



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
DOCTORADO EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**TESIS**

**CIUDADES INTELIGENTES Y POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL  
DESARROLLO SUSTENTABLE: UNA INVESTIGACIÓN DE CASOS  
MÚLTIPLES EN MÉXICO**

**QUE PRESENTA:**

**M en A. Julio César Guzmán Echeverría**

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**

**DOCTORADO EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**TUTORA**

**Dra. Gabriela Citlalli López Torres**

**INTEGRANTES DEL COMITÉ TUTORAL**

**Dr. Luis Enrique Valdez Juárez**

**Dr. José Trinidad Marín Aguilar**

**Aguascalientes, Aguascalientes, 26 agosto de 2024**

## AUTORIZACIONES


CARTA DE VOTO APROBATORIO  
INDIVIDUAL

**M.F. VIRGINIA GUZMAN DIAZ DE LEON**  
**DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS**  
**PRESENTE**

Por medio del presente como **TUTORA** designado del estudiante **JULIO CESAR GUZMAN ECHEVERRIA** con ID 145262 quien realizó la tesis titulada: **CIUDADES INTELIGENTES Y POLITICAS PUBLICAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE: UNA INVESTIGACION DE CASOS MULTIPLES EN MEXICO**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"Se Lumen Proferre"**  
Aguascalientes, Ags., a 26 de agosto de 2024

  
**Dra. Gabriela Citlalli López Torres**  
Tutora de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07  
Actualización: 01  
Emisión: 17/05/19


**M.F. VIRGINIA GUZMAN DIAZ DE LEON**  
**DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS**  
**P R E S E N T E**

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **JULIO CESAR GUZMAN ECHEVERRIA** con ID 145262 quien realizó la tesis titulada: **CIUDADES INTELIGENTES Y POLITICAS PUBLICAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE: UNA INVESTIGACION DE CASOS MULTIPLES EN MEXICO**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"Se Lumen Proferre"**

**Aguascalientes, Ags., a 26 de agosto de 2024**



**Dr. Luis Enrique Valdez Juárez**  
**Asesor de tesis**

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

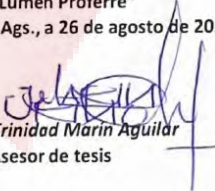
Código: DO-SEE-FO-07  
Actualización: 01  
Emisión: 17/05/19

M.F. VIRGINIA GUZMAN DIAZ DE LEON  
DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
P R E S E N T E

Por medio del presente como **ASESOR** designado del estudiante **JULIO CESAR GUZMAN ECHEVERRIA** con ID 145262 quien realizó la tesis titulada: **CIUDADES INTELIGENTES Y POLITICAS PUBLICAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE: UNA INVESTIGACION DE CASOS MULTIPLES EN MEXICO**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *el* pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"Se Lumen Proferre"  
Aguascalientes, Ags., a 26 de agosto de 2024

  
Dr. José Trinidad Marín Aguilar  
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07  
Actualización: 01  
Emisión: 17/05/19





DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: 27/08/2024

NOMBRE: Julio César Guzmán Echeverría ID 145262

PROGRAMA: Doctorado en Ciencias Administrativas LGAC (del posgrado): Estrategias Administrativas

TIPO DE TRABAJO: ( X ) Tesis ( ) Trabajo Práctico

TITULO: Ciudades inteligentes y políticas públicas para el desarrollo sustentable: una investigación de casos múltiples en México.

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): Brinda conocimiento para la intervención en el espacio público generando ciudades inteligentes a través de políticas públicas de urbanismo táctico y tecnológicas facilitadoras que impactan en la calidad de vida de la ciudadanía.

INDICAR SI NO N.A. (NO APLICA) SEGÚN CORRESPONDA:

| INDICAR  | SI | NO | N.A. (NO APLICA) | SEGÚN CORRESPONDA:   |
|--|----|----|------------------|--|
| <b>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</b> |    |    |                  |  |
| SI   |    |    |                  | El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado   |
| SI   |    |    |                  | La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario   |
| SI   |    |    |                  | Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado   |
| SI   |    |    |                  | Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda   |
| SI   |    |    |                  | Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área                                    |
| SI   |    |    |                  | El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área   |
| SI   |    |    |                  | Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país   |
| SI   |    |    |                  | Generó transferencia del conocimiento o tecnológica  |
| SI   |    |    |                  | Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)   |
| <b>El egresado cumple con lo siguiente:</b>  |    |    |                  |  |
| SI   |    |    |                  | Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia   |
| SI   |    |    |                  | Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc) |
| SI   |    |    |                  | Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor          |
| SI   |    |    |                  | Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario  |
| SI   |    |    |                  | Coincide con el título y objetivo registrado   |
| SI   |    |    |                  | Tiene congruencia con cuerpos académicos   |
| SI   |    |    |                  | Tiene el CVU del Conahcyt actualizado  |
| SI   |    |    |                  | Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)   |
| <b>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</b>                         |    |    |                  |  |
|  |    |    |                  | Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa  |
|  |    |    |                  | El estudiante es el primer autor   |
|  |    |    |                  | El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico  |
|  |    |    |                  | En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.                                    |
|  |    |    |                  | Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados  |
|  |    |    |                  | La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto   |

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado: Sí  No

FIRMAS

Elaboró:   
 \* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN: Dr. Roberto González Acolt   
 NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR: Dr. Roberto González Acolt   
 \* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano   
 Revisó:   
 NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO: Dr. Miguel Ángel Oropeza Tajle   
 Autorizó:   
 NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO: M.F. Virginia Guzmán Díaz de León

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**  
 En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.  
 Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.  
 Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-SEE-FO-15  
 Actualización: 01  
 Emisión: 28/04/20

Administración de operaciones  
para el desarrollo empresarial

Primera edición 2022

D. R. © Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad 940, Ciudad Universitaria  
Aguascalientes, Ags., 20100  
editorial.uaa.mx

© Gabriela Citlalli López Torres  
Salomón Montejano García  
Reyes Hernández Díaz  
(Coordinadores)

© Gabriela Citlalli López Torres  
Salomón Montejano García  
Reyes Hernández Díaz  
César Arturo Puerta Jiménez  
Gerardo Armando Mejía Bernal  
Ma. Mónica Gloria Clara Castillo Esparza  
Octavio Hernández Castorena

Alba Rocío Carvajal Sandoval  
Mónica Colín Salgado  
Juan José Bravo Castillo  
Adriana Eugenia Ramos Ávila  
Azucena del Carmen Martínez Rodríguez  
Idalia Acosta Castillo  
Julio César Guzmán Echeverría  
Francisco Javier Álvarez Torres  
Ma. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez  
Juan Pablo Horn Gallardo  
Elías Olivares Benítez  
Omar Rojas

ISBN 978-607-8834-74-7

Hecho en México / Made in Mexico

Los contenidos fueron dictaminados por investigadores de reconocida trayectoria  
y especialistas en la temática en la modalidad doble ciego.

## Capítulo 5. Inteligencia empresarial y políticas públicas en ciudades inteligentes

Julio César Guzmán Echeverría\*  
Gabriela Citlalli López Torres\*  
Francisco Javier Álvarez Torres\*\*

### Introducción

El desarrollo urbano y el crecimiento poblacional han llevado a las ciudades a enfrentar nuevos retos en materia económica, social y ambiental. En un contexto en donde 55% de la población mundial vive en ciudades y que, de acuerdo con cifras del Banco Mundial, para el 2050 “la población urbana se duplicará, y casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades” (Banco Mundial, s/f, párr. 1). Según el reporte “World Urbanization Prospects 2018”, América del Norte y América Latina y el Caribe cuentan con 82% y 81% de personas viviendo en zonas urbanas (ONU, 2019, párr. 21).

\* Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de Recursos Humanos, gabriela.lopez@edu.uaa.mx.

\*\* Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas, fjalvarez@ugto.mx.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco profundamente a mi familia: a mi madre, padre, hermanas y hermanos, quienes, con su apoyo y esfuerzo, me han brindado la motivación necesaria para perseguir mis objetivos personales y profesionales. Su constante respaldo ha sido un elemento fundamental en la realización de cada una de mis metas.

En segundo lugar, extiendo mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes por abrirme sus puertas al conocimiento y brindarme un espacio donde he podido desarrollar propuestas que, estoy seguro, impactarán positivamente en el bienestar colectivo. Agradezco también a las profesoras y profesores que han compartido conmigo sus enseñanzas, metodologías y su pasión por la investigación.

Mi gratitud se extiende al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por su invaluable labor en el fomento de la ciencia y la investigación. Gracias a su programa de becas de posgrado, tuve la oportunidad de cursar este grado y desarrollar mi investigación.

Finalmente, expreso mi más sincero agradecimiento a la Dra. Gabriel Citlalli López Torres por dirigir esta tesis, por su disposición constante para compartir sus conocimientos, su inquebrantable apoyo y por creer en este proyecto. Asimismo, agradezco a los asesores el Dr. Luis Enrique Valdez Juárez y el Dr. José Trinidad Marín Aguilar, y a los miembros del comité ampliado, cuyas observaciones y diversos puntos de vista han enriquecido y fortalecido esta investigación, marcando el inicio de nuevas líneas de estudio con un impacto tanto teórico como práctico.



**DEDICATORIAS**

A la vida, por permitirme disfrutar y ver realizado este momento en compañía de mi familia y seres queridos.



## ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| ÍNDICE GENERAL .....  | 1  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | 5  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | 8  |
| RESUMEN .....   | 9  |
| ABSTRACT .....  | 10 |
| INTRODUCCIÓN .....  | 11 |
| CAPÍTULO I- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                            | 16 |
| 1.1 Antecedentes .....  | 16 |
| 1.2 Definición del Problema .....                                       | 22 |
| 1.3 Preguntas de Investigación .....                                    | 28 |
| 1.3.1 Pregunta General.....   | 28 |
| 1.3.2 Preguntas Específicas .....                                       | 28 |
| 1.4 Objetivos .....   | 29 |
| 1.4.1 Objetivo General.....   | 29 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos.....  | 29 |
| 1.5 Justificación .....   | 29 |
| 1.6 Contribución Académica de la Investigación.....                     | 34 |
| CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO.....   | 37 |
| 2.1 Ciudades Inteligentes .....   | 37 |
| 2.1.1 Definición y Conceptualización de Ciudades Inteligentes (CI)..... | 38 |
| 2.1.2 Modelos e Índices de Ciudades Inteligentes.....                   | 43 |
| 2.1.3 Elementos de las Dimensiones de Ciudades Inteligentes .....       | 51 |
| 2.1.4 Importancia de las Ciudades Inteligentes .....                    | 56 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 2.2  | Desarrollo Sustentable .....  | 58  |
| 2.2.1  | Dimensiones del Desarrollo Sustentable .....  | 60  |
| 2.2.2  | Metodologías e Indicadores para la Medición del Desarrollo Sustentable .....        | 65  |
| 2.3  | Políticas Públicas .....  | 74  |
| 2.3.1  | Definición de Políticas Públicas .....  | 76  |
| 2.3.2  | Análisis de Políticas Públicas .....  | 79  |
| 2.3.3  | Políticas Públicas para el Desarrollo de Ciudades Inteligentes y Sustentables ..... | 90  |
| CAPÍTULO III- PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS ..... |   | 96  |
| 3.1  | Introducción al Planteamiento de Hipótesis .....                                    | 96  |
| 3.2  | Relación de los Modelos de Ciudades Inteligentes y Desarrollo Sustentable .....     | 96  |
| 3.3  | Relación entre Políticas Públicas y Ciudades Inteligentes .....                     | 98  |
| 3.4  | Relación entre Políticas Públicas y Desarrollo Sustentable .....                    | 99  |
| 3.5  | Modelo Teórico .....  | 99  |
| 3.6  | Formulación de Hipótesis.....   | 101 |
| 3.6.1  | Hipótesis General .....   | 101 |
| 3.6.2  | Hipótesis Específicas .....   | 101 |
| CAPÍTULO IV- DISEÑO METODOLÓGICO.....          |   | 102 |
| 4.1  | Introducción al Diseño Metodológico.....  | 102 |
| 4.2  | Fundamentación Epistemológica de la Investigación.....                              | 102 |
| 4.3  | Antecedente Metodológico .....  | 106 |
| 4.4  | Contexto y Paradigma Científico de la Investigación .....                           | 114 |
| 4.5  | Consistencia Metodológica .....   | 116 |
| 4.6  | Enfoque de la Investigación .....   | 119 |

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 4.6.1                                   | Fundamentación del QCA .....   | 119 |
| 4.6.2                                   | Conjuntos Nítidos, Conjuntos Difusos y Conjuntos Multivalor .....                                      | 122 |
| 4.6.3                                   | Operaciones de Conjuntos .....   | 123 |
| 4.6.4                                   | Calibración de las Condiciones.....  | 124 |
| 4.6.5                                   | Tabla de Verdad .....  | 128 |
| 4.6.6                                   | Análisis de Condiciones de Necesidad, Suficiencia y Minimización Lógica                                | 129 |
| 4.6.7                                   | Medidas de Consistencia Teórica.....   | 131 |
| 4.7                                     | Diseño de la Investigación .....   | 132 |
| 4.8                                     | Momento Preatalítico .....   | 134 |
| 4.8.1                                   | Conocimiento Teórico.....  | 134 |
| 4.8.2                                   | Selección de Casos.....  | 139 |
| 4.8.3                                   | Calibración.....   | 141 |
| CAPÍTULO V- ANÁLISIS DE RESULTADOS..... |  | 151 |
| 5.1.                                    | Introducción al Análisis de Resultados.....  | 151 |
| 5.2.                                    | Momento Analítico.....   | 151 |
| 5.2.1                                   | Elaboración de Tabla de Verdad .....   | 151 |
| 5.2.2                                   | Minimización Lógica .....  | 156 |
| 5.2.3                                   | Análisis de Suficiencia y Necesidad .....  | 158 |
| 5.3                                     | Momento Post-analítico.....  | 159 |
| 5.3.1                                   | Interpretación de Resultados.....  | 160 |
| CAPÍTULO VI- DISCUSIÓN.....             |  | 178 |
| 6.1.                                    | Introducción a la Discusión .....  | 178 |
| 6.2.                                    | Objetivo General de Investigación .....  | 178 |
| 6.3.                                    | Modelo Integrado para la Creación de Ciudades Inteligentes y Sustentables en Países en Desarrollo..... | 180 |



6.3.1. Tipología Contextual de Ciudades Inteligentes y Sustentables (CIS)  
182

6.3.2. El estudio de las Políticas Públicas y Generación de un Marco de Referencia para la Creación de CIS. .... 185

CAPÍTULO VII-CONCLUSIONES ..... 188

7.1. Introducción a las Conclusiones..... 188

7.2. Conclusiones Generales de la Investigación..... 188

7.3. Implicaciones ..... 194

7.3.1 Implicaciones Académicas ..... 194

7.3.2 Implicaciones Gubernamentales..... 195

7.3.3 Implicaciones Empresariales ..... 196

7.4. Aportaciones ..... 197

7.5. Limitaciones ..... 197

7.6. Futuras Líneas de Investigación ..... 198

GLOSARIO..... 200

REFERENCIAS ..... 201

ANEXOS ..... 232

ANEXO A..... 232

ANEXO B..... 235

ANEXO C..... 239

ANEXO D..... 253

ANEXO E..... 261

ANEXO F ..... 264

ANEXO G..... 267

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Vinculación de la investigación con los PRONACES ..... 35

Tabla 2. Dimensiones del Índice Sintético de Ibañez y Castillo 2015..... 64

Tabla 3. Distribución de las Dimensiones de Sustentabilidad en los Acuerdos Internacionales ..... 65

Tabla 4. Relación de los ODS de la Agenda 2030 con las Dimensiones de Ciudad Inteligente..... 66

Tabla 5. Evaluación de Indicadores y su Relación con los Principios de Sustentabilidad..... 71

Tabla 6. Tipología de las Políticas Públicas ..... 78

Tabla 7. Actividades del Proceso de Políticas Públicas ..... 80

Tabla 8. Mecanismos de Inserción de Asuntos Públicos en la Agenda de Gobierno ..... 82

Tabla 9. Tipos de Evaluación de Políticas Públicas ..... 86

Tabla 10. Enfoques de Evaluación de Políticas Públicas ..... 87

Tabla 11. Análisis de Estrategias y Políticas Públicas en Ciudades Inteligentes . 92

Tabla 12. Enfoques en la investigación Científica ..... 104

Tabla 13. Categorización de los Artículos ..... 108

Tabla 14. Investigaciones y Metodologías Aplicadas ..... 109

Tabla 15. Contexto de la Investigación ..... 114

Tabla 16. Matriz de Consistencia Metodológica ..... 117

Tabla 17. Sistema de operadores lógicos ..... 124

Tabla 18. Conjuntos Nítidos Versus Conjuntos Difusos ..... 125

Tabla 19. Análisis de Necesidad y Suficiencia ..... 130

Tabla 20. Pasos de la Metodología de fsQCA®..... 133

Tabla 21. Revisión teórica de los modelos e índices de ciudades inteligentes y sustentables ..... 134

Tabla 22. Selección de la Muestra ..... 140

Tabla 23. Modelo Integrado para el Análisis de Ciudades Inteligentes y Sustentables ..... 142

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 24. Puntajes de las Condiciones de Ciudades Inteligentes y Sustentables .....   | 148 |
| Tabla 25. Selección de los Anclajes.....  | 150 |
| Tabla 26. Calibración de condiciones.....   | 152 |
| Tabla 27. Tabla de Verdad.....  | 154 |
| Tabla 28. Tabla de Verdad Reducida en fsQCA® 4.1.....   | 155 |
| Tabla 29. Solución Intermedia.....  | 157 |
| Tabla 30. Análisis de necesidad de las condiciones .....  | 159 |
| Tabla 31. Planes, programas y políticas públicas .....  | 161 |
| Tabla 32. Codificación intencionada con Inteligencia artificial.....  | 162 |
| Tabla 33. ¿Cuáles son las estrategias que se están implementando para mejorar la movilidad dentro de la ciudad Inteligente? .....                                   | 167 |
| Tabla 34. ¿Qué políticas públicas se han diseñado para fomentar el desarrollo económico en el contexto de la ciudad inteligente? .....                              | 170 |
| Tabla 35. ¿Cómo están siendo abordados los desafíos medioambientales dentro de la planificación y ejecución de proyectos en la ciudad inteligente? .....            | 171 |
| Tabla 36. ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la inclusión social y la cohesión comunitaria en la ciudad inteligente? .....                     | 173 |
| Tabla 37. ¿Cuáles son las estrategias y políticas públicas se están implementando para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en la ciudad inteligente? ..... | 174 |
| Tabla 38. ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la gobernanza inteligente en la ciudad inteligente? .....   | 176 |
| Tabla 39. <i>Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities</i> .....   | 232 |
| Tabla 40. <i>Key Performances Indicators for Smart Sustainable Cities to Assess the Achievement of Sustainable Development Goals</i> .....                          | 235 |
| Tabla 41. <i>Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities</i> .....   | 239 |
| Tabla 42. Índice de Cities In Motion (IMC) .....  | 253 |
| Tabla 43. <i>Smart Cities Index</i> .....   | 261 |
| Tabla 44. ISO 37122:2019. <i>Sustainable cities and Communities-Indicators for Smart Cities</i> .....   | 264 |

Tabla 45. Componentes del índice de ciudades inteligentes de Alvarado López (2020)..... 267





**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Acuerdos y Proyectos Internacionales en Ciudades inteligentes y Desarrollo Sustentable ..... 17

Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible ..... 18

Figura 3. Esquema para la Clasificación de los Modelos de Ciudades Inteligentes. .... 44

Figura 4. Componentes del marco conceptual para ciudades inteligentes ..... 47

Figura 5. El ciclo de las políticas públicas ..... 79

Figura 6. Modelo Teórico ..... 100

Figura 7. Principales conceptos relacionados con CI,DS y PP. .... 106

Figura 8. Identificación de patrones de la condición de movilidad inteligente .... 163

Figura 9. Identificación de patrones de la condición de economía Inteligente .... 164

Figura 10. Identificación de patrones de la condición de Medioambiente inteligente ..... 165

Figura 11. Identificación de patrones de la condición de Sociedad inteligente ... 165

Figura 12. Identificación de patrones de la condición de vida inteligente ..... 166

Figura 13. Identificación de patrones de la condición de gobernanza inteligente. .... 166

Figura 14. Vías para generar una ciudad inteligente y sustentable en un país en desarrollo..... 183

## RESUMEN

El desarrollo de estudios de modelos de ciudades inteligentes y sustentables (CIS) ha cobrado gran relevancia a nivel internacional en los ámbitos científicos y de aplicación en la toma de decisiones gubernamentales a través de políticas públicas. Esto se debe a que las CIS generan soluciones y nuevos enfoques en áreas como la movilidad, medioambiente, economía, sociedad, gobernanza y calidad de vida. Pese al auge en el estudio de las CIS, se ha identificado la necesidad de profundizar en el estudio de las condiciones necesarias para generar CIS, especialmente en el contexto de las ciudades de países en desarrollo.

Ante este vacío en la investigación, esta tesis tiene como objetivo principal analizar las configuraciones de condiciones de ciudades inteligentes (CI), desarrollo sustentable (DS) y políticas públicas (PP) que han promovido la existencia de CI en el contexto de un país en desarrollo. Para ello, se empleó la metodología de análisis cualitativo comparado a través de la técnica de conjuntos difusos (fsQCA) para el análisis de 29 ciudades en México.

Como resultados de la investigación, se identificaron cuatro vías con configuraciones de condiciones suficientes para generar CIS en el contexto de las ciudades en México. Además, se efectuó el análisis documental de los programas y PP, para identificar cuáles PP han llevado a las ciudades a transformarse en CIS. Se concluye que el modelo propuesto cumple con las medidas de cobertura y suficiencia para la generación de CIS en el contexto de un país en desarrollo. No obstante, aún existen desafíos en cuanto a la disponibilidad de información y su nivel de desagregación para el estudio a nivel municipal, además de ser necesaria la generación y explotación de macrodatos para la toma de decisiones.

**Palabras clave:** Ciudades inteligentes y sustentables, modelo integrado, políticas públicas, análisis cualitativo comparado.

## ABSTRACT

The development of studies on smart and sustainable city (SSC) models has gained significant international relevance in both scientific and governmental decision-making spheres through public policies. This is because SSCs provide solutions and new approaches in areas such as mobility, environment, economy, society, governance, and quality of life. Despite the surge in SSC studies, there remains a need to deepen the understanding of the necessary conditions to create SSCs, particularly in the context of cities in developing countries.

To address this research gap, this thesis aims to analyze the configurations of conditions related to smart cities (SC), sustainable development (SD), and public policies (PP) that have facilitated the existence of SCs within the context of a developing country. The study employed a qualitative comparative analysis methodology using the fuzzy-set qualitative comparative analysis (fsQCA) technique to analyze 29 cities in Mexico.

As a result of the research, four pathways were identified, each with configurations of sufficient conditions for generating SSCs in the context of Mexican cities. Additionally, a documentary analysis of programs and PP was conducted to identify which PP have led cities to transform into SSCs. The study concludes that the proposed model meets the measures of coverage and sufficiency for generating SSCs in the context of a developing country. However, challenges remain concerning the availability of information and its level of disaggregation for municipal-level studies, as well as the need for the generation and utilization of big data for decision-making.

**Keywords:** Smart and sustainable cities, integrated model, public policies, qualitative comparative analysis.

## INTRODUCCIÓN

La situación económica, social y ambiental en las ciudades en el siglo XXI, de acuerdo con Grossi y Trunova (2021) se ha vuelto cada vez más compleja debido al crecimiento poblacional a nivel mundial en las urbes. Hoy en día, según cifras del Banco Mundial (2020), más del 55% de la población reside en ciudades, cifras que se espera continúen en aumento. Esta situación es especialmente preocupante en América Latina y el Caribe, al ser la segunda región a nivel mundial con mayor porcentaje de personas viviendo en ciudades con 81%, solo por debajo de América del Norte (ONU, 2019).

El constante crecimiento en las ciudades ha generado problemas como contaminación, sobreexplotación de recursos, alza en los índices de violencia, falta de seguridad y deficiencia en los servicios públicos. Ante estos desafíos presentes en las ciudades, se han generado acuerdos, proyectos e iniciativas de ciudades inteligentes (CI) y desarrollo sustentable (DS) como una alternativa viable para mejorar la calidad de vida en las ciudades.

Diversos acuerdos como la Cumbre de Río (1992), la Cumbre del Milenio (2000) y más reciente la Agenda 2030 (ONU, 2018) han integrado la visión de la preservación de los recursos para las futuras generaciones a través del establecimiento de compromisos, metas y objetivos comunes. De igual forma, se han establecidos indicadores para medir y dar seguimiento a los resultados alcanzados por los países en temas de educación, pobreza, recursos naturales, justicia, género, transparencia, así como el desarrollo de ciudades sustentables e incluyentes.

A pesar de los avances logrados para la integración de la sustentabilidad en la política nacional y el desarrollo de políticas públicas (PP) en los 143 países que firmaron el acuerdo de la agenda 2030, aún existen desafíos para la medición y seguimiento de las metas, objetivos e indicadores. En particular, la ONU (1992) en el Programa 21 señalaba ya la necesidad de desarrollar instrumentos para medir la sustentabilidad en países en desarrollo. Ante esta situación, la ONU a través del programa Pulso Mundial ha impulsado el desarrollo de tecnologías y el análisis de



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

datos, con la finalidad de generar información que ayude a la toma de decisiones y a una gestión más eficiente.

Por su parte, Palmisano (2008), Batagan (2012) y Zaheer y Dhunny (2019), por mencionar algunos autores, proponen el desarrollo de CI como medios para solucionar problemas de contaminación, salud, educación y hambruna por medio de uso de tecnologías, ya que la conectividad en las ciudades permite la disposición de información, así como la generación de entornos digitales para hacer eficientes los servicios tanto del sector público como privado.

Pese a los beneficios que prometen las ciudades inteligentes y sustentables (CIS) y la importancia que han tenido en el contexto de la pandemia del SARS-COV-19 al mejorar las condiciones de movilidad, propiciar el teletrabajo, la atención médica digital, la economía y el comercio electrónico. El desarrollo de CIS enfrenta desafíos que van desde su conceptualización, su medición y la falta de PP que sirvan de referente para la transformación de las ciudades en CIS, esta situación se vuelve más compleja al tratarse de las ciudades de países en desarrollo.

En relación con la conceptualización de las CI, se han creado modelos que integran diferentes visiones y enfoques sobre lo que debería ser una CI, en su mayoría, los modelos existentes abordan el análisis de las dimensiones: económica, social, medioambiental, gobernanza, movilidad y calidad de vida, propuestas por Giffinger (2007). Sin embargo, de acuerdo con Urrego-Marín y Ocampo Osorio (2021) no existe unanimidad en cuanto al concepto y medición de las CI, lo que ha dificultado su análisis.

Por otra parte, Yigitcanlar et al. (2018) señalan que en su mayoría los estudios en CI se han centrado solo en el estudio unidimensional, principalmente al considerar el aspecto tecnológico, dejando de lado otras dimensiones importantes, por lo cual en esta investigación se identifica la necesidad de desarrollar investigaciones que analicen las condiciones que debe poseer una ciudad para ser una CIS, así como el desarrollo de PP que lleven a las ciudades a ser CIS.

Otro problema identificado, es la falta de instrumentos e indicadores que permitan medir la inteligencia y sustentabilidad de las ciudades. Al respecto, Nagy et al. (2018), Mundada y Mukkamala (2020) y Grossi y Trunova (2021) argumentan que los instrumentos existentes son insuficientes, además que su análisis se centra en las principales ciudades del mundo. Por su parte, Alderete (2019) argumenta la falta de indicadores e instrumentos de medición a nivel local, principalmente de los países en desarrollo.

Por lo que se refiere a la medición de las CI en la región de América Latina y el Caribe, en el índice *Smart Cities Index* (IMD, 2021) se reconocen como CI a 26 ciudades, principalmente ciudades capitales. Así mismo, existen investigaciones que han tenido como propósito el diseño de índices para medir el grado de inteligencia y sustentabilidad de las ciudades, como las desarrolladas por Alvarado López (2020) y Nieto et al. (2021) en México, o la investigación de Machado Junior et al. (2018) en Brasil, quienes encuentran que la medición de la inteligencia y sustentabilidad de las ciudades se ve limitada por la disposición de información.

Dicho lo anterior, de acuerdo con Ortiz-Palafox (2021) y Casas Pérez (2014) plantean que existe la necesidad de desarrollar PP para los nuevos entornos que definan estándares para medir la sustentabilidad y la inteligencia de las ciudades. De igual forma, en el foro *Smart Cities Summit* organizado por (CEPAL, 2013), se expuso la necesidad de crear PP para el desarrollo de CI en América Latina y el Caribe.

Por consiguiente, el objetivo principal de esta investigación es analizar las configuraciones de condiciones de CI, PP y DS que han promovido la existencia CIS en el contexto de un país en desarrollo. Entre los objetivos particulares se plantean: 1) analizar las condiciones de modelos de CI y DS que favorecen el análisis de CIS en el contexto de un país en desarrollo, y 2) analizar las PP que han promovido la transformación de las CIS en el contexto de un país en desarrollo.

Con el propósito de superar los desafíos presentes en el ámbito científico respecto a la falta de investigaciones que analicen las condiciones suficientes y necesarias

para el desarrollo de CIS. Así como la necesidad de análisis de PP para generar un marco de referencia para la acción e implementación de modelos de CIS en los países en desarrollo. Esta investigación conduce el estudio de 29 ciudades en México, país en desarrollo, cinco de las cuales fueron declarados como ciudades potenciales de ser CI por el BID (Palma Montes, 2022).

Para el desarrollo de esta investigación se analizan las configuraciones de las condiciones, llamadas variables en los estudios cuantitativos, por medio la metodología del Análisis Cualitativo Comparado (QCA, por siglas en inglés) a través del análisis de conjuntos difusos (fsQCA), la cual se fundamenta en la lógica y la teoría de conjuntos, para ello se establece una matriz con los valores de cada condición, y mediante la integración de técnicas cualitativas se asigna un rango de valores de entre 0 y 1, los cuales se determinaron a partir de la revisión teórica y empírica.

Finalmente, el estudio se divide en dos partes, en la primera parte se analizan las condiciones de suficiencia y necesidad que originan el resultado de CIS, así como las posibles soluciones al modelo a través del software fsQCA®, proceso que fue posible a través de la integración de indicadores cuantitativos a nivel ciudad y su respectiva calibración. Posteriormente, en la segunda parte se conduce el análisis de casos cruzados, tomando como referencia aquellos casos que muestran las configuraciones de condiciones que originan CIS, esto a través de la técnica propuesta Eisenhardt (1989) lo cual permite el análisis comparativo de los casos, esto se realiza a través del análisis de las PP por medio de la revisión documental de los programas de desarrollo y de las PP.

Lo novedoso de esta investigación en comparación con los estudios de CI y DS existentes, es que brinda mayor profundidad en el estudio de las condiciones y características que hace a una CIS en el contexto de un país en desarrollo. Además, que no se limita a medir cuantitativamente el grado de inteligencia de las CIS, o a determinar el peso neto de una variable sobre otra, sino que presenta el análisis configuracional casual, combinación de condiciones, rompiendo con la linealidad de los modelos tradicionales.

De igual forma, se obtiene un marco de referencia en PP que pueden promover el desarrollo de una ciudad, en el contexto de un país en desarrollo, en una CIS, lo cual no solo genera una aportación al campo científico, sino que también brinda una oportunidad para los tomadores de decisiones, para emprender acciones que conduzcan al desarrollo de las CIS, todo ello a través de la identificación de qué condiciones deben mejorar y que PP pueden ser efectivas.

En resumen, este documento de investigación se encuentra estructurado en capítulos, en el capítulo I planteamiento del problema, se muestran los antecedentes de los conceptos de CI, DS y PP. Así mismo, se define el problema de investigación, preguntas, objetivos y la justificación teórica respecto a la importancia del estudio desde la perspectiva de los compromisos y acciones de organismos internacionales y de la revisión de la literatura.

Posteriormente, en el capítulo II marco teórico, se presenta una revisión de la literatura en revistas de alto impacto de los conceptos de CI, DS y PP. En el capítulo III planteamiento de hipótesis, se presentan las posibles explicaciones a las preguntas de investigación con sustento en la revisión teórica; en el capítulo IV diseño metodológico se aborda el desarrollo de la metodología. La presentación y discusión de los resultados se encuentran en el capítulo V y finalmente, en el capítulo VI, se presentan las conclusiones de la investigación.



## CAPÍTULO I- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

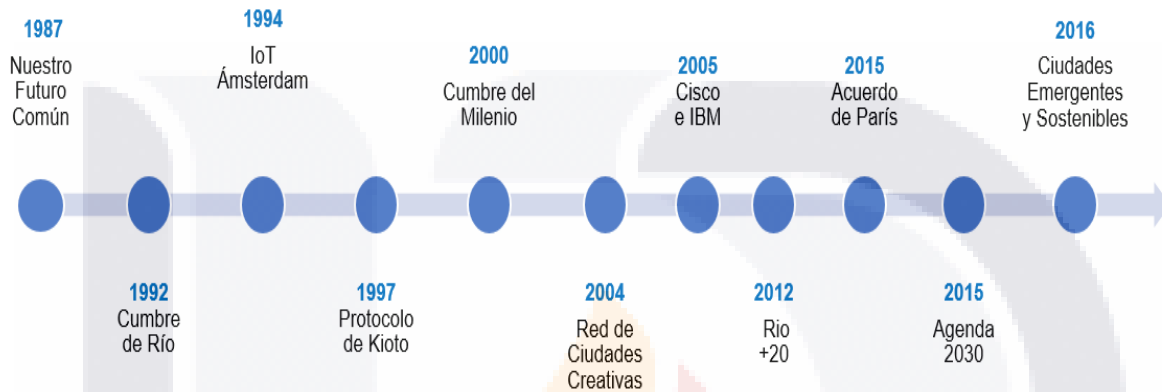
En esta sección se presentan los antecedentes y la justificación del problema de investigación, el cual refiere a la necesidad de efectuar el estudio de las configuraciones de las condiciones que promueven la existencia de ciudades inteligentes y sustentables (CIS) en el contexto de un país en desarrollo, así como el estudio de las políticas públicas (PP), con la finalidad de crear un marco de referencia para su implementación en contextos similares y la transformación de las ciudades en CIS.

### 1.1 Antecedentes

De acuerdo con Xercavins et al. (2015) los primeros indicios de la preocupación por parte de las naciones de considerar los efectos negativos que el crecimiento económico ha generado en el medioambiente los podemos encontrar en la conferencia de Estocolmo 1972. Efectos causados por la sobreexplotación de recursos naturales por el modelo de crecimiento económico que consiste en tomar-desechar. Dicho modelo de producción y consumo se centró en el crecimiento de la economía sin considerar los daños que se generan en los recursos naturales, por lo que fue necesario comenzar a repensar de modelo de economía lineal a un modelo de economía circular.

Ante este cambio de paradigma surgieron nuevos acuerdos internacionales, como se observa en la Figura 1, el primero de ellos fue la idea del desarrollo sustentable (DS), término empleado por primera vez en el año de 1987 en la publicación del informe "Nuestro Futuro Común". En dicho informe se conceptualizó el DS "como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro de satisfacer sus propias necesidades" (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987, p. 23). Este concepto dio lugar al estudio del DS a través de tres áreas: económica, social y ambiental.

Posteriormente en la Cumbre de Río en 1992, se fijaron las bases para establecer una serie de principios con respecto al DS, los cuales serían tomados en consideración por los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), buscando generar soluciones ante los retos que enfrentaría el planeta en el nuevo siglo a causa del crecimiento poblacional y la falta de recursos naturales.



**Figura 1.** Acuerdos y Proyectos Internacionales en Ciudades inteligentes y Desarrollo Sustentable  
Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, se promovieron acuerdos en los que se hizo participe a diferentes actores tanto públicos como privados, en la protección y cuidado del medioambiente como el Protocolo de Kioto (1997), sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la cumbre de Río + 20 (2012) con la economía verde, y el Acuerdo de París (2015) sobre el medioambiente y cambio climático. Estos acuerdos se alinearon a los compromisos que deben adoptar las naciones, empresas y gobiernos locales, con la finalidad de hacer frente a los retos derivados de la producción y el consumo desmedido. Todo ello con la finalidad de reducir el impacto medioambiental y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

En relación con lo anterior, y con el objetivo de crear una ruta para la planeación y seguimiento de acciones por parte de las naciones, bajo los enfoques económico, social y ambiental. En septiembre de 2015 se dio a conocer la Agenda 2030 (ONU, 2018), en la cual se integraron 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), los cuales se muestran en la Figura 2. Esta agenda también integra 169 indicadores a través de los cuales se busca garantizar el acceso a la información para la toma de

decisiones en materia de PP, los cuales han sido implementados y adaptados por diversas naciones que firman el acuerdo.



**Figura 2.** Objetivos de Desarrollo Sostenible  
 Fuente: La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2018).

Dentro del conjunto de acciones que se han generado en la búsqueda por mejorar las condiciones sociales, económicos y ambientales, temas que prioriza la Agenda 2030 y los ODS, ha cobrado relevancia el desarrollo de proyectos y PP de CIS por parte de organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). De igual forma, el interés que han presentado los gobiernos locales, en el diseño y adopción de estrategias para resolver los problemas que aquejan a las ciudades ha acrecentado la necesidad de buscar soluciones que garanticen una mejor calidad de vida para la ciudadanía.

En este preámbulo, el concepto de CI ha tenido diversas interpretaciones, algunas de las cuales versan principalmente sobre la incorporación de tecnologías para mejorar la gestión de los servicios urbanos. Sin embargo, existen diferentes conceptualizaciones de CI como la de Bouskela et al. (2016) quienes postulan que las CI tienen un enfoque en el desarrollo de las personas, mientras que Marsal-Llacuna et al. (2015) y Zaheer y Dhunny (2019) consideran a las CI como alternativas viables para la solución de los problemas sociales.

Si bien los términos de CI y DS se encuentran fuertemente relacionados en la actualidad, el origen de las CI, aunque difícil localizar, es referenciados por algunos autores, como Yigitcanlar et al. (2018) a principios del siglo XIX. Aunque el término de CI no era utilizado como lo conocemos hoy en día, ya contemplaba la idea de la eficiencia y la autosuficiencia de la ciudad. Algunos otros autores como De Guimarães et al. (2020) y Sharifi et al. (2021) refieren que la aparición de las CI se dio tras el auge de la digitalización en la década de 1990, lo cual conllevó a la implementación de nuevas tecnologías para la gestión de las ciudades.

Es así, que a partir del crecimiento de la digitalización y con la incorporación de PP y proyectos tecnológicos en ciudades, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) comenzaron a tener un papel importante en las ciudades, formando la idea de CI. Esta idea se agudizó con el auge que presentó el internet a partir de 1994 cuando la ciudad de Ámsterdam promovió su uso intensivo. De acuerdo con Sharifi et al. (2021), los primeros proyectos en CI fueron desarrollados por empresas de tecnología como Cisco e IBM en 2005, a través de la incorporación de sensores y cámaras de videovigilancia en ciudades de los Estados Unidos de América, con la finalidad de generar información en tiempo real para la toma de decisiones en las ciudades.

