese Smart City Building : A Multi-Case Study*. 236–245.
- Subsecretaría de salud Pública. (2018). *Documento de análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud para el distrito Capital*.
- Terwindt, F., & Rajan, D. (2016). Strategic planning : transforming priorities into plans. *Strategizing National Health in the 21st Century: A Handbook*, 55. Retrieved from <http://www.who.int/healthsystems/publications/nhpsp-handbook-ch5/en/>
- Thompson, E. M. (2016). What makes a city 'smart'? *International Journal of Architectural Computing*, 14(4), 358–371. <https://doi.org/10.1177/1478077116670744>
- UN HABITAT, & International City Leaders. (2015). *2015 Global City Report: The City Prosperity Initiative*.
- United Nations. (2015). *The Government Summit Thought Leadership Series Smart Cities: Regional Perspectives*.
- Uribe Gaviria, A., Correa Serna, L. F., Burgos Bernal, G., Barrera, O., Esguerra, H., Gamarra, G., & Salazar López, R. (2016). *Perfiles y competencias profesionales en salud*. Bogotá.
- Uribe Restrepo, J. P., Gonzalez Ortiz, I. D., Burgos Bernal, G., Melo Velandia, W. F., Hurtado Neira, A. E., Correa Serna, L. F., ... Bernál Cortés, P. M. (2018). *La salud es de todos, rendición de cuentas, informe de gestión 2018*.
- World Health Organization. (2015). *100 core health indicators*.
- Yahiaoui, S., Fedouaki, F., & Mouchtachi, A. (2018). Design of a Supply Chain Maturity Model Adapted to SMEs in the Automotive Industry. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3185333>
- Yigitcanlar, T. (2009). Planning for knowledge-based urban development: Global perspectives. *Journal of Knowledge Management*, 13(5), 228–242. <https://doi.org/10.1108/13673270910988079>
- Yigitcanlar, T., & Lönnqvist, A. (2013). Benchmarking knowledge-based urban development performance: Results from the international comparison of Helsinki. *Cities*, 31, 357–369. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.11.005>
- Zangara, G., Corso, P. P., Cangemi, F., Millonzi, F., Collova, F., & Scarlatella, A. (2014). A cloud based architecture to support Electronic Health Record. *Studies in Health Technology and Informatics*, 207, 380–389. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-474-9-380>
- ZEN. (2018). Zero Emission Neighborhoods in Smart Cities (ZEN). Retrieved from [www.ntnu.no](http://www.ntnu.no)



## **Anexos**

### *Anexo 1 Abreviaciones*

EPA	Agencia para la protección Ambiental (Environmental Protection Agency)
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible
WHO	Organización mundial de la salud (World Health Organization)
SISPRO	Sistema integrado de información de la protección social
MINTIC	Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones
SISMED	Sistema de medicamentos
RIAS	Red integral de aseguramiento en salud
GIRS	Gestión integral de riesgos en salud
IDCBIS	Instituto distrital de ciencia, biotecnología e innovación en salud
SGSSS	Sistema general de seguridad social en salud
HL7	Nivel de salud 7 (Health level 7)
MIAS	Modelo integral de atención en salud
IPS	Institución prestadora de servicios de salud
CNPM	Comisión nacional de precios de medicamentos
INVIMA	Instituto Nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos
OPS	Organización panamericana de la salud
UN	Naciones unidas (United Nations)
DANE	Departamento administrativo nacional de estadísticas
RIPS	Registro Individual de Prestación de Servicios de Salud
PDSP	Plan decenal de salud pública
EVV	Verificación electrónica de visita (Electronic visit verification)
ENDS	Encuesta nacional de demografía y salud
ENSIN	Encuesta nacional de situación nutricional
ENS	Encuesta nacional sindical
ENSM	Encuesta nacional de salud mental
CMMI	Modelo de integración de madurez en capacidad (Capability maturity model integration)

*Anexo 2 Tabla de relación de indicadores de ciudades inteligentes en salud y de la organización mundial de la salud*

<b>Indicador WHO</b>	<b>Tipo</b>	<b>Indicador de ciudades inteligentes</b>	<b>Tipo</b>
Life expectancy at birth	Health status indicators	Mortality Rate/ Life expectancy	Población
Adult mortality rate between 15 and 60 years of age	Health status indicators	Mortality Rate/ Life expectancy	Población
Under-five mortality rate	Health status indicators	Under five mortality rate	Población
Infant mortality rate	Health status indicators	Under five mortality rate	Población
Neonatal mortality rate	Health status indicators	Under five mortality rate	Población
Stillbirth rate	Health status indicators		Población
Maternal mortality ratio	Health status indicators	Mortality Rate/ Life expectancy	Población
TB mortality rate	Health status indicators		Población
AIDS - related mortality rate	Health status indicators		Población
Malaria mortality rate	Health status indicators		Población
Mortality between 30 and 70 years of age from cardiovascular diseases, cancer, diabetes or chronic respiratory diseases	Health status indicators		Población
Suicide rate	Health status indicators		Población
Mortality rate from road traffic injuries	Health status indicators		Población
Adolescent fertility rate	Health status indicators		Población
Total fertility rate	Health status indicators		Población
New cases of vaccine - preventable diseases	Health status indicators		Población
New cases of IHR - notifiable diseases and other notifiable diseases	Health status indicators		Población
HIV incidence rate	Health status indicators		Población
HIV prevalence rate	Health status indicators		Población

Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
Hepatitis B surface antigen prevalence	Health status indicators		Población
Sexually transmitted infections (STIs) incidence rate	Health status indicators		Población
TB incidence rate	Health status indicators		Población
TB notification rate	Health status indicators		Población
TB prevalence rate	Health status indicators		Población
Malaria parasite prevalence among children aged 6 - 59 months	Health status indicators	Period prevalence of vector borne diseases	Población
Malaria incidence rate	Health status indicators		Población
Cancer incidence, by type of cancer	Health status indicators		Población
Exclusive breastfeeding rate 0-5 months of age	Risk factors indicators		Riesgo
Early initiation of breastfeeding	Risk factors indicators		Riesgo
Incidence of low birth weight among new-borns	Risk factors indicators		Riesgo
Children under 5 years who are stunted	Risk factors indicators		Riesgo
Children under 5 years who are wasted	Risk factors indicators		Riesgo
Anaemia prevalence in children	Risk factors indicators		Riesgo
Anaemia prevalence in women of reproductive age	Risk factors indicators		Riesgo
condom use at las sex with high - risk partner	Risk factors indicators		Riesgo
population using safely managed drinking - water services	Risk factors indicators		Riesgo
Population using safely managed sanitation services	Risk factors indicators		Riesgo
Population using modern fuels for cooking/ heating/ lighting	Risk factors indicators		Riesgo
Air pollution level in cities	Risk factors indicators		Riesgo
Total alcohol per capita (age 15+ years) consumption	Risk factors indicators		Riesgo
Tobacco use among persons aged 18+ years	Risk factors indicators		Riesgo
Children aged under 5 years who are overweight	Risk factors indicators		Riesgo

<b>Indicador WHO</b>	<b>Tipo</b>	<b>Indicador de ciudades inteligentes</b>	<b>Tipo</b>
overweight and obesity in adults (Also: Adolescents)	Risk factors indicators		Riesgo
Raised blood pressure among adults	Risk factors indicators		Riesgo
Raised blood glucose/ diabetes among adults	Risk factors indicators		Riesgo
Salt intake	Risk factors indicators		Riesgo
Insufficient physical activity in adults (Also: adolescents)	Risk factors indicators		Riesgo
Intimate partner violence prevalence	Risk factors indicators		Riesgo
Demand for family planning satisfied with modern methods	Service coverage indicators		Cobertura
Contraceptive prevalence rate	Service coverage indicators		Cobertura
Antenatal care coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Births attended by skilled health personnel	Service coverage indicators		Cobertura
Postpartum care coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Care-seeking for symptoms of pneumonia	Service coverage indicators		Cobertura
Children with diarrhoea reviving oral rehydration solution (ORS)	Service coverage indicators		Cobertura
Vitamin A supplementation coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Immunization coverage rate by vaccine for each vaccine in the national schedule	Service coverage indicators		Cobertura
People living with HIV who have been diagnosed	Service coverage indicators		Cobertura
Prevention of mother - to- child transmission	Service coverage indicators		Cobertura
HIV coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Antiretroviral therapy (ART) coverage	Service coverage indicators		Cobertura
HIV viral load suppression	Service coverage indicators		Cobertura
TB preventive therapy for HIV-positive people newly enrolled in HIV care	Service coverage indicators		Cobertura
HIV test results for registered new and relapse TB patients	Service coverage indicators		Cobertura

Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
HIV - positive new and relapse TB patients on ART during TB treatment	Service coverage indicators		Cobertura
TB patients with results for drug susceptibility testing	Service coverage indicators		Cobertura
TB case detection rate	Service coverage indicators		Cobertura
Second - line treatment coverage among multidrug - resistant tuberculosis (MDR-TB) cases	Service coverage indicators		Cobertura
Intermittent preventive therapy for malaria during pregnancy (IPTp)	Service coverage indicators		Cobertura
Use of insecticide treated nets (ITNs)	Service coverage indicators		Cobertura
Treatment of confirmed malaria cases	Service coverage indicators		Cobertura
Indoor residual spraying (IRS) coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Coverage of preventive chemotherapy for selected neglected tropical diseases	Service coverage indicators		Cobertura
Cervical cancer screening	Service coverage indicators		Cobertura
Coverage of services for severe mental health disorders	Service coverage indicators		Cobertura
Perioperative mortality rate	Health systems indicators		Calidad
Obstetric and gynaecological admissions owing to abortion	Health systems indicators		Calidad
Institutional maternal mortality ratio	Health systems indicators		Calidad
Maternal death reviews	Health systems indicators		Calidad
ART retention rate	Health systems indicators		Calidad
TB treatment success rate	Health systems indicators		Calidad
Service-specific availability and readiness	Health systems indicators		Calidad
Service utilization	Health systems indicators		Calidad

Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
Health service access	Health systems indicators	Percentage of population with access to health care services	Calidad
Hospital bed density	Health systems indicators		Instalaciones
Availability of essential medicines and commodities	Health systems indicators		Calidad
Health worker density and distribution	Health systems indicators	Healthcare professionals per 10.000 population	Recursos Humanos
Output training institutions	Health systems indicators		Recursos Humanos
Birth registration coverage	Health systems indicators		Información
Death registration coverage	Health systems indicators		Información
Completeness of reporting by facilities	Health systems indicators		Información
Total current expenditure on health (% of gross domestic product)	Health systems indicators		Financiero
Current expenditure on health by general government and compulsory schemes	Health systems indicators		Financiero
% of current expenditure on health	Health systems indicators		Financiero
Out-of-pocket payment for health (% of current expenditure on health)	Health systems indicators		Financiero
Externally sourced funding (% of current expenditure on health)	Health systems indicators		Financiero
Total capital expenditure on health (% current + capital expenditure on health)	Health systems indicators		Financiero
Headcount ratio of catastrophic health expenditure	Health systems indicators		Financiero
Headcount ratio of impoverishing health expenditure	Health systems indicators		Financiero
International Health regulations (IHR) core capacity	Health systems indicators		Políticas
Life expectancy at age 60 years	Health status indicators	Mortality Rate/ Life expectancy	Población
Health life expectancy at birth	Health status indicators	Mortality Rate/ Life expectancy	Población

Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
Distribution of causes of death in health facilities	Health status indicators		Población
Leading outpatient diagnosis (morbidity)	Health status indicators	Patient diagnostic and screening devices	Calidad
Leading inpatient admissions by diagnosis	Health status indicators	Patient diagnostic and screening devices	Calidad
Prevalence rate of neglected tropical diseases	Health status indicators	Period prevalence of vector borne diseases	Calidad
Prevalence of severe mental disorders	Health status indicators		Población
Prevalence of visual impairment	Health status indicators		Población
Children aged under 5 years who are underweight	Risk factors indicators		Riesgo
Percentage of women of reproductive age who are underweight	Risk factors indicators		Riesgo
Minimum acceptable diet	Risk factors indicators		Riesgo
Urinary iodine concentration in children aged 6-12 years	Risk factors indicators		Riesgo
Households that have iodized salt	Risk factors indicators		Riesgo
Prevalence of heavy episodic drinking	Risk factors indicators		Riesgo
Abstainers	Risk factors indicators		Riesgo
Low consumption of fruit and vegetables among adults	Risk factors indicators		Riesgo
Total energy intake from saturated fatty acids	Risk factors indicators		Riesgo
Raised cholesterol among adults	Risk factors indicators		Riesgo
Safe injecting practices among injecting drug users	Risk factors indicators		Riesgo
Multiple sexual partnerships	Risk factors indicators		Riesgo
Discriminatory attitudes towards people living with HIV	Risk factors indicators		Riesgo
Prevalence of female genital mutilation	Risk factors indicators		Riesgo
Non-partner sexual violence prevalence	Risk factors indicators		Riesgo
Seat-belt wearing rate	Risk factors indicators		Riesgo
Helmet wearing rate	Risk factors indicators		Riesgo

Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
Population with basic hand-washing facilities with soap and water at home	Risk factors indicators		Riesgo
Timing of first antenatal visit	Service coverage indicators		Cobertura
Zinc for treatment of diarrhoea	Service coverage indicators		Cobertura
HIV-testing in key populations	Service coverage indicators		Cobertura
Pregnant women counselled and tested for HIV	Service coverage indicators		Cobertura
Prevention of mother-to-child transmission during breastfeeding	Service coverage indicators		Cobertura
Early infant testing coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Cotrimoxazole prophylaxis among HIV-positives who re eligible	Service coverage indicators		Cobertura
Needles/ syringes distribution	Service coverage indicators		Cobertura
Coverage of prevention programmes among key populations	Service coverage indicators		Cobertura
Male circumcision	Service coverage indicators		Cobertura
TB status assessment among HIC-positive people	Service coverage indicators		Cobertura
Confirmed cases of MDR-TB	Service coverage indicators		Cobertura
Household ownership of insecticide treated net (ITN)	Service coverage indicators		Cobertura
Appropriate treatment among children treated for malaria	Service coverage indicators		Cobertura
Annual blood examination rate	Service coverage indicators		Cobertura
Malaria diagnostic testing rate	Service coverage indicators	Patient diagnostic and screening devices	Cobertura
Malaria test positivity rate	Service coverage indicators		Cobertura
Coverage of case management for selected neglected tropical diseases	Service coverage indicators		Cobertura
Coverage of preventive chemotherapy for trachoma	Service coverage indicators		Cobertura

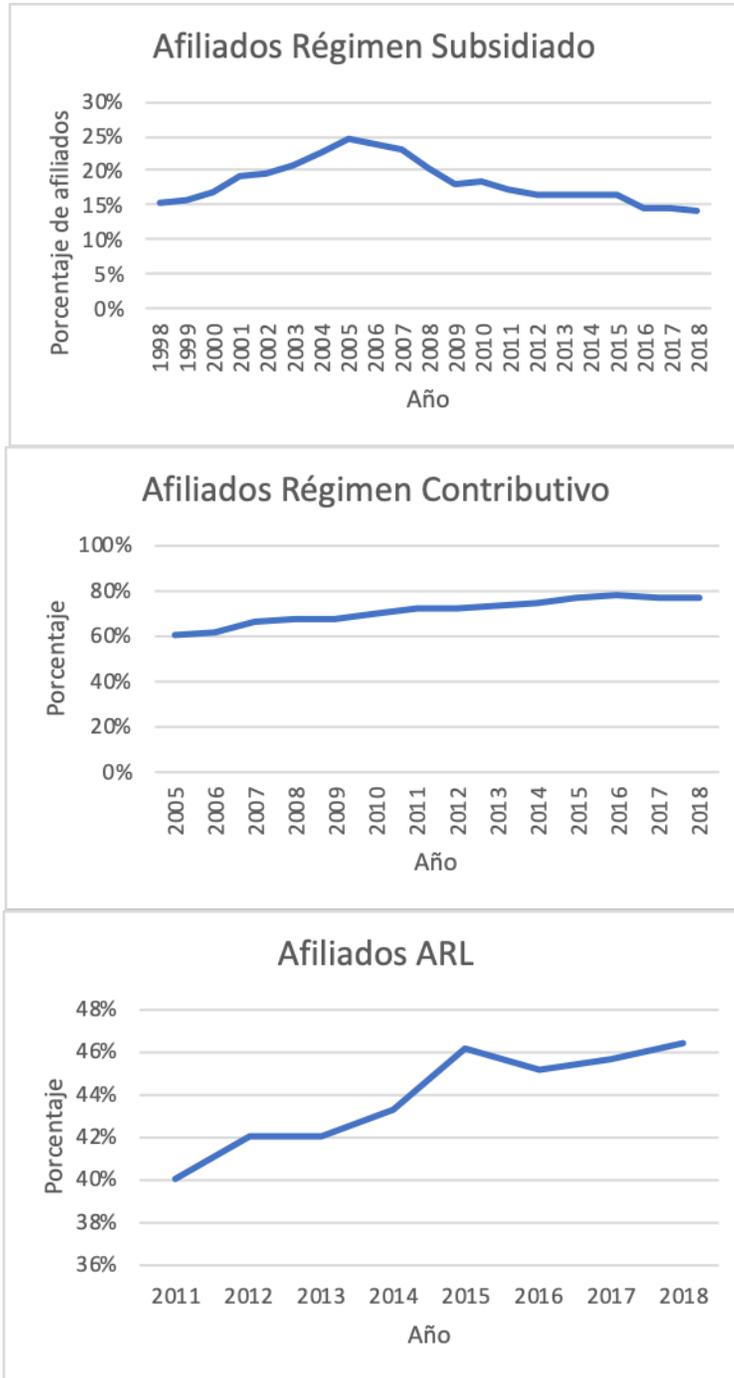
Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
Coverage of preventive chemotherapy for foodborne trematode infections	Service coverage indicators		Cobertura
Drug therapy and counselling to prevent heart attacks and stroke	Service coverage indicators		Cobertura
Cataract surgical rate and coverage	Service coverage indicators		Cobertura
Use of assistive devices among people with disabilities	Service coverage indicators		Cobertura
Cause-specific case fatality rates for major causes	Health systems indicators		Población
Antenatal care: blood pressure measured	Health systems indicators		Calidad
Antenatal care: tested for syphilis	Health systems indicators		Calidad
Antenatal corticosteroid use	Health systems indicators		Calidad
Prevention of postpartum haemorrhage in health facilities	Health systems indicators		Calidad
Severe systemic infection/ sepsis in the postnatal period	Health systems indicators		Calidad
New-borns receiving essential new-born care	Health systems indicators		Calidad
Neonatal sepsis	Health systems indicators		Calidad
Feeding of children born to HIV-positive mothers	Health systems indicators		Calidad
Pneumonia treatment (Children)	Health systems indicators		Calidad
Male partner testing for HIV among women attending antenatal care	Health systems indicators		Calidad
Knowledge of HIV transmission among young women and men	Health systems indicators		Calidad
Cancer survival rates	Health systems indicators		Calidad
30-day hospital case fatality rate - acute myocardial infarction (Stroke)	Health systems indicators		Calidad
Postoperative sepsis	Health systems indicators		Calidad
Postoperative pulmonary embolism/thrombosis rate	Health systems indicators		Calidad

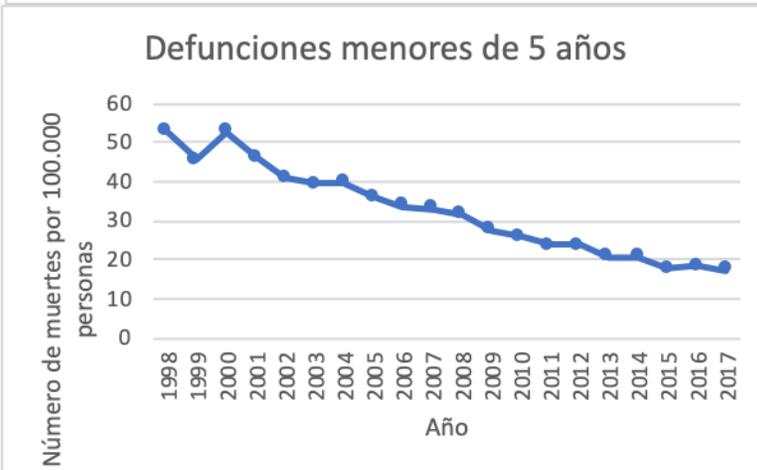
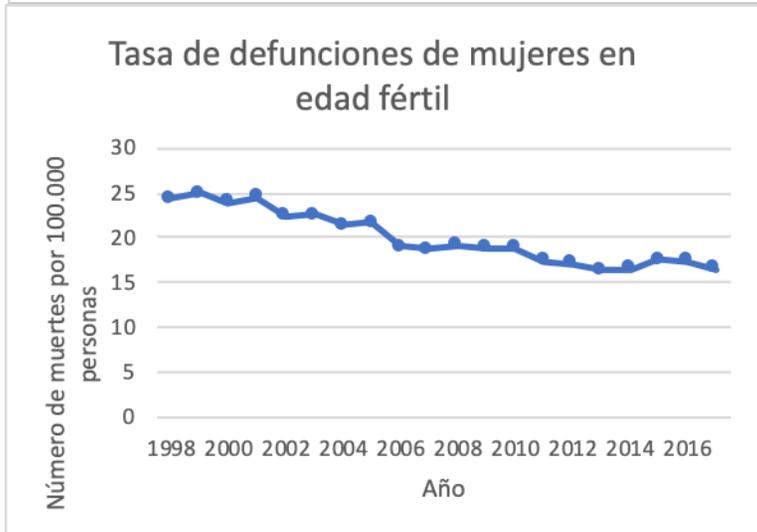
Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
Hospitals with systems for adverse event reporting and learning for patient safety	Health systems indicators		Calidad
Hospital readmission rates	Health systems indicators		Calidad
Waiting time to elective surgery	Health systems indicators		Calidad
Patient satisfaction	Health systems indicators		Calidad
Neonatal death reviews	Health systems indicators		Información
General service readiness	Health systems indicators		Calidad
Hospital admission rates	Health systems indicators		Calidad
Bed occupancy rate	Health systems indicators	Number of in-patient hospital beds per 100 000 population	Instalaciones
Surgery rate	Health systems indicators		Calidad
Caesarean section rate	Health systems indicators		Calidad
Medical devices/ essential technologies	Health systems indicators		Tecnología
Access to palliative care	Health systems indicators	Percentage of population with access to health care services	Cobertura
Opioid agonist pharmacotherapy used for the treatment of opioid dependence (maintenance)	Health systems indicators		Calidad
Turnover rate	Health systems indicators		Calidad
National human resources for health self-sufficiency	Health systems indicators		Recursos Humanos
Policy index	Health systems indicators		Políticas
		Interconnect records for doctors, hospitals and other health providers	Información
		Average response time in case of health emergencies	Calidad
		Encouraging a healthy lifestyle	Políticas
		Patient diagnostic and screening devices	Tecnología

Indicador WHO	Tipo	Indicador de ciudades inteligentes	Tipo
		Congresses and meetings	Recursos Humanos
		Improved Shelter	Riesgo
		Access to improved water	Riesgo
		Traffic Fatalities	Riesgo
		Literacy Rate	Riesgo
		Mean Years of Schooling	Riesgo
		Homicide Rate	Riesgo
		Education, health, housing, public safety and social outcomes	Riesgo
		Percentage of students completing secondary education	Riesgo
		Percentage of population with access to improved sanitation	Riesgo
		Response time for emergency response services from initial call	Calidad
		Number of natural disaster related deaths per 100 000 population	Riesgo
		Per capita availability of recreational spaces	Riesgo
		Net Density	Riesgo
		Percentage of road network with dedicated bicycle tracks	Riesgo
		Mode share of non-motorized transport	Riesgo
		Quality of water supplied	Riesgo
		Cybersecurity	Información
		Data privacy	Información
		Access to educational resources	Riesgo
		Sustainable walkability	Riesgo
		Presence of green areas	Riesgo
		Sustainable day-care and healthcare services	Calidad

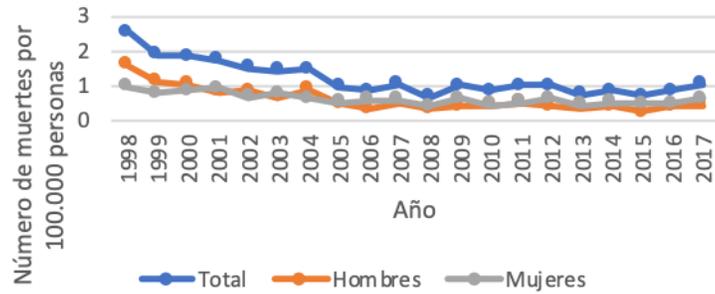


Anexo 3 Graficas de indicadores no incluidos en el documento

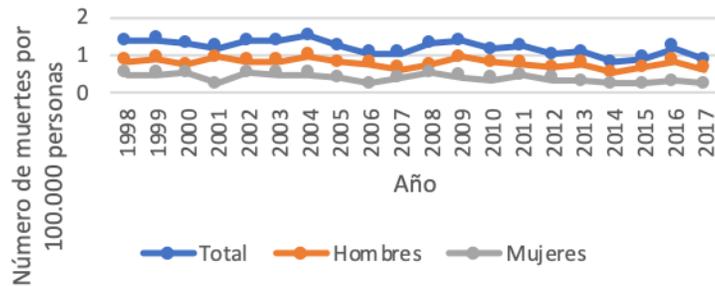




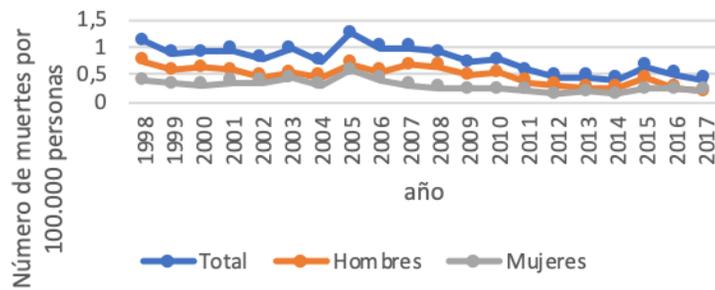
### Muertes por enfermedades infecciosas intestinales por cada 100.000 personas