Esta incorporación de tecnología para la gestión de las ciudades sería el primer paso la creación y diseño de modelos de CI mediante el desarrollo de PP y proyectos de inversión. Así mismo, se comenzó a prestar interés por parte de las Organizaciones de las Naciones Unidas (ONU) en el desarrollo de investigaciones y la incorporación de herramientas que pudieran generar el análisis de volúmenes de datos con finalidad de ayudar en la toma de decisiones, el diseño de PP y el seguimiento de los ODS.

Si bien las tecnologías y el desarrollo de modelos de CI han generado beneficios, también dio lugar a una nueva necesidad, la de impulsar el desarrollo CIS, por medio de la acción de diversos actores tanto públicos como privados. Lo anterior atendiendo al proceso disruptivo que las nuevas dinámicas de crecimiento han

generado en temas de transporte, comunicaciones, economía, salud, sociedad, y entre diversos ámbitos en los que las CI tienen interferencia.

A pesar del impulso que las tecnologías han tenido en el desarrollo de CIS, es necesario precisar, que las condiciones varían entre los países desarrollados y los países en desarrollo. En el contexto de los países en desarrollo, principalmente de los pertenecientes a la región de América Latina y el Caribe, el desarrollo de las CIS ha tenido que enfrentarse a problemas como la brecha en la digitalización. De acuerdo con el informe sobre el acceso a las tecnologías digitales (CEPAL, 2020), en el año de 2019 solo 65% de la población tenía acceso a internet.

Respecto a la situación en México, de acuerdo con en el INEGI y IFT (2021) en su informe de la Encuesta sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) el 91.8% de los usuarios de teléfonos tienen un equipo inteligente, 78.3% de la población urbana es usuaria de internet. En el mismo informe se señala que la proporción de usuarios por tipo de uso respecto a la interacción con el gobierno es de 32.8%, mientras que entre los principales usos se encuentra obtención de información y comunicarse con 91% y 93.8% respectivamente.

Otro de los retos que enfrentan las ciudades de países en desarrollo, de acuerdo con Antwi-Afari, Owusu-Manu, Simons, et al. (2021) es la falta de información y datos para medir las CIS, en parte lo atribuyen a las condiciones del desarrollo de infraestructura tecnológica, enfrentándose los países en desarrollo ante la necesidad de invertir grandes cantidades de dinero en ello, así como en el nivel de educación en tecnologías que tiene su ciudadanía.

Algunas de las acciones que han desarrollado organismos internacionales con la finalidad de hacer frente a los problemas de pobreza, marginación, salud, educación, así como aquellos que impiden en el crecimiento sustentable de las ciudades en la región de América Latina y el Caribe han sido las del BID y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO), quienes han invertido en proyectos para mejorar las condiciones de los

países pertenecientes a esta región. Ejemplo de estos proyectos es la Red de Ciudades Creativas, creado por la UNESCO en 2004 con el objetivo de promover la vinculación entre ciudades para el desarrollo urbano sustentable en aspectos económicos, sociales y culturales, “centrándose en siete ámbitos creativos: artesanía y artes populares, artes digitales, cine, diseño, gastronomía, literatura y música” (UNESCO, s/f, párr. 4).

Por otra parte, respecto al número de ciudades creativas pertenecientes a países en desarrollo, en el caso de América Latina se cuenta con 35 ciudades que ostentan esta denominación de ciudades creativas, de las cuales seis pertenecen a México: Ciudad de México, Puebla, Morelia, Mérida, Querétaro, San Cristóbal de las Casas, Ensenada y Guadalajara.

Otro de los proyectos es el programa de inversión en ciudades de países en desarrollo es “Ciudades Emergentes y Sostenibles” (BID, 2016). Este programa tiene como fundamento apoyar el desarrollo de las ciudades emergentes a través de una metodología en dos fases, la primera es una herramienta de diagnóstico de la situación de la ciudad en temas de sostenibilidad y la segunda conlleva la ejecución de un plan integral de inversiones.

En el caso de México, a través del programa de Ciudades Emergentes y Sostenibles, se creó el fideicomiso “Apoyo al Desarrollo de la Ciudad Creativa Digital-Guadalajara”, con el objetivo de la vinculación entre el sector público y privado en la creación de infraestructura tecnológica y la incorporación de la digitalización, lo cual conlleva a una mejor oferta de servicios de transporte, comunicación, salud, generación de empleo, entre otros.

De igual forma, existen proyectos de inversión y PP en las cinco ciudades de México consideradas por el BID como ciudades potenciales a ser CI. Ejemplo de ello son Transformación Digital (TD2035 2020) en la ciudad de Querétaro, Tequila Inteligente (Gobierno de Jalisco 2021), Ciudad Creativa y Digital en Guadalajara (Gobierno de Jalisco 2022).



Por lo que refiere al estudio de las CI en México, la Universidad de Guadalajara creó el “Centro de Innovación de Ciudades Inteligentes” mediante la firma de convenio con IBM en el año de 2014. Con respecto a la medición y seguimiento de los ODS, el INEGI en colaboración con la Secretaría de Gobierno creó el Sistema de Información Sobre los Objetivos de Desarrollo Sustentable, el cual incluye la medición de las metas de la Agenda 2030, sin embargo, no todos los indicadores se encuentran desagregados a nivel ciudad.

Otro factor importante en México es el desarrollo de organizaciones como el Instituto Mexicano de Ciudades Inteligentes Sostenibles y Sustentables, la Asociación Mexicana de Municipios Mexicanos y Ciudades Inteligentes (AMMECI), que tiene como objetivo formar espacios para la discusión y colaboración en el desarrollo de las CI y la implementación de la tecnología en favor del DS.

## **1.2 Definición del Problema**

El DS en las ciudades se ha vuelto una necesidad imperante a nivel mundial como propuesta para mitigar los problemas de contaminación, problemas sociales relacionados con hambruna, violencia y desigualdad, falta de acceso a servicios de salud y educación, los cuales se han acrecentado debido al crecimiento demográfico en las zonas urbanas. En el contexto internacional, de acuerdo con el Banco Mundial, alrededor del 55% de la población vive en ciudades y “se prevé que, en 2050, la población urbana se duplicará, y casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades” (Banco Mundial, s/f, párr. 1).

La situación del crecimiento poblacional es aún más alarmante en el caso del continente americano, como señala el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Organización de las Naciones Unidas en su informe “*World Urbanization Prospects 2018*” en donde colocan en primer lugar a América del Norte con el 82% y en segundo lugar América Latina y el Caribe con 81% de personas viviendo en zonas urbanas. Siendo estas las regiones geográficas con mayor número de personas viviendo en ciudades (ONU, 2019b, párr. 21).

Si bien, el desarrollo urbano ha generado grandes oportunidades al convertir las ciudades en centros de desarrollo económico y social con impacto en la calidad de vida de las personas, “proporcionando suministro de agua y sistemas de alcantarillado, edificios residenciales y de oficinas, servicios de educación y salud y transporte conveniente” (Chuan Tao et al., 2015, p. 1). Al mismo tiempo, el crecimiento desmedido de las ciudades ha generado problemas de contaminación, desabasto de recursos, problemas medioambientales, de salud, seguridad y sanidad.

De acuerdo con Yigitcanlar et al. (2018) y Lazaroiu y Roscia (2012) las ciudades representan solo el 2% del espacio geográfico, pero *consumen* más del 75% de la producción y generan el 80% de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, son también las ciudades las que generan el 80% de Producto Interno Bruto (PIB) de los países, lo cual hace a las ciudades importantes centros económicos.

Ante la importancia de las ciudades y su preocupante crecimiento, organismos internacionales como la ONU, el BID y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), así como los gobiernos locales han buscado generar acuerdos y estrategias para el desarrollo de CIS por medio del diseño e implementación de PP, así como la incorporación de tecnologías en el sector de movilidad, economía, medioambiente y en lo social. Todo ello, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de la población.

Definitivamente el mundo se encuentra cada día más interconectado a través de las TIC, ya que estas herramientas facilitan las actividades y nos permiten disponer de información para la toma de decisiones de manera oportuna, por lo que la adopción y adaptación de empresas y ciudades al entorno tecnológico se ha vuelto una necesidad, para hacer frente a los nuevos retos y crear resiliencia en las ciudades.

Las CIS han surgido como una oportunidad de solución a los problemas presentes en la sociedad moderna y ante el rápido crecimiento urbano, un ejemplo es el planteamiento de Jordán et al. (2021) quienes señalan que a partir del 2019 y con la pandemia derivada del virus SARS-COV-19, los desafíos han crecido

exponencialmente, siendo necesario la reinención de los modelos locales y regionales con vista en la adaptación a los nuevos entornos (p.2).

Del mismo modo, CEPAL (2020) en su informe “Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19”, postula que las soluciones digitales inteligentes han fungido un papel importante en la educación, la movilidad, el teletrabajo, el comercio y la salud en América Latina y el mundo. Estas soluciones digitales han facilitado el distanciamiento físico permitiendo el funcionamiento del sistema económico y social en las ciudades.

Por su parte, Palmisano (2008) CEO de IBM, en el informe “*A Smarter Planet: The Next Leadership Agenda*” expone que los problemas de contaminación, hambruna y pérdidas económicas pueden ser controlados a través de la disposición de información oportuna mediante la generación de datos por medio de sensores y sistemas tecnológicos. De igual forma, la ONU ha convenido el uso de tecnologías para la disposición de datos que permitan medir el avance de los ODS, así como la formulación y evaluación de PP por parte de los gobiernos.

Si bien la incorporación de las tecnologías y la adopción de infraestructura tecnológica son parte importante para la transformación en CI y la generación de mejores condiciones de vida para los ciudadanos, Moreno et al. (2019) señalan que por sí solas no garantizan una ventaja competitiva (p. 59). Por su parte, Yigitcanlar et al. (2018) argumenta que la mayoría de los estudios tienden a generar una perspectiva unidimensional sobre las CI, al considerar solo la dimensión tecnológica, dejando de lado otras dimensiones importantes como la movilidad, el medioambiente, la económica y la social.

En lo que respecta al estudio de las CI, en la literatura se encuentran diversos modelos como los de Giffinger (2007) y Lara et al. (2016), así como índices para medir el grado de inteligencia de las ciudades como *Smart Cities Index* (IMD, 2021), *Cities in Motion* (Berrone y Ricart, 2020) y los indicadores desarrollados por la *International Telecommunication Union* (ITU-T SG20, 2017), por mencionar algunos, los cuales integran un conjunto de dimensiones e indicadores, sin llegar a

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

tener un grado de consistencia que permita conocer qué condiciones son necesarias para desarrollar una CIS.

Ante la diversidad de propuestas de índices, Urrego-Marín y Ocampo Osorio (2021) argumentan que no existe unanimidad en cuanto al concepto de CI o en cuanto al número y tipo de indicadores que deben medirse. Por su parte, Quintanilla-Mendoza y Gil-García (2019) refieren que la falta de consenso y estandarización dificulta el análisis de las CIS, así como la selección de un modelo idóneo para la implementación en las ciudades.

Aunque existen modelos e índices para medir las CI y el DS que gozan de gran reconocimiento, de acuerdo con Nagy et al. (2018), Mundada y Mukkamala (2020) y Grossi y Trunova (2021) los instrumentos existentes son insuficientes, ya que solo analizan las principales ciudades del mundo, lo que dificulta su implementación y análisis en ciudades de países en desarrollo. Además de la falta de estandarización de los indicadores y la disponibilidad de datos para medirlos en las ciudades de países en desarrollo.

De igual forma, Alderete (2019), en su estudio sobre los factores que influyen en la construcción de CI, plantea la dificultad que tienen las ciudades a nivel local para acceder a datos y medir el grado de CIS principalmente en el contexto de países en desarrollo, señalando también la falta de diseño de mecanismos que permitan medir y recolectar los datos para el análisis en las ciudades. Incluso un problema presente es la falta de datos desagregados, ya que en su mayoría los indicadores se miden a nivel país, sin contemplar la medición a nivel ciudad o municipio.

Aunado a lo anterior, el Programa 21 en su apartado 40.3 señala que “existe una deficiencia generalizada por parte de los países en desarrollo para la reunión y evaluación de datos” (ONU, 1992, párr. 2) planteando así la necesidad de desarrollar indicadores e instrumentos para generar datos que permitan medir el DS en los países en desarrollo.

El término de países en desarrollo es utilizado para clasificar aquellos países con una renta elevada per cápita y crecimiento económico, los cuales han decidido invertir

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

a través de mecanismos internacionales como deuda, inversión extranjera, investigación y capacitación, cooperación internacional y el desarrollo de PP con la finalidad de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. De acuerdo con el informe sobre el Índice de Desarrollo Humano elaborado por la ONU (2019) entre las regiones con países en desarrollo se encuentran América Latina y el Caribe.

En este contexto, de los 46 países que conforman la región de América Latina y el Caribe, en el *Smart Cities Index* (IMD, 2021) solo 26 ciudades de 16 países, principalmente ciudades capitales, son integradas como CI. Al respecto, Li et al. (2022) puntualiza que “ninguna de las 20 principales CI en el *ranking* del IMD pertenece a ciudades de países en desarrollo, resaltando la disparidad en el desarrollo de CI entre países desarrollados y en vías de desarrollo”(pág.2).

Ante la falta de estudios que analicen de CIS a nivel local y la ausencia de modelos e índices que midan las CI, DS y PP en el contexto de ciudades de países en desarrollo, se plantea esta investigación analizando el caso de México, mediante el análisis de las configuraciones de condiciones de CI, DS y PP que promueven el desarrollo de CIS en el contexto de este país en desarrollo. Lo anterior, con la finalidad de formular un modelo que sea de utilidad para el análisis de CIS, así como un marco de referencia de PP para el desarrollo de las ciudades en CIS.

Esta necesidad surge al identificar en la revisión de literatura que los modelos e índices de CI y de DS, no son concluyentes, además de la falta de unanimidad en cuanto a las dimensiones e indicadores. De igual forma, se identifica la falta de estudios empíricos en el contexto de ciudades de países en desarrollo, y la disposición de datos desagregados para medirlos, ya que la mayoría de los estudios se centran en analizar y medir las ciudades de países desarrollados.

Analizar las condiciones de una CIS implica una revisión teórica y documental, para examinar los componentes e indicadores que integran los diferentes índices, además de revisar profunda sus dimensiones e indicadores, concluyendo con los indicadores de mayor uso y fundamento en el análisis de CI y de DS, y la disponibilidad de datos en ciudades de países en desarrollo.

La revisión teórica sirve de base para el análisis cualitativo comparado (QCA), enfoque que utiliza esta investigación, al contar con referentes teóricos y metodológicos sólidos para la calibración de datos cuantitativos de manera cualitativa, este proceso es necesario en el QCA, el cual permite el análisis de las configuraciones de condiciones que se generan en los casos, superando las deficiencias de los métodos cuantitativos referente al análisis en profundidad, sobre los que en su mayoría ha versado el estudio de las CIS.

La metodología del QCA responde a dos necesidades para desarrollar esta investigación, la primera es el estudio de las condiciones suficientes y necesarias para el desarrollo de CIS, y la segunda, el estudio comparativo de casos, mediante la técnica de casos cruzando, para encontrar que PP han sido efectivas para promover el desarrollo de CIS en el contexto de un país en desarrollo.

Aunado a lo anterior, se plantean la necesidad del estudio de las PP con la finalidad de brindar un marco de referencia sobre la actuación de las ciudades de países en desarrollo para transitar hacia modelos de CIS. Al respecto Deepti y Tooran (2020) argumentan que existe una débil identificación de estrategias y PP en países en desarrollo. Así, por ejemplo, Ortiz-Palafox (2021) refiere que es importante crear PP acordes a los requerimientos de hoy con vista hacia el futuro y definir estrategias para conducir la política nacional.

En este orden de ideas, Casas Pérez (2014) argumenta que “la evolución de un ambiente digital hacia un ambiente inteligente y sustentable depende de la existencia de PP que definan los estándares de atención que mejoren sustancialmente la calidad de vida de la ciudadanía” (p. 6). Por su parte, Lupiáñez Villanueva (2017) refiere que las iniciativas y estudios de CI se han centrado en la incorporación de indicadores para crear comparaciones entre ciudades, sin embargo, son escasas las investigaciones en PP (p.9).

Igualmente, Clement y Crutzen (2021) argumentan la limitación en la existencia de estudios para comprender la formulación de PP para el desarrollo de CIS, haciendo necesario el estudio de los cambios en las estrategias y el desarrollo de PP, ya que



como menciona Tang et al. (2019) “Las ciudades que buscan ejemplos para el desarrollo exitoso de CI reciben orientación limitada de modelos de desarrollo de CI en su mayoría teóricos y de arriba hacia abajo” (p. 2).

Finalmente, respecto a la elaboración de PP para el desarrollo urbano sustentable, Bouskela (2021) señala que la transformación digital de las CI en América Latina y el Caribe representa una oportunidad para acceder a datos generados por los dispositivos móviles, cámaras de vigilancia, sensores y medidores, a través de los cuales se pueden elaborar PP. Sin embargo, señala que “a menudo, los líderes municipales desconocen la gran cantidad de datos que se generan en sus ciudades. Estos datos, tanto públicos como privados (estos últimos, previo acuerdo con sus propietarios), se encuentran a disposición de los municipios” (Bouskela, 2021, párr. 2).

### **1.3 Preguntas de Investigación**

#### **1.3.1 Pregunta General**

¿Cuáles son las configuraciones de las condiciones de ciudades inteligentes, políticas públicas y desarrollo sustentable que han promovido la existencia de ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de un país en desarrollo?

#### **1.3.2 Preguntas Específicas**

1. ¿Cuáles son las condiciones de modelos de ciudades inteligentes y desarrollo sustentable que favorecen el análisis de ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de un país en desarrollo?
2. ¿Cuáles son las principales PP que han promovido la transformación de ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de países en desarrollo?



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Analizar las configuraciones de las condiciones de ciudades inteligentes, políticas públicas y desarrollo sustentable que han promovido la existencia ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de un país en desarrollo.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Analizar las condiciones de modelos de ciudades inteligentes y desarrollo sustentable que favorecen el análisis de ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de un país en desarrollo.
2. Analizar las políticas públicas que han promovido la transformación de las ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de un país en desarrollo.

## **1.5 Justificación**

Después de conocer el problema de investigación, se plantea a continuación la fundamentación teórica y la relevancia científica del estudio respecto a los constructos de ciudades inteligentes (CI), desarrollo sustentable (DS) y políticas públicas (PP). La exposición parte de la justificación que hacen organismos internacionales para la intervención en temas de DS y creación de CI, los cuales han quedado establecidos en los acuerdos internacionales.

Posteriormente, se presentan los postulados de la revisión teórica sobre la necesidad de diseñar investigaciones en CIS, así como la creación de marcos de referencia, modelos e instrumentos de medición y PP para países en desarrollo, con la finalidad de detonar la transformación de las ciudades en CIS y brindar alternativas para la gestión de los problemas que estas ciudades enfrentan debido al crecimiento urbano.

Entre los esfuerzos se encuentre el programa Ciudades Inteligentes y Crecimiento Inclusivo, desarrollado por la OCDE, el cual tiene tres objetivos principales: 1) redefinir el concepto de CI en torno a la contribución de la innovación digital a una vida mejor para todas las personas, 2) medir el rendimiento de las CI y, en última

instancia, generar resultado de bienestar para los ciudadanos, 3) guiar los gobiernos locales y nacionales en sus esfuerzos por remodelar la gobernanza de ciudad, los modelos comerciales y la participación de las partes interesadas (OCDE, s/f).

De igual forma, la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humano de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y ONU-Hábitat, plantean la necesidad de desarrollar investigaciones y seguimientos a programas de desarrollo urbano y CIS para hacer frente a los retos que conlleva el crecimiento de las ciudades en vista de la satisfacción de sus necesidades, el aprovechamiento de los recursos y el uso de la tecnología en favor de los ciudadanos (CEPAL y ONU, s/f).

Así mismo, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano (Hábitat III) celebrada en Quito, Ecuador en 2016 (ONU, 2017), la Asamblea General de las Naciones Unidas en colaboración con académicos, naciones, gobiernos locales, sector privado y diversos actores aprobaron la Nueva Agenda Urbana (2017), la cual toma como base los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el objetivo número 11 “ciudades y comunidades sostenibles”.

La Nueva Agenda Urbana desarrolla un plan de acción en el cual hace referencia a los compromisos que aceptan las naciones en pro del DS, señalando que para aprovechar el potencial del desarrollo urbano sustentable se formulan compromisos basados en las áreas del DS: la social, la económica y la ambiental (ONU, 2017, p. 27), los cuales deberán ser parte del diseño de acciones y PP con la finalidad de garantizar una mejor calidad de vida para la ciudadanía.

Con respecto al tema de CI, en el apartado de “Desarrollo urbano resiliente y ambientalmente sostenible” la Nueva Agenda Urbana (2017) plantea el compromiso número 66, el cual señala la adopción de un enfoque de CI a través del aprovechamiento de la digitalización, las energías y tecnologías no contaminantes, lo cual permita la toma de decisiones por parte de los ciudadanos con vista al

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

cuidado del medioambiente, el crecimiento económico y que mejore la prestación de servicios (ONU, 2017, p. 22).

En lo relativo a la incorporación de tecnología en las ciudades, la ONU reconoce la importancia de la gestión de la información para la toma de decisiones en PP en favor de la ciudadanía. Así mismo, señala que ha sido el sector privado quien ha tenido mayor aprovechamiento de la utilización de macrodatos y minería de datos, recursos utilizados para la disposición y procesamiento de información para la toma de decisiones y brindar mejor servicio a los clientes.

La generación y disposición de datos se encuentra cada vez más en aumento gracias a la conectividad de los usuarios y los algoritmos de recolección de datos, estos metadatos son la fuente principal de aprovechamiento para monitorear el avance de los ODS. De acuerdo con Yigitcanlar et al. (2018) la revolución tecnológica y la industria 4.0 trajo beneficios a las ciudades respecto a la innovación y generación de conocimiento, llevando a las ciudades a una mayor incorporación de tecnología.

En la búsqueda del aprovechamiento y desarrollo de la infraestructura tecnológica en macrodatos para el alcance de la Agenda 2030 y la mejora en la calidad de vida de las personas. En colaboración del sector público y privado, se celebró en 2017 el Foro Mundial de Datos de las Naciones Unidas, lo cual llevó a la formación del programa “Pulso Mundial” que tiene como objetivo acelerar el descubrimiento y desarrollo de análisis de macrodatos como bien público (ONU, s/f, Macrodatos para el Desarrollo Sostenible).

Por su parte, Zaheer y Dhunny (2019) plantean que estas tecnologías de análisis y procesamiento de información, así como infraestructura tecnológica, derivado de del desarrollo de CI, brindan soluciones a problemas de servicios de transporte, médicos, electricidad, educación, entre otros. Así mismo señalan que “se ha demostrado que las tecnologías han permitido a los gobiernos, municipios y tomadores de decisiones recopilar datos sobre una abundancia de temas” (Zaheer y Dhunny, 2019, p. 80).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Es importante señalar que la producción científica en CI, de acuerdo con Sharifi et al. (2021) era escasa hasta antes de 2010, la cual en principio refería aspectos técnicos y conceptuales. Desde 2015 comienza a vincularse el tema de CI con otros como seguridad, resiliencia, cambio climático y sostenibilidad, así como el interés por desarrollar indicadores y modelos que puedan medir la inteligencia de las ciudades.

Al respecto de la vinculación del término de CI con otros términos que de igual forma implican el desarrollo e implementación de tecnología, Trindade et al. (2017) en su estudio sobre la relación de *smart cities* (ciudades inteligentes) y el término *sustainability* (sustentabilidad), señala que el término de *smart cities* ha sido precedido por otros como *information cities*, *digital cities and intelligence cities*. Sin embargo, estos términos no deben entenderse como sinónimos, ya que de acuerdo con Trindade et al. (2017), explican solo una parte de los que comprende una CI.

En relación con el aumento en las investigaciones relacionadas con el tema de CI y DS, Trindade et al. (2017) y Sharifi et al. (2021) señalan que se debe al interés de académicos y gobiernos en la generación de soluciones a los problemas que enfrentan las ciudades y a los compromisos adquiridos a partir de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, organizaciones como el BID y ONU, han promovido el desarrollo de CIS debido a la importancia que la generación de datos puede tener en la toma de decisiones y en la formulación de PP.

En relación con la producción científica en CI y DS, encontramos algunos estudios como los de Osman (2019), Chuan Tao et al. (2015) y Pierce et al. (2017) quienes analizan el desarrollo de infraestructura tecnológica, el diseño de redes y la implementación del internet de las cosas (IoT) y *Data Analysis*, como estrategias para la transformación en CI. De igual forma Kronsell y Mukhtar-Landgren (2020), Pangbourne et al. (2018), analizan la incorporación de tecnología en temas de movilidad y reducción de emisiones y contaminantes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Es necesario mencionar también, la existencia de estudios a nivel internacional, y la medición de indicadores, como el desarrollado por Berrone y Ricart (2020), el *Center for Globalization and Strategy* y el Departamento de Estrategia del IESE *Business School* de la Universidad de Navarra quienes realizan un seguimiento del ICIM (Índice de *Cities in Motion*). La medición de este índice genera un *ranking* de las ciudades capitales y su cumplimiento de nueve dimensiones: capital humano, cohesión social, indicadores de economía, gobernanza, medioambiente, movilidad y transporte, planificación urbana, proyección internacional y tecnología.

Algunos estudios han focalizados sus esfuerzos en el diseño de índices e instrumentos para medir la inteligencia y sustentabilidad en las ciudades de países en desarrollo. Ejemplo de ello es el estudio de Alvarado López (2020) quien mide cinco ciudades de México a través de la integración de 22 indicadores, Nieto et al (2021) con el estudio regional del grado de inteligencia de las ciudades en Puebla, México, o la investigación Machado Junior et al. (2018) con el estudio de alineación de los indicadores de Brasil con la sustentabilidad.

Al igual existen otros índices y estudios que analizan las CI y el DS desde metodologías cuantitativas a través de la comparación del grado de cumplimiento de ciertos estándares definidos. Pese al aumento en las investigaciones en CI y DS con énfasis en diferentes dimensiones de CI y DS, Nieto et al. (2021) argumentan la existencia de tres desafíos para el estudio de las CI en América Latina, 1) la falta de consenso sobre el significado y alcance de una CI, 2) la falta de literatura sobre CI dentro de un contexto regional más amplio y 3) la naturaleza fragmentada de datos a nivel municipal (Nieto et al., 2021, p. 2).

Por lo que refiere a la necesidad de generar estudios de PP en las ciudades de países en desarrollo, Urrego-Marín y Ocampo Osorio (2021) plantean la necesidad de diseñar y evaluar PP capaces de hacer frente a las necesidades institucionales sobre modelos de sustentabilidad. Por su parte, en el foro *Smart Cities Summit* (CEPAL, 2013), líderes políticos en América Latina expusieron la necesidad de crear PP para el desarrollo de CIS ante el contexto y las oportunidades digitales de la región.

## **1.6 Contribución Académica de la Investigación**

Resumiendo lo señalado hasta ahora, en esta investigación se desarrolla el estudio de los tres constructos: ciudades inteligentes (CI), políticas públicas (PP) y desarrollo sustentable (DS) en el contexto de un país en desarrollo, con la finalidad de contribuir a cerrar el vacío en la literatura al que hacen referencia Nieto et al. (2021), Urrego-Marín y Ocampo Osorio (2021) y Grossi y Trunova (2021) sobre la falta estudios que permitan analizar las CIS en el contexto de un país en desarrollo.

Para ello se pretende generar el estudio de las configuraciones de las condiciones de CIS a través de la revisión de los modelos e índices internacionales de CI y DS, analizando la disponibilidad y factibilidad de la información en el contexto local. El cual sirva como referencia para el desarrollo de futuras investigaciones en contextos similares, así como la aplicación en países en desarrollo, principalmente en aquellos pertenecientes a la región de América Latina y el Caribe.

Otra de las aportaciones de esta investigación es el análisis de PP que han ayudado a la transformación de las ciudades de países en desarrollo en CIS con la finalidad de brindar un marco de referencia para futuras investigaciones, así como una pauta para los tomadores de decisiones en materia de PP. Lo anterior con fundamento en los postulados de Clement y Crutzen (2021) y Ortiz-Palafox (2021) sobre la necesidad de desarrollar estudios para comprender la formulación de PP en los contextos locales, ya que la falta de estos estudios ha dificultado la materialización de las CIS.

Al mismo tiempo, esta investigación aporta al conocimiento de modelos y tipologías de CIS a través del análisis de las configuraciones de condiciones suficientes y necesarias de CI, PP y DS, proponiendo una solución parsimoniosa, es decir, una solución sustentada teórica y empíricamente en el contexto de las ciudades de un país en desarrollo, con lo finalidad de contribuir a la conceptualización, medición, análisis y desarrollo de CIS.

Finalmente, la importancia de esta investigación en la contribución al desarrollo científico mundial es la alineación a los objetivos y estrategias de organismos



internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), los cuales han integrado el estudio y diseño de CIS con la finalidad de contribuir a la erradicación de la pobreza, hambruna, desigualdad y generación de mejores condiciones de vida. De igual forma, esta investigación se vincula con los Programas Nacionales Estratégicos del CONACYT (PRONACES) los cuales plantean andamiajes para la generación de investigaciones científicas en México, en la Tabla 1 se muestran dicha vinculación.

**Tabla 1.** Vinculación de la investigación con los PRONACES

| <b>PRONACES</b>                          | <b>Dimensión de los modelos de CI y DS</b> | <b>Cómo se vincula esta investigación</b>   |
|--|--|---|
| Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes | Medioambiente inteligente                  | Integra indicadores para medir en nivel de contaminación en las ciudades, así como el estudio de las PP que contribuyan a reducir los efectos y causas de la contaminación. |
| Agua                                     | Medioambiente inteligente                  | Integra indicadores para medir el acceso, consumo y tratamiento del agua, así como el estudio de las PP.  |
| Cultura                                  | Sociedad inteligente                       | Integra indicadores sobre la disponibilidad de espacios como teatros y bibliotecas, así como el estudio de las PP.  |
| Educación                                | Sociedad inteligente                       | Integra indicadores para medir el nivel de especialización y desarrollo del capital humano en las ciudades, así como de los medios y su disponibilidad.                     |
| Energía y Cambio Climático               | Medioambiente inteligente                  | Integra indicadores para medir el consumo y disponibilidad de energías, así como indicadores para medir el impacto ambiental.   |
| Salud                                    | Calidad de vida inteligente                | Integra indicadores para medir los servicios de salud.  |
| Seguridad Humana                         | Calidad de vida inteligente                | Integra indicadores para medir la seguridad, inclusión y equidad de las ciudades.   |

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de los PRONACES (Conacyt, 2022).

En resumen, en este capítulo I se expone el planteamiento del problema de investigación respecto a falta de estudios que analicen las condiciones CIS en el



contexto de ciudades de países en desarrollo, ya que como señalan Mundada y Mukkamala (2020) y Grossi y Trunova (2021) los instrumentos existentes en su mayoría se centran en el análisis las ciudades de países desarrollados. Así mismo, de acuerdo con Deepti y Tooran (2020) y Ortiz-Palafox (2021) existe la necesidad de desarrollar investigaciones que integren el estudio PP en países en desarrollo con enfoque en CI y DS.



## CAPÍTULO II- MARCO TEÓRICO

### 2.1 Ciudades Inteligentes

Aunque el término de ciudades inteligentes (CI) ha sido popularizado en las últimas décadas, principalmente a partir del interés de las naciones por consolidar el desarrollo urbano sustentable y el auge de la digitalización, su origen puede ser aún más antiguo. De acuerdo con Yigitcanlar et al. (2018) el término de CI se acuñó por primera vez a mediados del siglo XIX para describir las ciudades del oeste estadounidense que eran eficientes y autónomas (p. 2).

Así mismo, Yigitcanlar et al. (2018) señalan que, a pesar de la larga trayectoria, no existe una única definición aceptada, refiriendo también Deepti y Tooran (2020) que existe una creciente tendencia a definir a las CI desde la visión de las ciudades del primer mundo, subestimando la idea de CI en países en desarrollo, atribuyendo la imagen de CI a ciudades europeas o aquellas que han hecho grandes inversiones en infraestructura tecnológica.

La conceptualización histórica del concepto de CI ha ido acompañada de adjetivos que comparten características, ya que en la literatura podemos encontrar términos como ciudades digitales, comunidades inteligentes, ciudades virtuales y una diversidad de términos en inglés que en su mayoría refieren al uso de la tecnología y a la automatización de procesos. Sin embargo, debe tenerse cuidado de no considerar estos términos como sinónimos, ya que como señalan Trindade et al. (2017) estos términos son predecesores del de CI.

Aunque los términos de CI y ciudades sustentables son lo más populares en la literatura de acuerdo con la investigación sistemática que realizan Fu y Zhang (2017). Se han desarrollado investigaciones que empatan el término de CI con conceptos como e-ciudad, ciudad habitable, ciudad de la información, ciudad verde, las cuales tienen énfasis en aspectos que abordan las dimensiones de los modelos de CI.

Ante la diversidad de definiciones e interpretaciones sobre las CI, Nam y Pardo (2011) desarrollaron un estudio para comprenderlas y categorizarlas a través de la conceptualización en tres dimensiones: 1) tecnológica (infraestructura de hardware y software), 2) personas (creatividad, diversidad y educación) y 3) instituciones (gobernanza y política). Por su parte, Lara et al. (2016) retoman esta categorización integrando el dominio de sustentabilidad, prestando especial atención en las acciones para la reducción de la contaminación, preservación de los recursos.

### **2.1.1 Definición y Conceptualización de Ciudades Inteligentes (CI)**

La definición y conceptualización de las CI, indiscutiblemente deberá ir de la mano del modelo de ciudad que se busca crear, así como de la perspectiva que se tome de referencia. Investigadores como Chuan Tao et al. (2015) y Osman (2019) abordan un enfoque en la infraestructura tecnológica y el uso de datos en la gestión de las ciudades. Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Lara et al. (2016) aportan un énfasis en el desarrollo y bienestar de las personas, algunos otros como Fernández (2017) tienen una visión con enfoque institucional.

Con el objetivo de brindar una mejor comprensión del término de CI se presenta a continuación un análisis de las definiciones planteadas en la literatura, tomando como referencia las categorías propuestas por Nam y Pardo (2011) y Lara et al. (2016): 1) tecnológica, 2) personas, 3) instituciones y, 4) sustentabilidad. Si bien, la mayoría de las definiciones de CI que se presentan en este capítulo tienen una visión del modelo de CI que se busca crear en el futuro, de acuerdo con Guşul y Butnariu (2021) también forman un enfoque estratégico y una visión a largo plazo, lo cual puede ser guía para los tomadores de decisiones.

#### ***2.1.1.1 Perspectiva de Infraestructura y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)***

Las TIC y el desarrollo de infraestructura fungen un papel importante en la transformación de las ciudades a un modelo de CI. Lo anterior, mediante la incorporación de herramientas y software, la creación de espacios con conectividad, y la transformación de edificios públicos como oficinas, hospitales y escuelas, con

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

procesos automatizados y aplicación de tecnologías de inteligencia artificial, sensores, así como el procesamiento de datos para la toma de decisiones a través del análisis de los macrodatos.

La aplicación de tecnologías computacionales, herramientas digitales y software en las ciudades, de acuerdo con Osman (2019) la podemos encontrar en dominios como “planificación, control de tráfico y transporte, análisis de delitos, energía y medioambiente” (p. 622). Esta integración de tecnologías en las ciudades ayuda a los tomadores de decisiones y a los creadores de PP a optimizar los recursos y a dar soluciones más eficientes, al disponer de información procesada y actualizada con menores costos.

Esta perspectiva tecnológica como medio para el desarrollo de las CI también ha sido abordada por Chuan Tao et al. (2015) quienes señalan a las CI como "un sistema de infraestructura tecnológica que se basa en el procesamiento avanzado de datos con el objetivo de hacer que la gobernanza de la ciudad sea más eficiente, los ciudadanos más felices, los negocios más prósperos y el medioambiente más sostenible"(p. 6).

De igual forma, Pierce et al. (2017) contemplan que un enfoque de CI “implica la explotación de altas tecnologías, y en particular las TIC, para mejorar la resiliencia de la ciudad y la calidad de vida, junto con su sostenibilidad económica, social y ambiental” (p. 2). Por otro lado, el volumen de información que se genera en las ciudades mediante la conectividad de dispositivos móviles y herramientas, como sensores, permiten a las ciudades y tomadores de decisiones tener datos estructurados y no estructurados.

Estas oportunidades con las que cuentan las ciudades respecto a la implementación de tecnologías y análisis de datos han sido analizadas por Chuan Tao et al. (2015), quienes señalan que su aplicación permite a las ciudades la gestión eficaz en áreas esenciales como el suministro de agua, operaciones de construcción, mecanismos y redes de transporte públicas y carreteras (p. 2).

El desarrollo de iniciativas de CI con fundamento en la aplicación e incorporación de infraestructura tecnológica y TIC, así como el uso de información, tienen como objetivo “proporcionar servicios más eficientes a los ciudadanos, monitorear y optimizar la infraestructura existente, aumentar la colaboración entre los diferentes actores económicos y fomentar modelos de negocios innovadores tanto en el sector público como en el privado” (Marsal-Llacuna et al., 2015, p. 618).

Para gestar soluciones tecnológicas en las CI, es necesario de acuerdo con Linde et al. (2021) el generar las condiciones para la creación de ecosistemas de innovación, los cuales son parte importante en las iniciativas de CI, ya que permiten la interacción de diferentes actores públicos y privados. Estos ecosistemas de innovación generan las condiciones de aprovechamiento de la tecnología y de la información más avanzada, así como el desarrollo y aprovechamiento del capital humano con lo que garantizar mejor calidad de vida para la ciudadanía.

Este interés por las tecnologías y la infraestructura tecnológica como estrategia para crear CI ha generado estudios con un enfoque unidimensional que genera gran dependencia del factor tecnológico en la vida diaria de los ciudadanos. De acuerdo con Yigitcanlar et al. (2018) esta situación ha sido tomada como oportunidad por las empresas creadoras de tecnología para hacer crecer su mercado en la oferta de nuevos productos para la satisfacción de las necesidades.

Contrario al enfoque unidimensional que genera dependencia del factor tecnológico, Jordán et al. (2021) le dan un giro más humano a las CI a través de la idea de ingeniería para la paz, un concepto entendido como “la aplicación intencional del pensamiento a nivel sistémico de los principios de la ciencia, la tecnología y la ingeniería para promover y apoyar directamente las condiciones para la paz” (p. 2). A través de la ingeniería que promueva la equidad social, el espíritu empresarial, la sustentabilidad y sobre todo el compromiso con la comunidad.

Las iniciativas de desarrollo promovidas por la ingeniería de la paz buscan dar soluciones a los problemas presentes ante las nuevas condiciones del mundo actual, con un enfoque de sustentabilidad, desarrollando soluciones de manera

colaborativa y transdisciplinaria, “aplicando simultáneamente soluciones tecnológicas y apoyando la ética, las políticas y los sistemas de vida” (Jordán et al., 2021, p. 2).