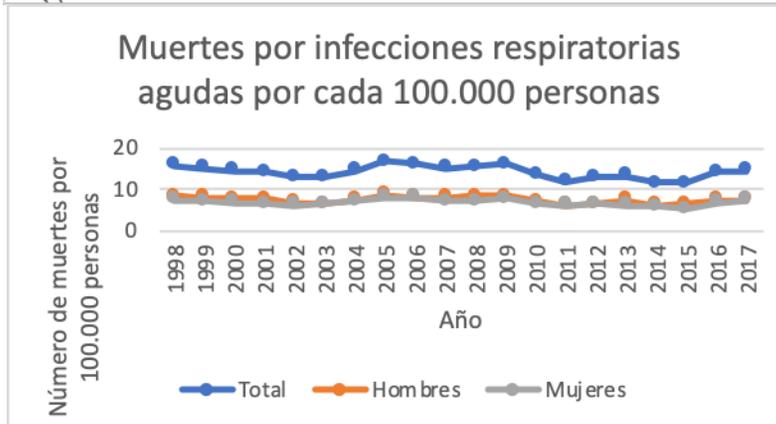
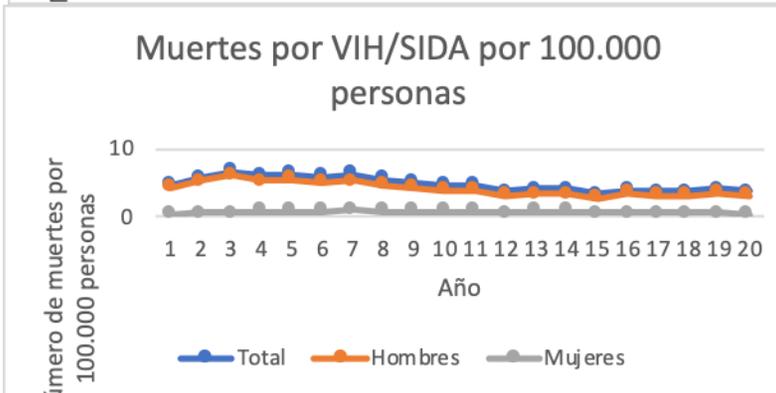
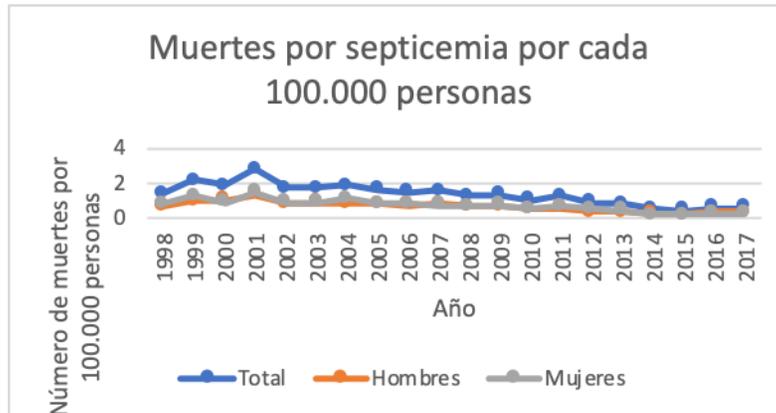


### Muertes por tuberculosis por cada 100.000 personas

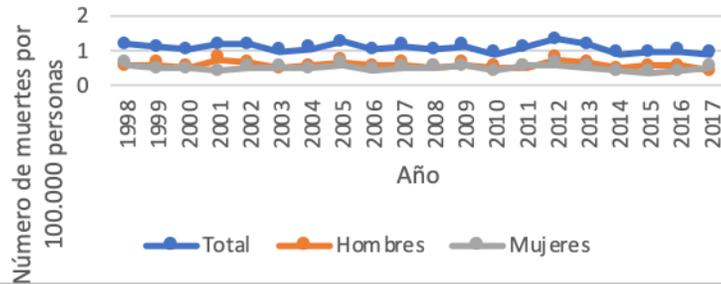


### Muertes por meningitis por cada 100.000 personas

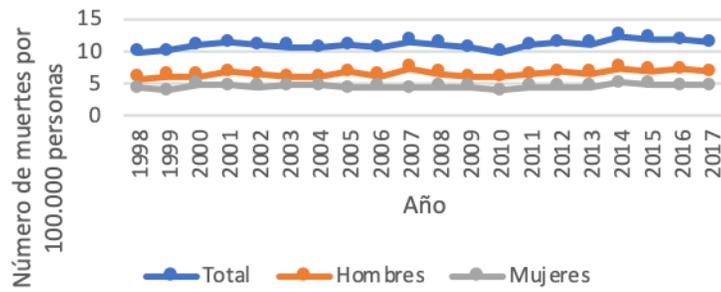




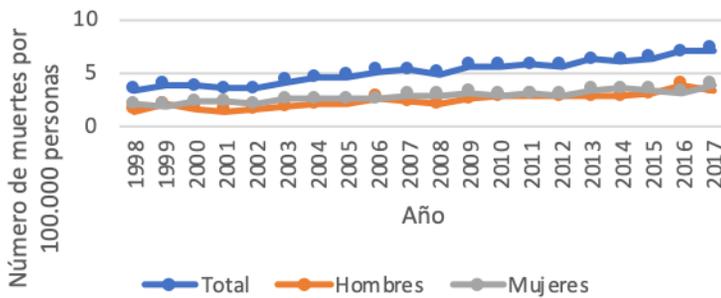
### Muertes por otras enfermedades infecciosas y parasitarias por cada 100.000 personas



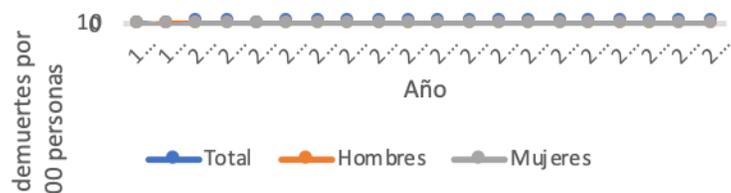
### Muertes por tumor maligno en el estómago por cada 100.000 personas



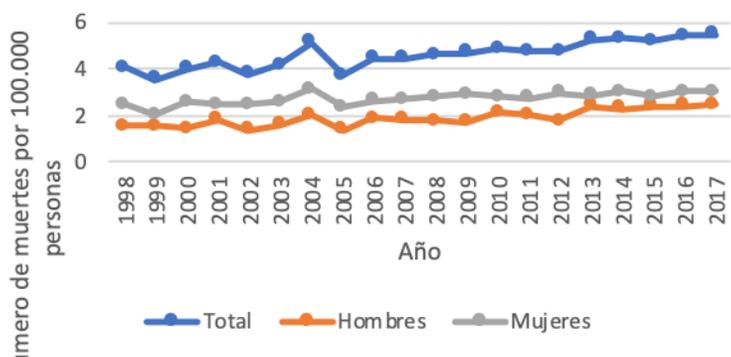
### Muertes por tumor maligno de colon por cada 100.000 personas



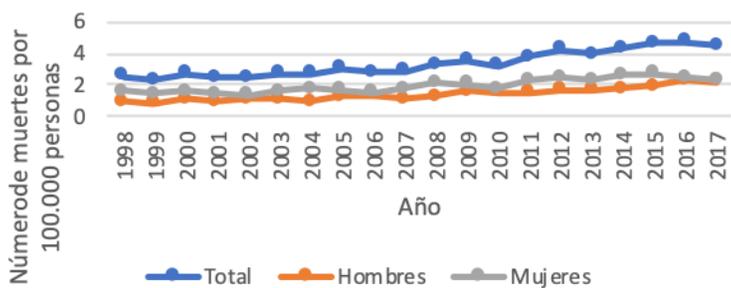
### Muertes por tumor maligno de organos digestivos y peritoneo sin incluir el estómago y colon por cada 100.000 personas



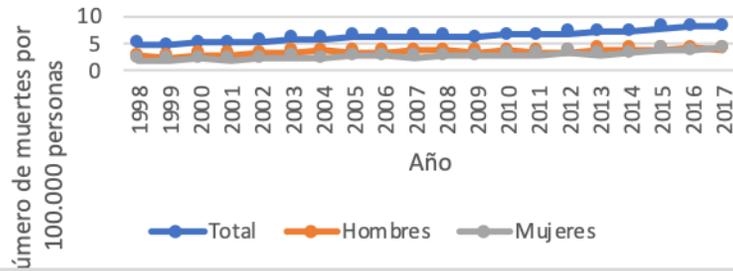
### Muertes por tumor maligno de hígado y vías biliares por cada 100.000 personas



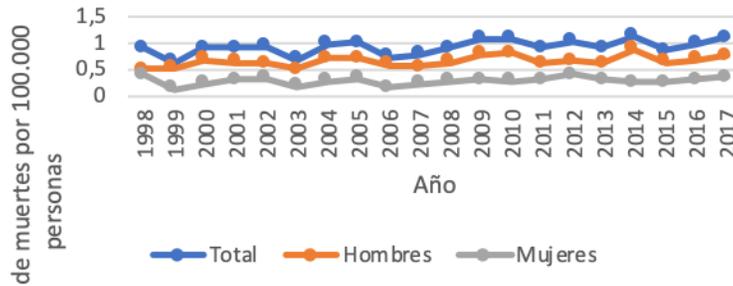
### Muertes por tumor de páncreas por cada 100.000 personas