Es así como la perspectiva tecnológica de las CI puede verse no solo como la aplicación de tecnologías para la medición y recolección de datos, sino que, además estas tecnologías sean desarrolladas en áreas específicas, con la finalidad de contribuir a generar ecosistemas de innovación y brindar mejores servicios públicos de salud, educación, transporte, entre otros.

#### ***2.1.1.2 Perspectiva de Infraestructura Humana y Desarrollo Personal***

El desarrollo de la perspectiva de infraestructura humana se fundamenta no solo en la aplicación de mejoras a través de la incorporación de tecnologías, sino que estas tecnologías impacten directamente en el bienestar de las personas, así como en su calidad de vida. Que la inversión en infraestructura influya en la creación de centros de investigación y formación de capital humano que propicien el desarrollo personal, al mismo tiempo que satisfaga las necesidades de la comunidad.

Por lo que refiere a la perspectiva del desarrollo personal Naylor y Florida (2003) conciben a las CI como espacios creativos con infraestructura que permite a los ciudadanos la creación de redes de conocimiento, grupos de voluntariado, el desarrollo de actividades culturales y la acentuación del conocimiento. De igual forma, Lara et al. (2016) las definen como el espacio que promueve el bienestar de todos los ciudadanos, buscando ser cada vez un mejor lugar para vivir de manera sustentable, y que además sea un lugar ideal para trabajar y divertirse” ( p. 11).

A su vez, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) define a las CI desde un enfoque integral, considerando a las personas como un elemento importante de estas:

Una ciudad Inteligente es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora tecnologías de la información y comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación

colaborativa y participación ciudadana. (Bouskela M. , Casseb, Bassi, De Luca, y Facchina , 2016, pág. 7).

En cuanto a la relación que tienen las tecnologías en el desarrollo de CI desde la perspectiva de desarrollo humano, Costa et al. (2017) señala que se tiene un equilibrio entre “lo técnico de los sensores, medidores e infraestructuras con características más suaves como claridad de visión, empoderamiento ciudadano, interacción social en entornos urbanos físicos y asociación entre el sector público y los ciudadanos” (p. 6).

Es así como las ciudades se vuelven inteligentes desde esta perspectiva cuando se incentiva y promueve el bienestar de las personas, a través de la generación de mejores medios de participación, mejores condiciones laborales, espacios pensando en las personas, movilidad centrada no desde la perspectiva de los automoviles, sino de las necesidades humanas.

#### ***2.1.1.3 Perspectiva Institucional***

Respecto a la perspectiva institucional, Nam y Pardo (2011) señalan que la vinculación entre el gobierno y las PP para el diseño y operación de las CI es fundamental. No solo a través de la incorporación de tecnologías, sino también es importante “el papel del gobierno, la relación entre las agencias gubernamentales y las partes no gubernamentales, y su gobernanza” (p. 288).

Con relación a esta perspectiva institucional, González y Rossi (2011) consideran que una CI debe estar integrada por “una administración o autoridades públicas que entregan (o pretenden) un conjunto de servicios e infraestructuras de nueva generación, basados en tecnologías de la información y la comunicación” (p. 9).

Además, el gobierno electrónico ha sido importante en la participación ciudadana, la rendición de cuentas y la transparencia, proceso que genera información para tomar decisiones. El abordar una perspectiva institucional desde la visión de CI, también implica un cambio en la toma de decisiones, pensando en la inclusión y en el bienestar de la mayoría.



#### **2.1.1.4 Perspectiva de Sustentabilidad**

La perspectiva de sustentabilidad busca ir más allá de la discusión de si se debe tomar la tecnología como punto de referencia o deben prestarse interés en el desarrollo humano y en el bienestar de las personas. Este enfoque de estudio de sustentabilidad de acuerdo con Grossi y Trunova (2021) plantean la necesidad de generar relaciones entre diferentes actores como empresas, gobierno, ciudadanos y grupos de interés, en las cuales la agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sustentable (ODS) tienen un papel importante en el DS.

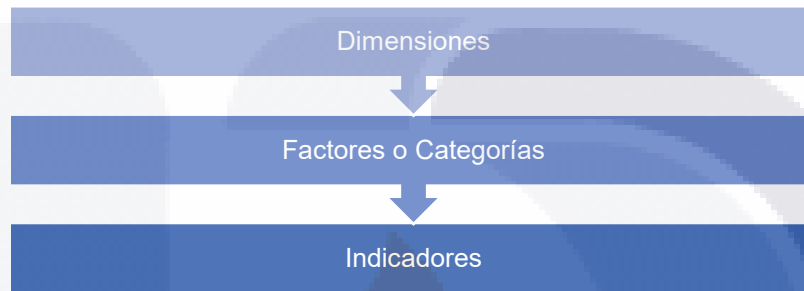
Esta perspectiva integra el uso de los recursos considerándose no como unidimensional, sino que integra lo económico, social y ambiental desde la visión de las ciudades autosuficientes. Así mismo, encontramos referencias a la sustentabilidad y a la resiliencia de las ciudades en las investigaciones de Casado (2016) y Aurrekoetxea-Casaus (2018), quienes señalan que una ciudad resiliente es aquella que tienen la capacidad de afrontar los retos, crisis y desastres naturales a través del desarrollo de sus capacidades, lo cual les permita volver a su estabilidad.

El estudio de las CI generó también la necesidad de medir el grado de inteligencia y efectuar estudios comparativos, conociendo las áreas de fortaleza de las ciudades. El trabajo de la generación de modelos e índices de CI se fue gestando a la par de las definiciones y conceptualizaciones de CI hechas por los académicos y organismos internacionales.

#### **2.1.2 Modelos e Índices de Ciudades Inteligentes**

La Real Academia Española define a los modelos como “un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, [...], que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento” (*Real Academia Española, s/f-a, Capítulo 2*). Bajo este supuesto, los modelos propuestos para el estudio de las CI se conforman por un esquema básico de dimensiones e indicadores.

Con el objetivo de crear un marco comparativo para su análisis, se presenta un esquema básico abordado en los modelos e índices de CI, el cual permite hacer un análisis comparado. La Figura 3 presenta el esquema a seguir, el cual se integra por dimensiones, factores o categorías e indicadores. La integración de factores o categorías se encuentra presente en algunos modelos e índices como subdimensiones, ya que algunos modelos fusionan los indicadores de CI y de DS.



**Figura 3.** Esquema para la Clasificación de los Modelos de Ciudades Inteligentes.

Quintanilla-Mendoza y Gil-García (2019) señalan que las dimensiones corresponden con las áreas en las cuales se actuará respecto a las CI, mientras que los indicadores corresponden a la medición de los recursos y capacidades que afectan a las dimensiones de manera positiva o negativa. Refieren también, que las estrategias corresponden a cómo las ciudades utilizan sus recursos y capacidades para lograr mejores resultados.

El análisis de los modelos de CI, así como de los índices estandarizados y sobre todo de aquellos que gozan de reconocimiento internacional, tiene como propósito direccionar esta investigación en el estudio de las condiciones e indicadores que puedan ser aplicados en ciudades de países en desarrollo. Lo anterior no solo con la finalidad de evaluar el grado de inteligencia de las ciudades, sino también con la finalidad de contar con un marco de referencia para la evaluación y diseño de PP para el desarrollo de CI.

El primero de los modelos analizados es el de Giffinger (2007) propuesto en el artículo titulado “*Smart Cities Ranking of European Medium Sized Cities*”, en este modelo se propone el desarrollo de una metodología para el estudio de las ciudades

de tamaño medio, ya que estas ciudades necesitan conocer sus ventajas y oportunidades para poder hacer frente a aquellas metrópolis que están mejor equipadas. En este modelo el autor plantea seis dimensiones (Giffinger, 2007, p. 11):

- 1) Economía Inteligente
- 2) Sociedad Inteligente
- 3) Gobernanza Inteligente
- 4) Movilidad Inteligente
- 5) Medioambiente inteligente
- 6) Vida inteligente

Este estudio generó un *ranking* de 70 ciudades europeas a través de la medición de 71 indicadores, en los cuales se integraron temas de innovación, desarrollo del capital humano, integración internacional, pluralidad e inclusión social, participación ciudadana, satisfacción de la ciudadanía con los servicios públicos, gestión del medioambiente, entre otros, los cuales pueden observarse en el ANEXO A.

La aparición del modelo de Giffinger (2007) dio como resultado un referente para la conducción de las investigaciones en CI, sobre todo respecto a la medición, análisis y definición. Más tarde estos esfuerzos fueron retomados por la *Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T) cuya organización en su informe de 2015 titulado “*Smart Sustainable Cities: An Analysis Of Definitions*”, planteó la necesidad no solo de medir el grado de inteligencia de las ciudades, sino también, dar claridad a la definición de una CI a partir de la revisión de las distintas definiciones.

Ante esta situación, la ITU-T identificó la necesidad de una definición de CI, la cual se realizó con base en el análisis de 116 definiciones académicas, gubernamentales y del sector privado para definir las dimensiones de análisis de las CI. Este estudio tuvo como resultado la interpretación de las CI desde la sustentabilidad, considerando así las dimensiones económica, social y ambiental, y su respectiva división en las siguientes ocho categorías (ITU-T, 2015, pp. 9–10):

- 1) TIC / Comunicación / Inteligencia / Información

- 2) Infraestructura y Servicios
- 3) Medioambiente / Sostenible
- 4) Gente / Ciudadanos / Sociedad
- 5) Calidad de vida / Estilo de vida
- 6) Gobernanza / Gestión / Administración Economía
- 7) Recursos
- 8) Movilidad

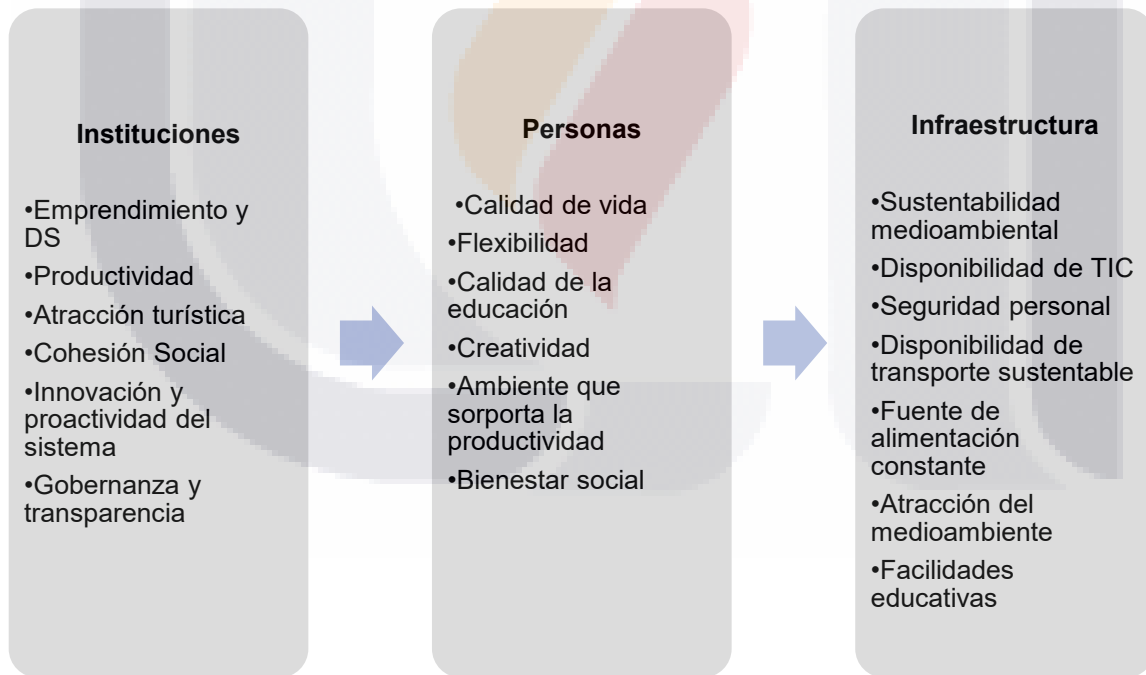
Más tarde, en 2017 como complemento a la aportación que la (ITU-T, 2015), se presentó la investigación titulada “*Key Performance Indicators For Smart Sustainable Cities To Assess The Sustainable Development Goals*” (ITU-T SG20, 2017) en la cual se tomó como referencia las dimensiones y categorías generadas en su estudio de 2015, así como investigaciones previas efectuadas por esta misma organización y aquellas de la Norma ISO 37120:2019 “Desarrollo Sostenible de las Comunidades – Indicadores de Servicios de la Ciudad y Calidad de Vida”.

Como resultado de la investigación de la ITU-T SG20 (2017) se generaron 52 indicadores divididos en las áreas de economía, medioambiente, sociedad y cultura. Ampliando el número de categorías de ocho a 19, el detalle de los indicadores se encuentra en el ANEXO B. A diferencia del modelo de Giffinger (2007), la (ITU-T SG20, 2017) dio mayor peso al aspecto tecnológico, la disposición y generación de información, y del cumplimiento de normas y regulaciones medioambientales. Además, sus indicadores no se centraron solo en datos de la Unión Europea.

Posteriormente, Smiciklas (2017) y un grupo de expertos retomarían los esfuerzos de la ITU-T SG20 (2017) en la búsqueda de integrar la dimensión tecnológica y la integración de índices internacionales, creando así el índice “*Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities*”. Este índice integra aún más indicadores generados por sistemas de información y sensores que arrojan datos sobre el consumo de energías, residuos, emisión de contaminantes, entre otros. Los indicadores se presentan en el ANEXO C.

Aun cuando los modelos de CI coinciden en algunas dimensiones, el número de indicadores, sus metodologías, así como sus ponderaciones cambian. Agbali et al. (2019) presentan en su estudio el análisis en diversas herramientas y marcos de referencias, identificando que la mayoría de las dimensiones e indicadores versan sobre las seis dimensiones del modelo de Giffinger (2007): 1) Economía inteligente, 2) Sociedad inteligente, 3) Gobernanza inteligente, 4) Movilidad inteligente, 5) Medioambiente inteligente, y 6) Vida inteligente.

Para su estudio Agbali et al. (2019) proponen un modelo integrado por tres componentes (Institucional, Personas, e Infraestructura), ya que como señalan no existe una regla universal para la selección de indicadores que puedan medir el grado de inteligencia de las ciudades. Como resultado de su investigación integraron el modelo que se muestra en la Figura 4, el cual según refieren los autores, se adapta a la perspectiva de países en desarrollo, ya que fue creado bajo la visión de medir el grado de inteligencia en la ciudad de Abuja en Nigeria.



**Figura 4.** Componentes del marco conceptual para ciudades inteligentes

Fuente: Elaboración propia con base en Agbali et al. (2019).

Otro de los índices internacionales desarrollado para medir el grado de inteligencia de las ciudades es IESE *Cities in Motion* propuesto por Berrone y Ricart (2020) en conjunto con la Universidad de Navarra, este índice analiza 80 países y 101 indicadores, 174 ciudades y nueve dimensiones:

- 1) Capital Humano
- 2) Proyección Internacional
- 3) Tecnología
- 4) Planificación Urbana
- 5) Movilidad y Transporte
- 6) Medioambiente
- 7) Gobernanza
- 8) Economía
- 9) Cohesión Social

Es importante resaltar que, aunque en 2020 se publicó la séptima edición del IESE *Cities in Motion*, los mismos autores Berrone y Ricart (2020) señalan que el uso comparativo de este índice tiene limitaciones, ya que año con año se efectúan modificaciones, así como adiciones de nuevos indicadores. Así mismo, Berrone y Ricart reconocen que algunos de los indicadores solo están disponibles a nivel nacional, e incluso existen indicadores como el de economía colaborativa, que no toman en cuenta iniciativas locales similares (2020, pp. 7–8).

El índice de *Cities in Motion* a diferencia de los anteriormente expuestos, presenta mayor profundidad en el análisis de la educación y su nivel de cobertura, la seguridad y estadísticas respecto al tipo de mortalidad, movilidad verde por medio de la disponibilidad de transporte como bicicletas y patines eléctricos, así como del análisis del gobierno electrónico y de indicadores medioambientales estandarizados. El conjunto de sus indicadores puede analizarse en el ANEXO D.

Por otra parte, con un enfoque diferente, el *International Institute for Management Development* (IMD, 2021, p. 1) y la Universidad en Tecnología y Diseño de Singapur desarrollaron el *Smart City Index*, un índice que mide las principales ciudades a

través de encuestas a los ciudadanos con un enfoque económico, tecnologías y el aspecto humano (IMD, 2021, p. 1). La diferencia de este indicador respecto a los modelos e índices expuestos radica en la metodología de evaluación, ya que mide la percepción de los ciudadanos respecto a las estructuras y la disposición de tecnologías en cada una de las siguiente cinco dimensiones:

- 1) Salud, y Seguridad
- 2) Movilidad
- 3) Actividades
- 4) Oportunidades
- 5) Gobernanza

Para la medición de las cinco dimensiones, se cuenta con 19 indicadores para la estructura de las ciudades y 21 para la disposición de tecnologías, esta información se puede verificar en el ANEXO E. Los indicadores de este índice contemplan el grado de satisfacción de los ciudadanos con los servicios de agua, luz, transporte, empleo y seguridad, además hacen énfasis en la satisfacción con el nivel de transparencia y disposición de información.

Respecto a las iniciativas y normas internacionales la Organización Internacional de Normalización (ISO) desarrolló la Norma ISO 37122: 2019, Ciudades y Comunidades Sustentables: Indicadores para Ciudades Inteligentes. Dicha norma busca contribuir a los (ODS) 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13 y 16. Así mismo, se complementa con la Norma ISO 37120: 2018 sobre Indicadores de Servicios y Calidad de Vida. La Norma ISO 37122: 2019 pretende conjugar el desarrollo de las CI y las perspectivas de DS, para ayudar en la creación y certificación de las CIS.

De acuerdo con lo señalado en la Norma ISO 37122: 2019, puede ser implementada en cualquier ciudad con el objetivo de crear y medir indicadores que impacten en el desarrollo económico, social y ambiental. Su composición comprende un conjunto 78 indicadores y 18 dimensiones con énfasis en las herramientas tecnológicas. Entre las cuales se encuentran los ya presentes en los índices de la ITU-T SG20 (2017) y *Cities In Motion* de Berrone y Ricart (2020). Además, la Norma ISO 37122:



2019 integra el análisis de las finanzas, el procesamiento de residuos, actividades culturales y de recreación, planeación urbana y cadena de suministro de alimentos urbana/local. Los indicadores de la Norma ISO 3711:2019 puede ser consultado en el ANEXO F.

En relación con los estudios que generan propuesta de índices de CI y DS en países en desarrollo, específicamente en países de América Latina, se encuentra el estudio desarrollado por Machado Junior et al. (2018). Su estudio sobre las CI en Brasil tiene como objetivo analizar si los indicadores de ciudad están adecuados con el enfoque de sustentable. La propuesta del índice se generó por medio la revisión de los indicadores presentes en ciudades de Brasil consideradas con un grado de inteligencia.

El índice desarrollado por Machado Junior et al. (2018) está integrado por 17 indicadores, dividido en cuatro dimensiones: fiscal, económico, social y digital. En los resultados de su implementación, los autores muestran que el tamaño de las ciudades no es determinante para las dimensiones económicas, contrario a los indicadores fiscales donde las ciudades grandes tienen mejor desempeño y, respecto a los indicadores sociales y de salud son las ciudades pequeñas las que tienen mejores resultados.

Una propuesta similar es la de Alvarado López (2020) quien propone la creación de un índice para la medición del grado de inteligencia y sustentabilidad de las ciudades en México, siendo este un país en desarrollo. Este índice está compuesto por las dimensiones económica, social, ambiental, infraestructura, y uso de TIC, así como un conjunto de 30 indicadores los cuales se muestran en el ANEXO G.

Aunque estos estudios son un gran avance y un referente para esta investigación, aún carecen del análisis de otros indicadores que analizan las condiciones suficientes y necesarias para generar una CIS en un país en desarrollo, ya que su estudio se limitó a la disponibilidad de información en las ciudades y la falta de indicadores estandarizados.

### **2.1.3 Elementos de las Dimensiones de Ciudades Inteligentes**

En esta sección se analizan los conceptos, investigaciones y elementos que definen las seis dimensiones del modelo de Giffinger (2007): 1) Economía inteligente, 2) Sociedad inteligente, 3) Gobernanza inteligente, 4) Movilidad inteligente, 5) Medioambiente inteligente, y 6) Vida inteligente. Se tomó la decisión de ahondar en la explicación de estas dimensiones ya que los modelos y teorías de CI, han tomado como referencia estas dimensiones.

#### **2.1.3.1 Economía Inteligente**

La economía inteligente de acuerdo con Ceballos (2021) es aquella que fomenta el desarrollo local, la innovación, el emprendimiento y la productividad por medio de la generación de empleo y el desarrollo de talento humano. Por su parte Bahari et al. (2021) y Linde et al. (2021) refieren que en una economía inteligente las actividades productivas de una comunidad se alinean y fortalecen para crear ecosistemas de innovación capaces de enfrentar los cambios tecnológicos y los retos financieros, lo cual permite a las ciudades y negocios ser competitivas.

Un aspecto importante dentro de la dimensión de economía inteligente es el desarrollo del capital humano, recurso importante en las CI para la innovación y la competitividad a nivel internacional. Fernández (2017), define a las CI y la economía inteligente como “un territorio con gran capacidad de aprendizaje e innovación, creativo, con presencia de instituciones de investigación y desarrollo, centros de formación superior, dotado con infraestructura digital y tecnologías de comunicación, junto con un elevado nivel de rendimiento de gestión” (p. 136).

En su estudio sobre las ciudades creativas, Olmedo-Barchello et al. (2020) señalan que el desarrollo de la industria creativa y la economía inteligente rompe con el sesgo tecnológico, y la brecha digital que existe en los países en desarrollo, ya que “el uso del conocimiento genera una gran capacidad de producir empleo que resulta en un efecto multiplicador a otras actividades de creciente demanda internacional” (2020, p. 56).

Entre los indicadores para la medición de la economía inteligente los índices y modelos de Smiciklas (2017), Alvarado López (2020), y el IMD (2021) coinciden en: el acceso a internet en los hogares y espacios públicos, gasto en investigación y desarrollo, patentes, tasa de empleo en investigación, productividad laboral, tasa de supervivencia de nuevos negocios. Por su parte, Giffinger (2007) incorpora indicadores para medir la integración internacional y el número de empresa de la ciudad que cotizan en la bolsa.

### **2.1.3.2 Sociedad Inteligente**

La sociedad inteligente comprende el desarrollo humano en salud, vivienda, inclusión social, libertad, participación ciudadana y seguridad, perspectiva de género, y también refiere al desarrollo del capital humano mediante la inversión en infraestructura, escuelas, bibliotecas, foros culturas y utilización de medios tecnológicos para incrementar las capacidades y el conocimiento cívico.

En relación con lo anterior, en 2016 en Japón surgió el concepto de la sociedad 5.0, el cual “nace para afrontar retos que, además de los de la digitalización de la economía o los procesos, se refieren a la transformación digital de la sociedad” (Buono y Giugliano, 2021, p. 197). Este término se conoce también como sociedad hiperconectada, el cual busca reflejar la transición de la industria 4.0 a la sociedad del conocimiento y la información, su desarrollo promete romper con las brechas de la digitalización.

Si bien la dimensión de economía y sociedad inteligente abordan la incorporación de las tecnologías, la sociedad inteligente lo hace en favor del desarrollo del capital humano. Buono y Giugliano (2021) refieren que las CI crean soluciones digitales y virtuales para el aprovechamiento de los entornos urbanos y la riqueza cultural, por medio de la incorporación de tecnologías más amigables con el ser humano.

También señalan Buono y Giugliano (2021) que el conjunto de estas nuevas tecnologías en las CI, permiten a los ciudadanos tener inmersión en nuevas experiencias, como la visita a museos por medio de realidad aumentada, la guía en

espacios turísticos y la expansión de la comunicación y transporte por medio de inteligencia artificial.

En relación con las ideas anteriores, Lupiáñez Villanueva (2017) refiere que una sociedad inteligente integra la idea de ciudadanos inteligentes y el nivel de alfabetización digital, con el conocimiento para hacer uso de las tecnologías e interactuar con ellas, además del porcentaje de la población con grado universitario, entre otros elementos que miden el grado de inteligencia y adaptación de la sociedad.

#### ***2.1.3.3 Gobernanza Inteligente***

De acuerdo con Victoria y Munévar (2010) el término de gobernanza refiere a las capacidades de gestión y liderazgo por parte del Estado para atender las necesidades de la ciudadanía a través de sus instituciones. Adicional a lo expuesto, Marsden y Reardon (2018) señalan que la gobernanza también se compone del conjunto de leyes y normas, así como el desarrollo de PP en las cuales se deberá de contar con la participación de la sociedad civil y el gobierno.

Por su parte, Tomor et al. (2019) definen a la gobernanza inteligente como “un enfoque sociotécnico, que alinea el potencial tecnológico con formas novedosas de colaboración entre el gobierno local y los ciudadanos con el objetivo de abordar los problemas urbanos basados en los principios de la sostenibilidad” ( p. 4). De acuerdo con Ripalda (2019) la implementación de tecnologías como estrategia por parte del gobierno, ha logrado que la función pública sea más eficiente, incorporando los nuevos avances del gobierno electrónico.

La dimensión de gobernanza inteligente integra dos perspectivas, la primera refiere a infraestructura y la utilización y disposición de datos e información con bien público, la transparencia y rendición de cuentas por medio de portales web, así como a la automatización de los servicios que ofrece el gobierno, sea por medio de páginas electrónicas, módulos o aplicaciones web e inteligencia artificial. La segunda corresponde a una visión más humana, donde se contempla la participación ciudadana y los cambios en las áreas social, económica y ambiental.

#### **2.1.3.4 Movilidad Inteligente**

La movilidad inteligente de acuerdo con Mukhtar-Landgren y Paulsson (2021) es un término utilizado para denotar los cambios disruptivos, es decir, aquellos que son determinantes en la forma en cómo se gestionan los procesos del sector del transporte relacionados con la automatización, la digitalización y la economía de plataforma. Son diversas las acciones, proyectos y mejoras que han desarrollado la iniciativa privada y pública en las CI respecto a movilidad.

Algunos ejemplos de estos cambios disruptivos en la movilidad son estudiados por Li et al. (2019) y Dowling (2018) con el desarrollo de vehículos automatizados que permiten la movilidad a personas con algún tipo de discapacidad. Otras de las iniciativas son el transporte no motorizado o transporte eléctrico analizado por Cerutti et al. (2019) y Gironés y Vrščaj (2018) como iniciativas y desarrollo tecnológicos no contaminantes.

En cuanto al desarrollo de aplicaciones móviles y la gestión de datos, Jioudi et al. (2019) presentan un proyecto de desarrollo web que permite a los usuarios conocer lugares de estacionamiento, lo que logra disminuir las emisiones de contaminantes y el tráfico en las ciudades. Así mismo, Davis (2018) estudia las iniciativas de inclusión en la movilidad a través de los vehículos compartidos por medio de plataformas y el desarrollo de la infraestructura de transporte, garantizando oportunidades para turistas y disminuyendo la cantidad de vehículos en las ciudades.

Con respecto al análisis de datos, Gutiérrez et al. (2020) estudian la minería de datos y el desarrollo de algoritmos para el sistema de transporte público. Por su parte, Okyere et al. (2018) analizan la creación de sistemas de transporte unificado, la información y los tipos de transporte, las rutas y las modalidades de pago. Es importante resaltar, que las CI contemplan la movilidad inteligente desde la perspectiva humana, generando espacios más incluyentes, tecnología limpia y la promoción de transporte público, y no ya una visión basada en el vehículo individual.

#### **2.1.3.5 Medioambiente Inteligente**

El concepto de ambientes inteligentes de acuerdo con Augusto et al. (2010) es utilizado para describir la inserción de las tecnologías y los avances tecnológicos como los dispositivos móviles, los computadores, los sensores y los softwares que nos permiten disponer de información en tiempo real. Ejemplo de ello, Ullo y Sinha (2020) presentan un sistema de monitoreo del medioambiente, que a través de inteligencia artificial permite conocer las condiciones de contaminación del agua, aire y de cambios importantes en el ambiente de hogares y edificios públicos.

Por el contrario, Carayannis et al. (2022) no limitan el estudio del “*Smart environment*”, a la medición de los indicadores medioambientales, sino que señalan que son herramientas de aplicación en diferentes entornos. Por su parte, Rahmayanti et al. (2018) señalan que los ambientes inteligentes permiten a las ciudades la sustentabilidad de sus recursos, distinguiendo tres tipos de ambientes inteligentes: 1) ambiente informático virtual, 2) ambiente humano y 3) problemas ambientales (p. 2).

Aun cuando existen acepciones del término medioambiente inteligente, en los índices y modelos analizados se observa que los indicadores que se contemplan son: contaminación del aire, agua, suelo, nivel de producción y tratamiento de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, entre otros indicadores que miden el grado de partículas de contaminación, así como el número de áreas verdes y de especies protegidas.

#### **2.1.3.5 Vida inteligente**

Vivir en un entorno inteligente según Pathan et al. (2021) implica el utilizar los medios y herramientas para facilitar la vida y el bienestar de las personas, precisando actualmente la idea de vida inteligente abarca el uso de tecnologías como el internet de las cosas (IoT). De igual forma, Hsu et al. (2020) establecen que las tecnologías como IoT, la inteligencia artificial y *big data* son utilizadas para satisfacer las necesidades de las personas e incrementar la calidad de vida.

La idea del IoT, de acuerdo con Aggarwal et al. (2014) implica “la integración de sensores y radiofrecuencia a objetos de uso común, como por ejemplo teléfonos móviles, autos, carreteras, los cuales comparten información en tiempo real mediante conexión a internet” (p. 384). Con respecto a la integración del IoT en las ciudades, Nikki Han y Kim (2021) argumentan que la idea de vida inteligente no solo limita a la calidad de vida generada por las tecnologías con énfasis en la sustentabilidad, sino que debe entenderse que las tecnologías son un facilitador para mejorar estas condiciones.

En los modelos Giffinger (2007) y Smiciklas (2017) analizan indicadores de vida inteligente por medio del desarrollo de infraestructura física y tecnológica en áreas de salud, cultura, educación. De igual forma, los índices de ONU-Hábitat (2019) y la ISO (2019), contemplan la vida inteligente mediante indicadores de calidad de vida, inclusión de personas con discapacidad, diseño incluyente de los espacios públicos, cobertura de salud, incorporando también la integración de tecnologías, registros digitales y medidores.

#### **2.1.4 Importancia de las Ciudades Inteligentes**

Las CI han cobrado gran importancia en las investigaciones y en el interés por la adopción de mecanismos que ayuden a la gestión de los problemas derivados de la rápida urbanización. Autores como Zaheer y Dhunny (2019) señalan que las CI brinda soluciones a problemas de servicios de transporte, médicos, electricidad, educación, entre otros, demostrando que “las tecnologías han permitido a los gobiernos, municipios y tomadores de decisiones recopilar datos sobre una abundancia de temas” (2019, p. 80), los cuales son de gran utilidad para el diseño de PP.

En relación con la gestión de las CI por medio de la incorporación de tecnologías De Guimarães et al. (2020) refieren que la gobernanza inteligente en las ciudades genera beneficios como “el fomento de la participación ciudadana en la toma de decisiones, una mejora la provisión de información y servicios, la transparencia y la rendición de cuentas” (2020, p. 2). Así mismo, Linde et al. (2021) abogan en favor



de las CI, ya que consideran que hacen frente a las nuevas dinámicas de las ciudades, aumentando la sustentabilidad y la calidad de vida de los ciudadanos.

Por su parte, Lim et al. (2019) desarrollaron una investigación para mapear los resultados que aportan las CI, para ello realizaron un análisis de revisión sistemática de 53 artículos en los que se contemplan casos hipotéticos y estudios de caso observados. En sus resultados muestran que “los países de Europa y Asia Central en particular tienen la proporción más alta de resultados positivos hipotéticos y observados (71%)” (Lim et al., 2019, p. 6).

Los beneficios positivos que encontraron Lim et al. (2019) respecto a las CI son los siguientes: facilitan el desarrollo económico, social y sustentable, incrementan la eficiencia de los servicios públicos, la buena gobernanza, empoderan a los ciudadanos, incentivan a la innovación, mejoran la cooperación entre el sector público y las empresas privadas, e incrementan el capital social.

Otros de los beneficios que aportan las CI, es referente a la integración de redes energía inteligente a través de control y monitoreo remoto de suministro de energía, lo que de acuerdo con Hoang et al. (2021) genera cuatro ventajas: “1) emisiones de carbono baja o nulas, 2) reducción de costos de inversiones de capital, 3) independencia energética y 4) promoción del capital social” (2021, p. 6). De esta forma se puede generar mayor cobertura de los servicios energéticos y la transición hacia sistema de energía renovables y menos contaminantes.

Por su parte, Zhou et al. (2021) señalan que la aplicación de tecnologías en las ciudades crea oportunidades empresariales y para el trabajo, los residentes de las CI pueden obtener más fácil trabajo gracias a la eficiencia del sistema de transporte público que tienen las CI. Así mismo, Linde et al. (2021) y Zhou et al. (2021) coinciden en que las CI generan ecosistemas de innovación que permite la creación y atracción de empresas, al disponer de mejores tecnologías, creando infraestructura de transporte y comunicación, sistemas de intercambio de datos y desarrollo del capital humano.

Así mismo, Yuan et al. (2020) y Jordán et al. (2021) señalan que con la evolución y aplicación de tecnologías en la nube y el IoT las CI pueden tener soluciones efectivas a diversos problemas. Como ejemplo de la importancia de las CI en el tema de salud pública, Jordán et al. (2021) señalan que las tecnologías en las CI han permitido una mejor gestión de los problemas derivados de la pandemia del SARS-COV-19, generando condiciones de teletrabajo, detección de focos de infección y mejores sistemas de comunicación.

Otro factor de la importancia de las CI, es la resiliencia urbana, que de acuerdo con Aurrekoetxea-Casaus (2018) “son aquellas ciudades con capacidad para mantener la estabilidad, permaneciendo inalteradas o teniendo fluctuaciones mínimas” (p. 235). Esta capacidad de resiliencia en las CI se crea gracias al desarrollo y explotación de tecnologías que permiten detectar problemas y actuar de manera inmediata, así como de las capacidades de acción e innovación de los gobiernos, a través del uso eficiente de los recursos disponibles.

## **2.2 Desarrollo Sustentable**

El concepto de desarrollo de acuerdo con Achkar et al. (2005) alcanzó grandes niveles de difusión en la esfera humana después de la segunda guerra mundial. Con el nuevo ordenamiento creado, se comenzó a dividir a los países en desarrollados y subdesarrollados. Los países subdesarrollados eran considerados atrasados económicamente al disponer de recursos naturales y humanos, pero sin la explotación suficiente de esos recursos.

Por el contrario, el surgimiento de la idea de desarrollo sustentable (DS) como un nuevo paradigma, de acuerdo con Xercavins et al. (2015) se dio en la década de los 70's del siglo XX, señalando que fueron dos acontecimientos principales. El primero fue la crisis del petróleo a nivel internacional, lo que generó preocupación por la disponibilidad de los recursos, y el segundo corresponde a los límites que se empezaron a gestar para asegurar la preservación de los recursos naturales y no renovables.

Por su parte, López (2006) señala que fue a partir de la década de los 60's que investigadores y organizaciones empezaron a relacionar los términos desarrollo y ecología, señalando términos como ecodesarrollo. Pero no fue sino hasta 1987 con la publicación del informe "Nuestro Futuro Común" (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987), en donde se conceptualizó el DS.

En dicho informe, conocido también como Informe Brundtland se definió el DS como "el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro de satisfacer sus propias necesidades" (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). Si bien, este concepto ha sido un referente para las acciones, acuerdos e investigaciones que se han generado, Moran et al. (2008) señalan que el concepto de DS presenta muchas ambigüedades.

Otro aspecto que resaltar, es la falta de precisión del término "*sustainable*" que en español es traducido como desarrollo sustentable o sostenible. De acuerdo con López (2006) los términos sustentable y sostenible muchas veces son utilizado de manera indistinta, "aunque en América Latina se usa sustentable, en tanto que en España lo común es usar sostenible" (p. 33).

Si bien estos términos son utilizados como sinónimos, debe tenerse cuidado en no confundir el desarrollo sostenido, el cual hace alusión a un crecimiento continuo, mientras que desarrollo sostenible o sustentable refiere al equilibrio y la utilización de los recursos de manera responsable generando desarrollo económico y social para la ciudadanía.

Al respecto López Ricalde et al. (2014) señalan que, si bien los adjetivos sustentable y sostenible derivan del verbo sustentar, la comprensión de sustentabilidad a la que hace referencia el informe Brundtland debe ir precedida por el término desarrollo. Bajo este esquema, la Real Academia Española (s/f) define al desarrollo como "evolución de una economía hacia mejores niveles de vida" mientras que el adjetivo sustentable o sostenible es definido como "que se puede mantener sin agotar los recursos".

Por tanto, el conjunto de los términos desarrollo y sustentable hace referencia al crecimiento de la economía y su mejora en los niveles de vida de los ciudadanos, cuidando el uso de los recursos naturales renovables y no renovables. Además, Treviño et al. (2003) refieren que existen cuatro enfoques analizados a partir de las definiciones de DS, los cuales son presentados por Bifani (1997) en su obra medioambiente y desarrollo.

El primer enfoque es el ecológico, el cual aborda el cuidado de los recursos a través del tiempo, considerando la biodiversidad y la disminución de la presión que se ejerce en el medioambiente. El segundo enfoque es el intergeneracional, el cual trata sobre el cuidado que hace la actual generación de los recursos para las generaciones futuras. Al respecto Treviño et al. (2003) señala que este segundo enfoque “ignora la posibilidad de aumentar el acervo de recursos por nuevos descubrimientos, mayores conocimientos y avances tecnológicos y la posibilidad de sustituir recursos escasos por otros abundantes” (2003, p. 58).

El tercer enfoque es el económico, el cual hace referencia al incremento en la productividad mediante una mejor administración y gestión de los recursos, con la finalidad de que el crecimiento económico alivie problemas como el hambre y la pobreza. Finalmente, el cuarto enfoque, sectorial refiere a la integración de esfuerzos, actividades, planes y estrategias en un sector determinado para incrementar la productividad.

**2.2.1 Dimensiones del Desarrollo Sustentable**

La Agenda 2030, se plantea como “una agenda transformadora que incluye 17 objetivos y 169 metas que presenta una visión ambiciosa del DS e integra sus dimensiones económica, social y ambiental” (ONU, 2016, p. 7). De forma similar, en el documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (ONU, 2012), señala que el marco institucional para el desarrollo sustentable debe integrar las tres dimensiones económica, social y ambiental de manera equilibrada.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Aun cuando los documentos mencionados anteriormente, señalan la importancia de las tres dimensiones para el fortalecimiento del DS, autores como Le Blanc (2015) puntualizan que no se cuenta con una referencia explícita a cada una de ellas. Por lo cual, es necesario precisar su definición, con la finalidad de generar una mejor comprensión, y la posibilidad de realizar un análisis en conjunto con las variables CI y PP.

El estudio del DS según señala Martija Martínez (2009) ha dejado de ser una visión reduccionista, por el contrario, se ha hecho cada vez más presente la necesidad del análisis de la sustentabilidad como un sistema. Hoy en día no basta con el análisis económico, sino que es necesario considerar la distribución de los recursos en la sociedad, sus efectos en el medioambiente y en la calidad de vida de las personas.

#### **2.2.1.1 Desarrollo Económico**

El desarrollo económico de acuerdo con Ortiz y Enrique (2020) históricamente se ha vinculado con el crecimiento económico, quizá por la idea de que uno necesita del otro, llegando ambos conceptos a ser utilizados de manera indistinta, y siendo punto de referencia para el desarrollo de políticas económicas para países desarrollados, mientras que los países no desarrollados “los han convertido en parte importante de la utopía” (p. 234).

Entre los elementos distintivos de los términos crecimiento y desarrollo económico, Ortiz y Enrique (2020) señalan que el crecimiento económico se puede medir en términos cuantitativos, con el aumento de la riqueza y la producción de un país. Mientras que el desarrollo económico es medible de forma cualitativa y a largo plazo, donde es importante el capital intelectual, la satisfacción de las necesidades básicas y la capacidad de una nación de transformar sus recursos en bienestar para sus ciudadanos.

Por su parte, Fernández (2014) señala que el desarrollo económico no solo refiere al incremento del capital, sino que también expone el cambio que esto genera en las estructuras sociales y la búsqueda de satisfacción no solo de las necesidades básicas, sino también de necesidades más humanas como: “distribución más

equitativa del ingreso, expectativas de vida, acceso a una vivienda digna, servicios de salud y educación, salud ambiental, derechos sociales y políticos, y participación ciudadana en la toma de decisiones” (Fernández, 2014, p. 5).

#### **2.2.1.2 Desarrollo Social**

El término de desarrollo social es utilizado en diversos ámbitos de las ciencias sociales principalmente en la sociología, la psicología y las ciencias políticas, así como en un conjunto de programas y proyectos que tienen la finalidad de generar un cambio positivo en las condiciones de vida de los ciudadanos y en el ejercicio de los derechos humanos.

El uso del término desarrollo social en el último siglo y medio, según Midgley (2013) se ha asociado con temas como empoderamiento femenino, provisión del agua, construcción de infraestructura como hospitales, escuelas y clínicas; además de referir a PP de combate a la pobreza, malnutrición, analfabetismo y del acceso a la educación, la salud, libertad y justicia.

De igual forma, Gallego (2006) en su estudio sobre la responsabilidad social corporativa en empresas de España encuentra que los indicadores de la dimensión social están relacionados con “el trabajo, prácticas y trabajo digno, no discriminación, libertad de asociación, trabajo infantil y trabajo forzoso y obligatorio, así como con los indicadores ambientales relacionados con la energía, el agua, la biodiversidad y emisiones, efluentes y residuos” (p. 78).

Uno de los grandes debates respecto al DS es la visión reduccionista creada por el neoliberalismo, la cual de acuerdo con Guerrero y Márquez (2014) ha dado mayor interés en el crecimiento económico y en la protección del medioambiente, dejando de lado aspectos importantes de desarrollo social como: justicia distributiva, desigualdad, pobreza, ingobernabilidad, exclusión social y falta de oportunidades (p. 79).

#### **2.2.1.3 Desarrollo Ambiental**

El desarrollo ambiental es la tercera dimensión del DS, la cual implica la búsqueda de la preservación de los recursos naturales, y su uso razonable. Innovación y



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Cualificación (2019) en el libro Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, señalan que el concepto de medioambiente incluye no solo los recursos naturales, sino que también al hombre, la flora y fauna, el agua, el aire, el clima, los bienes materiales y de patrimonio cultural (pp. 7–9).

La preocupación por el cuidado del medioambiente y la protección de la biodiversidad se hizo presente en la Declaración de Río sobre el Medioambiente y Desarrollo (ONU, 1992). En esta declaración se establecieron una serie de principios a ser considerados por las naciones para la preservación de los recursos ambientales y los ecosistemas por medio de: regulaciones políticas, educación, investigaciones científicas y la participación de los diversos niveles de gobierno en las acciones medioambientales.

El DS ha logrado incidir no solo a nivel internacional o en los distintos niveles de gobierno, sino que también ha creado regulaciones que impactan en la forma en la que las empresas utilizan y gestionan los recursos. Bajo este esquema Farooq et al. (2020) señalan que el crecimiento de la población y el auge de la industrialización ha creado retos en la sustentabilidad que deben ser afrontados por diversas organizaciones para que incidan en el desarrollo social y ambiental, con la finalidad de lograr mayor responsabilidad y éxito financiero.

Teniendo en cuenta lo anterior Farooq et al. (2020) proponen el estudio de estrategias para la responsabilidad social corporativa (RSC), concluyendo que las empresas para incidir en el desarrollo social y ambiental deben brindar mejores condiciones de trabajo sin discriminación, disminuir el consumo de productos contaminantes, rediseñar sus procesos y productos para que sean amigables con el medioambiente, así como brindar entrenamiento y educación en el cuidado del medioambiente, salud, derechos y cuidado del agua.

Continuando con la exposición de las dimensiones del DS y su respectiva medición, Ibáñez y Castillo proponen un índice sintético, ya que señalan que “los modelos tradicionales son insuficientes para medir la realidad de las naciones” (2015, p. 112).

Estas dimensiones son presentadas en la Tabla 2, las cuales forman parte de un conjunto de siete dimensiones que buscan medir el desarrollo humano sustentable.

**Tabla 2.** Dimensiones del Índice Sintético de Ibañez y Castillo 2015

| <b>Dimensión</b>                      | <b>Indicador</b>                             | <b>Subindicador</b>              |
|---------------------------------------|--|----------------------------------|
| <b>Económica</b>                      | Estructura económica                         | Situación económica              |
|                                       |  | Posición financiera pública      |
|                                       |  | Comercio                         |
|                                       |  | Estructura empresarial           |
|                                       | Patrones de consumo y producción sustentable | Uso de la energía                |
|                                       |  | Vehículos                        |
|                                       | Infraestructura                              | Calidad de infraestructura       |
| Infraestructura de transporte         |  |                                  |
| Infraestructura de telecomunicaciones |  |                                  |
| <b>Social</b>                         | Equidad                                      | Pobreza                          |
|                                       |  | Igualdad género                  |
|                                       | Salud  | Mortalidad                       |
|                                       | Educación                                    | Alfabetización                   |
|                                       |  | Niveles educativos               |
|                                       | Vivienda                                     | Condición de vida                |
| Población                             | Cambios en la población                      |                                  |
| <b>Ambiental</b>                      | Atmósfera                                    | Contaminación y cambio climático |
|                                       | Tierra                                       | Impacto humano                   |
|                                       |  | Agricultura                      |
|                                       |  | Bosques                          |
|                                       |  | Urbanización                     |
|                                       | Agua   | Calidad del agua                 |
|                                       |  | Cantidad de agua                 |

Fuente: Adaptación de “Componentes del índice sintético de desarrollo humano sustentable”, por Ibañez y Castillo (2015, pp. 124–125).

Otro de los estudios que investigan las dimensiones de sustentabilidad es el estudio de Díaz-Sarachaga et al. (2018). En su investigación analizan a través del método Delphi las dimensiones económica, social, ambiental y gobernanza de cuatro acuerdos de sustentabilidad: la Agenda 21, la Cumbre de Johannesburgo, los indicadores de Desarrollo Sostenible de 2007, y los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) de la Agenda 2030. Los pesos correspondientes a cada una de las dimensiones se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Distribución de las Dimensiones de Sustentabilidad en los Acuerdos Internacionales

| Acuerdos   | Dimensiones |        |           |            |
|--|-------------|--------|-----------|------------|
|  | Ambiental   | Social | Económica | Gobernanza |
| <b>Agenda 21</b>                                 | 34%         | 18%    | 11%       | 37%        |
| <b>Cumbre de Johannesburgo</b>                   | 4%          | 39%    | 9%        | 48%        |
| <b>Indicadores de Desarrollo Sostenible 2007</b> | 36%         | 33%    | 28%       | 3%         |
| <b>ODS</b>                                       | 18%         | 47%    | 29%       | 6%         |

Fuente: Adaptación de “*Is the Sustainable Development Goals (SDG) index and adequate framework to measure the progress of the 2030 Agenda?*” por Diaz-Sarachaga et al. (2018, párr. 4).

### 2.2.2 Metodologías e Indicadores para la Medición del Desarrollo Sustentable

El desarrollo de metodologías e indicadores para medir el DS se han gestado como parte de los esfuerzos de la ONU, gobiernos y académicos por promover mejores condiciones económicas, sociales y ambientales en favor de los ciudadanos. El primero de los documentos que planteó un conjunto de objetivos y actividades para el DS fue la Agenda 21, “la cual se integró por 134 indicadores divididos en las áreas económica, social, ambiental e institucional” (Parris y Kates, 2003, p. 563).

El desarrollo de la Agenda 21 y los Objetivos del Milenio estuvieron a cargo de la Comisión para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, la cual fue creada en 1992 con el objetivo de dar seguimiento a los acuerdos generados en la Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre el Medioambiente y Desarrollo. Posteriormente, en 2015 se dio origen a la Agenda 2030, uno de los principales referentes en la medición del DS, así como una guía para la conducción y formulación de acciones y PP en búsqueda de la sustentabilidad.

En relación con los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030 y su vinculación con las CI Guşul y Butnariu (2021) presentan el análisis de cada uno de los ODS, tomando como referencia las dimensiones presentes en el modelo de Giffinger (2007). En la Tabla 4 se presenta dicho análisis, en el cual se observa mayor predominancia de las dimensiones de vida inteligente y gobernanza inteligente, sin embargo, Guşul y Butnariu, (2021) no contemplan en ninguno de los ODS las dimensiones sociedad inteligente y movilidad inteligente.

**Tabla 4.** Relación de los ODS de la Agenda 2030 con las Dimensiones de Ciudad Inteligente

| <b>No. Objetivo</b> | <b>Descripción del objetivo en la Agenda 2030</b>   | <b>Dimensión de ciudad inteligente</b>         |
|---------------------|---|--|
| 1                   | Fin de la pobreza- Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.   | Medioambiente inteligente                      |
| 2                   | Hambre cero- Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.   | Economía inteligente<br>Gobernanza inteligente |
| 3                   | Salud y bienestar- Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.   | Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente.    |
| 4                   | Educación de calidad- Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.                  | Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente.    |
| 5                   | Igualdad de género- Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.   | Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente.    |
| 6                   | Agua limpia y saneamiento- Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.  | Medioambiente inteligente                      |
| 7                   | Energía asequible y no contaminante- Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.   | Medioambiente inteligente                      |
| 8                   | Trabajo decente y crecimiento económico- Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. | Economía inteligente                           |
| 9                   | Industria, innovación e infraestructura- Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.             | Vida inteligente                               |
| 10                  | Reducción de las desigualdades- Reducir la desigualdad en y entre los países.   | Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente.    |

Fuente: Adaptación de *“Exploring the Relationship between Smart City, Sustainable Development and Innovations as a Model for Urban Economic Growth”* Guşul y Butnariu, 2021 (pp.86-87).

Continuación tabla 4.

| No. Objetivo | Descripción del objetivo en la Agenda 2030   | Dimensión de ciudad inteligente                                     |
|--------------|--|---|
| 11           | Ciudades y comunidades sostenibles- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.   | Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente.                         |
| 12           | Producción y consumo responsable- Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.  | Economía inteligente<br>Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente. |
| 13           | Acción por el clima- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.   | Medioambiente inteligente.<br>Vida inteligente.                     |
| 14           | Vida submarina- Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.  | Medioambiente inteligente   |
| 15           | Vida de ecosistemas terrestres- Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica.                 | Medioambiente inteligente   |
| 16           | Paz, justicia e instituciones sólidas- Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles. | Vida inteligente<br>Gobernanza inteligente.                         |
| 17           | Alianzas para lograr los objetivos- Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.   | Gobernanza inteligente.<br>Economía inteligente                     |

Fuente: Adaptación de "Exploring the Relationship between Smart City, Sustainable Development and Innovations as a Model for Urban Economic Growth" Guşul y Butnariu, 2021 (pp.86-87).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Uno de los problemas que enfrentan los objetivos e indicadores de la Agenda 2030 de acuerdo con Parris y Kates (2003), Nagy et al. (2018), Miola y Schiltz (2019) y López Torres et al. (2021) es la falta de homologación de los indicadores por las naciones, ya que no están definidos en términos cuantitativos, lo que dificulta su análisis comparativo. Así mismo, Parris y Kates (2003) señalan que algunos de los indicadores que se pretende usar para medir el DS solo se encuentran a nivel país, o nivel regional, dificultando el análisis a nivel municipal.

Por su parte, L. Fernández (2014) argumenta que varios investigadores han decidido medir el DS, desde la perspectiva económica tomando en consideración el Producto Interno Bruto (PIB) y el Producto Nacional Bruto (PNB), si bien estos indicadores son comparables entre naciones, menciona que considerarlos deja de lado aspectos positivos del DS al centrarse solo en las actividades de intercambio monetario.

Al usar estos indicadores para medir las condiciones de los países en desarrollo, se dejan de lado actividades que tienen cierto peso en las economías subdesarrolladas. “Tal es el caso de actividades que no tienen un carácter mercantil o que por su carácter informal no son registradas por las estadísticas oficiales” (L. Fernández, 2014, p. 6).

En relación con lo anterior, el considerar el desarrollo económico como perspectiva unidimensional y el análisis de sus indicadores, deja de lado las otras dimensiones del DS, por lo que se han preferido indicadores como el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y Huella Ecológica. Estos índices son analizados en el estudio de Moran et al. (2008) con los cuales buscan detectar el grado en que los países se acercan al cumplimiento de la sustentabilidad

El IDH es una herramienta de medición desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNDU) en 1990, el cual tiene como finalidad medir el desarrollo de los países con indicadores como la esperanza de vida al nacer, escolaridad e ingreso de las personas, los cuales son comparables entre países y pueden dar una imagen general de la situación en la que se encuentran.

Ante la necesidad ampliar el IDH se creó el IDH ajustado en el cual se incorporó la medición de “la Desigualdad, el Índice de Desarrollo de Género, el Índice de Desigualdad de Género y el Índice de Pobreza Multidimensional” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD, 2020, p. 276). El IDH ajustado emplea una metodología de resultados con valores entre 0 y 1, los cuales se pueden interpretar de la siguiente manera:

- Desarrollo humano muy alto, aquellos con niveles superiores a los 0.80.
- Desarrollo humano alto, niveles que se encuentran entre 0.70 y 0.799.
- Desarrollo humano medio, niveles entre 0.55 y 0.699.
- Desarrollo humano bajo, con valores inferiores a 0.549.

La Huella Ecológica es un indicador de sustentabilidad que mide el impacto que tenemos en el medioambiente. La idea de surge en 1996 con los economistas William Rees y Mathis Wackernagel con la intención de generar un indicador para determinar el número de hectáreas que son necesarias para producir y absorber todos los recursos y bienes de consumo por persona.

Para el cálculo de este índice Martínez Castillo (2007) señala que existen distintas metodologías, pero en general se basan en el consumo por nación de 60 categorías de recursos, sumando las importaciones y restando las exportaciones a la producción nacional, finalmente se realiza el cálculo de la cantidad de superficie para producir esos recursos con la tecnología actual (p. 17).

Otro de los instrumentos de medición es el índice de Prosperidad de las Ciudades (IPC), el cual busca brindar herramientas de análisis estadístico acorde a las necesidades de las ciudades y localidades, con la finalidad de dar seguimiento al desarrollo urbano sostenible. Este índice se compone de seis dimensiones: “gobernanza, planificación, economía, infraestructura, cohesión social y ecología” (ONU-Hábitat, 2022). Además, se ha planteado como una métrica y espacio de discusión y análisis para la detección de áreas de oportunidades en las ciudades con la finalidad de implementar PP.



Un indicador complementario del IPC es el índice de percepción (IPC-IP), el cual “ofrece una fuente primaria, con información reciente y confiable y una visión sobre el pensamiento y sentir de la población, que califica la prosperidad, la sustentabilidad de la ciudad, más allá de lo crudo” (ONU-Hábitat, 2017, párr. 2), esta metodología se desarrolla por medio de encuestas a los ciudadanos para la medición de las seis dimensiones del IPC.

Con respecto a las diferentes metodologías implementadas para la medición de la sustentabilidad, Díaz-Sarachaga et al. (2018) señalan que el uso de indicadores individualizados provoca el estudio unidimensional de la sustentabilidad, por lo cual propone el estudio de la idoneidad del Índice de Desarrollo Sustentable, *SDG Index* por sus siglas en inglés, con la Agenda 2030 y sus ODS. El índice de Desarrollo Sustentable fue desarrollado en 2017 con el objetivo de medir el resultado de los ODS de varios países, este índice está integrado por 99 indicadores.

Los resultados de la investigación de Díaz-Sarachaga et al. (2018) muestran que el *SDG Index* no contempla todos los indicadores y áreas de sustentabilidad que integra la Agenda 2030, en parte debido a la dificultad de medir los 232 indicadores. Así mismo, señalan que existe preponderancia de las dimensiones económica y social en este indicador sobre la dimensión ambiental.

Ante los problemas presentes en los índices para medir el DS Lemke y Bastinin (2020) presentan el índice de Desarrollo Sustentable Multinivel (MLSDI). Esta visión multinivel es planteada debido a que los indicadores DS en su mayoría son analizados en el macro nivel, limitando la posibilidad para el análisis meso y micro, los cuales son importantes para el logro de los ODS. En su estudio Lemke y Bastini (2020) analizan nueve indicadores de sustentabilidad evaluando la robustez metodológica y su análisis multinivel a partir de nueve aspectos principales:

- 1) Recopilación de cifras clave
- 2) Elaboración de cifras clave
- 3) Imputación de valor faltante
- 4) Estandarización y cálculo de valores claves

- 5) Detección y tratamiento de valores atípicos
- 6) Escalas
- 7) Ponderaciones
- 8) Nivel de agregación
- 9) Análisis de sensibilidad

Los resultados generales de cada indicador analizado se resumen en la Tabla 5, donde es posible identificar que solo *Down Jones Sustainability (DJSI)* y *Composite Sustainable Development Index (ICSD)* tienen medición a nivel meso, es decir, a nivel de ciudad, en tanto que los siete indicadores restantes solo miden la sustentabilidad a nivel país. Los principales hallazgos del análisis de Lemke y Bastinin (2020) son la falta de rigurosidad en las metodologías y la no consideración de valores atípicos, lo cual puede generar variación en los resultados.

**Tabla 5.** Evaluación de Indicadores y su Relación con los Principios de Sustentabilidad

| Indicador  | Nivel de análisis | Fortalezas  | Debilidades  |
|--|-------------------|---|--|
| <b><i>Down Jones Sustainability (DJSI)</i></b>               | Meso              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluye indicadores de eficiencia y eficacia.</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de transparencia en la información.</li> <li>• Los indicadores no están orientados a objetivos y no son comparables.</li> </ul>   |
| <b><i>Composite Sustainable Development Index (ICSD)</i></b> | Meso              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los datos garantizan la exhaustividad de los indicadores.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La dimensión social no está suficientemente representada.</li> <li>• Presenta déficit metodológico con sesgos estadísticos.</li> <li>• La comparabilidad no está garantizada porque los indicadores están estandarizados a unidades de producción.</li> <li>• Subjetividad en las ponderaciones.</li> </ul> |

Continuación Tabla 5.

| Indicador   | Nivel de análisis | Fortalezas   | Debilidades   |
|---|-------------------|--|---|
| <b>FEEM Sustainability (FEEM SI)</b>                | Macro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparable a nivel macro dada la estandarización en sus indicadores.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los valores perdidos no son imputados.</li> <li>• Las escalas son discretas.</li> <li>• Las ponderaciones están basadas en métodos subjetivos.</li> </ul>                          |
| <b>Índice de Desarrollo Humano (HDI)</b>            | Macro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza una escala continua en los indicadores de 0 a 1, lo que asegura la comunicación y fácil interpretación.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los valores atípicos y perdidos no se tratan y se aplica la misma ponderación.</li> <li>• La sensibilidad metodológica no se investiga.</li> </ul>                                 |
| <b>Mega Index of Sustainable Development (MISD)</b> | Macro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supera las deficiencias en términos de imputación por valor faltante reduciendo los sesgos estadísticos.</li> <li>• Determina las ponderaciones mediante análisis multivariado</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El enfoque de este índice es de arriba hacia abajo.</li> <li>• Los valores atípicos no se tratan y la sensibilidad no se investiga.</li> </ul>                                     |
| <b>Índice de Desarrollo Sustentable (SDGI)</b>      | Macro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta claramente vinculado con los ODS.</li> <li>• Es integral y las metas se incluyen en términos de la Agenda 2030.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sesgos estadísticos permanecen.</li> <li>• Los valores atípicos no se tratan.</li> <li>• Los indicadores se agregan aritméticamente y la sensibilidad no se trata.</li> </ul>  |
| <b>The Sustainable Society Index (SSI)</b>          | Macro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba la sensibilidad de los pesos y afirma su solidez.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La imputación del valor faltante se basa en juicios subjetivos.</li> <li>• No implementa una ponderación estadística sino una ponderación lineal de arriba hacia abajo.</li> </ul> |

Continuación Tabla 5.

| Indicador                    | Nivel de análisis | Fortalezas  | Debilidades  |
|------------------------------|-------------------|---|--|
| <b>Well-being Index (WI)</b> | Macro             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intenta medir el desarrollo humano y ambiental.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias metodológicas en limpieza de datos, ponderación arbitraria y falta de sensibilidad.</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia con base “*Embracing multiple perspectives of sustainable development in a composite measure: The Multilevel Sustainable Development Index*”, por (Lemke y Bastini, 2020).

Como resultado de la revisión teórica, la propuesta del índice de Desarrollo Sustentable Multinivel (MLSDI) busca hacer frente a estas deficiencias integrando un total de 44 indicadores de dos fuentes, del índice de Desarrollo Sustentable (SDGI) y de la base de dato del *Global Report Initiative (GRI)*. El MLSDI hace un ajuste en las escalas y ponderaciones llevando los valores meso a macro para generar su comparabilidad. La limitante de este índice es su aplicación en contextos fuera de Europa, esto debido a que la fuente de los datos es el GRI, el cual contiene los datos solo sobre países y ciudades pertenecientes a la Unión Europea.

Sobre la medición del DS a nivel local Brugmann (1997) presenta un estudio de casos, para demostrar como un conjunto de indicadores bien desarrollados pueden no cumplir los objetivos sino se cuentan con un sistema de planeación metódica. Señalando que la falta de habilidad de los gobiernos para articular las metodologías de DS ha llevado a una falta de capacidad para demostrar los impactos positivos de las nuevas PP (Brugmann, 1997, p. 90).

Los tres casos analizados por Brugmann (1997) son Seattle, Oregón y Santa Mónica en Estados Unidos. Oregón y Santa Mónica son presentados como casos exitosos al medir la sustentabilidad, ya que cumplen con una serie de requisitos en sus indicadores, los cuales son propuestos por Macleren (1996) referenciada por el mismo (Brugmann, 1997, p. 62). Los requisitos son los siguientes:

- Integrar indicadores o índices para representar los vínculos de los fenómenos económicos, sociales y ambientales
- Integrar indicadores de tendencia vinculados a objetivos

- Integrar indicadores predictivos, basados en modelos matemáticos de pronóstico
- Integrar indicadores de distribución, que miden la equidad intergeneracional y especifican los efectos locales, mediante el uso de datos desagregados

La diferencia en el éxito en la medición de los indicadores, de acuerdo con Brugmann (1997) radica en la precisión y en la construcción que tienen los indicadores de los casos de Oregón y Santa Mónica, ya que miden cuestiones precisas de manera simple al fijar objetivos para cada uno de los indicadores, contrario a Seattle, donde se incorporó una metodología de Reino Unido para la medición de la sustentabilidad, pero varios de los objetivos no podían ser medibles porque los indicadores no se adaptaban a las condiciones de la ciudad.

### **2.3 Políticas Públicas**

El análisis de políticas públicas (PP) en los estudios de ciudades inteligentes (CI) y desarrollo sustentable (DS) surge como una necesidad que de acuerdo con Grossi y Trunova (2021) busca ir más allá de la dicotomía entre CI y DS, o bien del papel que tienen las tecnologías. Respecto a lo anterior, se ha hecho presente la necesidad de involucrar en el diseño del PP “a múltiples actores, por ejemplo, el gobierno, empresa, sociedad civil, como un área poco explorada”(Grossi y Trunova, 2021, p. 2), con lo cual se logre la operatividad del DS.

De forma similar, De Guimarães et al. (2020) señalan que existe la necesidad de desarrollar investigaciones empíricas que brinden respuestas al papel que desempeña el gobierno y la participación de diferentes grupos en el desarrollo de las CI a través de la gobernanza. Entendida la gobernanza como el proceso de toma de decisiones públicas a partir del consenso colectivo, es decir de la participación de la sociedad, el gobierno y el sector privado.

Aunado a lo anterior, López (2006) refiere que la mayoría de las investigaciones analizan a la sustentabilidad desde el aspecto técnico, sin considerar que las políticas son fundamentales como estrategia operativa para incidir en los principios de sustentabilidad (p. 43). Cabe señalar que las PP representan la materialización

de los principios de sustentabilidad, así como la ejecución de los esfuerzos del gobierno por dar solución a los problemas que aquejan a la sociedad, principalmente en temas de salud, educación, movilidad, economía y contaminación.

Por otra parte, Bustillo y Martínez (2008) hacen una crítica de las PP de DS, al considerar que existe una división en el entendimiento que tiene la ciencia y la acción emprendida por los gobiernos. Señalando además que la visión de las PP en los gobiernos locales ha sido muy limitada, ya que “por situaciones coyunturales y los intereses contrapuestos que implica el tener diferentes posiciones en el nivel estructural de la sociedad, los lleva a accionar de manera desintegrada y poco efectiva” (Bustillo y Martínez, 2008, p. 391).

Continuando con el argumento anterior, Albino et al. (2015) postulan que “las CI del futuro necesitaran de PP para el desarrollo urbano sustentable” (p. 9). Sin embargo, Tang et al. (2019) señalan la inexistencia estudios y ejemplos exitosos de CI a nivel local, ya que las propuestas incluyen en su mayoría modelos teóricos y enfoques de implementación de arriba hacia abajo (*Top-down*). Es decir, de la visión institucional y de los actores de gobierno, considerando necesario un correcto planteamiento del problema para garantizar su efectividad.

Por su parte, Tan y Taeihagh (2020) señalan que “las CI habilitadas por la tecnología en los países en desarrollo solo se pueden realizar cuando se instituyen reformas socioeconómicas, humanas, legales y regulatorias simultáneas” (p. 1). Para lograrlo es necesario de acuerdo con L. Li et al. (2022) el desarrollo de PP adecuadas a los contextos locales, así como la transferencia de información entre ciudades sobre la efectividad de sus PP exitosas.

Por consiguiente, con la finalidad de ampliar el estudio de PP para el desarrollo de CI y DS en los contextos locales, específicamente en ciudades de países en desarrollo, a continuación, se introduce el análisis de PP. De acuerdo con Aguilar (1992) existen dos estrategias científicas para el análisis de PP: 1) el conocimiento del proceso de política y 2) el conocimiento en el proceso de la política.

La primera estrategia corresponde a la descripción de cómo el sistema político ha desarrollado decisiones políticas, es decir, el estudio histórico y documental, mientras que la segunda estrategia, el conocimiento en el proceso, corresponde, de acuerdo con Navarro (2008) al análisis de los procesos internos de las PP con base en datos y métodos analíticos para su diseño, implementación y evaluación.

En razón de lo anterior, este estudio se centra en la segunda de estrategia, en el análisis del conocimiento en el proceso de la política a través del estudio de los procesos internos, la descripción de las fases de las PP y la aplicación de técnicas cuantitativas y cualitativas para la evaluación de PP desde su formulación hasta su impacto en la resolución de los problemas públicos.

### **2.3.1 Definición de Políticas Públicas**

El estudio de las PP en América Latina según Aguilar et al. (2012) ha enfrentado problemas por su falta de definición y del establecimiento de un marco y una metodología de análisis. Una de las causas de estos problemas puede deberse a la traducción inexacta de los términos anglosajones (*polity*, *policy* y *politics*). De acuerdo con Hernández et al. (2021) esta situación ha provocado ambigüedades e incorrectas homologaciones del término de PP con otros como planes y programas (2021, p. 175).

Una traducción literal al español que englobe el significado de los términos (*polity*, *policy* y *politics*) no es posible, por lo que una opción que permita comprender el verdadero significado de estos términos es mediante la descripción de cada uno de ellos. De tal forma, se presenta la interpretación que hace Roth (2019) de estos términos.

El término *polity* refiere a la esfera política, *politics* hace alusión a las actividades resultantes de las políticas (el juego electoral y los debates en el Congreso, las movilizaciones, los cargos, etc.); y, finalmente, *policy* designa las actividades resultantes de las *politics* (sus consecuencias, resultados o sus outputs). (Roth, 2019, p. 8).



Posteriormente señala Roth (2019) que el término de PP que es fiel a su significado, es el de *public policy*, el cual debe entenderse como el proceso de elaboración y puesta en marcha por parte de las autoridades gubernamentales de programas de acción pública. Además, es necesario precisar que las PP no son acciones aisladas, sino que refieren “a un conjunto de acciones planificadas, ejecutadas y evaluadas por actores públicos a partir de la visualización, recopilación y análisis de las demandas sociales” (Pérez, 2019).

Al respecto Aguilar et al. (2012) comentan que una PP es un plan de acción, pero que debe entenderse como “un plan limitado, orientado hacia el logro de objetivos relacionados con la solución de problemas públicos específicos y con la mejora de situaciones de vida social, cada una de las cuales es diferente y posee su propia circunstancia” (p. 31). En este sentido, el gobierno como ente ejecutor de la política puede contar con un plan de gobierno integrado por diversas PP para sectores y problemas en específicos como es el caso de PP para el DS y para el desarrollo de CI.

Así mismo, es necesario precisar la diferencia entre una PP y una política de gobierno. Aguilar et al. (2012) señala que una PP es un proceso de análisis y discusión en el que participan diferentes actores sociales y gubernamentales, es decir, corresponde a un resultado colectivo. A diferencia, una política de gobierno es una decisión reaccionaria, la cual corresponde a una acción única que diseña y ejecuta el gobierno dentro de sus facultades, sin involucrar la participación ciudadana.

Complementado la diferencia entre una PP y una política de gobierno Arellano y Blanco (2013) señalan que no toda acción de gobierno es considerada PP, para ello deberán satisfacer las siguientes condiciones (Arellano y Blanco, 2013, p. 65)

- Ser llevadas por autoridades legítimamente constituidas.
- Surgir como respuesta a un problema público, por lo que para su solución se dará utilizando recursos gubernamentales.

- Ser materializa privilegiando el interés colectivo por encima del interés particular.

Todo lo anterior se debe dar mediante la discusión y negociación entre el gobierno y la ciudadanía para determinar el qué se debe resolver, mediante qué mecanismos y los efectos que producirá la PP, así como dar seguimiento a su implementación y evaluación, con la finalidad de promover ajustes y buscar el bienestar colectivo.

Otro aspecto importante en la conceptualización de las PP es la acción de legitimidad, que de acuerdo con Arellano y Blanco (2013) en los gobiernos democráticos, las PP satisfacen sus condiciones de legitimidad en tres momentos: de origen, de medios, y de fin último u objetivos. La legitimidad de origen refiere a la acción emprendida por la autoridad elegida por los ciudadanos, la legitimidad de medios corresponde al acuerdo social de las acciones a emprender y finalmente, la legitimidad de fin concierne al cumplimiento de los objetivos sociales o colectivos.

Por otra parte, es necesario precisar la existencia de diversos tipos de PP. Una de las clasificaciones con mayor aceptación es la tipología de las PP que presenta Lowi (1963) en su obra *“American Business, Public Policy, Case-Studies, And Political Theory”* quien señala cuatro tipos de PP, las políticas distributivas, regulatorias, redistributivas y constituyentes, las cuales se presentan en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Tipología de las Políticas Públicas

| Tipo                 | Descripción   |
|----------------------|---|
| <b>Distributivas</b> | Consiste en la asignación de bienes y servicios para la resolución de problemas. Su ejecución se visualiza en el incremento de los servicios públicos.                                      |
| <b>Regulatorias</b>  | Buscan resolver los problemas mediante la regulación de conductas y prohibiciones. Su ejecución es por medio de normas y regulaciones aprobadas por el congreso o agencias gubernamentales. |

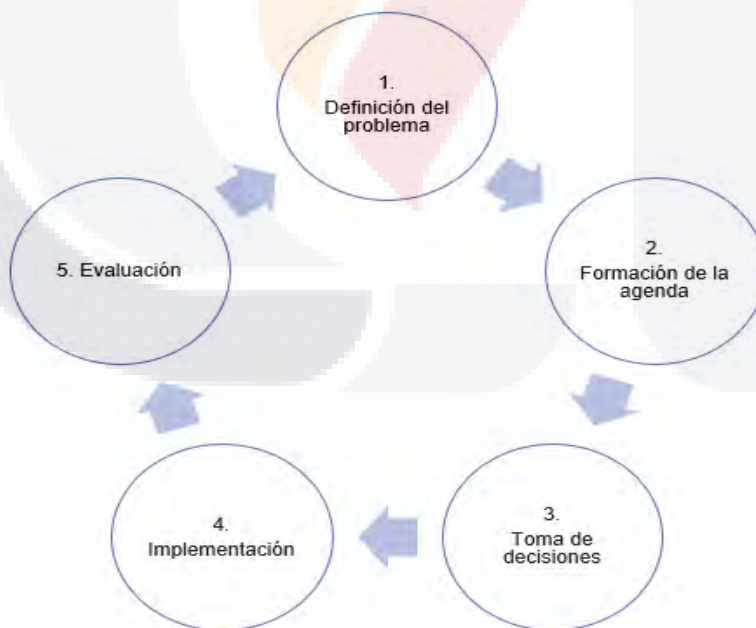
Continuación Tabla 6.

| Tipo                   | Descripción   |
|------------------------|---|
| <b>Redistributivas</b> | Los problemas presentes buscan ser resueltos mediante una reconfiguración, es decir, por medio de la redistribución de recursos, el poder, la propiedad a sectores más vulnerables. |
| <b>Constituyentes</b>  | Consisten en cambios en la estructura del Estado, mediante la creación, descentralización, desconcentración de entidades gubernamentales.   |

Fuente: Adaptación de *American Business Public Policy, Case-Studies and Political Theory*, por Lowi (1963, p.713).

### 2.3.2 Análisis de Políticas Públicas

El análisis de las PP disciplina perteneciente a las ciencias políticas, de acuerdo con Harguindeguy (2015) y Roth (2019) nace en Estados Unidos en la década de 1950 con el postulado de Harold Laswell sobre el ciclo de las PP. Este ciclo es conocido como un conjunto de etapas que pretenden dividir el estudio de las PP para dar mayor comprensión y precisión de cada una de ellas, las cuales se muestran en la Figura 5.



**Figura 5.** El ciclo de las políticas públicas  
Fuente: Adaptación de “Análisis de Políticas”, por Harguindeguy 2015, (p. 19).

El ciclo de las PP desarrollado por Laswell sentó las bases para el análisis de PP, principalmente a partir de la década de los setenta y ochenta del siglo XX. Sin embargo, de acuerdo con De León (2012) la mayoría de los estudios tenían la desventaja que conducían el análisis de las PP solo en el proceso de definición, puesta en la agenda y toma de decisiones, considerando que un correcto planteamiento de las PP desde la visión de los actores institucionales lograría que se obtuvieran los resultados, dejando de lado la implementación y la evaluación.

Por su parte Aguilar et al. (2012) basado en el modelo de Laswell sobre el ciclo de PP presenta siete actividades que integran el proceso de PP, las cuales se observan en la Tabla 7. Para ello propone además una subclasificación, ya que considera que las primeras tres actividades corresponden al proceso intelectual, mientras que las restantes son políticas interdependientes.

**Tabla 7.** Actividades del Proceso de Políticas Públicas

| <b>Actividad del proceso intelectual</b>   | <b>Actividades políticas interdependientes</b>   |
|--|--|
| 1. Formación de la agenda.<br>2. La definición del problema público.<br>3. La hechura o formulación de política. | 4. La decisión o selección entre opciones.<br>5. La comunicación de la política.<br>6. La implementación de la política.<br>7. La evaluación de la política. |

Fuente: Adaptación de “Política Pública” por (Aguilar et al., 2012), Siglo XXI.

En la literatura se encuentran otros modelos para el análisis de PP, como el de Gálvez (2012) con tres etapas: 1) Análisis y diseño, 2) Implementación y 3) Evaluación. Así mismo, Arellano y Blanco (2013) proponen un modelo de cinco etapas, similar al de Laswell, aunque colocan en primer lugar la entrada en la agenda gubernamental al igual que Aguilar et al. (2012). Es importante precisar, que aun cuando los modelos de análisis de PP difieren en el número y nombre de las etapas, en general abordan los pasos del método científico.

Con la finalidad de comprender la composición y acciones que se desarrollan en cada una de las etapas del proceso de análisis de PP, a continuación, se presenta una breve descripción de cada una de ellas con base en el modelo del ciclo de las

PP creado por Harold Lasswell, integrando en ellas la visión del desarrollo de PP para la creación y transformación de ciudades inteligentes y sustentables (CIS).

### **2.3.2.1 Formación de la Agenda**

La primera etapa del ciclo de PP consiste en la formación de la agenda, es decir, de la selección que hace el gobierno de temas prioritarios y de interés público, de todo el conjunto de temas que se generan en el espacio público, con la finalidad de buscar dar soluciones a ellos. Arellano y Blanco (2013) plantean que existen dos tipos de agendas, la agenda pública y la agenda gubernamental.

En la agenda pública se discuten y resaltan problemas que los ciudadanos y la sociedad reconocen, mientras que la agenda de gobierno son los temas que el gobierno considera prioritarios y aquellos para los cuales desplegará sus recursos en la búsqueda de brindar soluciones. En otras palabras, la agenda pública es definida por los ciudadanos, medios de comunicación y grupos de interés, mientras que la agenda de gobierno es definida por los actores políticos y gubernamentales.

Ahora bien, la primera interrogante es ¿cómo se llevan los problemas públicos a la agenda de gobierno, para su posterior formulación en PP? Partiendo de la premisa de que existe gran cantidad de problemas económicos, sociales y ambientales, y que los gobiernos disponen de recursos limitados para atenderlos. Los gobiernos deben diseñar estrategias para hacer uso eficiente de los recursos, beneficiando al mayor número de personas posibles.

Ante esta situación Torres-Melo y Santander (2013) señalan que los actores fungen un papel importante en la incorporación de asuntos en la agenda pública o de gobierno. Entre los principales actores se encuentran los promotores, a los que califica como aquellos que aprovechan los momentos coyunturales para llevar temas a la luz pública, los actores sociales quienes incentivan la reflexión pública de temas de impacto, los políticos y empresarios quienes a través de grupos o movilizaciones manifiestan sus intereses y, finalmente los controladores de la agenda, quienes deciden qué temas se van a incluir en la agenda.