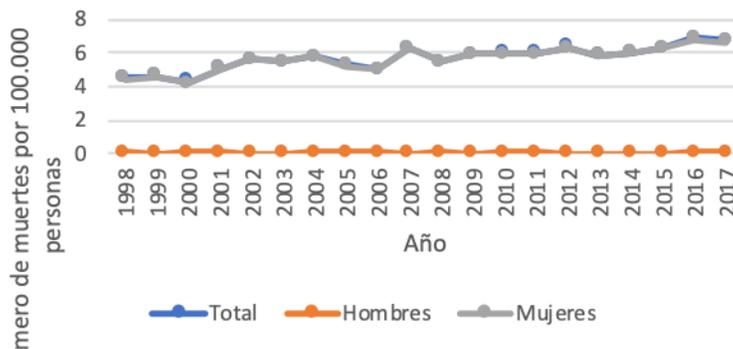
### Muertes por tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón por cada 100.000 personas

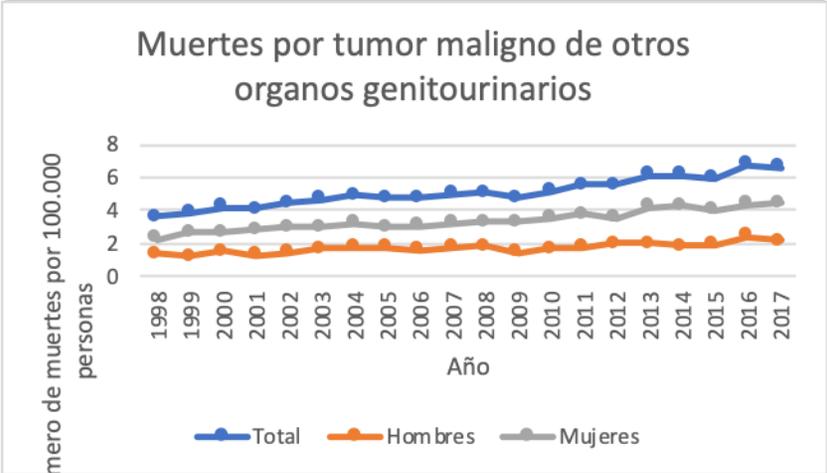
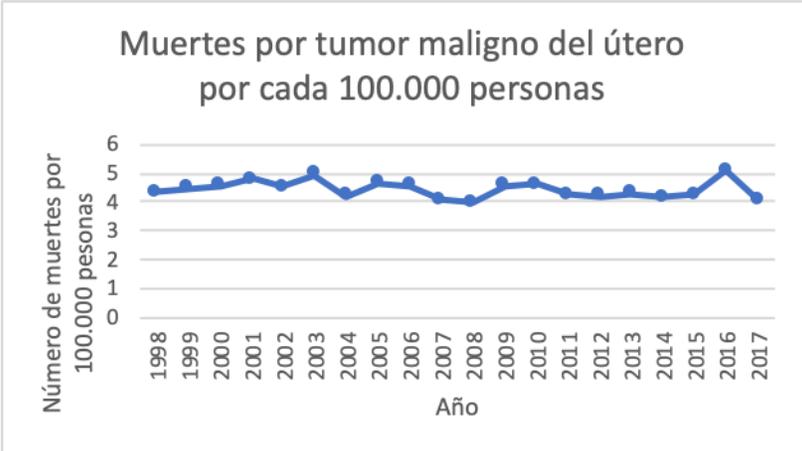


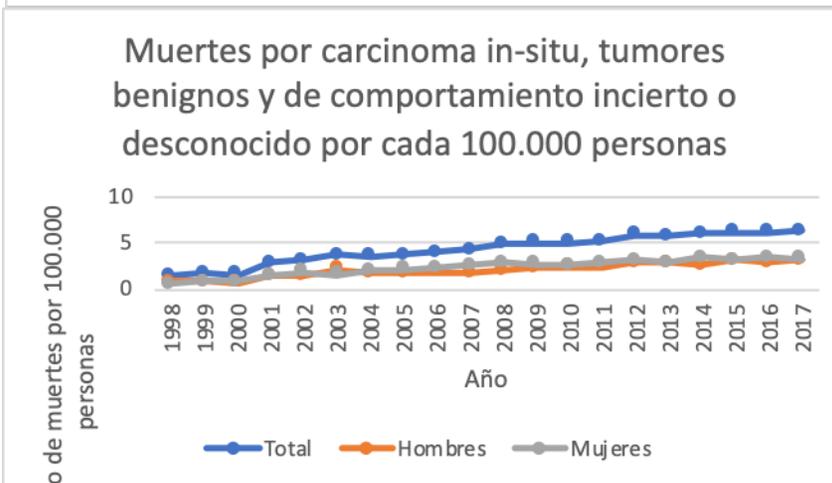
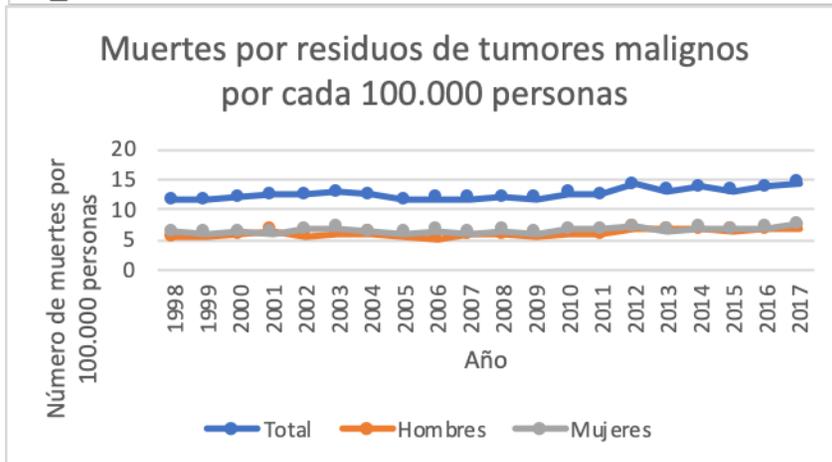
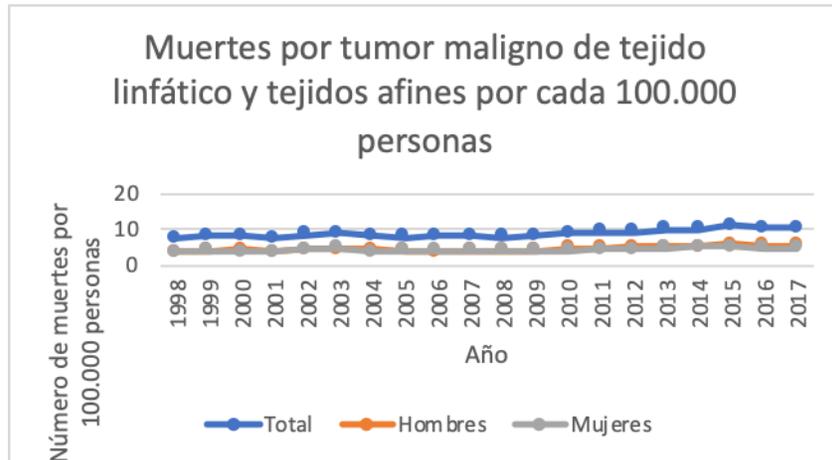
### Muertes por tumor de organos respiratorios excepto traquea, bronquios y pulmón por cada 100.000 personas