Aunado a lo anterior, Torres-Melo y Santander (2013) presentan un esquema de los principales mecanismos que desarrollan los actores para incorporar temas de interés en la agenda política o de gobierno, los cuales refieren desde organizaciones, movilizaciones, conformación de agrupaciones políticas y la utilización de los medios de comunicaciones, entre otros, los cuales se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Mecanismos de Inserción de Asuntos Públicos en la Agenda de Gobierno

| <b>Tipos de mecanismos</b>                       | <b>Descripción</b>   | <b>Promotores</b>  |
|--|--|--|
| <b>Movilización</b>                              | Bases sociales, conflicto con la autoridad, publicidad por eventos.                                    | Grupos organizados, sociedad civil, ONG, y movimientos.    |
| <b>Oferta pública</b>                            | Desde organizaciones políticas, búsqueda de apoyo y electores, generaciones de demandas sociales.      | Organizaciones políticas, partidos políticos y candidatos. |
| <b>Mediatización</b>                             | Medios de comunicación a través del manejo de la información, presión al gobierno, problemas efímeros. | Medios de comunicación.                                    |
| <b>Anticipación o movilización por el centro</b> | Instituciones y estructuras pertenecientes al Estado.  | Autoridades públicas.                                      |
| <b>Acción corporativista silenciosa</b>          | Grupos organizados privilegiados, actuación discreta sin publicidad pública.                           | Grupos organizados privilegiados y gremios.                |

Fuente: Adaptación de “Introducción a las Políticas Públicas” por Torres-Melo, 2013, pp.80.

Respecto de los temas de DS, la ONU ha tenido un papel importante para su incorporación en las agendas públicas y de gobierno, ya que a través de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) se establecen compromisos y metas a alcanzar por parte de los países que firman el acuerdo de la Agenda 2030, entre los cuales se encuentra México.

Al mismo tiempo, el incremento de los problemas de contaminación y los asociados con la creciente urbanización, han hecho a los países interesarse por soluciones de CIS, y de acuerdo con Clement y Crutzen (2021) las iniciativas de CIS han cobrado

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

gran interés para solución de problemas locales a través del desarrollo de PP que atiendan el contexto local.

Otros de los factores que han impulsado la incorporación de las CIS en la agenda pública y de gobierno, de acuerdo con Caragliu y del Bo (2019), es la importancia que ha tenido la participación de diferentes grupos en la transformación de CIS, así como del interés académico y de la inversión en fondos por parte de los gobiernos nacionales e internacionales. Al mismo tiempo, Linde et al. (2021) señalan que el desarrollo de ecosistemas de negocios a través del impulso de las tecnologías ha generado el interés por parte del sector privado en el desarrollo de PP y CIS.

#### **2.3.2.2 Definición del Problema**

La segunda etapa del ciclo de PP consiste en la definición del problema. Definir el problema como público implica enmarcar aquellos asuntos que son responsabilidad y jurisdicción de la acción del Estado, es decir, no todos los problemas que se presentan en la agenda pública son llevados a la agenda de gobierno, lo anterior por razones de competencia, limitación de presupuesto y temas que son prioritarios de atender.

Para hacer mayor precisión del alcance y nivel de responsabilidad en la que incide la definición de lo público, Aguilar et al. (2012) indica que la separación entre lo público y lo privado, son conceptos que se rediseñan en cuanto al nivel de acción que tiene el gobierno y dependiendo del tipo de régimen es la incidencia que tendrá el gobierno en los asuntos públicos, es decir, aquellos que afectan al mayor número de la población.

Por consiguiente, definir el problema para la creación de una PP implica un proceso de selección de los temas que han sido llevados a la agenda pública, así mismo, enfatiza Aguilar Villanueva (1993) que este proceso conlleva el estudio “en términos de sus probables causas, componentes y consecuencias”(p. 52). Para la definición del problema y la posterior formulación de la PP es necesario allegarse de información y datos, que ayuden a delimitar las causas reales y los efectos que estos producen.



Para resolver este problema, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como parte de la visión 25: reinvertir en las américas, ha propuesto la transformación digital y el uso de datos, principalmente de *big data*, a través de la recolección de información por medio de sensores y medidores en las ciudades, con la finalidad de generar ciudades sustentables e inteligentes. En su ruta de acción “*Big Data para el Desarrollo Urbano Sostenible*” BID (2021) proponen la recolección, análisis, y uso de datos para la elaboración de PP municipales.

### **2.3.2.3 Formulación de la Política Pública**

De acuerdo con Caragliu et al. (2011) las TIC y la disponibilidad de datos han generado cambios en la formulación de PP, cambiando de enfoques que van de arriba hacia abajo (*top-down*), donde las elites burocráticas son quienes establecen los mecanismos de acción y eligen las alternativas viables para la solución del problema, a enfoques de abajo hacia arriba (*botton-up*). En este último enfoque, se considera la participación y la selección de alternativas viables por parte de los diversos actores como ciudadanos, sociedad civil y ejecutores de las PP.

La selección de alternativas también implica un proceso de evaluación entre las diferentes opciones, sin embargo, esta evaluación se realiza con base en proyecciones de los posibles resultados y costes que generarán. Aguilar et al. (2012) destaca que “el diseño o formulación de las PP corresponde al primer conjunto predecisional de actividades analíticas y políticas, mientras el segundo conjunto posdecisional se refiere a la implementación y evaluación de las políticas”(p. 35).

El análisis de alternativas para formular PP es de gran importancia, ya que como señalan Clement y Crutzen (2021) con el diseño de diferentes propuestas se atienden las necesidades de los ciudadanos y el contexto local para el desarrollo de PP de CI y de DS, garantizado mayor probabilidad de éxito de las PP. Lo cual puede auxiliarse de herramientas para el cálculo de los efectos que tendrán.

El análisis y evaluación de alternativas puede efectuarse con herramientas cualitativas y cuantitativas, estas últimas no solo con el análisis de los costos

beneficios, sino también con la modelización de los posibles efectos. Mencía (2020) propone utilizar modelos econométricos a través de la medición de variables en el software llamado Gretel®, con la finalidad de poder evaluar a priori los resultados de las diferentes opciones.

De igual forma Mencía (2020) señala que los modelos econométricos permiten determinar los efectos logrados por la PP, con el fin de determinar las causas de esos resultados, es decir, un análisis o evaluación a posteriori. Con lo cual es posible determinar si las PP implementadas han logrado los objetivos planteados, o si es necesario realizar futuros ajustes para mejorar los resultados.

#### **2.3.2.4 Implementación de la Política Pública**

La implementación de PP es el proceso mediante el cual el gobierno asigna los recursos humanos, materiales y financieros con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados por la PP seleccionada. En esta fase intervienen los actores públicos a través de los organismos y dependencias del Estado, así como la sociedad civil.

Para ello es necesario la delimitación de las funciones y atribución en la ejecución de la PP. Además, una parte importante es el proceso de comunicación tanto entre actores (comunicación interna), como del Estado a la sociedad (comunicación externa) y el proceso de retroalimentación, es decir, se debe garantizar una comunicación bidireccional. Para ello, Antwi-Afari et al. (2021) proponen utilizar herramientas digitales de *crowdsourcing* las cuales permiten la participación de los diferentes actores, tanto de gobierno como de la sociedad en general.

A su vez Navarro (2008) señala que para que el proceso de implementación de la PP sea eficiente, se debe considerar métodos de comunicación adecuados, para comunicar el qué se va a hacer, cómo, quiénes intervendrán, con qué recursos y la finalidad de la PP. Por su parte, Salcedo (2011) refiere que en la implementación de la PP se debe comunicar también el estado actual del problema a resolver, así como ejecutar constantes auditorias para evaluar el proceso de ejecución

### 2.3.2.5 Evaluación de la Política

Si bien los modelos de análisis de PP presentes en Aguilar et al. (2012) y Harguindeguy (2015) se presentan como un conjunto de etapas sucesivas. Los mismos autores señalan que no debe entenderse como un proceso restrictivo, ya que la evaluación se debe efectuar en cada una de las etapas. Por tanto, la evaluación de PP es un proceso que se desarrolla antes, durante y después de implementada la PP. Para ello se establecen técnicas de análisis cuantitativo, cualitativo y mixto.

A su vez, Aguilar Astorga (2017) define a la evaluación como un proceso interdisciplinario para “dar seguimiento a indicadores, metas y objetivos de las PP”(p. 25), con la finalidad de identificar mejoras y verificar el cumplimiento de los objetivos planteados. Al mismo tiempo Cardozo (2006) refiere la existencia de diferentes tipos de evaluación de PP, los cuales se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Tipos de Evaluación de Políticas Públicas

| <b>Tipo de evaluación</b>                      | <b>Descripción</b>   |
|--|--|
| <b>De objetivos</b>                            | Analiza si éstos fueron definidos con precisión.   |
| <b>De pertinencia</b>                          | Vincula los objetivos del programa con los problemas que los originan.   |
| <b>De coherencia</b>                           | Relaciona los objetivos con los medios para alcanzarlos.   |
| <b>De contexto</b>                             | Revisa las condiciones en que se ha producido la aplicación de la política o programa, así como los procesos de interacción del programa y su entorno. |
| <b>De insumos o medios</b>                     | Analiza la cantidad y calidad de los recursos empleados y verifica si los mismo han estado disponibles en el lugar y tiempo preestablecidos.           |
| <b>De proceso</b>                              | Revisa los mecanismos que permitieron la transformación de insumos en resultados.  |
| <b>De realización, resultados o productos.</b> | Intenta apreciar los productos o servicios generados por la actividad evaluada.  |

Continuación Tabla 9.

| Tipo de evaluación     | Descripción  |
|------------------------|--|
| <b>De eficacia</b>     | Verifica si los resultados han permitido lograr los objetivos.   |
| <b>De metas</b>        | Analiza lo logrado en comparación de lo planeado.  |
| <b>De eficiencia</b>   | Verifica si los resultados han permitido lograr los objetivos.   |
| <b>De impacto</b>      | Se refiere al impacto global, provocado por la combinación de efectos atribuibles a la política, sobre la problemática que justifica la existencia de la actividad.  |
| <b>De efectos</b>      | Mide las consecuencias provocadas por los resultados alcanzados en el entorno socioeconómico, sin juzgar los objetivos del decisor, incluyendo las externalidades provocadas, en tanto efectos no previstos positivos o negativos. |
| <b>De satisfacción</b> | Determina el grado en que la población considera satisfecha su necesidad o resuelto su problema  |

Fuente: Elaborado con base en “La Evaluación de Políticas Públicas” por (Cardozo, 2006, pp. 50–51).

Otro criterio importante en la evaluación de PP es la selección del enfoque de estudio. Al respecto, Guerrero (1995) presenta cinco enfoques: evaluación descriptiva, evaluación clínica, evaluación normativa, evaluación experimental y evaluación pluralista, los cuales se presenta en la Tabla 10. En dicha tabla se presentan también las técnicas más comunes para cada uno de los enfoques.

Tabla 10. Enfoques de Evaluación de Políticas Públicas

| Enfoque de evaluación         | Objetivo   | Criterio  | Técnicas  |
|-------------------------------|--|---|---|
| <b>Evaluación descriptiva</b> | Registra cambios concretos después de la aplicación del programa gubernamental. No explica las causas de los efectos ni mide los niveles de variación. | Razonamiento inductivo. Compara la realidad antes y después de la aplicación de la PP. El punto de referencia es la situación anterior a la instrumentación de la PP. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas, cuestionarios</li> <li>• Análisis estadístico</li> <li>• Observación participante</li> <li>• Análisis de contenido</li> <li>• Estudios de caso</li> </ul> |

Continuación Tabla 10.

| Enfoque de evaluación          | Objetivo  | Criterio  | • Técnicas   |
|--------------------------------|---|---|--|
| <b>Evaluación clínica</b>      | Mide la efectividad de la PP con base en los objetivos de esta y la califica con sus normas particulares.   | Razonamiento deductivo. Confronta los objetivos de la PP con los resultados concretos e interpreta las fallas. Mide la efectividad con base en la consecución de objetivos, que son su punto de referencia.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas estadísticas</li> <li>• Evaluación sumaria (antes y después)</li> <li>• Evaluación formativa (seguimiento de progreso)</li> </ul> |
| <b>Evaluación experimental</b> | Controla científicamente los efectos concretos de una PP a partir de sus objetivos oficiales.   | Comparación (estadística, descriptiva, analítica, etc.) del grupo afectado por la PP con un grupo de referencia o de control.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de grupo control.</li> </ul>  |
| <b>Pluralista</b>              | Establece un análisis colectivo y permanente para adaptar y mejorar la aplicación de la PP con el acuerdo de todos los involucrados y a partir de los objetivos generales de la PP. | Razonamiento inductivo: a partir de los resultados que se van observando, todos los participantes contribuyen noción de consenso para definir los criterios de efectividad, eficiencia, equidad y adecuación. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una comisión plural elige las técnicas para evaluar de acuerdo a las necesidades del caso.</li> </ul>                                       |

Fuente: Elaboración con base en “la evaluación de políticas públicas: enfoques teóricos y realidades en nueve países desarrollados” (Guerrero, 1995, pp. 75–77).

Respecto a las técnicas cuantitativas utilizadas para evaluar las PP, Artés y Rodríguez-Sánchez (2022) señalan que el problema para evaluar los efectos de una PP de forma rigurosa y científica es el “cómo diferenciar los cambios en la variable objetivo, que se deben a la PP implementada de aquellos cambios que se deben a

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

otros aspectos que también pueden influir en esa variable”(p. 18). Para eliminar los sesgos señalan que es necesario la selección muestral aleatoria y la identificación de grupos de control, sin embargo, este diseño debe ser previsto desde la formulación de la PP.

No obstante, la selección muestral aleatoria es un problema que no siempre se prevé en el diseño de las PP, así mismo la selección de un grupo de control para realizar un estudio comparativo. Como propuesta para resolver problemas de sesgos Artés y Rodríguez (2022) proponen utilizar los siguientes métodos: regresión lineal, modelo *matching*, regresión discontinua y los métodos cuasiexperimentales, regresión discontinua, diferencias y variables instrumentales.

Por lo que se refiere a la evaluación de las PP en México a nivel federal existen organismos e instituciones encargadas de dar seguimiento a los programas y PP. El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) establece un marco normativo para evaluar las políticas y programas de desarrollo social ejecutados por las dependencias y entidades de la administración pública federal. En la última actualización del marco normativo (CONEVAL, 2019), se presentan los tipos de evaluación de acuerdo con los lineamientos del sistema de monitoreo y evaluación, los cuales son los señalados anteriormente en la Tabla 10 integrando además la planeación estratégica.

En lo que respecta a la medición del DS y el seguimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 en México, en el año de 2016 se creó en coordinación de la Estrategia Digital Nacional y el INEGI la Plataforma de Seguimiento a los ODS (Gobierno de México, 2021). Sin embargo, la medición de los indicadores se ve limitada, ya que no en todos los indicadores se cuenta con la información desagregada por estado y municipio.

En resumen, retomando los argumentos de Tang et al. (2019) sobre la inexistencia de estudios de PP exitosas, L. Li et al. (2022) con la necesidad del desarrollo de PP en los contextos locales y Ortiz-Palafox (2021) con la necesidad de desarrollar instrumentos para medir la sustentabilidad en los contextos locales.

Se resalta la importancia de las CIS en la generación de datos. Al respecto Arnaboldi y Azzone (2020) señalan que la disponibilidad de datos genera “mayor eficiencia y eficacia en la planificación e implementación de PP, ya que cada vez es más fácil entender cuáles son las expectativas de cada usuario y así orientar cualquier iniciativa”(p. 1).

### **2.3.3 Políticas Públicas para el Desarrollo de Ciudades Inteligentes y Sustentables**

La creación PP para el desarrollo CIS de acuerdo con Mora et al. (2019) se ha enfrentado a la falta de conceptos unificados sobre lo que es una CIS, así como un conjunto de dicotomías sobre las cuales se buscan comprender a una CIS, siendo principalmente cuatro: 1) estrategias impulsadas por la tecnología, 2) modelo de colaboración de diversos actores, 3) enfoque de PP de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba y 4) la lógica de integración unidimensional.

Los puntos 1 y 4 fueron abordados en el apartado 2.1.1 Definición y Conceptualización de Ciudades Inteligentes, donde abordamos las distintas perspectivas de análisis de CI. Así mismo, en el apartado 2.3 Políticas Públicas, se abordan los actores que participan y los enfoques de análisis de PP, que refieren a los puntos 2 y 3. Siendo así en esta sección se dan a conocer algunas PP presentes en la literatura sobre casos de éxito, las cuales puedan servir como un marco de referencia para el diseño de PP para transformar ciudades en CIS.

Mora et al. (2019) en su investigación de casos múltiples de cuatro ciudades europeas: Ámsterdam, Barcelona, Helsinki y Viena presentan los principales hallazgos sobre las estrategias y PP implementadas en estas ciudades, las cuales han abordado diversas áreas económicas, sociales, ambientales y de desarrollo humano.

En su análisis presentan las siguientes PP de CI y DS: 1) *Clue, transform and urban learning*, un proyecto para el desarrollo de políticas ambientales en las cuatro ciudades, 2) Helsinki *Loves Developers*, espacio que permite la presentación de propuesta para el desarrollo de aplicaciones, 3) *Cibernarium*, un programa integral



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

para el desarrollo de capacidades y habilidades de los ciudadanos para el uso de la tecnología (Mora et al., 2019, p. 7).

En relación con las acciones que se han implementado en las ciudades de Ámsterdam, Barcelona, Helsinki y Viena, Mora et al. (2019) presenta ejemplos de desarrollo tecnológico como puertos de internet abierto, aplicaciones para el diseño de ruta, desarrollo de códigos QR con información turística, aplicaciones para incentivar el uso de energía renovable, el desarrollo de laboratorios en CI, servicios públicos inteligentes, creación de gobierno inteligente para la rendición de cuentas y la transparencia, entre diversos proyectos e iniciativas que buscan fortalecer el desarrollo de las CI.

En el estudio sobre las PP de CI, Alawadhi et al. (2012) analizan cuatro ciudades de América del Norte (Seattle, Philadelphia, Ciudad de México y Quebec), por medio de encuestas aplicadas a directivos y tomadores de decisiones con conocimiento en CI. Su encuesta fue diseñada a partir de nueve categorías:

- 1) Descripción de las iniciativas
- 2) Tecnología
- 3) Administración y organización
- 4) Políticas
- 5) Gobernanza
- 6) Sociedad y comunidades
- 7) Economía
- 8) Infraestructura
- 9) Medioambiente

Con respecto a los resultados del estudio de Alawadhi et al. (2012), en el tema de tecnologías, encontraron que las iniciativas tienen gran preponderancia a hacer uso de las redes sociales y teléfonos inteligentes para la administración, reconociendo que la gestión se ve nutrida por la colaboración interdepartamental y el intercambio de información, lo cual además ha generado un cambio en la cultura de servicio y atención. En relación con la política y la gobernanza señalan que cada ciudad tiene

su particularidad, existiendo casos con mayor participación y reconocimiento de las autoridades en las iniciativas de CI.

En lo que refiere a la sociedad y la economía, en los cuatro casos existe empoderamiento y participación ciudadana, así como un mayor desarrollo económico gracias a los avances tecnológicos. Además, en el tema de infraestructura se han generado nuevos servicios con las iniciativas de CIS, la única categoría que no muestra resultados positivos es la medioambiental, ya que las iniciativas no se enfocan en esta área.

Finalmente, se muestran los resultados del análisis de las estrategias y PP que se han implementado en algunas CI presentes en los casos de estudio de Lee et al. (2016) sobre la ciudad de Orlando en Estados Unidos, Schreiner (2016) en Río de Janeiro, Brasil, Lee et al. (2016) en Singapur, y Flórez (2016) en Medellín, Colombia. En la Tabla 11 se presentan las PP junto con una breve descripción de estas. Para la categorización se toma como referencia las áreas en las que se centran, obteniendo como resultado siete áreas de desarrollo de CI.

**Tabla 11.** Análisis de Estrategias y Políticas Públicas en Ciudades Inteligentes

| <b>Área de desarrollo de ciudad inteligente.</b> | <b>Estrategias y políticas públicas.</b>   |
|--|--|
| <b>Gobernanza</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos. Power Pass</i>, es un sistema digital unificado para el pago de servicios públicas.</li> <li>• <i>Río de Janeiro. RIO ÁGORA</i>, plataforma digital para la participación ciudadana en temas de PP.</li> <li>• <i>Río de Janeiro. RIO CALL CENTER</i>, canal de comunicación 24/7 para la solicitud de servicios públicos.</li> <li>• <i>Medellín, Colombia. Co-creations Medellín</i>. Es una plataforma de participación ciudadana donde se permite proponer ideas y proyectos para la Alcaldía.</li> </ul> |

Continuación Tabla 11.

| <p><b>Área de desarrollo de ciudad inteligente.</b></p> | <p><b>Estrategias y políticas públicas.</b></p>  |
|---|--|
| <p><b>Movilidad</b></p>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos.</i> Aplicación digital de información de transporte público.</li> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos.</i> Aplicaciones de información de estacionamiento y tráfico.</li> <li>• <i>Singapur.</i> <i>ONE.MOTORING</i>, es un portal web de información de tráfico para los usuarios que genera información a través de cámaras y GPS.</li> <li>• <i>Singapur.</i> <i>Parking guidance service.</i> Es una aplicación móvil que brinda información a los usuarios sobre estacionamientos disponibles.</li> <li>• <i>Singapur.</i> <i>My Transport SC Mobile.</i> Es una aplicación móvil del sistema de transporte unificado con información en tiempo real sobre la disponibilidad de asientos en los autobuses y el tiempo de espera.</li> <li>• <i>Medellín, Colombia.</i> Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM), es un sistema conformado por siete componentes generados en la relación público privado.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Detección electrónica de infracciones de tránsito.</li> <li>2) Circuito cerrado de televisión (CCTV) para el monitoreo de incidentes en la red vial.</li> <li>3) Paneles de mensaje variable (PMV), conformado por un total de 22 tableros que brindan información para la toma de decisiones por parte de los usuarios respecto a la mejor ruta, incidentes de tráfico y niveles de congestión.</li> <li>4) Centro de control de semáforos. Conformado por semáforos inteligentes y sensores que miden en tiempo real el volumen de tráfico.</li> <li>5) Apoyo a la planeación de la red semafórica. Son unidades de evaluación con sensores y software de analítica para detectar información de tráfico.</li> <li>6) Gestión de flota. Control de unidades por medio de dispositivos instalados para el monitoreo de la ruta, velocidad, paradas, capacidad de transporte, entre otros.</li> <li>7) Sistema de información del usuario. Información a través de aplicaciones y plataformas web sobre el sistema de transporte.</li> </ol> </li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia.

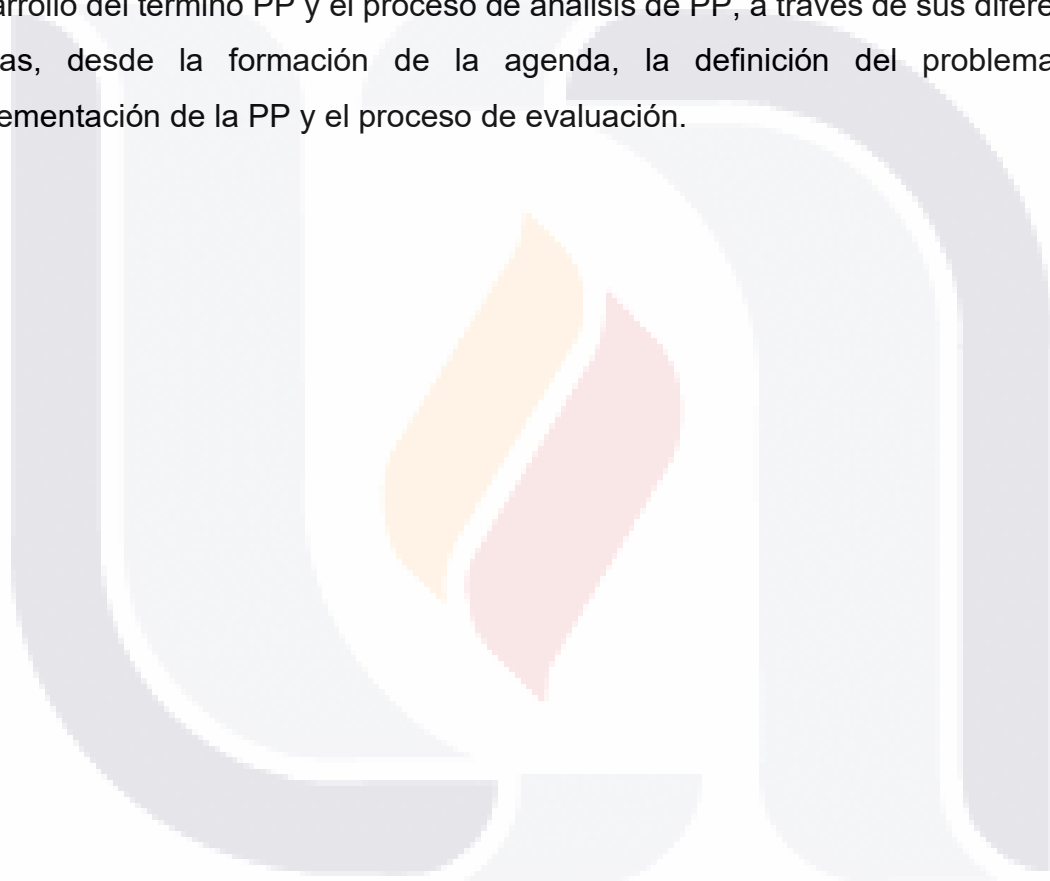
Continuación Tabla 11.

| Área de desarrollo de ciudad inteligente. | Estrategias y políticas públicas.  |
|---|--|
| <b>Comunicación</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Río de Janeiro, Brasil. RIO CONNECTED</i>, política de creación de red de fibra óptica para las comunicaciones.</li> </ul>   |
| <b>Salud</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Singapur. My respondersApp</i>, es una aplicación que integra atención médica a través de inteligencia artificial, permite enviar reportes a los servicios médicos y de bomberos.</li> </ul>   |
| <b>Seguridad</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos. Orlado Operations Center</i>, proporcionada video vigilancia y reportes de seguridad.</li> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos. OCAAlert.net</i>, plataforma de información ciudadana sobre emergencias naturales.</li> <li>• <i>Río de Janeiro. RIO OPERATIONS CENTER</i>, sistema de vigilancia las 24 horas sobre seguridad, tráfico y transporte público.</li> </ul>   |
| <b>Seguridad</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Singapur. Express monitoring and advisor system (EMAS)</i>, es un Sistema de videovigilancia para la detección de incidentes de tráfico.</li> <li>• <i>Singapur. Singapore Police Force. Es una estrategia de seguridad que permite generar reportes a la policía en línea, registrar e investigar registros criminales.</i></li> <li>• <i>Medellín, Colombia. Seguridad en línea.com</i>. Es un sistema integral de denuncia que permite a los usuarios agilizar los trámites.</li> </ul>   |
| <b>Desarrollo humano</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos. Sistema de educación en línea</i>, que proporciona materiales y cursos en colaboración con la Universidad de Florida.</li> </ul>  |
| <b>Medioambiente</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos. Esri Gis</i>, software automatizado para el sistema de recolección y reciclaje de basura que brinda información a los hogares.</li> <li>• <i>Orlando, Estados Unidos. The Orange County Water Atlas</i>. Muestra información sobre los recursos hídricos, el nivel de PH y contaminación.</li> <li>• <i>Río de Janeiro RESILIENT. RIO</i>, es una estrategia conformada por programas de generación de <i>Big Data</i> para la toma de decisiones en la ciudad. <i>Singapur. Desarrollo una política para la integración de sensores en los hogares para la medición y control del gasto de energía, los cuales permiten regular y disminuir el consumo.</i></li> <li>• <i>Medellín, Colombia. Sistema de Alertas Tempranas (SIATA)</i> es un proyecto de iniciativa público-privado para la detección de riesgos.</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, en este capítulo II, se presentan las diferentes teorías y modelos e índices que han sido desarrollados para el estudio de los constructos CI, DS, PP. Respecto a las CI, se establece cuáles han sido las perspectivas de análisis, desde la infraestructura tecnológica, el desarrollo humano, la perspectiva institucional y la visión de la sustentabilidad.

En lo relación con el DS, se presentan los acuerdos internacionales, los programas e índices con los cuales se ha buscado medir el DS. De igual forma, se analiza el desarrollo del término PP y el proceso de análisis de PP, a través de sus diferentes etapas, desde la formación de la agenda, la definición del problema, la implementación de la PP y el proceso de evaluación.



## CAPÍTULO III- PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

### 3.1 Introducción al Planteamiento de Hipótesis

En este capítulo se presenta la discusión de los modelos conceptuales y empíricos de los constructos: Ciudades Inteligentes (CI), Políticas Públicas (PP) y Desarrollo Sustentable (DS). Con la finalidad de analizar las relaciones que se han establecido entre ellos, y poder establecer hipótesis o consideraciones preliminares, como señala la metodología de Análisis Cualitativo Comparado (QCA) con la cual se tratará esta investigación. Posteriormente, se presenta el modelo teórico derivado del planteamiento del problema y la revisión teórica de los constructos.

### 3.2 Relación de los Modelos de Ciudades Inteligentes y Desarrollo Sustentable

En la literatura se encuentran diversos modelos e índices de CI y de DS, a través de los cuales se ha buscado conceptualizar y definir estos constructos, pese a la importancia de los estudios, se reconoce la falta de unanimidad en su definición, así como la necesidad de diseñar instrumentos que se adapten a las condiciones locales y en específico al contexto de los países en desarrollo.

La formulación de los modelos e índices se ha conducido a través del planteamiento de dimensiones e indicadores que, de acuerdo con los autores, son elementos necesarios para entender las CIS, así como aspectos a enfatizar para lograr su desarrollo. El primer modelo fue planteado por Giffinger (2007), quien estableció seis dimensiones: economía inteligente, sociedad inteligente, gobernanza inteligente, movilidad inteligente, medioambiente inteligente y, vida inteligente. Este modelo y sus dimensiones han sido referencia básica para el estudio de las CIS.

Con relación al DS, la ONU (2018) desarrolló la Agenda 2030, un nuevo marco de referencia para que los países pudieran conducir PP direccionadas con los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), así como la medición y seguimiento de metas e indicadores. Estos modelos de CI y de DS, dieron origen a las configuraciones de nuevos modelos e índices que analizan ambos constructos de

manera conjunta, llegando incluso a ser difícil la delimitación entre los indicadores que miden a las CI y aquellos miden el DS.

Ejemplo de lo anterior, se encuentran la propuesta de la *Telecommunication Standardization Sector* (ITU-T) quien en 2017 propone un índice para medir la inteligencia y sustentabilidad de las ciudades, integrando las dimensiones del DS: economía, medioambiente y, sociedad y cultura; de ellas desprendiendo las dimensiones del modelo de Giffinger (2007). De igual forma, Smiciklas (2017) creó una metodología para la medición de ambos constructos a través de indicadores clave, dando mayor énfasis en la incorporación de tecnologías.

Otro de los referentes para la medición de CIS, es la norma ISO 37122:2019 (ISO 2019), la cual integró a los indicadores de sustentabilidad, indicadores sobre el uso y disposición de tecnologías, inteligencia artificial y *big data* como generadores de información en tiempo real para medir la sustentabilidad y la calidad de vida en las ciudades, con la finalidad de que los tomadores de decisiones puedan contar con información en tiempo real y tomar decisiones oportunas.

Por otra parte, ante la diversidad de índices para medir los aspectos económicos, sociales y ambientales que forman parte de las dimensiones centrales del DS, Ibáñez y Castillo (2015), García Batiz et al. (2015) y Diaz-Sarachaga et al. (2018) propone índices sintéticos, integrando los indicadores de índices como el Desarrollo Humano, la Huella Ecológica y el Producto Interno Bruto.

Así mismo, existen propuestas que desarrollan nuevos índices para estudiar las CI y el DS en los contextos locales como Zhou et al. (2021) y su estudio de la inteligencia y resiliencia de las ciudades en China, Machado Junior et al. (2018) con su propuesta para las ciudades de Brasil, Alvarado López (2020) con la propuesta de un índice de CI y DS para México.

Por lo que respecta a la relación entre CI y DS, los postulados teóricos de Chuan Tao et al. (2015) señalan que las CI son sistemas de infraestructura tecnológica que generan un medioambiente sustentable, mientras tanto, Lara et al. (2016) y Pierce et al. (2017) refieren que las CI generan ciudades sustentables a través de su mejor



gestión de recursos y el uso de datos. Por su parte, Lim et al. (2019) y Linde et al. (2021) establecen que el desarrollo de CI tiene efectos positivos en el DS mediante el empoderamiento de los ciudadanos, cuidado del medioambiente y recursos naturales y mejor calidad de vida. Finalmente, Guşul y Butnariu (2021) establecen que las dimensiones del modelo de los ODS de la Agenda 2030 tiene relación con las dimensiones CI del modelo de Giffinger (2007).

### **3.3 Relación entre Políticas Públicas y Ciudades Inteligentes**

Los problemas que enfrentan las ciudades hoy en día, como la falta de capacidades para brindar los servicios de energía, agua, saneamiento, problemas de contaminación y el tratamiento de los residuos, la disminución de problemas sociales y el fomento de la economía, ha hecho necesaria la interferencia del gobierno a través de PP. Al respecto, Clement y Crutzen (2021) señalan que las iniciativas de CI han prestado gran interés en la solución de dichos problemas a través del desarrollo de PP que atiendan el contexto local.

Por su parte, Tan y Taeihagh (2020) argumentan que el desarrollo de CI en los países en desarrollo solo se puede lograr a medida que se establecen PP que generen reformas económicas, sociales y ambientales. En relación con lo anterior, Arnaboldi y Azzone (2020) manifiesta que la disponibilidad y el volumen de información en las CI son un insumo para el diseño de PP. Sin embargo, Barrionuevo et al. (2012) señalan que los gobiernos locales en los países en desarrollo tienen una falta de capacidad para el análisis de los datos.

En relación con lo anterior, Bustillo y Martínez (2008) señalan que la visión de los gobiernos locales para el desarrollo de PP ha sido muy limitada, al no existir marco de referencia para su diseño e implementación. De Guimarães et al. (2020) advierten la necesidad de realizar estudios empíricos sobre la participación del gobierno y el diseño de PP en las CI, así mismo Ortiz-Palafox (2021) señala la falta de dichos estudios para las ciudades de países en desarrollo.

Con respecto a los modelos de ciudades de países en desarrollo Staletić et al. (2020) señalan que los académicos e investigadores se han inspirado de modelos

de países desarrollados, sin embargo, las condiciones de los países en desarrollo como la poca infraestructura y la brecha tecnológica hacen que sea necesaria la inversión en infraestructura. Antwi-Afari et al. (2021) refieren que las condiciones de los países en desarrollo son diferentes debido a factores culturales, económicos, regímenes y sistemas de gobierno, lo que hace que el diseño e implementación de PP deba adaptarse a dichas necesidades.

### **3.4 Relación entre Políticas Públicas y Desarrollo Sustentable**

En cuanto a la relación que se establece entre las PP y el DS, Grossi et al. (2021) señalan que a través de las PP se logra la operatividad de los principios y ODS, siendo necesario su diseño e implementación en las ciudades, además de la integración de múltiples actores como el gobierno, la sociedad y las empresas. Por su parte, Albino et al. (2015) refiere que las ciudades del futuro necesitaran de la implementación de PP para el logro del DS. Así mismo, L. Li et al. (2022) advierten que para lograr el DS es necesario que el diseño de PP se adapte a los contextos locales.

Respecto a los estudios empíricos que abordan el diseño y análisis de PP con CI y DS se encuentran las propuestas Gokhberg et al. (2022) y Grossi et al. (2021) quienes analizan PP en temas de movilidad inteligente, proponiendo cambios en los sistemas convencionales, buscando un mayor grado de integración de tecnología.

Así mismo, entre los estudios conceptuales y de revisión sistemática de literatura que abordan los constructos de PP y DS encuentran las investigaciones de Vishanth (2021), Vermiglio et al. (2021) con el estudio de la PP y el impacto en los modelos de sustentabilidad, Zuiderwijk et al. (2021) y Gokhberg et al. (2022) sobre cómo el diseño de PP beneficia el desarrollo de CI.

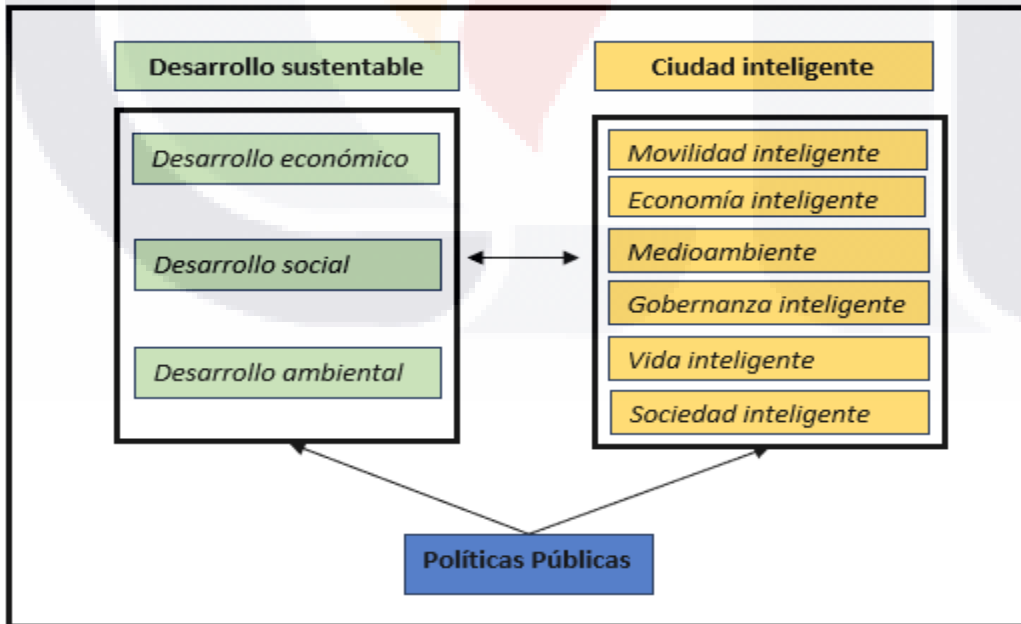
### **3.5 Modelo Teórico**

A través de la literatura revisada se plantea el modelo teórico que se muestran en Figura 6. Se ha encontrado que las CIS se desarrollan a partir de diversas condiciones, agrupadas en lo económico, social y ambiental. Así mismo, Bouskela (2021) señala que la transformación digital en las CIS permite la generación de

macrodatos de utilidad para el diseño de PP que atiendan a las necesidades de los contextos locales en temas como el DS. Por tanto, se establece que el diseño e implementación de PP que atiendan a los contextos locales inciden en el desarrollo de CI, al mismo tiempo que en el DS.

El modelo que se presenta tiene el enfoque de modelo integrado, que de acuerdo con Mello y Tanja (2021) “las condiciones se extraen de diferentes teorías y se integran en un solo conjunto de condiciones” (p.29). Su justificación es la existencia de varios modelos e índices que aportan la explicación de condiciones de CI, DS y PP, sin embargo, dichos modelos no aportan resultados concluyentes, lo cual resulta en la necesidad de analizar las combinaciones de condiciones suficientes o necesarias que promuevan las CIS en el contexto de un país en desarrollo.

En la Figura 6 se establecen un primer acercamiento a las relaciones de condiciones con base en la teoría de conjuntos, con la finalidad de integrar las propuestas teóricas que señalan que la configuración de condiciones de CI, PP y DS son condiciones suficientes o necesarias para la creación de CIS en el contexto de un país en desarrollo.



**Figura 6.** Modelo Teórico  
Fuente: Elaboración propia.

El modelo de referencia es la propuesta de Giffinger (2007) con la integración de seis condiciones: Movilidad inteligente (Mov), sociedad inteligente (Soc), economía inteligente (Eco), medioambiente inteligente (Med), gobernanza inteligente (Gob), vida inteligente (Vid), estas condiciones fueron reestructuradas a partir de la revisión de los diferentes modelos e índices, integrando en ellas un conjunto de factores e indicadores, así como adicionando las condiciones de PP. Este proceso se muestra en el capítulo de IV- diseño metodológico, en el apartado 4.8.3 Calibración.

### **3.6 Formulación de Hipótesis**

Derivado de las relaciones establecidas en los modelos, índices y propuestas teóricas analizadas en la sección anterior, así como las teorías referenciadas en el Capítulo II- Marco Teórico, se formulan una hipótesis general y dos hipótesis específicas directamente relacionadas con las preguntas de investigación y fundamentadas en la revisión teórica.

La formulación de las hipótesis atiende a la metodología del análisis cualitativo comparado (QCA), por sus siglas en inglés, método que se basa en la teoría de conjuntos, por lo cual se establecen hipótesis a manera de condiciones de suficiencia y necesidad. En el Capítulo IV- Diseño Metodológico, se expone mayor detalle de esta metodología.

#### **3.6.1 Hipótesis General**

La presencia de las configuraciones de condiciones de Mov, Eco, Med, Soc, Vid, Gob y PP son condiciones suficientes y necesarias para dar origen a una CIS en el contexto de un país en desarrollo.

#### **3.6.2 Hipótesis Específicas**

H1: La configuración de condiciones de modelos de CI y DS permiten el análisis de CIS en el contexto de un país en desarrollo.

H2: Las PP que integran la planificación urbana con la sustentabilidad ambiental y la conectividad tecnológica han sido fundamentales para la transformación de CIS.

## **CAPÍTULO IV- DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Introducción al Diseño Metodológico**

En este capítulo se presenta la fundamentación epistemológica de la investigación, con énfasis en la teoría del constructivismo, al hacer referencia a las condiciones contextuales del fenómeno de estudio. Así mismo, la investigación se basa en la metodología de análisis cualitativo comparado (QCA), lo cual conlleva a una conjunción entre los enfoques cuantitativos y cualitativos, el primero en referencia al uso de indicadores cuantitativos para medir las condiciones de CIS, respecto al enfoque cualitativo es utilizado para la calibración de dichos indicadores con base en la teoría y el conocimiento empírico, además del análisis de profundidad a través de la técnica de casos cruzados.

### **4.2 Fundamentación Epistemológica de la Investigación**

La epistemología es una rama de la filosofía que tiene como propósito el estudio de la naturaleza del conocimiento científico, así como de los métodos utilizados para validar el conocimiento a través de la observación, la experimentación y la validación. A lo largo de la historia diferentes escuelas del pensamiento han desarrollado paradigmas entendidos por Greene (2007) como “una manera de concebir al mundo; un conjunto de creencias y premisas respecto a la naturaleza de éste” (p.16).

Al respecto, Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018) señalan que han sido principalmente cuatro paradigmas en la construcción del conocimiento: el positivismo, el pospositivismo, la teoría crítica y el constructivismo. Durante décadas estos paradigmas se formaron como polos opuestos en el estudio de las ciencias sociales, concluyendo en dos enfoques tradiciones, el enfoque cuantitativo en el cual se encuadraron el positivismo y en pospositivismo, y el enfoque cualitativo donde se encuadraron la teoría crítica y el constructivismo

El paradigma positivista surge a mediados del siglo XIX en Francia, teniendo como principales exponentes a Augusto Comte (1798-1857) y al británico John Stuart Mill (1806 –1873). Esta corriente del pensamiento concibe la idea del conocimiento a

partir de la objetividad, la experimentación de los hechos medibles, rechazando el conocimiento preconcebido, y señalando la independencia que debe existir entre el sujeto y el objeto a conocer. Su fuerte relación con las ciencias exactas como la física, la química y las matemáticas llevaron a los positivistas a considerar el mundo como una realidad que puede comprenderse por medio de leyes naturales.

Contrario a la visión absoluta de la realidad que postula el positivismo, el pospositivismo señala que “lo real se lo entiende desde las leyes exactas, sin embargo, ésta únicamente puede ser entendida de forma incompleta” (Ramos, 2015, p. 4). Por tanto, el pospositivismo acepta que el conocimiento del sujeto y las teorías tienen un papel importante en el entendimiento de la realidad, siendo esta realidad imperfecta, considerando los hallazgos como probablemente verdaderos.

Los métodos implementados por la corriente pospositivista son considerados cuasiexperimentales por medio de la comprobación y falsación de hipótesis, integrando diseños descriptivos, inferenciales y correlacionales, con técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo. Este paradigma brinda mayor flexibilidad al estudio de los fenómenos sociales, sin perder de vista la rigurosidad y objetividad del paradigma positivista.

En cuanto al paradigma de la teoría crítica rompen con la tradición positivista, al considerar el estudio de los fenómenos sociales desde la construcción histórica y la relación del contexto en el que suceden. Es decir, parte no solo de la descripción, sino, que los fenómenos “pueden ser comprendidos solamente en el marco de la vida social del hombre: el Estado, el derecho, la economía, la religión; dicho brevemente, de la totalidad de la cultura material y espiritual de la humanidad en general” (Horkheimer, 1998 citado por Flores 2004, p.4)

De este modo señala Leyva (1999) que en la teoría crítica el conocimiento y la ciencia no pueden considerarse ajenos al sujeto, sino que esta debe entenderse como un proceso social. Por lo que este paradigma postula que no existe una única realidad, sino que esta es construida socialmente a través de la experiencia, el

conocimiento y de la interacción que tiene el sujeto con el fenómeno investigado, atendiendo al momento histórico y al contexto en el que se encuentra.

Por último, el paradigma del constructivismo refiere Flores (2004) que “no intenta controlar, predecir o transformar el mundo real, sino reconstruirlo, solamente en la medida en que éste existe en la mente de los constructores” (p.4). Este paradigma ve al sujeto y al objeto de investigación como uno mismo, postulando que la realidad es una construcción lingüística, existen en la mente del sujeto, es decir, en la forma en la que percibe la realidad, por lo que el objeto es comprendido desde los valores, creencias y conocimiento del investigador.

Los paradigmas de la teoría crítica y el constructivismo se sirven de métodos y técnicas como la teoría fundamentada, la dialéctica, el análisis histórico, la revisión documental y la etnografía, lo cual permite no solo describir el fenómeno de estudio, sino realizar análisis a mayor profundidad. A diferencia de los paradigmas positivista y pospositivista, la teoría crítica y el constructivismo buscan el detalle de los objetos de estudio tomando en consideración su contexto, por lo que en su mayoría utilizan en el enfoque inductivo, que va de lo particular a lo general.

En suma, Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018) señalan que hoy en día el debate y las posturas respecto a cuál es la mejor forma de abordar los fenómenos en las ciencias sociales, situación que generaron los paradigmas y corrientes del pensamiento, ha quedado atrás. En su obra Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), plantean la existencia de tres enfoques, el cualitativo el cuantitativo y el enfoque mixto. Las características de los dos primeros enfoques se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12.** Enfoques en la investigación Científica

| <b>Elemento</b>                        | <b>Cuantitativo</b>  | <b>Cualitativo</b>  |
|--|--|---|
| <b>Intenciones o metas del estudio</b> | Describir, explicar, comprobar o confirmar. Generar y probar teorías.  | Explorar, describir, comprender e interpretar los fenómenos.  |
| <b>Lógica del proceso</b>              | Deductiva: de lo general a lo particular. Se transita de las leyes y la teoría a los datos y sus resultados. | Inductiva: de lo particular a lo general. En la ruta se transita de los casos y datos a los resultados y la teoría. |



Continuación Tabla 12.

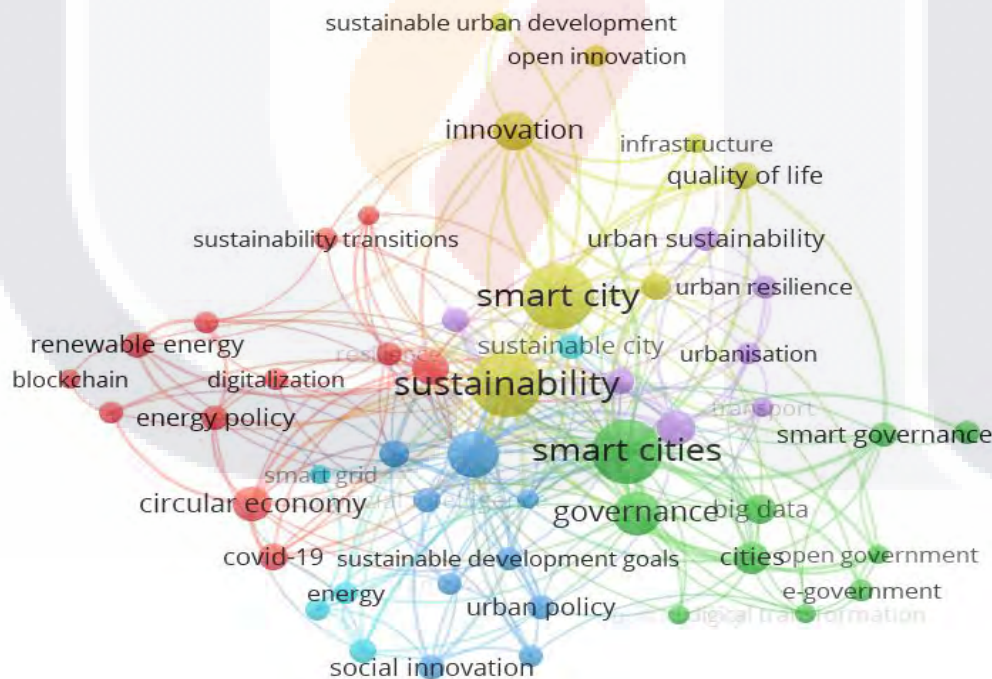
| Elemento   | Cuantitativo  | Cualitativo  |
|--|---|--|
| <b>Utilización de la teoría</b>                  | Los postulados de la teoría se ajustan a la realidad (mundo empírico).  | La teoría es un marco de referencia que se contrasta con los resultados del estudio.   |
| <b>Generación de teoría</b>                      | La teoría se produce a partir de comparar los resultados de la investigación con los resultados de estudios previos.  | La teoría se construye fundamentalmente a partir de los resultados.  |
| <b>Papel de las hipótesis</b>                    | Se establecen y prueban hipótesis. Se aceptan o rechazan dependiendo del grado de certeza (probabilidad)  | Se generan hipótesis durante el estudio o al final de este. Las hipótesis son altamente contextuales (lugar y tiempo)  |
| <b>Diseño de la investigación</b>                | Estructurado, predeterminado e implementado según el plan (un mapa a seguir rigurosamente)  | Abierto, flexible, construido durante el proceso. Es un abordaje que se adapta al contexto y las circunstancias.   |
| <b>Muestra objetivo</b>                          | Conjunto de casos que sea estadísticamente representativo de la población estudiada.  | Conjunto de casos que refleje las cualidades o atributos del fenómeno de interés o planteamiento del problema  |
| <b>Tipo de datos</b>                             | Categorías numéricas predeterminadas.   | Categorías generadas a partir de los datos (emergentes).   |
| <b>Instrumentos de recolección de los datos.</b> | Estandarizados. Su aplicación es uniforme en todos los casos.   | Al inicio no se usan instrumentos completamente estandarizados, son flexibles y van afinándose conforme avanza el trabajo de recolección de los datos hasta alcanzar cierta homologación.  |
| <b>Análisis de los datos</b>                     | Sistemático y estandarizado. Uso intensivo de la estadística. Realizado sobre una matriz de datos (que vincula variables y casos). Posterior a la recolección | Progresivo y variable. Fundamentado en la inducción analítica. En ocasiones se va homologando paulatinamente. Uso de estadística para conocer frecuencia de similitudes y diferencias. El análisis consiste en describir información y desarrollar categoría |

Fuente: Reelaboración con base en Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018).

Con respecto al enfoque mixto señalan que “representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada” (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p.10).

### 4.3 Antecedente Metodológico

Con la finalidad de exponer la importancia de los constructos: ciudades inteligentes (CI), políticas públicas (PP) y desarrollo sustentable (DS) que aborda esta investigación, así como las metodologías a través de las cuales diversos investigadores han conducido el estudio de estos constructos, se efectuó la búsqueda de artículos científicos por medio de la técnica de revisión bibliométrica utilizando el software VOSviewer® en su versión 1.6.19. Para ello se realizó la búsqueda de los tres constructos en inglés en la base de datos Elsevier.



**Figura 7.** Principales conceptos relacionados con CI,DS y PP.

Fuente: Elaboración propia mediante el software VOSviewer.

En la Figura 7 se muestra el resultado del análisis bibliométrico de un total de 528 artículos obtenidos a partir de limitar la búsqueda a los constructos de CI, DS y PP. Se observa que los términos con mayor relevancia en las investigaciones son gobernanza, sustentabilidad, resiliencia urbana, términos relacionados con el desarrollo tecnológico como digitalización, energías renovables, cadena de suministros. Con respecto a las PP se muestran términos como innovación, sociedad, redes y objetivos de desarrollo sustentable.

Con la finalidad de ahondar en el análisis de la producción científica de los tres constructos, se condujo el análisis de revisión sistemática de literatura con base en metodología de Cerchione y Esposito (2016), quienes proponen dos fases: el análisis descriptivo y el análisis de contenido. En la primera fase, análisis descriptivo, se seleccionaron cuatro bases de datos por su relevancia científica: *Cambridge University, Science Direct, Emerald Insight y Springer Link*.

Posteriormente, se efectuó la búsqueda en cada una de las bases de datos por medio de palabras clave e indicadores booleanos. La fórmula fue la siguiente: “*Smart Cities*” AND “*Public Policy*” AND “*Sustainable Development*”, limitando la búsqueda a resultados que contenían las palabras clave en título y *abstract*. Además, se aplicaron los siguientes filtros: temporalidad entre 2018 y 2022, idioma inglés, artículos de tipo científico, solo contenido de acceso abierto y área *business, managament and accounting*.

De esta búsqueda se obtuvieron 69 artículos, los cuales después de la lectura de los *abstract* fueron clasificados en siete categorías, como se muestra en la Tabla 13 finalmente se seleccionaron las categorías A, B y C para efectuar la lectura de los artículos a profundidad. La selección de estas tres categorías se hizo en función del criterio de inclusión de los tres constructos que aborda esta investigación CI, PP, DS y atendiendo el postulado de Campbell (2020) sobre la selección de artículos que muestren información relevante de los temas a investigar.

**Tabla 13.** Categorización de los Artículos

| <b>Categoría</b> | <b>Descripción</b>  | <b>No. Artículos</b> |
|------------------|---|----------------------|
| <b>A</b>         | Artículos con un enfoque predominante en <b>CI, PP y DS</b>   | 3                    |
| <b>B</b>         | Artículos con un enfoque dominante en <b>CI y PP</b> , pero con un menor o insignificante referencia en <b>DS</b> | 12                   |
| <b>C</b>         | Artículos con un enfoque dominante en <b>CI y DS</b> , pero con un menor o insignificante referencia en <b>PP</b> | 5                    |
| <b>D</b>         | Artículos con un enfoque dominante en <b>PP y DS</b> , pero con un menor o insignificante referencia en <b>CI</b> | 9                    |
| <b>E</b>         | Artículos con un enfoque dominante en <b>CI</b> , pero con un menor o insignificante referencia en <b>PP y DS</b> | 7                    |
| <b>F</b>         | Artículos con un enfoque dominante en <b>PP</b> , pero con un menor o insignificante referencia en <b>CI y DS</b> | 7                    |
| <b>G</b>         | Artículos con un enfoque dominante en <b>DS</b> , pero con un menor o insignificante referencia en <b>CI y PP</b> | 16                   |
| <b>H</b>         | Sin información de los tres constructos   | 10                   |
| <b>Total</b>     |   | 69                   |

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las metodologías empleadas en los 20 artículos seleccionados, se encontró que existe mayor proporción de estudios con metodología cualitativa con un total de 12 artículos, los cuales han sido abordados con métodos como estudio de caso único, revisión sistemática de literatura, análisis bibliométrico, análisis documental, explicativo y conceptual. En relación con los estudios con metodología cuantitativa se encontraron seis estudios que emplean enfoques estadísticos y análisis de serie de tiempo, por otra parte, los dos estudios con metodología mixta se desarrollaron con la combinación de técnicas estadísticas y de análisis documental.

El detalle de los temas que abordan cada uno de los artículos, así como de los principales hallazgos se muestran en la Tabla 14. Se encontraron tres estudios que integran los constructos de CI, PP y DS, Da Silva et al. (2020) con el análisis de las PP y la resiliencia de las CI, Sánchez Vergara et al. (2021) con el análisis de PP para determinar el entendimiento del concepto de ciudad compartida y Kar et al. (2019) con el análisis de PP de transición de CI a la idea más amplia de nación inteligente.

**Tabla 14.** Investigaciones y Metodologías Aplicadas

| Referencia                    | Revista                                  | Tema                               | Método                                | Principales hallazgos   |
|-------------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|---|
| Apiratwarakul et al. (2022)   | <i>Prehospital and Disaster Medicine</i> | Movilidad inteligente/ PP de salud | Análisis estadístico longitudinal     | Analizan 512 operaciones en las motocicletas con servicio de ambulancia como estrategia de movilidad inteligente y PP de salud, encontrando que el tiempo de atención a emergencias es más corto que las ambulancias convencionales hasta en un 50%.                              |
| Da Silva et al. (2020)        | <i>Revista de Gestão</i>                 | Resiliencia urbana                 | Análisis Estadístico                  | Analizan 62 CI en Brasil pertenecientes a la Red Brasileña de Ciudades Inteligentes Humanas (RBCIH). Por medio del análisis de regresión lineal determinan la capacidad de resiliencia urbana y la detección de pilares para el diseño de estrategias y de PP de sustentabilidad. |
| Weerasinghe y Campbell (2020) | <i>Journal of Reserach Nursing</i>       | Necesidades futuras/PP             | Análisis estadístico, serie de tiempo | Analizan a través de datos las tendencias de crecimiento de la población y las necesidades futuras en Canadá con la finalidad de servir de referencia para el diseño de PP en materia de sustentabilidad.   |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Tabla 14

| Referencia                    | Revista  | Tema   | Método                             | Principales hallazgos   |
|-------------------------------|--|--|------------------------------------|---|
| Solazzo et al. (2022)         | <i>Service Business</i>                                    | Turismo inteligente y sustentable/ Big data  | Análisis de datos                  | Por medio del análisis de metadatos se estudia los intereses en el diseño de turismo sustentable e inteligente para hacer frente a los efectos de la pandemia.                                      |
| Gokhberg et al. (2022)        | <i>The Journal of Technology Transfer</i>                  | PP/ tecnología                               | Análisis documental                | A través del análisis documental se busca generar un panorama sobre del desarrollo de PP en materia de ciencia y tecnología en las últimas tres décadas.  |
| Grossi y Argento (2022)       | <i>Accounting, Auditing and Accountability Journal</i>     | Desarrollo tecnológico/ gobernanza pública   | Revisión sistemática de literatura | Efectúan la revisión de literatura para determinar cómo el desarrollo de tecnología en las CI tiene inferencia en la gobernanza pública y en el sistema contable y de rendición de cuentas.         |
| Perucica y Andjelkovic (2022) | <i>Transforming Government: People, Process and Policy</i> | Inteligencia artificial/ PP/ sustentabilidad | Revisión sistemática de literatura | Mediante el análisis de revisión sistemática de literatura se analizan las PP a nivel nacional y regional en desarrollo de inteligencia artificial con impacto en la sustentabilidad.               |
| Sánchez Vergara et al. (2021) | <i>Cities</i>  | Ciudad compartida                            | Revisión documental                | Realizan el análisis de 67 documentos, entre planes, programas y PP para determinar el entendimiento y la comunicación que tienen los actores políticos en cuanto al concepto de ciudad compartida. |

Fuente: Elaboración propia.



Continuación Tabla 14

| Referencia                 | Revista                                    | Tema   | Método              | Principales hallazgos   |
|----------------------------|--|--|---------------------|---|
| Zuiderwijk et al. (2021)   | <i>Government Information Quarterly</i>    | Inteligencia artificial/agenda pública/gobernanza  | Revisión documental | Por medio de la revisión de 26 artículos se analiza el efecto de la inteligencia artificial (AI) en la agenda pública y la gobernanza, encontrando que la AI brinda beneficios en el análisis y procesamiento de información, toma de decisiones y sustentabilidad. |
| Kar et al. (2019)          | <i>Informations Cities Frontiers</i>       | Naciones digitales                                 | Conceptual          | Analizan el desarrollo científico respecto a las investigaciones y PP de transición de CI a naciones inteligentes a través de la digitalización, así como los desafíos que enfrenta esta transición.  |
| Schinagl y Shahim (2020)   | <i>Information &amp; Computer Security</i> | Ciudades inteligentes/digitalización/seguridad     | Conceptual          | Analizan por medio del estudio conceptual las implicaciones en la seguridad en el contexto de la digitalización y las ciudades y negocios inteligentes.   |
| Drápalová y Wegrich (2021) | <i>Government and Opposition</i>           | Tecnocracia/agenda política/PP de sustentabilidad. | Estudio de caso     | Analizan dos ciudades europeas para determinar los efectos que tiene el populismo y el desarrollo de tecnología en agenda política y el desarrollo de PP en materia de sustentabilidad.   |

Fuente: Elaboración propia.



Continuación Tabla 14.

| Referencia                | Revista  | Tema                                       | Método                     | Principales hallazgos  |
|---------------------------|--|--|----------------------------|--|
| Calzada y Almirall (2020) | <i>Transforming Government: People, Process and Policy</i>           | CI/ ecosistemas de datos                   | Estudio de caso            | Por medio de una metodología mixta se analiza el caso de Barcelona para determinar las limitaciones de las CI en el desarrollo de ecosistemas de datos con bien público. El estudio propone una ruta para el diseño de estrategias a nivel local para el impulso en la investigación y el desarrollo de tecnologías para el análisis de datos. |
| Grossi et al. (2021)      | <i>Meditari Accountancy Research</i>                                 | Plataforma digital/ PP                     | Estudio de caso            | Se desarrolla el estudio de caso longitudinal para analizar la utilidad de las plataformas digitales como mecanismo de participación ciudadana en la ciudad de Turín Italia.   |
| Ramaano (2022)            | <i>Management of Environmental Quality: An International Journal</i> | Destinos inteligentes/ turismo sustentable | Explicativo                | Se analizan por medio de la metodología mixta y a través de encuestas y entrevistas las estrategias implementadas para el desarrollo del turismo sustentable y los destinos inteligentes.  |
| Leite (2022)              | <i>Journal of Business Research</i>                                  | CI/ redes de innovación y sustentabilidad  | Estudio de casos múltiples | Analizan dos casos de CI a través de la técnica de casos cruzados para determinar las configuraciones de las redes de innovación en las CI y su contribución al desarrollo sustentable.  |

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los constructos de CI y PP se encontraron los estudios de Apiratwarakul et al. (2022) con PP para el sector salud, Gokhberg et al. (2022) con la revisión de las PP que se han generado en materia de desarrollo tecnológico, Grossi et al. (2021) con el análisis de las plataformas digitales como medio para fomentar la participación ciudadana. Por otra parte, respecto al diseño de PP, Kimpimäki et al. (2022) y Solazzo et al. (2022) analizan la innovación abierta y la producción de datos como medio para elaborar y evaluar las PP, Perucica y Andjelkovic (2022) efectúan el análisis de las PP y la integración de la inteligencia artificial a nivel regional y municipal.

Por lo que refiere al estudio de los constructos CI y DS Bulchand-Gidumal (2022) y Ramaano (2022) analizan el desarrollo de CI desde el enfoque al turismo inteligente como medio para impulsar a las ciudades, la economía y la pronta recuperación tras la pandemia del SARS-COV-19. A su vez Galaz et al. (2021) investigan los efectos positivos y negativos de la inteligencia artificial en la sustentabilidad de tres sectores específicos. En resumen, aunque se identificaron las investigaciones de Da Silva et al. (2020), Sánchez Vergara et al. (2021) y Kar et al. (2019) que refieren al estudio de los tres constructos CI, PP y DS, dichos estudios no integran el estudio de las dimensiones del concepto de CI, teniendo énfasis solo en el análisis de las PP del sector salud, desarrollo tecnológico y plataformas digitales.

Por otra parte, los estudios revisados en el marco teórico se han limitado al análisis de las CI y el DS desde metodologías cuantitativas, generando índices para medir el grado de inteligencia de las ciudades, principalmente europeas, con limitaciones para medir la inteligencia de las CIS en ciudades de países en desarrollo. Por tanto, se generó esta investigación por medio de la aplicación de una metodología de análisis de casos múltiples a través del enfoque de análisis cualitativo comparado y teoría de conjuntos, mediante la cual es posible identificar las configuraciones de condiciones de CI, PP y DS con el análisis de datos cuantitativos y cualitativos.

#### 4.4 Contexto y Paradigma Científico de la Investigación

Respecto al paradigma de investigación se definió como un investigación básica que pretende generar el análisis de las condiciones que dan origen a las CIS con fundamento en modelos teóricos, es de corte descriptiva documental ya que la recolección de los datos cuantitativos se realiza en una sola ocasión a través de fuentes de información secundarias de estadísticas oficiales, así como del análisis de datos cualitativos a través de la revisión documental de las PP y los planes de desarrollo de cada ciudad. En la Tabla 15, se presenta la unidad de análisis y la población de estudio, refiriendo a la muestra teórica de las ciudades potenciales de ser CI en México, así como los casos contraste, es decir, las ciudades de no éxito de ser CI en México, pero con condiciones similares a las ciudades consideradas potenciales CIS.

Para el análisis de los datos, se utilizó una hoja de Excel® para integrar a través de una matriz las dimensiones para medir las CI, el DS y las PP, llamadas condiciones en la metodología del análisis cualitativo comparado (QCA), así como el conjunto de indicadores seleccionados y validados a partir de la revisión teórica de los modelos. Posteriormente, se planteó el análisis de las condiciones en el software, fsQCA® en su versión 4.1, para determinar las configuraciones de condiciones lógicamente posibles, así como su necesidad y suficiencia para el modelo de CIS en el contexto de las ciudades de un país en desarrollo. Finalmente, se condujo el análisis de casos cruzados a través del software Atlas.ti ® versión 24.

**Tabla 15.** *Contexto de la Investigación*

| <b>Tipo</b>                  | <b>Descripción</b>                   |
|------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Por su estructura</b>     | Básica                               |
| <b>Por su modelo</b>         | Descriptiva/documental               |
| <b>Por su enfoque</b>        | Cualitativa Comparada                |
| <b>Metodología</b>           | Análisis Cualitativa Comparada (QCA) |
| <b>Por su técnica</b>        | Análisis de casos múltiples          |
| <b>Por su análisis</b>       | Configuracional                      |
| <b>Fuente de información</b> | Fuentes de información secundaria    |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Tabla 15.

| Tipo                      | Descripción   |
|---------------------------|---|
| <b>Unidad de análisis</b> | Ciudades inteligentes en México   |
| <b>Población</b>          | Selección de cinco ciudades potencialmente inteligentes en México y 24 ciudades como casos contraste. |
| <b>Software</b>           | Excel®, fsQCA® 4.0, Atlas.ti 24®  |

Fuente: Elaboración propia.

La decisión de abordar esta investigación a través de la metodología del QCA se fundamentó en la revisión de las metodologías que han antecedido el estudio de los tres constructos (CI, PP, DS), buscando superar las deficiencias de los estudios cuantitativos que se han limitado al estudio de los efectos de factores individuales, teniendo resultados poco concluyentes, debido al efecto que pueden causar algunos indicadores en el resultado, problema a los que hacen referencia Fiss (2011) y Trejo (2021).

Aunado a lo anterior, las investigaciones previas bajo los enfoques cualitativos se han limitado al estudio de caso único, principalmente de ciudades de países desarrollados, o al estudio de la revisión documental y sistemática, dejando un vacío en el análisis comparativo de casos múltiples, sobre todo en el contexto de ciudades de países en desarrollo. De igual forma, se identificó la necesidad de estudios que pudieran analizar las configuraciones causales, es decir, las diversas combinaciones de condiciones que generan el resultado de CIS, por lo que se optó por la metodología de QCA, por su orientación a casos múltiples y el estudio de la complejidad causal.

Algunos referentes en la implementación de los estudios de casos múltiples en estudios que contemplan los constructos de CI, PP y DS, se encuentran en las investigaciones de Leite (2022) a través de la técnica de casos cruzados en dos CI para el análisis de la configuración de redes. Los estudios con la metodología del QCA de Garcés (2018) quien efectúa el análisis de PP comparadas de desarrollo humano, con el cual busca superar las limitantes de los análisis econométricos; Mu et al. (2022) con el estudio de las configuraciones del gobierno y la sociedad que generan proyectos de CI y, García Batiz et al. (2015) con la construcción de un

índice sintético para medir el DS en el contexto local por medio del análisis de conjuntos difusos.

Por otra parte, la importancia que ha cobrado el abordaje de los estudios académicos y científicos a través de la metodología del QCA en su versión de conjuntos nítidos, conjuntos borrosos y multivalor, se puede observar en la investigación de Oana et al.(2021) quienes realizan un análisis sistemático de la literatura sobre el uso de QCA en la producción científica del periodo de 1994 a 2019, encontrando 611 publicaciones, destacando que el QCA se ha utilizado en cuatro campos principalmente: ciencias políticas y relaciones internacionales, sociología, medioambiente y sostenibilidad, y en particular negocios y gestión (Oana et al., 2021, p. 20).

De igual forma, Mello y Tanja (2021) presentan los resultados del análisis de sistemático de literatura de 120 artículos de investigación científica, cuyos estudios se efectúan con la metodología del QCA, en dicho análisis encontraron que la mayor proporción de artículos son abordados con el análisis de conjuntos difusos con un total de 90, mientras que 25 fueron abordados con el análisis de conjuntos nítidos, y solo cinco a través del análisis de multivalor. Respecto al número de casos que se abordan en los 120 artículos encontraron que en promedio se analizan 26 casos y seis condiciones.

#### **4.5 Consistencia Metodológica**

En la Tabla 16 se presenta la matriz de consistencia metodológica, la cual muestra un resumen de la estructura de la investigación, integrando y vinculando el problema de investigación, los objetivos, el planteamiento de consideraciones preliminares (hipótesis), las condiciones y la metodología a través de la cual se aborda la investigación.

**Tabla 16.** Matriz de Consistencia Metodológica

| <b>Problema de investigación</b>  | <b>Objetivos</b>  | <b>Hipótesis</b>   | <b>Condiciones</b>   | <b>Metodología</b>   |
|---|---|--|--|--|
| <b>General</b>  | <b>General</b>  | <b>General</b>   | <b>General</b>   |  |
| ¿Cuáles son las configuraciones de las condiciones de CI, PP y DS que han promovido la existencia de CIS en el contexto de un país en desarrollo? | Analizar las configuraciones de las condiciones de CI, PP y DS que han promovido la existencia CIS en el contexto de un país en desarrollo. | La presencia de Mov, Eco, Med, Soc, Vid, Gob y PP son condiciones suficientes y necesarias para dar origen a una CI en el contexto de un país en desarrollo. | Resultado (dependiente): <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIS</li> </ul> | <p><b>Tipo de investigación:</b><br/>Descriptiva transversal</p> <p><b>Metodología:</b><br/>Análisis Cualitativo Comparado (QCA)</p> <p><b>Método:</b><br/>Análisis de casos múltiples</p> |
| <b>Problema de investigación</b>  | <b>Objetivo</b>   | <b>Hipótesis</b>   | <b>Condiciones</b>   |  |
| <b>Específico</b>   | <b>Específico</b>   | <b>Específico</b>  | <b>Específico</b>  |  |
| ¿Cuáles son las configuraciones de condiciones de modelos de CI y DS que favorecen el análisis de CIS en el contexto de un país en desarrollo?    | Analizar las configuraciones de condiciones de modelos de CI y DS que favorecen el análisis de CIS en el contexto de un país en desarrollo. | La combinación de condiciones de modelos de CI y DS permiten el análisis de CIS el contexto de un país en desarrollo.  | Resultado (dependiente): <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIS</li> </ul> | <p><b>Técnica:</b><br/>Revisión documental<br/>Datos de fuentes secundarias<br/>Casos cruzados</p>   |

Continuación Tabla 16.

| <b>Problema de investigación</b>   | <b>Objetivos</b>  | <b>Hipótesis</b>   | <b>Condiciones</b>  | <b>Metodología</b>  |
|--|---|--|---|---|
| <b>Específico</b>  | <b>Específico</b>   | <b>Específico</b>  | <b>Específico</b>   |   |
| ¿Cuáles son las principales PP que han promovido la transformación de ciudades inteligentes y sustentables en el contexto de países en desarrollo? | Analizar las PP que han promovido la transformación de las CIS en el contexto de ciudades de un país en desarrollo. | Las PP que integran la planificación urbana con la sustentabilidad ambiental y la conectividad tecnológica han sido fundamentales para la transformación de CIS. | Resultado (dependiente): <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIS</li> </ul> Condiciones (variable independiente): <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP</li> </ul> | <b>Unidad de análisis:</b><br>Ciudades de México<br><br><b>Población:</b> 29 ciudades (casos). <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 casos teóricos</li> <li>• 24 casos contraste</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia

Nota: CI (Ciudades Inteligentes), DS (Desarrollo Sustentable), PP (Políticas Públicas), CIS (Ciudades Inteligente y Susntables).



## **4.6 Enfoque de la Investigación**

El enfoque del análisis cualitativo comparado (QCA), por sus siglas en inglés, fue desarrollado por Charles Ragin en 1987 con la finalidad de generar un enfoque de estudio de aplicación en las ciencias sociales que contará con la rigurosidad de los métodos cuantitativos al integrar el análisis de datos con técnicas estadísticas, a la vez que incorpora la profundidad y detalle de los métodos cualitativos, permitiendo el análisis de un mayor número de casos a través las configuraciones de condiciones y el análisis de suficiencia y necesidad. Su fundamentación se basó en los métodos matemáticos, la ingeniería, la lógica y la teoría de conjuntos. De acuerdo con Rihoux (2006) el QCA puede ser considerado un enfoque multimétodo ya que se basa en el análisis cualitativo de casos, al mismo tiempo implementa técnicas cuantitativas.

### **4.6.1 Fundamentación del QCA**

De acuerdo con Schneider y Wagemann (2012) al inicio la aplicación del QCA fue destinada al estudio de la política comparada, con la finalidad de analizar diferencias entre casos, principalmente a nivel de comparación entre países. Sin embargo, su estudio se extendió más allá de los fenómenos macroeconómicos, a niveles meso y micro. Como objetivo fundamental el QCA busca superar las deficiencias de los enfoques cuantitativos y cualitativos en las ciencias sociales, al integrar técnicas estadísticas y de rigor científico, sin perder el detalle de los casos en particular y los factores contextuales.

En relación con lo anterior, Hudson y Kühner (2013) señalan que la aplicación del QCA se ha trasladado también, al análisis y evaluación de políticas, aunque este proceso es todavía menos frecuente. De igual forma señalan que “las ventajas de este método radican en la conceptualización y calibración de las variables sobre la base de estándares externos conocidos de manera confiable, y en su forma más pura, no se contenta con usar promedios y desviación estándar” (Hudson y Kushner, 2013, p. 280).

Contrario a las técnicas estadísticas convencionales como el análisis multivariado y de regresión que requieren de la integración de un N mayor para hacer inferencias, Fiss (2007) señala que el QCA y los métodos de teoría de conjuntos permiten el estudio comparativo a través de un N medio, “pues la numerosidad de los casos podría ser muy alto para un estudio de casos y muy bajo para un análisis estadístico” (Ragin, 2000, p. 29).

De tal forma, el QCA permite el análisis de las configuraciones y patrones que se generan dentro de los casos, los cuales son resultado de la interacción en diferentes contextos. Por lo que, de acuerdo con Ragin (1989) “las variables causales no se examinan una por una o en términos de su contribución única a la variación explicada como en los análisis estadísticos, sino como elementos básicos que definen las configuraciones” (p.312).

Al igual que el estudio de casos cruzados propuesto por Eisenhardt (1989), técnica que también incorpora el enfoque del QCA, se plantea el análisis de casos donde el número de variables (condiciones) es mayor al número de casos. Para la selección del número de casos en los estudios de casos múltiples, Yin (2008) señala que deberá ser de entre 4 y 10 casos, contrario a ello, el número sería muy bajo para hacer inferencias o muy grande para poder realizar su análisis.

El enfoque del QCA a través de la lógica booleana y el análisis de conjuntos, de acuerdo con Mejía (2021) establece una muestra de mayor tamaño de entre 5 y hasta 50 casos, lo que permite mayor análisis y representatividad de los resultados. En relación con lo anterior, Vancea (2006) señala que Ragin ha desarrollado una estrategia sintética que permite el estudio de estructuras de datos complejos y su comparabilidad a través del estudio de casos.

Esta estrategia incorpora tres tradiciones principales: “1) la investigación cualitativa (muchas variables, pocos casos) estudia los puntos en común, 2) la investigación comparativa (algunos casos, algunas variables) estudia la diversidad, y 3) la investigación cuantitativa (muchos casos, pocas variables) examina las relaciones entre las variables”(Vancea, 2006, p. 299).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Otro de los argumentos por los que Fiss (2007) señala que los modelos de teoría de conjuntos brindan mayor conocimiento y explicación en el estudio de las configuraciones entre casos, es por la no linealidad, los efectos sinérgicos y la equifinalidad, este último refiere a las diferentes configuraciones mutuamente no excluyentes que generan un mismo resultado. Por lo tanto, “los métodos de teoría de conjuntos difieren de los enfoques convencionales basados en variables en que no desagregan los casos en aspectos independientes y analíticamente separados, sino que tratan las configuraciones como diferentes tipos de casos” (Fiss, 2011, p. 22).

Parente y Federo (2019) señalan que el QCA tiene una ventaja sobre los otros enfoques, ya que permite el análisis de tres principios de complejidad causal, 1) el principio de conjunción, el cual refiere al resultado que ocurre a partir de la interdependencia de diversos factores, 2) el supuesto de equifinalidad, el cual señala que pueden existir múltiples vías para un mismo resultado, y 3) el supuesto de asimetría, el cual refiere que la presencia o ausencia de factores requiere de múltiples explicaciones.