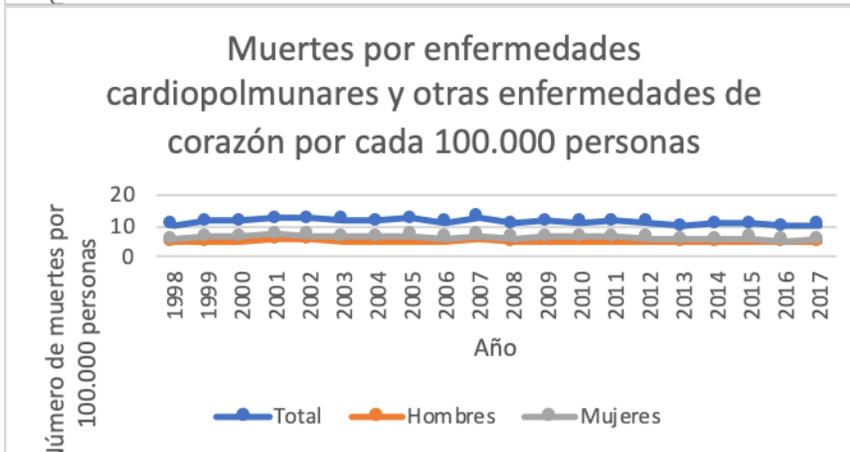
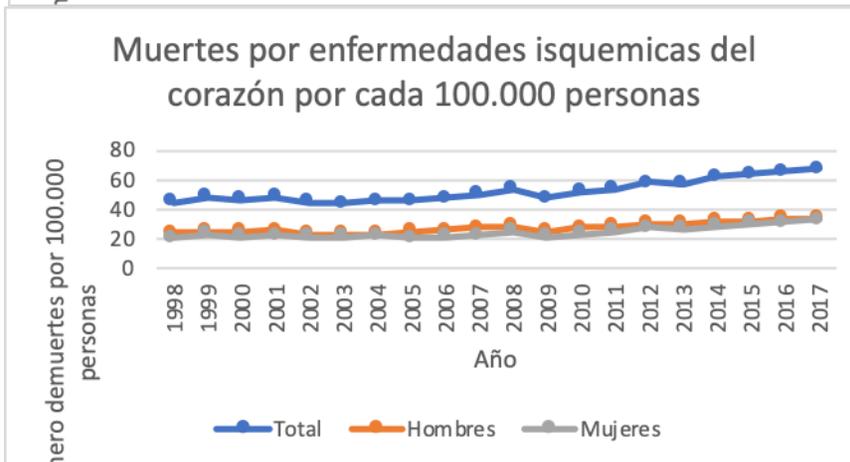
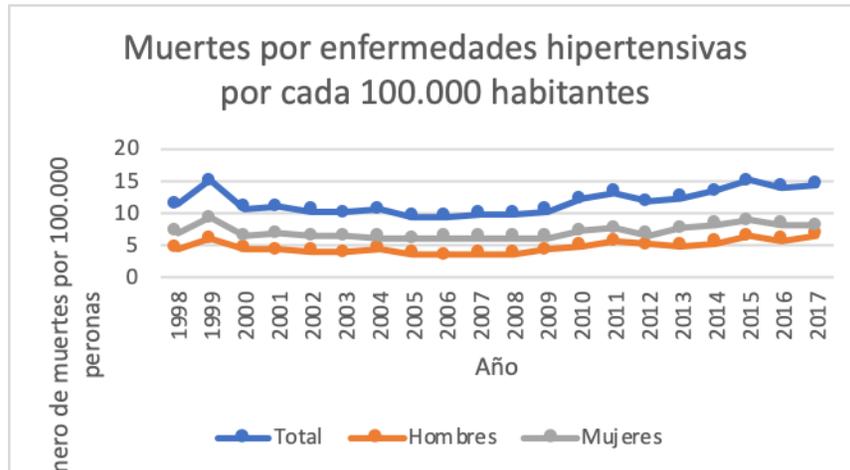


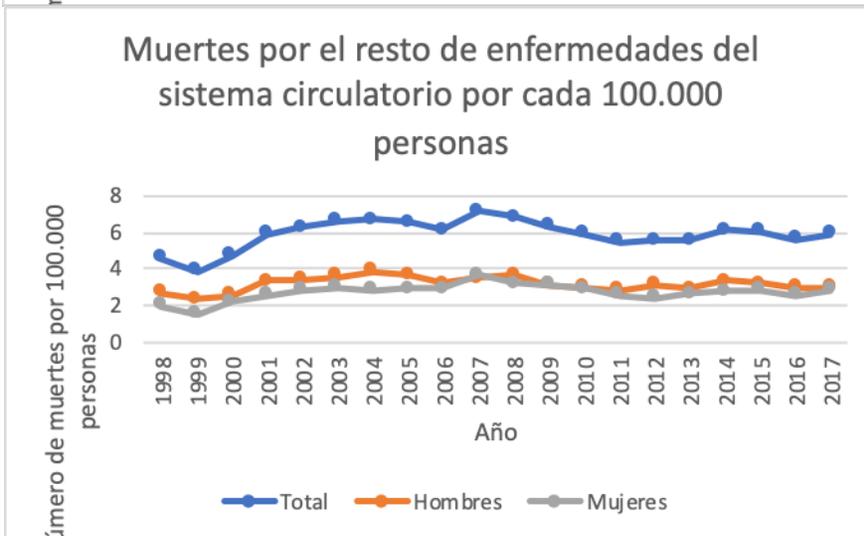
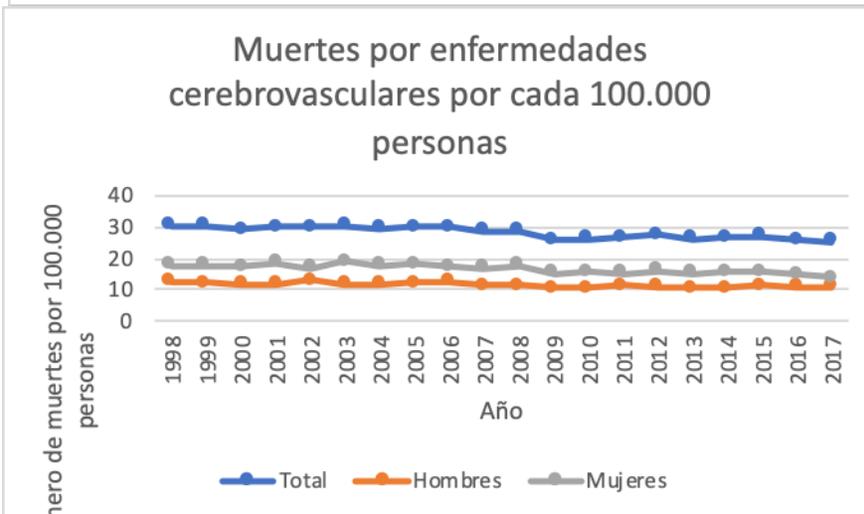
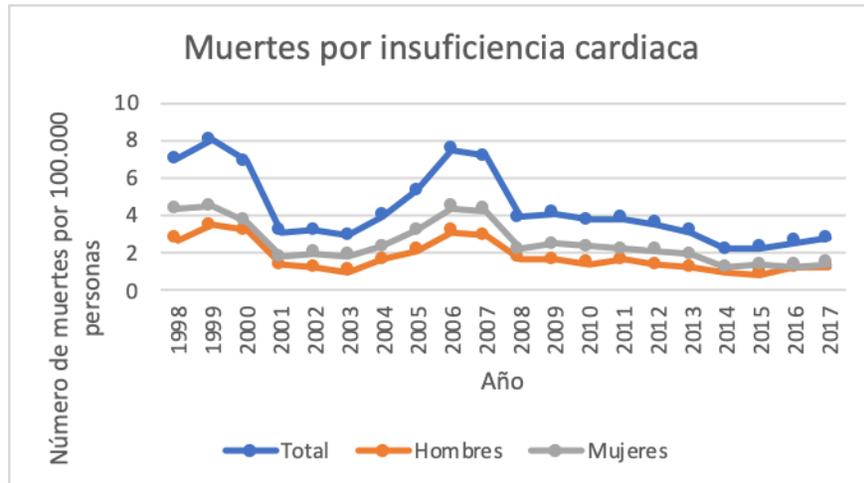
### Muertes por tumor maligno de mama por cada 100.000 personas



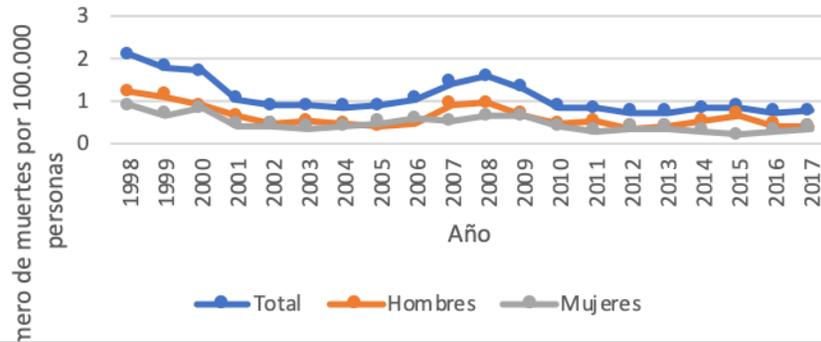




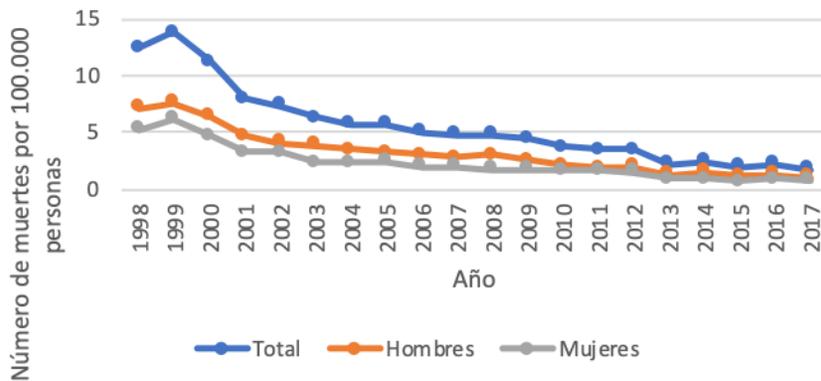




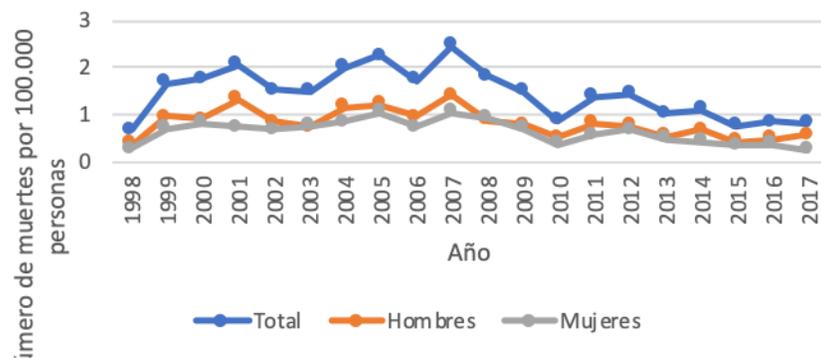
### Muertes de feto y recién nacido afectados por complicaciones obstétricas y traumas de nacimiento