En relación con los enfoques multivariantes, Parente y Federo (2019) refieren que “investigaciones anteriores han demostrado que QCA supera los límites del modelo de ecuaciones estructurales (SEM), que se argumenta para capturar múltiples interacciones; sin embargo, SEM no logra captar la necesidad o suficiencia de las condiciones para producir un resultado” (p.407). En consecuencia, Mello y Tanja (2021) señalan cuatro usos del método del QCA: 1) identificar patrones en los casos, 2) creación de tipologías, 3) probar teorías y, 4) desarrollar teorías.

Finalmente, Hudson y Kühner (2013) señalan que el QCA puede ser una herramienta oportuna para evaluar PP, esto a diferencia de las tablas de clasificación a través de indicadores, este método puede hacer una inspección más profunda de los valores obtenidos, “ya que si se pretende hacer un índice o clasificación de los casos a través de la calibración se puede obtener mayor precisión de las configuraciones e indicadores”(Hudson y Kühner, 2013, p. 281).

En resumen, la decisión de abordar esta investigación bajo el enfoque del QCA atendió a la necesidad de superar las deficiencias en el análisis de las condiciones que generan CIS en el contexto de ciudades de un país en desarrollo, analizando la disponibilidad de datos a nivel ciudad y calibrando los valores de manera cualitativa a través de la revisión teórica y la revisión empírica de los datos, lo cual permite disminuir los sesgos en la medición.

#### 4.6.2 Conjuntos Nítidos, Conjuntos Difusos y Conjuntos Multivalor

Para su análisis la metodología del QCA plantea tres tipos de conjuntos, conjuntos nítidos (*crisp set*), conjuntos difusos (*fuzzy set*) y conjuntos multivalor (mvQCA). Los conjuntos nítidos tienen valores dicotómicos entre 0 y 1, donde el valor de cero explica la no pertenencia absoluta y el valor de uno la pertenencia absoluta. Sin embargo, Ragin et al. (2000) postulan que los fenómenos sociales no pueden ser clasificados de manera dicotómica solo por la pertenencia o no pertenencia.

En la obra *Fuzzy-set and Social Science*, Ragin et al. (2000) extendieron su estudio al análisis de conjuntos difusos, los cuales establecen un rango de valores entre 0 y 1, explicando así el grado de pertenencia o no pertenencia, lo cual “permiten establecer diferencias en especie (cualitativas) y diferencias en grado (cuantitativas), para fenómenos cualitativamente idénticos” (Schneider y Wagemann, 2012, p.29).

Las operaciones lógicas que utiliza el QCA son operaciones simples de unión, intersección y complemento, las cuales son representadas mediante los indicadores booleanos *AND*, *OR* y *NOT*. Si bien, el QCA se presenta como una estrategia para analizar hipótesis a través de relaciones de conjuntos, las notaciones que utiliza son condición (variable independiente) y resultado (variable dependiente).

Ante la limitación de los conjuntos nítidos al categorizar las condiciones de forma binaria, el *Multi-value* QCA (mvQCA) representa una alternativa con la finalidad de categorizar las condiciones de manera multivalor, estableciendo diferencias categóricas, es decir, diferencias cualitativas en un conjunto, más no cuantitativas. Lo anterior significa, que a través del mvQCA es posible que una condición pueda

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

tomar más de un valor. A diferencia de la categorización de conjuntos nítidos” la notación en mvQCA se compone de una o más expresiones  $x\{S\}$ , donde X es la condición y S es el conjunto de posibles valores de X” (Medina et al., 2017. p.154).

El análisis multivalor o mvQCA, no es una nueva técnica sino una forma de analizar condiciones cuando es necesario establecer categorías entre ellas, que de lo contrario con el análisis de conjuntos nítidos quedaría limitado a los valores binarios. Otra de las alternativas es establecer valores *dummy*, es decir, separar las condiciones por cada una de las categorías, pero con ello se corre el riesgo de incrementar el número de condiciones generando trivialidades en los resultados.

Referente a la validación de los datos, Schneider y Wagemann (2012) señalan que el QCA implementa una doble validación, tanto teórica como empírica, en la primera el investigador se auxilia de teorías y modelos que lo ayuden a explicar los conceptos del fenómeno en cuestión. Respecto a la validación empírica esta es interna y externa, la interna corresponde a la agrupación de los datos sin tratamiento y la detección de regularidades, mientras que la validación externa corresponde al contraste con indicadores fuera de la muestra seleccionada.

Este proceso de doble validación de acuerdo con Schneider y Wagemann (2012) permite superar los errores y sesgos cometidos por los métodos estadísticos al usar medidas de tendencia central como la media y la mediana para designar la propiedad de los datos. Trejo (2021) refiere que el uso de estas medidas provoca percepciones equivocadas, ya que son propiedades de los datos analizados.

#### **4.6.3 Operaciones de Conjuntos**

Como se señaló anteriormente, el QCA se fundamenta en la teoría de conjuntos, por lo que utiliza la notación de intersección “AND”, unión “OR”, negación “NOT”, así como la simbología que se presenta en la Tabla 17.

**Tabla 17.** Sistema de operadores lógicos

| Operador    | Proposición lógica      | Algebra Booleana           | Teoría de conjuntos           |
|-------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| AND         | Conjunción<br>$\wedge$  | Multiplicación<br>$*, (.)$ | Intersección<br>$\cap$        |
| OR          | Disyunción<br>$\vee$    | Adición<br>$+$             | Unión<br>$\cup$               |
| NOT         | Complemento<br>$\neg D$ | Negación<br>$1-D \sim$     | Conjunto negativo<br>$\sim D$ |
| Inclusión   | Sí, entonces            |                            | Subconjunto                   |
| Suficiencia | $\rightarrow$           |                            |                               |
| Necesidad   | $\leftarrow$            |                            |                               |

Fuente: Reelaboración con base en Mello y Tanja (2021).

Las operaciones en la teoría de conjuntos y la elaboración de las tablas de verdad en la lógica difusa funcionan de la siguiente manera:

- La determinación del valor en la intersección (*AND*) de un conjunto de dos o más condiciones se establece por el valor mínimo.
- La determinación del valor en un conjunto formado por unión (*OR*) de dos o más condiciones se establece por el valor máximo.
- La determinación del valor en la negación se establece por el complemento, es decir, restamos el valor del conjunto a la unidad.

Por otra parte, Schneider y Wagemann (2012, p.48-49) presentan las reglas para combinar operadores lógicos, por medio de las cuales es posible realizar la minimización lógica, dichas propiedades son la conmutatividad, la asociatividad y distributiva. La conmutatividad refiere al orden en que se presentan las condiciones es irrelevante cuando se conectan a través de las *AND* y *OR*. La asociatividad consiste en que con los mismos operadores las condiciones se pueden agrupar de maneras distintas, y finalmente la propiedad distributiva se utiliza para factorizar elementos dentro de una expresión lógica que utiliza *AND* y *OR*.

#### 4.6.4 Calibración de las Condiciones

En la metodología del QCA se entiende por calibración al proceso de asignación de valores de pertenencia y no pertenencia a un conjunto de datos, para ello se

establecen valores de 0 y 1 para conjuntos nítidos. Por su parte, en el análisis de conjuntos difusos al proceso de calibración de datos se establece en el rango de entre 0 y 1, es decir, los conjuntos difusos establecen el grado de pertenencia al conjunto, mientras los conjuntos nítidos se establecen como valores dicotómicos.

En la Tabla 18, se pueden observar algunas de las escalas de calibración para conjuntos difusos. Además, es posible diseñar escalas de mayor número, tomando como referencia el punto de indiferencia, es decir, el punto en el que no sabemos si un caso debe considerarse más miembro o no miembro del conjunto. Estos puntos se establecen de acuerdo con criterios de análisis empírico de los datos sin analizar, así como de la revisión teórica y conceptual, identificando con ello las variaciones relevantes e irrelevantes en los datos.

**Tabla 18.** Conjuntos Nítidos Versus Conjuntos Difusos

| <b>Conjunto nítido<br/>(Crisp set)</b> | <b>Cuatro valores de conjunto difuso (Fuzzy set)</b> | <b>Seis valores de conjunto difuso (Fuzzy set)</b>      | <b>Conjunto difuso continuo</b>                  |
|--|--|---|--|
| 1= Totalmente dentro del conjunto      | 1= Totalmente en el conjunto.                        | 1= Totalmente dentro del conjunto                       | 1= Totalmente dentro del conjunto                |
|  | 0.67= Más dentro que fuera del conjunto.             | 0.8= Mayormente, pero no totalmente dentro del conjunto | Más dentro que fuera del conjunto: $0.5 < X < 1$ |
|  | 0.33= Más fuera que dentro del conjunto              | 0.6= Más dentro que fuera del conjunto                  | 0.5= Ni fuera ni dentro del conjunto             |
|  |  | 0.4= Más fuera que dentro del conjunto                  | Más fuera que dentro del conjunto: $0 < X < 0.5$ |
| 0= Totalmente fuera del conjunto       | 0= Totalmente fuera del conjunto                     | 0= Totalmente fuera del conjunto                        | 0= Totalmente fuera del conjunto                 |

Fuente: Ragin (2008).



El proceso de calibración de acuerdo con Schneider y Wageman (2012, p. 32) requiere de conocimiento teórico y empírico, así como de los siguientes pasos:

1. Definición cuidadosa de la población relevante de casos.
2. Definición precisa del significado de todos los conceptos (tanto las condiciones como el resultado) utilizados en el análisis.
3. Decisión sobre dónde se ubica el punto de máxima indiferencia entre la membresía y la no membresía (indicado por el ancla de 0,5 en conjuntos difusos y el umbral en conjuntos nítidos).
4. Decisión sobre la definición de membresía plena (1) y no membresía plena (0).
5. Decisión sobre la membresía graduada entre el ancla cualitativa.

Respecto del proceso de calibración Schneider y Wageman (2012) señalan que existen diversos métodos cualitativos, pudiendo hacer uso de encuestas a expertos, método Delphi o incluso observaciones e inferencias. Sin embargo, “cuando se dispone de datos de escala de intervalo, los investigadores tienen varias opciones de calibración” (Schneider y Wageman, 2012, p.33).

Existen dos métodos de calibración, el método de calibración directo y el método indirecto. El método directo consiste en la asignación de los datos a los puntos de pertenencia y no pertenencia, señalando 1 (punto de pertenencia total) 0,5 (punto de indiferencia total) y 0 (punto de no pertenencia total). La asignación de valores con el método directo es realizada por el investigador utilizando criterios cualitativos externos. La calibración con el método directo puede realizarse en el software fsQCA a través de la herramienta “*Compute*”, estableciendo para ello la función “*Calibrate*” y determinando previamente los anclajes, es decir los valores de pertenencia, no pertenencia e indiferencia.

Otra forma de realizar la calibración con el método directo de forma manual es a través de los siguientes pasos enunciados por Medina et al. (2017), los cuales parten de la definición de las categorías conceptuales, es decir la definición de cada una de las condiciones:

1. Definir el punto de indiferencia (*crossover point*), valor de pertenencia total y el valor de la no pertenencia total en la matriz de datos. Posteriormente, se calcula la desviación de cada uno de los casos respecto al punto de indiferencia.
2. El siguiente paso es dividir el logaritmo natural de total pertenencia por la desviación del valor asignado para el umbral de total pertenencia y el punto de indiferencia, lo cual dará como resultado una ratio, el cual llamaremos escala. Este cálculo se repite para el valor de no pertenencia total.
3. Ahora multiplicamos el valor de la desviación de cada caso por la escala, dando como resultado el producto.
4. Para calcular el grado de pertenencia se utiliza la fórmula: Grado de pertenencia=  $\exp(\text{Producto}) / [1 + \exp(\text{Producto})]$ .

En cuanto al método indirecto, utiliza métodos de regresión para clasificar que casos pertenece o no al conjunto de acuerdo con una puntuación inicial. Para el cálculo a través del método indirecto es necesario la ordenación de los datos, para su posterior cálculo, Medina et al. (2017) refieren que esta acción no es posible realizarla en fsQCA®, sino en STATA® o R®, para lo cual se necesitará crear una nueva condición.

Para la calibración a través de criterios externos, Mello y Tanja (2021) refieren que existen tres tipos de conocimientos que ayudan a delinear los criterios: 1) estadísticas, fuentes de información oficial, 2) conceptos generales o ampliamente aceptados y, 3) aprovechamiento del conocimiento del propio investigador (p.76). La selección y aplicación de uno o más criterios debe exponerse de manera clara, garantizando la objetividad en la calibración, así como la exposición de los umbrales de calibración, que pueden ser varias para cada una de las condiciones.

Continuando con las estrategias de calibración Mello y Tanja (2021) señalan que es posible calibrar datos a través de instrumentos de enfoque cualitativo como “entrevistas, documentos, observaciones de campo o archivos históricos, al igual que puede basarse en indicadores cuantitativos, tomados de conjuntos de datos o encuestas existentes” (p.32).

Por su parte, Basurto y Speer (2012) señalan que cuando se trata de estudio micro y meso, en los cuales no se cuenta con datos cuantitativos las técnicas de entrevista y encuestas son de gran ayuda para obtención de información y su posterior calibración. Para la calibración de datos obtenidos a partir de encuestas y entrevistas, Antwi-Afari et al. (2021) señalan que los valores de calibración podrían obtenerse con escalas de calificación de cinco puntos (Likert), tomando como valor mínimo los valores de 1, y valor máximo el valor de 5, así como los valores 2 y 3 como puntos de indiferencia.

Finalmente, Fiss (2007) y Schneider y Wageman (2012) señalan que la metodología del QCA se entiende como un enfoque que integra la tradición cuantitativa y cualitativa al estudiar las diferentes configuraciones y su relación entre ellas. Por su parte Trejo (2021), refiere que “la investigación cualitativa, cuyo objetivo es, distinguir entre variación relevante e irrelevante (es decir, interpretar la variación), y el punto de vista de la calidad de la investigación cuantitativa cuyo objetivo es, la colocación precisa de los casos relacionados entre sí” (p.137).

La calibración tiene como objetivo contextualizar e integrar valores cualitativos a datos cuantitativos brutos, sin lo cual, no se contaría con un referente para explicar la diferencia entre los valores. Una de las ventajas de calibrar los datos es que permite identificar las variaciones significativas en los datos, y dar interpretaciones de manera contextual.

#### **4.6.5 Tabla de Verdad**

La presentación de los datos calibrados se realiza por medio de una tabla de verdad (*True table*) en la cual se muestran las configuraciones de condiciones de cada uno de los casos. De acuerdo con Ragin (1989) “en QCA, cada caso se concibe de manera holística, como una configuración de condiciones, no como una colección de puntajes en variables” (p.399).

La construcción de las tablas de verdad se asemeja a una matriz de datos, utilizada en los métodos cuantitativos, sin embargo, como señalan Schneider y Wagemann (2012) la diferencia radica en que, en las filas de las tablas de verdad, no se

establece un caso o una observación, “sino que cada fila representa una de las combinaciones *AND* lógicamente posibles entre las condiciones” (Schneider y Wagemann 2012, p.92).

Para el cálculo del número de filas Schneider y Wagemann (2012) establecen la fórmula de  $2^K$ , “en donde K representa el número de condiciones utilizadas y el número 2 los dos estados diferentes (presencia o ausencia) en los que pueden ocurrir estas condiciones” (p.92). Así mismo, señalan que existen tres pasos para la elaboración de una tabla de verdad tanto para conjuntos nítidos como para conjuntos difusos, los cuales se enuncian a continuación.

1. Creación de la tabla de verdad, a través de la formula  $2^k$
2. Asignar los casos a cada una de las filas, tomando en cuenta las configuraciones
3. Se asignan valores de resultado para cada uno de los casos

#### **4.6.6 Análisis de Condiciones de Necesidad, Suficiencia y Minimización Lógica**

De acuerdo con Fiss (2007) los métodos de teoría de conjuntos permiten la construcción de nuevas teorías, al estudiar las diferentes configuraciones que conducen a un mismo resultado. El estudio de estas configuraciones es la característica principal del QCA a través del análisis de la complejidad causal, mediante “el estudio de causalidad coyuntural (combinaciones de condiciones), equifinalidad (múltiples vías) y asimetría causal (resultado y no resultado pueden requerir diferentes explicaciones)”(Mello y Tanja, 2021, p. 1).

Para ello se requiere conducir el análisis de necesidad y suficiencia de las condiciones que dan origen a un determinado resultado, así como su fuerza de cobertura y consistencia, las cuales de acuerdo con Ragin (2006) se asemejan al grado de significancia en los análisis estadísticos. El análisis de cobertura se realiza en fsQCA® a través de la herramienta (*solution coverage*) y el análisis de consistencia por medio de la herramienta (*solution consistency*). Un breve resumen de estas medidas de análisis se muestra en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Análisis de Necesidad y Suficiencia

| Necesidad   | Suficiencia   |
|---|---|
| Se considera que una condición es necesaria para un resultado, si siempre que está presente el resultado, la condición también está presente. Aunque puede haber casos donde esté presente la condición, más no el resultado. | Se considera suficiente si, siempre que la condición esté presente en todos los casos, el resultado también está presente.  |
| $X \leftarrow Y$  | $X \rightarrow Y$   |
| Si hay casos con $Y=1$ y $X=1$ , y ningún caso con $Y=1$ y $X=0$ , entonces tenemos evidencia empírica que respalda la afirmación de que $X$ es una condición necesaria para el resultado $Y$ .                               | Si hay casos con $X=1$ y $Y=1$ , y ningún caso con $X = 1$ e $Y = 0$ , entonces tenemos evidencia empírica que respalda la afirmación de que $X$ es suficiente para $Y$ . |

Fuente: Elaboración propia con base en (Medina et al., 2017; Oana et al., 2021; Rihoux y De Meur, 2009; Schneider y Wagemann, 2012)

Otro análisis efectuado en el proceso de minimización son las condiciones INUS (*Insufficient but necessary part of a condition which is itself unnecessary but sufficient for the result*) “hacen referencia a condiciones que son partes insuficientes pero necesarias de una configuración que es innecesaria, pero suficiente para producir el resultado” (Schneider y Wagemann, 2012, p. 79).

Estas condiciones son aspectos de las soluciones del QCA, ya que refieren a condiciones que individualmente son insuficientes para el resultado, pero su combinación con otras condiciones es suficiente para el resultado. Sin embargo, se consideran innecesarias, puesto que existen otras condiciones o combinaciones que obtienen el mismo resultado. Trejo (2021) propone el siguiente ejemplo:

$$(A*B+C \rightarrow Y)$$

En donde:

- $(A*B)$  representa una combinación de dos condiciones
- $C$  representa una condición
- $Y$  es el resultado

Por lo tanto, la combinación de (A\*B) no es necesaria para producir Y, puesto que C puede producir Y. Sin embargo, la condición (A\*B) si puede producir el resultado. Se entiende entonces que, “tanto A como B son individualmente necesarios para crear la configuración suficiente (A\*B) aunque individualmente no sean suficientes (porque se necesitan la una a la otra para producir dicha configuración. Por tanto, tanto A como B son condiciones INUS”(Trejo, 2021, p. 137).

El complemento lógico de INUS es la condición SUIN (*Sufficient, but Unnecessary part of a factor that is Insufficient, but Necessary for the result*) la cual se define como “partes suficientes pero innecesarias de un factor, que es insuficiente pero necesario para producir el resultado” (Schneider y Wagemann, 2012, p. 79). La condición SUIN se establece como la unión de condiciones que son necesarias para producir el resultado, ya que dicho resultado no se produce sin la unión. Esta condición la ejemplifica Trejo (2021, p. 137) de la siguiente manera:

$$(A+B) * C = Y$$

En donde:

- Para producir Y, es necesario que A o B se combine con C.
- Siendo A y B alternativas, por lo que ninguna es necesaria, pero sí suficientes para producir Y.
- (A+B) no es suficiente para producir Y, ya que debe darse simultáneamente con C.
- (A+B) es necesaria para producir Y, ya que C no es una condición suficiente.

#### 4.6.7 Medidas de Consistencia Teórica

La integración de las medidas de consistencia teórica o medidas de ajuste, forman parte del refinamiento del QCA a través del estudio de conjuntos difusos, “indican hasta qué punto los casos que comparten una combinación específica de condiciones también muestran el resultado de interés” (Mello y Tanja, 2021, p.6). De acuerdo con Ragin (2000) la consistencia mide el grado en que una condición o combinación de condiciones se acercan a la necesidad y suficiencia. Otra medida

es el grado de cobertura (significancia en los métodos cuantitativos) mide la relevancia empírica de las condiciones con respecto al resultado.

#### **4.7 Diseño de la Investigación**

Con relación a los pasos que se conducen en la aplicación de la metodología del QCA, Schneider y Wagemann (2012) postulan siete pasos: 1) conocimiento teórico, 2) diseño de investigación, 3) conocimiento de los casos, 4) calibración, 5) tablas de verdad, 6) minimización lógica, y 7) interpretación. Adicional a este postulado, Mello y Tanja (2021) presentan el círculo de investigación del QCA como un proceso interactivo, en su estudio refieren once pasos basados en la propuesta de Ragin (2000) y Schneider y Wagemann (2012).

La única diferencia del diseño que propone Mello y Tanja (2021) con respecto a las propuestas de Ragin (2000) y Schneider y Wagemann (2012) para el análisis de QCA, radica en la integración de la formulación del problema y pregunta de investigación, así como la separación de las etapas del proceso de minimización lógica en el análisis de suficiencia y análisis de necesidad. Otro de los diseños de investigación para el análisis de QCA es el que plantean Oana et al. (2021), quienes postulan tres momentos generales, el momento preanalítico, momento analítico, momento post-analítico, los cuales se componen por un conjunto de actividades muy similares a las enunciadas en el modelo de Schneider y Wagemann (2012).

Para los fines de esta investigación se tomó como referencia los siete pasos que plantean Schneider y Wagemann (2012), integrados en los tres momentos del modelo de Oana et al. (2021) como se presenta en la Tabla 20. En dicha tabla se enuncian a manera de resumen las actividades que se desarrollaron en cada uno de los pasos, incorporando también las herramientas y el software para el análisis de los datos.



**Tabla 20.** Pasos de la Metodología de fsQCA®

| Momento               | Pasos  | Nombre                          | Actividades generales  |
|-----------------------|--------|---------------------------------|--|
| <b>Preanalítico</b>   | Paso 1 | Conocimiento teórico            | 1) Búsqueda y revisión de índices y modelos de CI, PP, y DS.   |
|                       | Paso 2 | Diseño de investigación         | 1) Formulación de pregunta de investigación.   |
|                       | Paso 3 | Selección de casos              | 1) Se seleccionaron 29 casos de estudios, cinco son muestra teórica y 24 casos contraste.  |
|                       | Paso 4 | Calibración                     | 1) Planteamiento de condiciones y escalas de medición.<br>2) Búsqueda de datos cuantitativos y cualitativos para medir los conceptos y condiciones.<br>3) Establecimiento de anclajes de pertenencia, indiferencia y no pertenencia. |
| <b>Analítico</b>      | Paso 5 | Elaboración de tablas de verdad | 1) Incorporación de matriz de datos en fsQCA junto con los anclajes.<br>2) Calibración de datos en el fsQCA a través de “ <i>Calibrate</i> ”<br>3) Creación de tabla de verdad con el algoritmo.<br>4) Reducción de tabla de verdad  |
|                       | Paso 6 | Minimización lógica             | 1) Conducir el análisis estándar de suficiencia y necesidad.<br>2) Proceso de minimización lógica<br>3) Obtención de solución compleja, parsimoniosa, intermedia.  |
| <b>Post-analítico</b> | Paso 7 | Interpretación de resultados    | 1) Presentación de resultados<br>2) Análisis de casos cruzados   |

Fuente: Elaboración propia.

En resumen, este estudio se condujo a través de dos fases, la primera por medio de los siete pasos enunciados en la Tabla 20, y la segunda con el análisis de casos cruzados con la técnica de la técnica de Eisenhardt (1989) a través de la revisión documental de los Programas de Desarrollo de las ciudades, así como de las PP que han sido implementadas en las áreas de movilidad, sociedad, economía, medioambiente, gobernanza y vida. Este último proceso se realizó con la finalidad de analizar cómo han promovido las PP la existencia de CIS en el contexto de ciudades de un país en desarrollo.

## 4.8 Momento Preanalítico

### 4.8.1 Conocimiento Teórico

El momento preanalítico comenzó con el análisis del conocimiento teórico, por lo que en esta sección se prestan en resumen el análisis de las teorías y modelos, así como las dimensiones e indicadores que los componen para la medición de las CIS, los cuales fueron abordados en profundidad en el Capítulo II. Marco Teórico.

Es importante destacar que, en la revisión de los modelos e índices, la cual se presenta en la Tabla 21, se encontraron dos índices de aplicación internacional que generan *ranking* de CI *Cities in Motion* (Berrone y Ricart, 2020) y el *Smart Cities Index* (IMD 2021). Así mismo, se presentan los indicadores propuestos por organismos internacionales como Smiciklas (2017) con sus indicadores clave, las propuestas metodológicas de Giffinger (2007), el desarrollo de los indicadores propuestos por la ISO (2019), así como algunos índices desarrollados para ciudades de países en desarrollo como los de Machado Junior et al. (2018).

**Tabla 21.** Revisión teórica de los modelos e índices de ciudades inteligentes y sustentables

| Modelo o índice   | Condición                    | Número de indicadores | Número total de indicadores |
|---|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Giffinger (2007)<br><i>Smart Cities Ranging of European Medium-Sized Cities</i> | 1) Economía Inteligente      | 12                    | 71                          |
|   | 2) Gobernanza Inteligente    | 9                     |                             |
|   | 3) Medioambiente Inteligente | 9                     |                             |
|   | 4) Movilidad Inteligente     | 8                     |                             |
|   | 5) Sociedad Inteligente      | 15                    |                             |
|   | 6) Vida Inteligente          | 18                    |                             |
| Berrone y Ricart 2020) Índice <i>IESE Cities in Motion</i>                      | 1) Capital Humano            | 10                    | 104                         |
|   | 2) Cohesión Social           | 15                    |                             |
|   | 3) Economía                  | 13                    |                             |
|   | 4) Gobernanza                | 14                    |                             |
|   | 5) Medioambiente             | 11                    |                             |
|   | 6) Movilidad y transporte    | 13                    |                             |
|   | 7) Planificación urbana      | 5                     |                             |
|   | 8) Proyección Internacional  | 5                     |                             |
|   | 9) Tecnología                | 18                    |                             |

Continuación Tabla 21.

| Modelo o índice  | Condición                                |                                      | Número de indicadores | Número total de indicadores |
|--|--|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| IMD (2021)<br><i>Smart Cities Index</i>  | Estructura                               | 1) Salud y seguridad                 | 5                     | 40                          |
|  |  | 2) Movilidad                         | 2                     |                             |
|  |  | 3) Actividades                       | 2                     |                             |
|  |  | 4) Oportunidades (trabajo/escuela)   | 4                     |                             |
|  |  | 5) Gobernanza                        | 4                     |                             |
|  |  | 6) Áreas prioritarias                | 1                     |                             |
|  | Tecnología                               | 1) Actitudes                         | 3                     |                             |
|  |  | 2) Salud y seguridad                 | 6                     |                             |
|  |  | 3) Movilidad                         | 4                     |                             |
|  |  | 4) Actividades                       | 1                     |                             |
|  |  | 5) Oportunidades (trabajo y escuela) | 3                     |                             |
|  |  | 6) Gobernanza                        | 4                     |                             |
| Machado Junior et al. (2018)<br>Índice Jerárquico de Ciudades Inteligentes en Brasil | 1) Fiscal                                | 4                                    | 16                    |                             |
|  | 2) Economía                              | 3                                    |                       |                             |
|  | 3) Social                                | 7                                    |                       |                             |
|  | 4) Digital                               | 2                                    |                       |                             |
| ONU- Hábitat (2019) Índice de Prosperidad en las Ciudades                            | 1) Calidad de vida                       | 7                                    | 35                    |                             |
|  | 2) Equidad e inclusión social            | 5                                    |                       |                             |
|  | 3) Gobernanza y legislación urbana       | 4                                    |                       |                             |
|  | 4) Infraestructura de desarrollo         | 12                                   |                       |                             |
|  | 5) Productividad                         | 5                                    |                       |                             |
|  | 6) Sostenibilidad Ambiental              | 6                                    |                       |                             |
| Zhou et al. (2021)<br>Índice de Ciudades Inteligentes y Resiliencia Urbana.          | 1) Resiliencia económica urbana          |                                      | 20                    |                             |
|  | 2) Resiliencia social urbana             |                                      |                       |                             |
|  | 3) Resiliencia ecológica urbana          |                                      |                       |                             |
|  | 4) Resiliencia en infraestructura urbana |                                      |                       |                             |

Continuación Tabla 21.

| Modelo o índice   | Condición          |   | Número de indicadores | Número total de indicadores |
|---|--------------------|---|-----------------------|-----------------------------|
| ITU-T SG20 (2017)<br><br>Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities to Assess the Sustainable Development goals. | Economía           | 1) Infraestructura                                | 2                     | 48                          |
|   |                    | 2) Innovación                                     | 2                     |                             |
|   |                    | 3) Empleo   | 1                     |                             |
|   |                    | 4) Productividad                                  | 1                     |                             |
|   |                    | 5) Infraestructura física (suministro de agua)    | 1                     |                             |
|   |                    | 6) Infraestructura física (suministro de energía) | 3                     |                             |
|   |                    | 7) Infraestructura física (transporte)            | 3                     |                             |
|   | Medioambiente      | 1) Calidad del aire                               | 1                     |                             |
|   |                    | 2) Saneamiento y agua                             | 5                     |                             |
|   |                    | 3) Ruido  | 1                     |                             |
|   |                    | 4) Calidad del medioambiente                      | 6                     |                             |
|   |                    | 5) Biodiversidad                                  | 1                     |                             |
|   |                    | 6) Energía  | 3                     |                             |
|   | Sociedad y cultura | 1) Educación                                      | 4                     |                             |
|   |                    | 2) Salud  | 4                     |                             |
|   |                    | 3) Seguridad en casos de desastres                | 1                     |                             |
|   |                    | 4) Seguridad-Emergencia                           | 1                     |                             |
|   |                    | 5) Seguridad-TIC                                  | 1                     |                             |
|   |                    | 6) Vivienda                                       | 2                     |                             |
|   |                    | 7) Cultura  | 3                     |                             |
| 8) Inclusión social   |                    | 3   |                       |                             |

Continuación Tabla 21.

| Modelo o índice   | Condición  |  | Número de indicadores | Número total de indicadores |
|---|--|--|-----------------------|-----------------------------|
| ISO (2019)<br><br>Norma ISO 37122:2019, Ciudades y Comunidades Sustentables: Indicadores para Ciudades Inteligentes | 1) Economía  |  | 4                     | 78                          |
|   | 2) Educación   |  | 3                     |                             |
|   | 3) Energía   |  | 13                    |                             |
|   | 4) Finanzas  |  | 2                     |                             |
|   | 5) Gobernanza  |  | 4                     |                             |
|   | 6) Salud   |  | 3                     |                             |
|   | 7) Vivienda  |  | 2                     |                             |
|   | 8) Población y condiciones sociales.                 |  | 4                     |                             |
|   | 9) Recreación  |  | 1                     |                             |
|   | 10) Seguridad  |  | 1                     |                             |
|   | 11) Residuos sólidos                                 |  | 5                     |                             |
|   | 12) Cultura y deporte.                               |  | 3                     |                             |
|   | 13) Telecomunicaciones                               |  | 3                     |                             |
|   | 14) Transportación                                   |  | 14                    |                             |
|   | 15) Agricultura y seguridad alimentaria urbana/local |  | 3                     |                             |
|   | 16) Planeación urbana                                |  | 4                     |                             |
|   | 17) Aguas residuales                                 |  | 5                     |                             |
|   | 18) Agua   |  | 4                     |                             |
| Alvarado López (2020)<br><br>Índice de Ciudades Inteligentes y Sustentables   | Medioambiente  | 1) Gestión de residuos sólidos urbanos | 2                     | 30                          |
|   |  | 2) Ahorro de energía                   | 3                     |                             |
|   |  | 3) Contaminación-aire                  | 3                     |                             |
|   |  | 4) Contaminación-agua                  | 1                     |                             |
|   | Infraestructura                                      | 1) Disponibilidad técnica              | 2                     |                             |
|   | Uso de TIC   | 1) Uso de tecnologías                  | 3                     |                             |
|   |  | 2) Uso individual                      | 2                     |                             |
|   |  | 3) Uso público y comercial             | 3                     |                             |

Continuación Tabla 21.

| Modelo o índice  | Condición   |   | Número de indicadores | Número total de indicadores |
|--|---|---|-----------------------|-----------------------------|
| IMCO (2020)<br>Índice de Competitividad Urbana<br>Ciudades Resilientes                         | 1) Aprovechamiento de las relaciones internacionales    |   | 4                     | 69                          |
|  | 2) Economía estable                                     |   | 2                     |                             |
|  | 3) Gobiernos eficientes y eficaces                      |   | 7                     |                             |
|  | 4) Innovación y sofisticación en los sectores económico |   | 5                     |                             |
|  | 5) Mercado de factores eficientes                       |   | 5                     |                             |
|  | 6) Sectores precursores de clase mundial                |   | 8                     |                             |
|  | 7) Sistema de derecho confiable y objetivo              |   | 8                     |                             |
|  | 8) Sociedad incluyente, preparada y sana                |   | 10                    |                             |
| Smiciklas (2017)<br><br><i>Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart</i> | Economía  | 1) TIC                                    | 17                    | 91                          |
|  |   | 2) Productividad                          | 6                     |                             |
|  |   | 3) Infraestructura                        | 22                    |                             |
|  | Medioambiente   | 1) Medioambiente                          | 9                     |                             |
|  |   | 2) Espacio Público y naturaleza           | 4                     |                             |
|  |   | 3) Energía                                | 4                     |                             |
|  | Sociedad y Cultura                                      | 1) Educación, salud y cultura             | 12                    |                             |
|  |   | 2) Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | 17                    |                             |

Fuente elaboración propia.

#### 4.7 Diseño de la Investigación

El segundo paso en el momento preanalítico consistió en el diseño de la investigación, el cual de acuerdo con Oana et al. (2021) se integra por la formulación de la o las preguntas de investigación, la formulación de hipótesis y el establecimiento de las condiciones, es decir el modelo configuracional.

La formulación de la pregunta o preguntas de investigación a través de la metodología del QCA, de acuerdo con Mello y Tanja (2021) puede ser formulada atendiendo a cuatro criterios: 1) casos específicos, 2) en general, 3) énfasis en las

condiciones, 4) énfasis en el resultado. “Las preguntas con énfasis en las condiciones se abocan al análisis del efecto de dichas condiciones en el resultado, mientras que el análisis del resultado analiza las causas de acuerdo con un caso particular o en una combinación de condiciones” (Mello y Tanja 2021, p.15).

Para los fines de esta investigación se planteó una pregunta general y dos preguntas específicas, atendiendo al énfasis en el resultado, considerando los postulados teóricos generales para analizar las condiciones o configuración de condiciones que dan origen a las CIS en el contexto de un país en desarrollo. Así mismo, de acuerdo con la naturaleza configuracional del QCA se planteó una hipótesis general y dos hipótesis específicas. El resumen de este proceso se muestra en el apartado 4.4 Contexto y Paradigma Científico de la Investigación.

#### **4.8.2 Selección de Casos**

El tercer paso en el momento preanalítico consiste en la selección de la muestra, para el análisis con QCA Mello y Tanja (2021, p.21-23) postulan cinco formas de realizar dicho proceso: 1) seleccionar todos los casos de una población dada, 2) selección mediante condiciones de alcance de acuerdo a una teoría dada, 3) seleccionar de acuerdo a valor del resultado de los casos, 4) selección aleatoria y, 5) muestra estratificada. Así mismo, es necesario establecer las unidades de análisis en el tiempo.

Los casos en el QCA pueden ser a nivel macro, meso y micro, pudiendo integrar como unidades de análisis países, ciudades, organizaciones, gobiernos e incluso individuos, para ello debe establecerse la temporalidad en la cual se recogen los datos. Además, es importante contemplar la relación entre el número de casos y las condiciones de análisis. Para la selección del número de condiciones Mello y Tanja (2021) proponen “una proporción de al menos cuatro casos por condición, y proporciones más altas si se incluyen cinco o más condiciones debido al crecimiento exponencial de la tabla de verdad” (p.25). Sin embargo, este proceso puede ser interactivo para medir el grado de ajuste con el número de casos.



Esta investigación se alineó al segundo criterio para la selección de la muestra, ya que se fundamenta en una muestra teórica seleccionada a partir de los postulados del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) quien señala que “Ciudad de México, Santiago en Querétaro, Tequila y Guadalajara en Jalisco, y Puebla son ciudades potenciales de ser ciudades inteligentes por su desarrollo de proyectos y uso de nuevas tecnologías” (Palma Montes, 2022, párr. 1).

Así mismo, se establece el análisis de los casos de no éxito, con la estrategia conocida como *Most Similar cases with Different Outcomes* (MSDO) es decir, la selección de casos de estudio contraste, lo cual se alinea al tercer criterio de la selección de la muestra, seleccionar de acuerdo con el resultado. Lo anterior con la finalidad de incrementar el número de casos, y analizar las configuraciones de las condiciones que se generan en los casos de no pertenencia al resultado de CIS.

La selección de los casos contraste se realizó tomando como referencia las ciudades en México con un nivel de competitividad alta y media alta en el Índice de Competitividad Urbana 2021 (IMCO,2021), así como aquellas ciudades con una población superior a los 500 mil, teniendo como resultado una muestra total de 29 casos. La selección final de los casos se muestra en la Tabla 22, lo cual cumple con el número requerido de casos a analizar, establecidos por la metodología del QCA de entre 5 y 50.

**Tabla 22.** Selección de la Muestra

| <b>Muestra teórica (casos de éxito)</b>   | <b>Muestra contraste (casos de no éxito)</b>   |  |
|---|--|--|
| <b>Ciudades Potenciales de ser CI</b><br>1. Ciudad de México<br>2. Santiago de Querétaro<br>3. Tequila<br>4. Guadalajara<br>5. Puebla | 6. Mérida<br>7. Saltillo<br>8. Mazatlán<br>9. Culiacán<br>10. Durango<br>11. Monterrey<br>12. Mexicali<br>13. Aguascalientes<br>14. San Luis Potosí<br>15. Juárez<br>16. Tijuana<br>17. Toluca | 18. León<br>19. Cancún<br>20. Morelia<br>21. Veracruz<br>22. Hermosillo<br>23. Chihuahua<br>24. Pachuca<br>25. Xalapa<br>26. Tampico<br>27. Tepic<br>28. Torreón<br>29. Villahermosa |

Fuente: Elaboración propia.

### **4.8.3 Calibración**

El cuarto paso en el momento preanalítico consiste en la calibración de las condiciones. Este proceso se condujo por medio del planteamiento de las condiciones y escalas de medición, así como la medición de las condiciones a través de indicadores, y selección de anclajes.