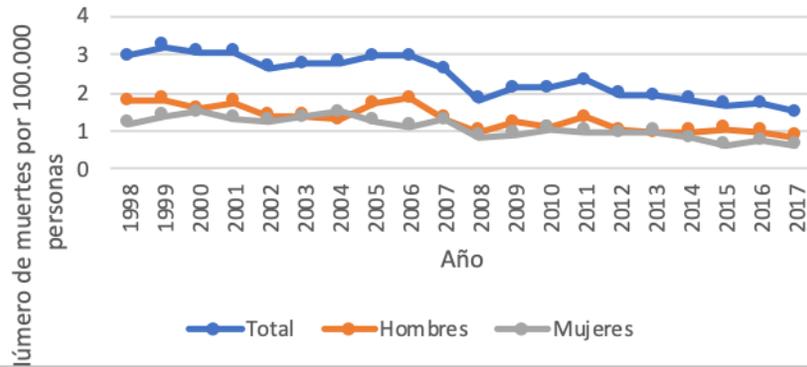
### Muertes por trastornos respiratorios específicos del periodo perinatal



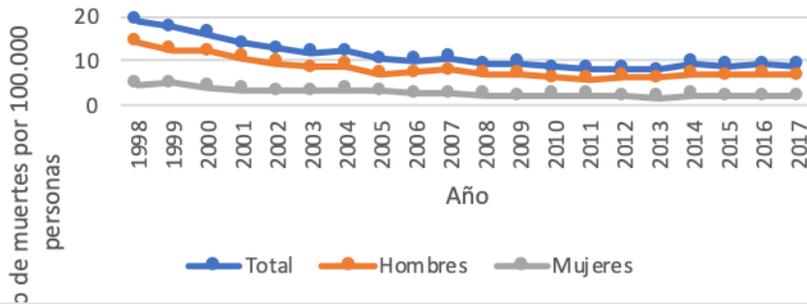
### Muertes por sepsis bacteriana del recién nacido por cada 100.000 personas



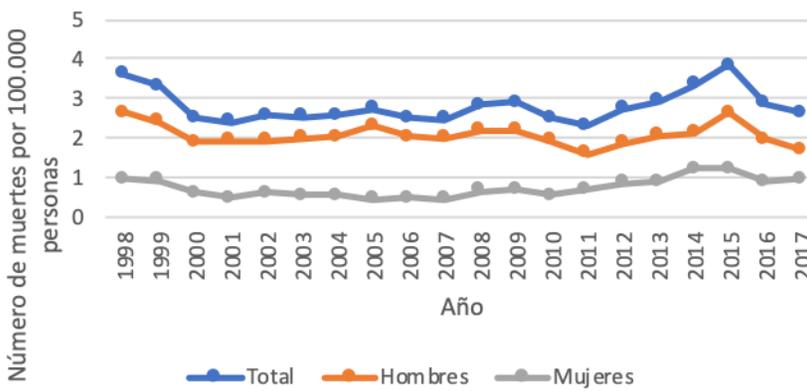
### Muertes por otras afecciones originadas en el periodo perinatal por cada 100.000 personas

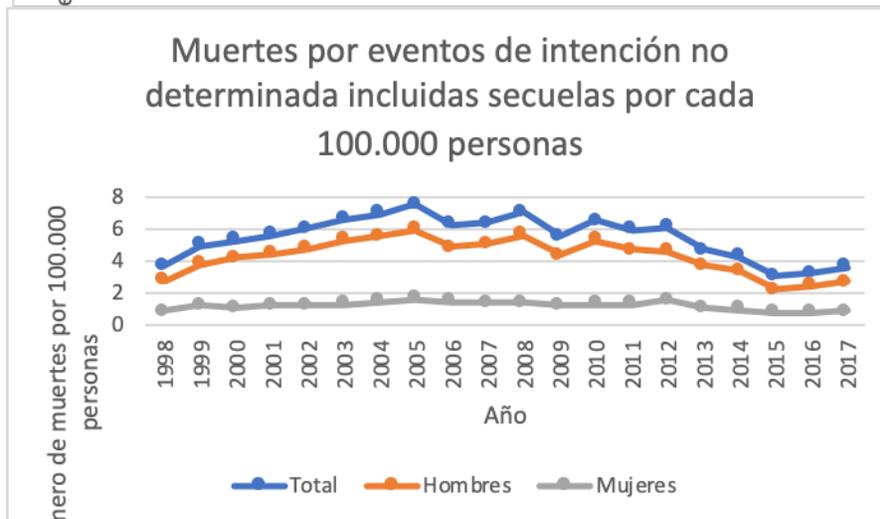
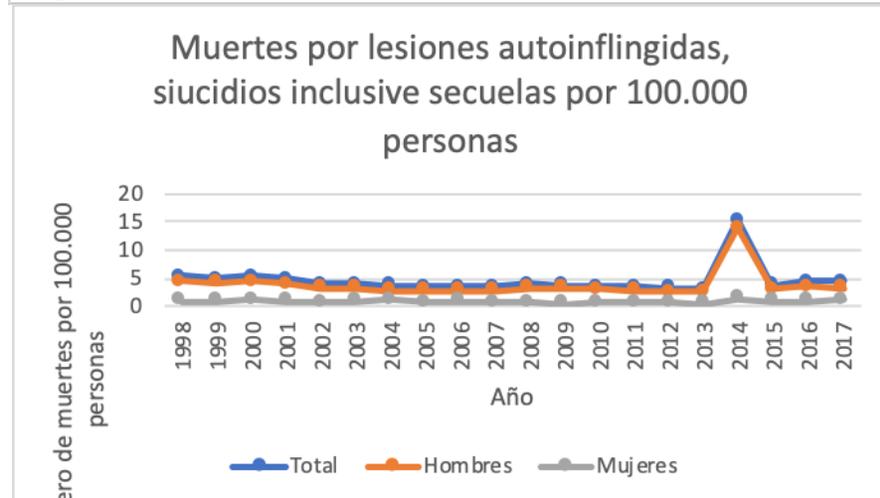
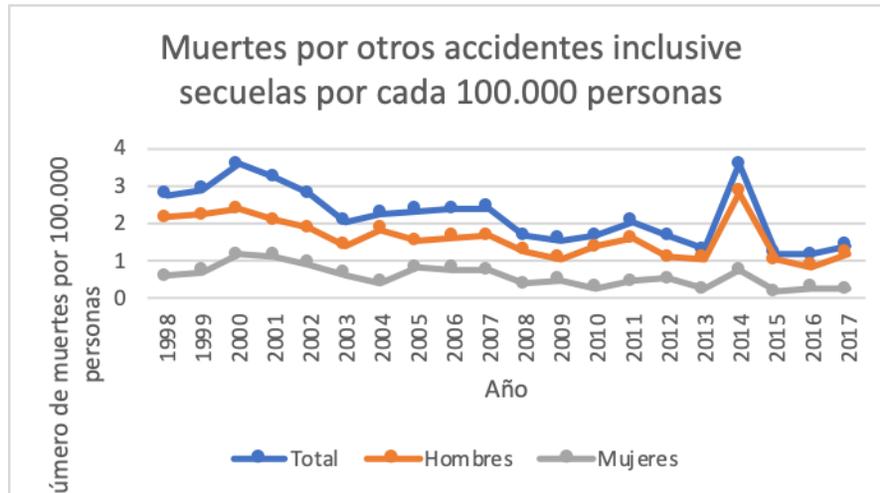


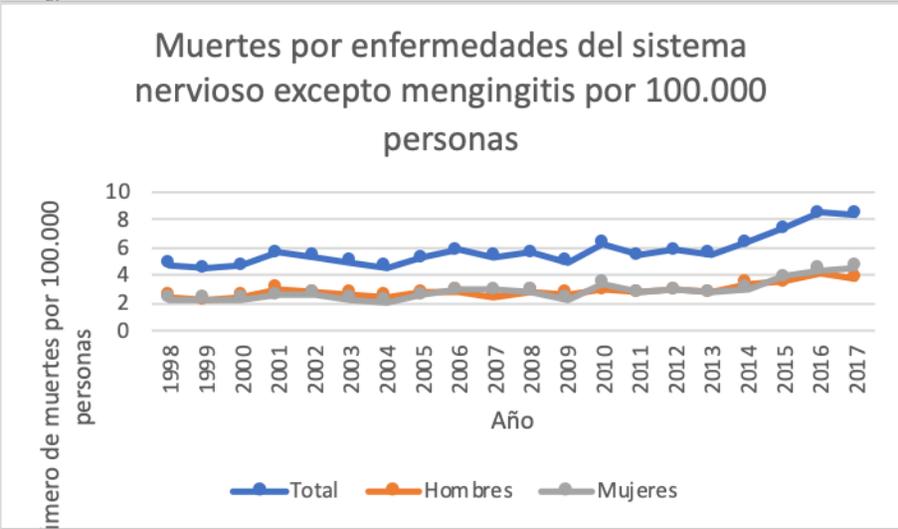
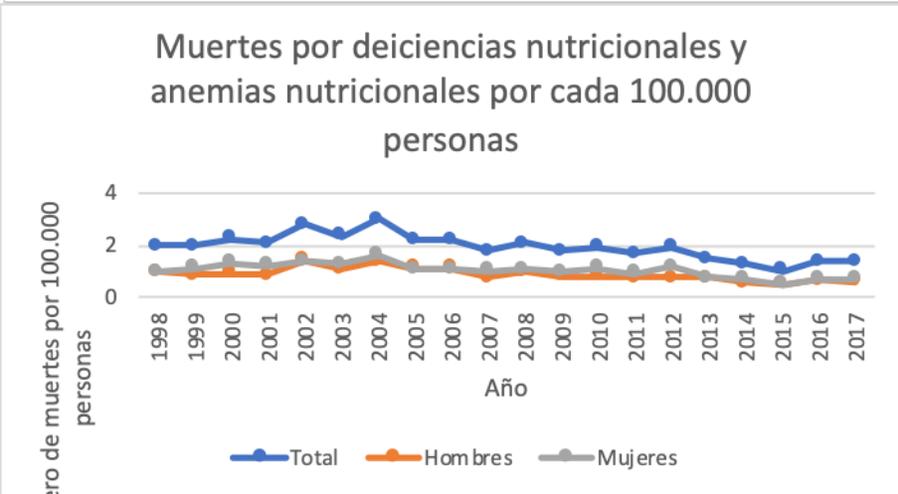
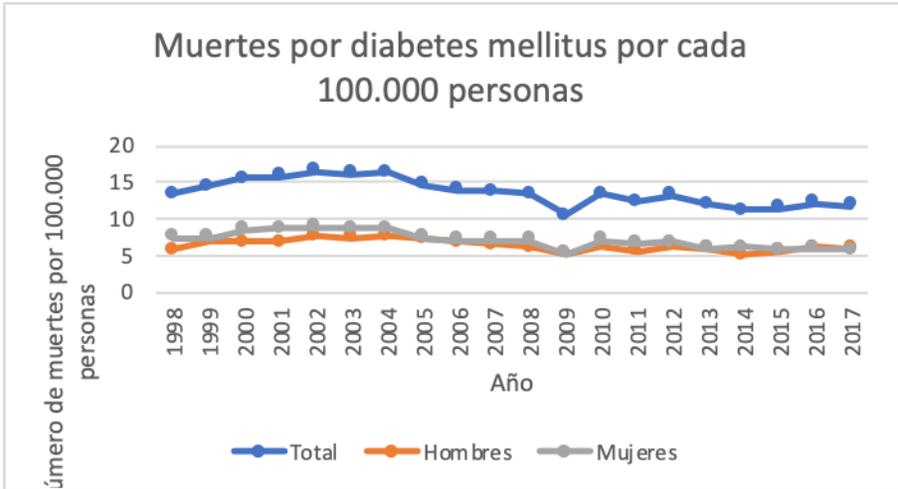
### Muertes por accidentes de transporte terrestre inclusive secuelas por 100.000 personas



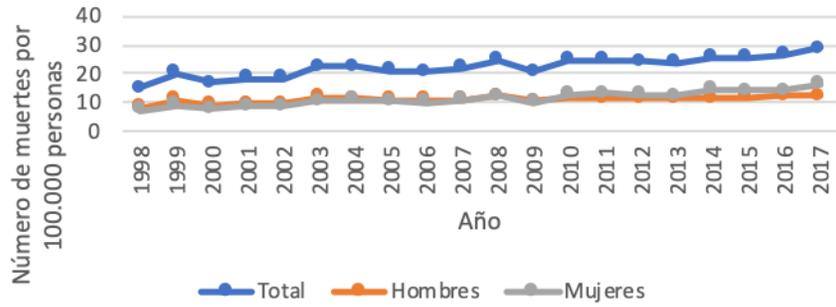
### Muertes por caídas por 100.000 personas



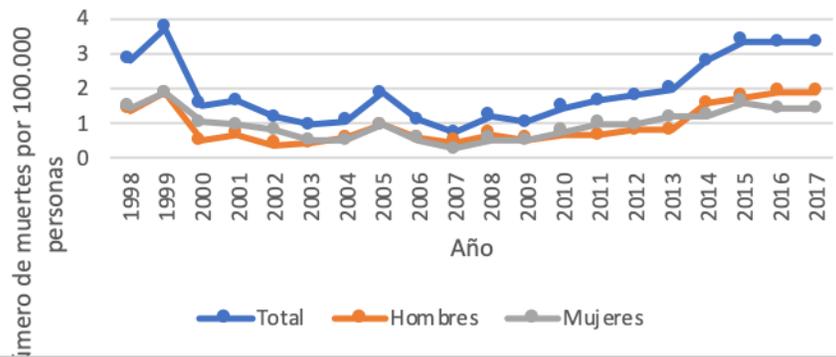




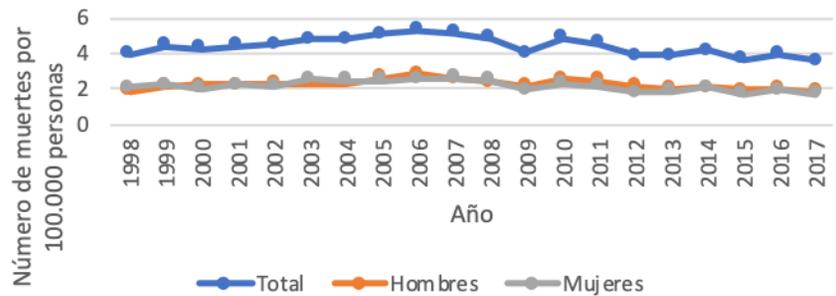
### Muertes por enfermedades crónicas de vías respiratorias por 100.000 personas



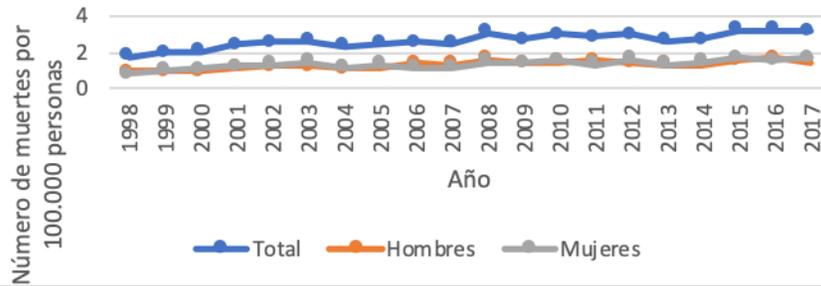
### Muertes por enfermedades del pulmón debidas a agentes externos



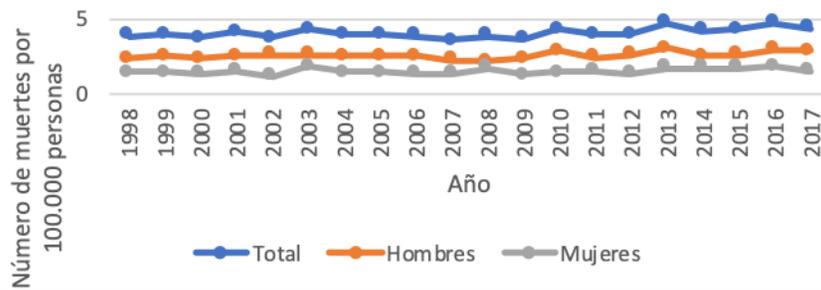
### Muertes por otras enfermedades respiratorias por cada 100.000 personas



### Muertes por apendicitis, hernia de la cavidad abdominal y obstrucción intestinal por cada 100.000 personas



### Muertes por ciertas enfermedades crónicas del hígado y cirrosis por cada 100.000 personas



### Muertes por otras enfermedades del sistema digestivo por cada 100.000 personas