#### **4.8.3.1 Planteamiento de las condiciones**

Ante la diversidad de modelos e índices, así como del número de condiciones e indicadores propuestos por cada uno de ellos, en esta investigación se seleccionó el enfoque integrado Mello y Tanja (2021), con la integración de condiciones e indicadores de diferentes modelos. Para ello se condujo la revisión de las condiciones presentes en los modelos e índices, así como en las propuestas teóricas, seleccionando como modelo de referencia el propuesto por Giffinger (2007), como se muestra en la Tabla 23.

La selección de las siete condiciones para analizar las CIS cumple con el criterio que señalan Rihoux y Ragin (2009) ya que para un número de casos intermedio entre 10 y 50, se sugiere tomar un número de condiciones de entre 4 y 7, de lo contrario deberá elevarse el número de casos para encontrar representatividad en los datos y evitar diversidad limitada, es decir, que existan pocos casos empíricos que explique las configuraciones de condiciones.

De igual forma, para la selección de los indicadores que permitieran medir cada una de las condiciones se tomaron dos criterios, el primer criterio consistió en identificar aquellos indicadores con mayor representación en los modelos e índices, además de su relevancia en la medición de las dimensiones. Para esto, se utilizó una hoja de Excel®, en la cual se realizó un proceso comparativo primero entre las condiciones, y después en el tipo de indicadores que se utilizaban para medirlas. El segundo criterio consistió en la disponibilidad de información de datos a nivel ciudad en México, excluyendo del análisis aquellos indicadores para los cuales no se contaba con información.

**Tabla 23.** Modelo Integrado para el Análisis de Ciudades Inteligentes y Sustentables

| Resultado                                   | Condición                | Código | Indicador                                    | Descriptor  | Fuente  |
|---|--------------------------|--------|--|---|---|
| Ciudades Inteligentes y sustentables<br>CIS | 1) Movilidad inteligente | Mov    | Longitud de la red carretera troncal federal | Longitud de la red carretera troncal federal.   | INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico                                 |
|   |                          |        | Eficiencia del tráfico                       | Tiempo promedio de traslado al trabajo en minutos   | INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico                                 |
|   |                          |        | Sistema de pago unificado                    | Existe un sistema de pago unificado para el servicio de transporte público  | Plataforma Nacional de Transparencia  |
|   |                          |        | Bicicletas compartidas                       | La ciudad cuenta con un sistema de bicicletas compartidas   | Plataforma Nacional de Transparencia  |
|   |                          |        | Economía colaborativa                        | si la ciudad cuenta con servicios de Uber, Didi, etc.   | INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico                                 |
|   |                          |        | Pasajeros internacionales                    | Pasajeros atendidos en los aeropuertos del Sistema Aeroportuario Mexicano por cada 100,000 habitantes                     | INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico                                 |
|   | 2) Economía Inteligente  | Eco    | Población No Económicamente Activa           | Porcentaje de la población No Económicamente Activa   | INEGI (2020). Banco de Indicadores  |
|   |                          |        | Tasa de desempleo                            | Tasa de desocupación cuarto trimestre   | INEGI (2020). Banco de Indicadores  |
|   |                          |        | Empleo basado en el conocimiento             | Miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SIN), candidatos, I, II, III, todas las áreas por cada 10,000 habitantes | CONACYT (2022) Padrón de Beneficiarios del Sistema Nacional de Investigadores |
|   |                          |        | Productividad laboral                        | Tasa de crecimiento anual del PIB real por persona ocupada  | INEGI (2020). Banco de Indicadores  |
|   |                          |        | Nuevos negocios registrados                  | Tasa de probabilidad de supervivencia de nuevos negocios al primer año  | INEGI (2019) Simulador de la Supervivencia de los Negocios en México          |
|   |                          |        | Patentes                                     | Número de patentes desarrolladas por cada 100,000 habitantes  | IMPI en cifras  |
|   |                          |        | Áreas de la ciudad con conexión a internet   | Sitios y espacios públicos conectados con banda ancha del programa México Conectado                                       | SCT (2017) México Conectado   |
|   |                          |        | Unidades Económicas                          | Número de unidades económicas por cada 100,000 habitantes   | INEGI (2023) DENU   |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Tabla 23.

| Resultado                                   | Condición              | Código | Indicador                                       | Descriptor  | Fuente  |
|---|------------------------|--------|---|---|---|
| Ciudades Inteligentes y sustentables<br>CIS | 3)Sociedad Inteligente | Soc    | Alfabetización de adultos                       | Tasa de alfabetización de adultos   | INEGI (2021) Banco de Indicadores                   |
|   |                        |        | Tasa de educación superior                      | Porcentaje de la población de 15 años y más con instrucción superior  | INEGI (2021) Banco de Indicadores                   |
|   |                        |        | Número de escuelas                              | Número de escuelas de nivel (prescolar, primaria y secundaria) por cada 100,000 habitantes                  | SEP CEMABE  |
|   |                        |        | Bibliotecas conectadas                          | Número de bibliotecas públicas municipales por cada 100,000 habitantes                                      | Red Nacional de Bibliotecas Públicas                |
|   |                        |        | Grado de escolaridad                            | Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años  | INEGI (2020). Banco de Indicadores                  |
|   |                        |        | Estudiantes acceso a las TIC                    | Porcentaje de usuarios de internet con uso para capacitación y educación                                    | INEGI (2021) ENDUITH                                |
|   |                        |        | Accidentes de tránsito                          | Número de accidentes de tránsito en las zonas urbanas y suburbanas por cada 100,000 habitantes              | INEGI (2020). Banco de Indicadores                  |
|   |                        |        | Cámaras de vigilancia                           | Número de camas de videovigilancia  | Plataforma Nacional de Transparencia                |
|   |                        |        | Tasa de crímenes/homicidios                     | Número de defunciones por homicidio por cada 100,000 habitantes   | INEGI (2021) Mortalidad. Defunciones por Homicidio. |
|   |                        |        | Violencia de género                             | Prevalencia de violencia total contra las mujeres de 15 años y más a lo largo de su vida                    | ENDIREH (2020)                                      |
|   |                        |        | Cobertura de la población con servicios médicos | Porcentaje de población afiliada a servicios de salud   | INEGI (2020). Banco de Indicadores                  |
|   |                        |        | Personal médico                                 | Personal médico de las instituciones del sector público de salud por municipio por cada 100, 000 habitantes | INEGI (2017). Anuario Estadístico y Geográfico      |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Tabla 23.

| Resultado                                   | Condición              | Código | Número de indicadores                 | Indicadores  | Fuente   |
|---|------------------------|--------|---------------------------------------|--|--|
| Ciudades Inteligentes y sustentables<br>CIS | 3)Sociedad Inteligente | Soc    | Instituciones de salud                | Número de instituciones de salud (públicas y privadas) por cada 100,000 habitantes   | CONAPO (2022)                                  |
|   |                        |        | Esperanza de vida                     | La esperanza de vida media indica el número de años que viviría un recién nacido   | INEGI (2017). Anuario Estadístico y Geográfico |
|   |                        |        | Tasa de mortalidad Infantil           | Fallecimientos de niños menores de un año (per cápita)   | INEGI (2021). Anuario Estadístico y Geográfico |
|   | 4)Vida Inteligente     | Vid    | Pobreza                               | Proporción de familias que viven en pobreza  | CONEVAL (2022)                                 |
|   |                        |        | Acceso a internet en los hogares      | Porcentaje de hogares con conexión a Internet.   | INEGI (2021) Banco de Indicadores              |
|   |                        |        | Usuarios con teléfono inteligentes    | Usuarios de teléfono celular como proporción de la población de seis años o más de edad.                                       | INEGI (2021) Banco de Indicadores              |
|   |                        |        | Hogares con computadora               | Hogares con computadora como proporción del total de hogares   | INEGI (2021) Banco de Indicadores              |
|   |                        |        | Áreas o espacios deportivos           | Número de áreas o espacios deportivos en la ciudad registrados ante las dependencias de educación por cada 100, 000 habitantes | INEGI (2017) Anuario estadístico y geográfico  |
|   |                        |        | Brecha de género en la fuerza laboral | Porcentaje de la Pea que son mujeres   | INEGI (2021). ENOE                             |
|   |                        |        | Desigualdad                           | Coeficiente de GINI  | CONEVAL (2022)                                 |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Tabla 23.

| Resultado                                   | Condición                   | Código | Indicador                               | Descriptor  | Fuente   |
|---|-----------------------------|--------|---|---|--|
| Ciudades Inteligentes y sustentables<br>CIS | 5)Gobernanza Inteligente    | Gov    | Interacción de usuarios con el gobierno | Porcentaje de usuarios que utilizan internet para interactuar con el gobierno.  | INEGI (2021) ENDUITH   |
|   |                             |        | Percepción de seguridad                 | El nivel de seguridad que perciben los habitantes de cada ciudad.   | INEGI. Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública 2021 (ENVIPE) |
|   |                             |        | Corrupción                              | Porcentaje de la población urbana mayor de 18 años que considera que las prácticas corruptas en el gobierno del estado son frecuentes y muy frecuentes. | INEGI (2021) ENCIG   |
|   |                             |        | Participación electoral                 | Porcentaje de ciudadanos que participaron en la elección de ayuntamientos del total de la lista nominal.  | INE (2022)   |
|   |                             |        | Paridad de género en la política        | Porcentaje de mujeres representantes de los Ayuntamientos (Regidurías).   | INEGI (2021). Censo Nacional de Gobierno Municipal y Demarcaciones de la Ciudad de México.   |
|   |                             |        | Interacción de usuarios con el gobierno | Porcentaje de usuarios que utilizan internet para interactuar con el gobierno.  | INEGI (2021) ENDUITH   |
|   | 6)Medioambiente Inteligente | Med    | Acceso a la electricidad                | Porcentaje de viviendas que disponen de panel solar para tener electricidad   | INEGI (2020). Banco de Indicadores   |
|   |                             |        | Focos ahorradores                       | Porcentaje iluminarias públicas que cuentan con un sistema de ahorro de energía   | SENER (2020). Indicadores de Eficiencia Energética   |
|   |                             |        | Calentador solar                        | Porcentaje de viviendas donde separan en orgánico e inorgánico los residuos   | INEGI (2021) Banco de Indicadores  |

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Tabla 23.

| Resultado                                   | Condición                   | Código | Número de indicadores                         | Indicadores  | Fuente   |
|---|-----------------------------|--------|---|--|--|
| Ciudades Inteligentes y sustentables<br>CIS | 6)Medioambiente Inteligente | Med    |   | Cantidad promedio diaria de residuos sólidos en kilogramos recolectados per cápita                                     | INEGI (2021). Censo Nacional de Gobierno Municipal y Demarcaciones de la Ciudad de México. |
|   |                             |        | Panel solar                                   |  |  |
|   |                             |        | Luz pública                                   | Porcentaje de viviendas con drenaje  | INEGI (2020). Banco de Indicadores   |
|   |                             |        | Tratamiento de residuos sólidos               | Capacidad instalada en las plantas de tratamiento.   | INEGI (2021). Censo Nacional de Gobierno Municipal y Demarcaciones de la Ciudad de México. |
|   |                             |        | Recolección de residuos solidos               | Porcentaje de viviendas con agua entubada  | INEGI (2021) Banco de Indicadores  |
|   |                             |        | Recolección de aguas residuales               | Metros cúbicos per cápita  | CONAGUA (2021)   |
|   |                             |        | Capacidad de tratamiento de agua en operación | Plantas potabilizadoras de agua  | INEGI (2017). Anuario de Estadística y Geográfica  |
|   |                             |        | Agua entubada                                 | Índice de calidad del aire (ICA)   | IQAir (2023)   |
|   |                             |        | Consumo de agua por persona                   | Cumple con el nivel de Alta Alcalinidad  | CONAGUA (2021)   |
|   |                             |        | Potabilización de Agua                        | Porcentaje de viviendas que disponen de panel solar para tener electricidad  | INEGI (2021) Banco de Indicadores  |
|   | 7)Políticas Públicas        | PP     | Agenda de gobierno                            | El tema del desarrollo de ciudad inteligente y sustentable se en el Plan de Gobierno                                   | Programas de Desarrollo municipal  |
|   |                             |        | Gestión sustentable                           | Municipios o demarcaciones territoriales que ejecutaron programas orientados a la gestión sustentable de los servicios | INEGI (2021). Censo Nacional de Gobierno Municipal y Demarcaciones de la Ciudad de México. |
|   |                             |        | Gestión de residuos                           | Programas para la gestión de residuos solidos  | INEGI (2017) Anuario Estadístico   |



#### 4.8.3.2 Medición de las Condiciones

Una vez determinados los indicadores se procedió a la recolección de la información para su medición a partir de datos de fuentes oficiales de información secundaria de organismos federales, estatales y municipales en México, y solicitudes de información a través de la Plataforma Nacional de Transparencia. La recolección de los datos permitió crear una matriz de datos con indicadores para cada condición por ciudad, para lo cual fue necesario normalizar los valores a través del método de máximos y mínimos para garantizar su comparabilidad, aplicando las siguientes formulas:

Si son deseables valores mayores:

$$\frac{x(i) - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} * 100$$

Si son deseables valores menores:

$$\frac{\max(x) - x(i)}{\min(x) - \max(x)} * (-100)$$

Este método permite normalizar los valores, tomando como referencia los valores máximos y mínimos de cada indicador.

1. Para establecer los puntajes de las condiciones, las cuales se integran por el conjunto de indicadores, fue necesario ponderar los pesos de cada indicador, estableciendo el nivel de contribución, para ello se utiliza el método "*Budget allocation*". Este método permite reducir la endogeneidad, reduciendo a tres valores que cada indicador podía tomar: 0.1, 0.5 y 1, donde 0.1 es peso bajo y 1 es peso alto. Es necesario precisar, que este método es diferente a la escala de calibración que se asignará posteriormente a cada condición.
2. Finalmente, se calculó el producto del conjunto de indicadores para cada condición y su respectiva ponderación, obteniendo como resultado los puntajes de cada condición, los cuales se muestran en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Puntajes de las Condiciones de Ciudades Inteligentes y Sustentables

| No | Ciudad           | Mov | Eco | Soc | Vid | Gob | Med | PP   | CIS |
|----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 1  | Ciudad de México | 76  | 54  | 58  | 34  | 41  | 53  | 1    | 45  |
| 2  | Guadalajara      | 57  | 36  | 50  | 47  | 32  | 48  | 0.67 | 39  |
| 3  | Tequila          | 33  | 56  | 32  | 38  | 45  | 33  | 0.67 | 34  |
| 4  | Puebla           | 53  | 32  | 50  | 29  | 35  | 53  | 1    | 36  |
| 5  | Querétaro        | 40  | 33  | 52  | 40  | 57  | 49  | 1    | 39  |
| 6  | Aguascalientes   | 30  | 29  | 54  | 48  | 42  | 57  | 0.67 | 37  |
| 7  | Monterrey        | 40  | 28  | 62  | 49  | 41  | 41  | 0.33 | 37  |
| 8  | Mérida           | 58  | 40  | 54  | 38  | 46  | 51  | 0.33 | 41  |
| 9  | Saltillo         | 26  | 26  | 51  | 53  | 51  | 41  | 0.33 | 36  |
| 10 | Mazatlán         | 30  | 34  | 48  | 52  | 33  | 37  | 0.67 | 33  |
| 11 | Culiacán         | 33  | 33  | 51  | 71  | 38  | 49  | 0.33 | 39  |
| 12 | Durango          | 30  | 24  | 50  | 56  | 21  | 44  | 0.33 | 32  |
| 13 | Mexicali         | 31  | 30  | 53  | 64  | 22  | 49  | 0.67 | 36  |
| 14 | San Luis Potosí  | 42  | 30  | 52  | 67  | 47  | 47  | 0.33 | 41  |
| 15 | Juárez           | 43  | 37  | 45  | 55  | 29  | 47  | 0.33 | 37  |
| 16 | Tijuana          | 21  | 34  | 41  | 65  | 23  | 46  | 0.33 | 33  |
| 17 | Toluca           | 38  | 35  | 39  | 44  | 66  | 45  | 0.33 | 38  |
| 18 | León             | 54  | 29  | 42  | 50  | 31  | 49  | 0.67 | 37  |
| 19 | Cancún           | 38  | 38  | 39  | 59  | 40  | 54  | 0.67 | 38  |
| 20 | Morelia          | 42  | 28  | 32  | 54  | 29  | 31  | 0.67 | 31  |
| 21 | Veracruz         | 22  | 23  | 44  | 57  | 41  | 45  | 0.33 | 33  |

Fuente: Elaboración propia con fuentes de información secundaria.

Continuación Tabla 24.

| No | Ciudad       | Mov | Eco | Soc | Vid | Gob | Med | PP   | CIS |
|----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 22 | Hermosillo   | 31  | 34  | 53  | 71  | 42  | 39  | 0.67 | 39  |
| 23 | Chihuahua    | 32  | 25  | 45  | 65  | 46  | 37  | 0.33 | 36  |
| 24 | Pachuca      | 26  | 37  | 52  | 60  | 47  | 44  | 0.33 | 38  |
| 25 | Xalapa       | 25  | 26  | 51  | 52  | 45  | 45  | 0.67 | 35  |
| 26 | Tampico      | 30  | 19  | 62  | 59  | 46  | 43  | 0.33 | 37  |
| 27 | Tepic        | 29  | 34  | 56  | 57  | 36  | 41  | 0.33 | 36  |
| 28 | Torreón      | 31  | 30  | 51  | 63  | 55  | 45  | 0.33 | 39  |
| 29 | Villahermosa | 26  | 16  | 54  | 56  | 30  | 49  | 0.33 | 33  |

Fuente: Elaboración propia con fuentes de información secundaria.

#### 4.8.3.3 Establecimiento de Anclajes de Calibración

Al existir una medida numérica susceptible de calibración se calcularon los anclajes a partir de los valores agrupados en la matriz de datos, para ello se tomó la propuesta Pappas y Woodside (2021) quienes sugieren realizar el cálculo de los percentiles, estableciendo con ellos los anclajes de 0.95 (pertenencia máxima), 0.5 (indiferencia) y 0.05 (no pertenencia máxima). Los valores obtenidos del cálculo de los percentiles para cada una de las condiciones se muestran en la Tabla 25. Estos valores corresponden al paso tres del modelo Oana et al. (2021), la selección de los anclajes.

Tabla 25. Selección de los Anclajes

| Valores difusos | Mov | Eco | Soc | Vid | Gob | Med | PP  | CIS |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.95            | 67  | 55  | 60  | 67  | 68  | 59  | 1   | 48  |
| 0.5             | 32  | 32  | 51  | 50  | 49  | 48  | 0.5 | 37  |
| 0.05            | 21  | 18  | 31  | 30  | 27  | 34  | 0   | 31  |

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V- ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Introducción al Análisis de Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación por medio de la aplicación de los momentos analítico y post-analítico del modelo propuesto por Oana et al. (2021), así como de los pasos planteados por Ragin (2000) y Schneider y Wagemann (2012). Los apartados que lo componen son la elaboración de la tabla de verdad a través de la calibración de las condiciones en el software fsQCA®, así como la presentación de la solución del modelo y el análisis de suficiencia y necesidad de las condiciones. Finalmente, se presentan el análisis de los patrones dentro de los casos, para identificar las PP que han sido implementadas en las ciudades para crear CIS, esto se condujo a través del análisis de casos cruzados utilizando el software Atlas.ti® para realizar el análisis documental de las PP y proyectos en las ciudades seleccionadas.

### 5.2. Momento Analítico

El segundo momento en la metodología del QCA, de acuerdo con el modelo de Oana et al. (2021), el cual se presentó en la Tabla 20 de la sección 4.7 Diseño de la Investigación, es el momento analítico, el cual implica la elaboración de tabla de verdad y el proceso de minimización lógica. Para conducir el análisis se utilizó el software fsQCA® en su versión 4.1 de escritorio, el cual es propuesto por Ragin (2008) para el análisis de conjuntos difusos, ya que permite la calibración de las condiciones, así como las configuraciones de condiciones lógicamente posibles, con lo cual es posible determinar las diferentes soluciones para la obtención de un resultado.

#### 5.2.1 Elaboración de Tabla de Verdad

Para la creación de la tabla de verdad en el software fsQCA® 4.1, se integró la matriz de datos presentada en la Tabla 24, en formato CSV (*Comma Separated Values*) de una hoja de Excel®. Posteriormente, se creó una nueva variable para cada una de las condiciones usando la herramienta en el menú: Variable> *compute*,

y seleccionado la función “*calibrate* (x, n1, n2, n3)”, donde: X corresponde a la condición (variable a calibrar), n1(grado de pertenencia total), n2 (indiferencia), n3 (grado de no pertenencia total). Este comando transforma una variable de escala de razón en un conjunto difuso. Las fórmulas de calibración para cada una de las condiciones se visualizan en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Calibración de condiciones

| Condición causal                        | Condición de resultado                 |
|---|--|
| Mov_C = <i>calibrate</i> (Mov,67,32,21) | CIS_C = <i>calibrate</i> (CI,48,37,31) |
| Eco_C = <i>calibrate</i> (Eco,55,32,18) |  |
| Soc_C = <i>calibrate</i> (Soc,60,51,31) |  |
| Vid_C = <i>calibrate</i> (Vid,67,50,30) |  |
| Gob_C = <i>calibrate</i> (Gob,68,49,27) |  |
| Med_C = <i>calibrate</i> (Med,59,48,34) |  |
| PP_C = <i>calibrate</i> (PP,1,0.5,0)    |  |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), Med (Medioambiente Inteligente), PP (Políticas Públicas y CIS (Ciudades Inteligentes y Sustentables).

El siguiente paso consistió en la creación de la tabla de verdad en el software fsQCA®, esto se realizó por medio de la herramienta Analizar > Algoritmo de Tabla de Verdad. El algoritmo que utiliza fsQCA® es Quine-McCluskey (C. C. Ragin et al. 2017) que trabaja con la lógica booleana, lo cual resulta en una tabla con las diferentes combinaciones de condiciones lógicas posibles. Este algoritmo utiliza la fórmula de  $2^k$ , donde k corresponde al número de condiciones, que para este estudio fueron siete, mientras que el número dos representa los estadios de pertenencia y no pertenencia. A través de este proceso se obtuvieron 128 configuraciones lógicamente posibles, en la Tabla 27 se muestran 23 de estas configuraciones.

Una vez obtenido el resultado de la tabla de verdad, se procedió a reducir la tabla de verdad, aplicando los criterios propuestos por Ragin (2006) de seleccionar

aquellas configuraciones con valor de uno en la condición de resultado y una consistencia igual o mayor a 0.8, al respecto Schneider y Wagemann (2012) señalan que si se busca establecer un valor de consistencia menor a 0.8 debe justificarse de manera teórica su aplicación. Este proceso se realizó en el software a través del siguiente proceso: *Edit>Delete and Code*.

Igualmente, se analizó el valor de reducción proporcional por inconsistencia (PRI), al respecto, Parente y Federo (2019) sugieren valores de al menos 0.65 para considerar que una condición o configuración es suficiente. “La consistencia PRI se utiliza para evitar relaciones simultáneas de subconjuntos de configuraciones tanto en el resultado como en la ausencia del resultado (es decir, la negación)”(Pappas y Woodside, 2021, p. 9). Otro de los criterios analizados fue el valor de PRODUCT que de acuerdo con Medina et al. (2017), valores altos en PRI y PRODUCT permiten una clara interpretación de la suficiencia de las condiciones para el análisis del resultado. La tabla de verdad reducida se muestra en la Tabla 28.



**Tabla 27.** Tabla de Verdad

| Mov | Eco | Soc | Vid | Gob | Med | PP | Número | CIS | Consistencia<br>bruta | PRI    | PRODUCT |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------|-----|-----------------------|--------|---------|
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1  | 1      | 1   | 0.6535                | 0.0000 | 0.0000  |
| 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1  | 1      | 1   | 0.7275                | 0.0370 | 0.0370  |
| 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1  | 1      | 1   | 0.8015                | 0.0128 | 0.0128  |
| 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1  | 1      | 1   | 0.7923                | 0.1043 | 0.1043  |
| 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1  | 1      | 1   | 0.9517                | 0.5000 | 0.5000  |
| 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1  | 1      | 1   | 0.9792                | 0.8438 | 0.8571  |
| 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.8931                | 0.3457 | 0.4308  |
| 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.7115                | 0.0000 | 0.0000  |
| 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9758                | 0.8791 | 0.8791  |
| 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.8858                | 0.1017 | 0.1017  |
| 1   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9774                | 0.8382 | 0.8382  |
| 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9195                | 0.1961 | 0.2273  |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 0   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9767                | 0.8429 | 0.8429  |
| 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9853                | 0.8955 | 0.8955  |
| 1   | 0   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9937                | 0.9643 | 0.9643  |
| 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1  | 1      | 1   | 0.9979                | 0.9916 | 0.9916  |
| 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |
| 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |
| 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |
| 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |
| 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |
| 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |
| 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0      |     |                       |        |         |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), Med (Medioambiente Inteligente), PP (Políticas Públicas), CIS (Ciudades Inteligentes y Sustentables).

**Tabla 28.** Tabla de Verdad Reducida en fsQCA® 4.1

| <b>Mov</b> | <b>Eco</b> | <b>Soc</b> | <b>Vid</b> | <b>Gob</b> | <b>Med</b> | <b>PP</b> | <b>Casos</b>     | <b>CIS</b> | <b>Consistencia<br/>bruta</b> | <b>PRI</b> | <b>PRODUCT</b> |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------------|------------|-------------------------------|------------|----------------|
| 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1         | Ciudad de México | 1          | 0.9978                        | 0.9894     | 0.9894         |
| 1          | 0          | 1          | 1          | 1          | 1          | 0         | San Luis Potosí  | 1          | 0.9930                        | 0.9482     | 0.9482         |
| 0          | 0          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1         | Aguascalientes   | 1          | 0.9841                        | 0.8444     | 0.8444         |
| 1          | 1          | 0          | 1          | 0          | 1          | 1         | Guadalajara      | 1          | 0.9754                        | 0.8253     | 0.8253         |
| 0          | 0          | 1          | 1          | 1          | 0          | 0         | Saltillo         | 1          | 0.9776                        | 0.8        | 0.8163         |
| 1          | 1          | 1          | 0          | 0          | 1          | 0         | Mérida           | 1          | 0.9712                        | 0.8        | 0.8            |
| 1          | 1          | 1          | 1          | 0          | 1          | 0         | Culiacán         | 1          | 0.9739                        | 0.7027     | 0.7027         |

Fuente: Elaboración propia en fsQCA® 4.1

Nota: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), Med (Medioambiente Inteligente), PP (Políticas Públicas).

El análisis de la tabla de verdad reducida permite identificar siete configuraciones de condiciones que dan origen a las CIS en el contexto de análisis de ciudades en México. Cada configuración muestra las condiciones, por lo que las condiciones con valor de uno muestran suficiencia de dicha condición, mientras que los valores de cero reflejan la ausencia de la condición. De igual forma, se identifican los casos con mayor ajuste para cada una de las configuraciones. Con la información obtenida de la tabla de verdad es posible dar respuesta a la pregunta ¿cuáles son las configuraciones de las condiciones de CI, PP y DS que han promovido la existencia de CIS en el contexto de un país en desarrollo? Sin embargo, aún es necesario reducir las configuraciones.

### **5.2.2 Minimización Lógica**

El sexto paso en la metodología del QCA consistió en el proceso de minimización lógica, “cuyo objetivo es encontrar las expresiones más cortas posibles de aquellas combinaciones de condiciones que son suficientes para el resultado al eliminar la condición irrelevante (redundante)”(Oana et al., 2021, p. 12). A través del análisis estándar se pueden obtener tres soluciones, solución compleja, solución parsimoniosa y solución intermedia (Ragin, 2000)

Schneider y Wagemann (2012) sugieren utilizar la solución intermedia, ya que la solución compleja es demasiado simplificada al eliminar los contrafactos, es decir, aquellas configuraciones para las que no se cuenta con suficiente información empírica, mientras que la solución parsimoniosa debe tratarse con cuidado, ya que integra todos los supuestos. En la Tabla 29 se presenta la solución intermedia la cual muestra cuatro combinaciones diferentes de condiciones que son suficientes para generar CIS. De acuerdo con Ragin (2000) una condición se considera suficiente siempre que una condición está presente también lo está el resultado.

En este análisis se integran también las medias de cobertura y consistencia, la cuales forman parte de la robustez del QCA. Ragin (2006) señala que la cobertura bruta indica la proporción de los casos que son explicados por dicha condición, mientras que la cobertura única refiere a la proporción de los casos que son

explicados solo por dicha configuración. Con respecto a la consistencia, esta indica cuantos de los casos cubiertos por la solución tienen el resultado de interés.

**Tabla 29.** Solución Intermedia

| Solución                                   | Cobertura bruta | Cobertura única | Consistencia |
|--|-----------------|-----------------|--------------|
| 1) ~Mov*Eco*Soc*Vid*Gob*~Med               | 0.3519          | 0.0799          | 0.9550       |
| 2) Mov*Eco*~Soc*~Gob*Med*PP                | 0.4009          | 0.1108          | 0.9366       |
| 3) Mov*Eco*Soc*~Vid*Gob*Med                | 0.3828          | 0.0927          | 0.9864       |
| 4) Mov*~Eco*Soc*Vid*Gob*Med*~PP            | 0.3602          | 0.0565          | 0.9715       |
| <b>Cobertura de la solución:</b> 0.6902    |                 |                 |              |
| <b>Consistencia de la solución:</b> 0.9404 |                 |                 |              |

Fuente: Elaboración propia en fsQCA 4.1

Nota: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), Med (Medioambiente Inteligente), PP (Políticas Públicas).

La primera configuración se integra por la ausencia de las condiciones de Mov y Med, mientras que cuenta con la presencia de Eco, Soc, Vid y Gob. Esta configuración tiene una cobertura bruta del 0.3519, por lo que el 35.19% de los casos son explicados por esta configuración de condiciones, mientras que el 95.5% de los casos que presentan esta configuración muestran también el resultado de CIS, este valor se explica por la consistencia de la configuración. El análisis muestra que los casos con mayor ajuste a esta configuración son la ciudad de Pachuca y Hermosillo.

La segunda configuración se integra por la ausencia de las condiciones Soc y Gob, mientras que cuenta con la presencia de las condiciones de Mov, Eco, Med y PP. Esta configuración explica el 40% de los casos, mientras que 93.6% de los casos que muestran esta configuración también muestran el resultado de CIS. Así mismo, esta configuración muestra una cobertura única del 0.1108, es decir, el 11.8% de los casos es explicados exclusivamente por esta configuración. Las ciudades con mayor ajuste a esta configuración son Guadalajara y Cancún.

La tercera configuración se integra por la ausencia de la condición Vid mientras que cuenta con la presencia de las condiciones Mov, Eco, Soc, Gob y Med. Esta configuración explica el 38.28% de los casos, mientras que 98.6% de los casos que muestran esta configuración también muestran el resultado de CIS. Las ciudades con mayor ajuste en esta configuración son Mérida y Querétaro.

La cuarta configuración se integra por la ausencia de las condiciones Eco y PP mientras que cuenta con la presencia de las condiciones Mov, Soc, Vid, Gob y Med. Esta configuración explica el 36.02% de los casos, mientras que 97.1% de los casos que muestran esta configuración también muestran el resultado de CIS. La ciudad con mayor ajuste en esta configuración es San Luis Potosí.

Finalmente, al analizar las condiciones teóricas de los modelos y su prueba empírica a través del resultado general de la solución intermedia es posible responder a la pregunta ¿cuáles son las configuraciones de condiciones de modelos de CI y DS que favorecen el análisis de CIS en el contexto de un país en desarrollo?. En el análisis de consistencia y cobertura del modelo propuesto para generar CIS: Mov,Eco,Soc,Vid,Gob,Med,PP, se encontraron cuatro vías que pueden originar el resultado, con una cobertura general de explicación del 69.02%, así como un nivel de consistencia general del 0.9404, es decir, que el 94.04% de los casos que muestran esta vías también muestran el resultado de ser una CIS.

### 5.2.3 **Análisis de Suficiencia y Necesidad**

Hasta ahora se han identificado la combinación de condiciones que son suficientes para generar CIS, encontrando cuatro vías diferentes. El siguiente paso consiste en el análisis de necesidad de las condiciones, una condición se considera necesaria, siempre que está presente cuando ocurre el resultado, aunque su sola presencia en ciertos casos no implica la presencia del resultado, lo que requiere diferentes explicaciones. En la Tabla 30 se presenta el análisis de necesidad de las condiciones, el cual se realizó en el software fsQCA® 4.1 a través de *Analyze> Necessary Conditions*, con la selección de la condición CIS como condición de resultado.

Ragin (2000) señala que el valor de consistencia de referencia para considerar que una variable es casi siempre necesaria es de 0.8, por lo que Oana et al. (2021) sugieren como regla general no considerar valores menores de 0.9 para señalar que una condición es necesaria. En la Tabla 30 se observa que las condiciones Mov y Med son condiciones con mayor grado consistencia en el análisis de necesidad, con valores de 0.8380. Sin embargo, este valor, solo puede interpretar a las condiciones Mov y Med como casi necesarias.

**Tabla 30.** Análisis de necesidad de las condiciones

| Variable de resultado: CIS |              |           |
|----------------------------|--------------|-----------|
| Condiciones probadas:      | Consistencia | Cobertura |
| Mov                        | 0.8380       | 0.7637    |
| Eco                        | 0.7815       | 0.7803    |
| Soc                        | 0.7136       | 0.6545    |
| Vid                        | 0.6888       | 0.6273    |
| Gob                        | 0.7566       | 0.7426    |
| Med                        | 0.8380       | 0.7069    |
| PP                         | 0.7441       | 0.7015    |

Fuente: Elaboración propia en fsQCA 4.1

Nota: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), Med (Medioambiente Inteligente), PP (Políticas Públicas), CIS (Ciudades Inteligentes y Sustentables).

### 5.3 Momento Post-analítico

Una vez identificadas las condiciones suficientes y necesarias, así como las soluciones del modelo, Oana et al. (2021) sugieren continuar el análisis post QCA, esto con la finalidad de cumplir con el principio de interpretación y diálogo entre la teoría y la evidencia empírica. Al respecto, Schneider y Wagemann (2012) sugieren

regresar al análisis de aquellos casos con cobertura única para conducir un análisis de casos cruzados entre las condiciones.

### **5.3.1 Interpretación de Resultados**

La técnica de casos cruzados de Eisenhardt (1989) permite el análisis en detalle de los casos para encontrar patrones y similitudes, así como estrategias dentro de los casos. Los pasos que conduce esta técnica son: 1) selección de casos, 2) comparación sistemática, 3) identificación de patrones emergentes, y 4) desarrollo de marcos explicativos. Por lo tanto, con la finalidad de dar respuesta a la pregunta: ¿Qué PP han promovido la existencia de CIS en el contexto de ciudades de un país en desarrollo? Se ha utilizado la técnica de casos cruzados a través del análisis documental, en el software Atlas.Ti® en su versión 24, de los planes de desarrollo, programas y política públicas, publicaciones gubernamentales y páginas web de las ciudades de estudios.

#### **5.3.1.1 Selección de Casos**

La técnica de casos cruzados de Eisenhardt (1989) y el enfoque de estudios de casos múltiples de Yin (2008) señalan que la selección de casos deberá ser de entre cuatro y 10 casos, con lo cual sea posible realizar inferencias, debido a que la comparación de un número menor da pocas posibilidades de hacer inferencias, por el contrario, el análisis de un número mayor a 10 será muy complicado. Para este estudio se seleccionaron un total de seis casos, integrados por cuatro ciudades de la muestra teórica: Ciudad de México, Guadalajara, Puebla y Querétaro, así como dos de las ciudades que muestran mayor ajuste y nivel de consistencia en la solución intermedia por medio del análisis con fsQCA, como se observa en el apartado 5.2.2 Minimización Lógica, dichas ciudades son: Mérida y San Luis Potosí.

#### **5.3.1.2 Comparación Sistemática**

Para realizar el ejercicio de comparación sistemática es necesario identificar elementos a comparar entre los casos. En esta investigación se identificaron las condiciones de análisis dentro de los casos que corresponden aquellas planteadas en el modelo configuracional: Mov, Eco, Med, Soc, Vid, y Gob, con base en el



estudio de Giffinger (2007), las cuales también fuera analizadas a través de la metodología del fsQCA. Para el análisis de las condiciones a través de la técnica de análisis cruzados se utilizó el software Atlas.ti®.

El proceso de codificación de los documentos de análisis, los cuales se enuncian en la Tabla 31, para cada uno de los casos se realizó a través del método de codificación deductivo, utilizando las herramientas de inteligencia artificial del software Atlas.ti®. El método deductivo de codificación, de acuerdo con Kuckarz (2023) consiste en la asignación previa de códigos con base en la revisión teórica.

**Tabla 31.** Planes, programas y políticas públicas

| <b>Ciudad</b>           | <b>Documento</b>  | <b>Referencia</b>                      |
|-------------------------|---|--|
| <b>Ciudad de México</b> | Programa de Gobierno Ciudad de México 2019-2024                 | Gobierno de la Ciudad de México (2019) |
| <b>Guadalajara</b>      | Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza Guadalajara 2021-2024 | Gobierno de Guadalajara (2021)         |
| <b>Mérida</b>           | Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 Mérida, Yucatán.         | Gobierno de Mérida (2021)              |
| <b>Puebla</b>           | Plan Municipal de Desarrollo de Puebla, Puebla, 2021-2024       | Gobierno de Puebla (2021)              |
| <b>Querétaro</b>        | Plan Municipal de Desarrollo Querétaro 2021-2024                | Gobierno de Querétaro (2021)           |
| <b>San Luis Potosí</b>  | Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 San Luis Potosí.         | Gobierno de San Luis Potosí (2022)     |

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el proceso de codificación asistida por medio de inteligencia artificial en el software Atlas.ti®, fue necesario la elaboración de preguntas guía que ayudarán en la búsqueda de información dentro del texto. Este proceso se realizó con seis preguntas base que se muestran en la Tabla 32.

**Tabla 32.** Codificación intencionada con Inteligencia artificial

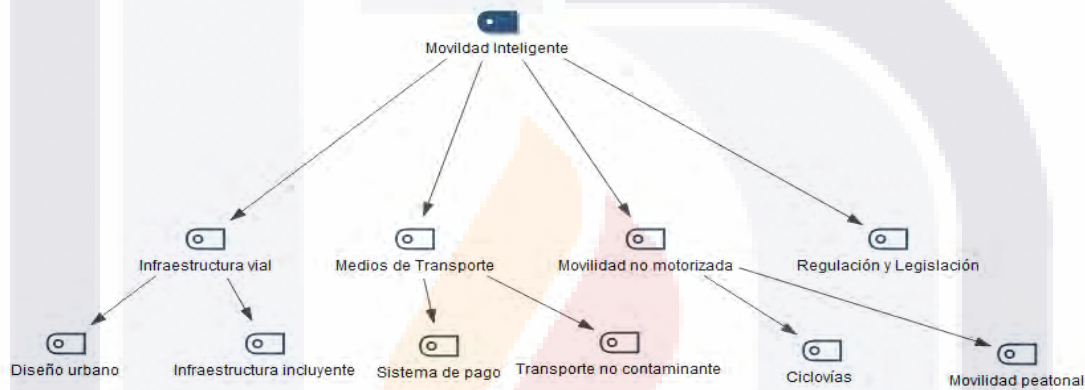
| Categoría de códigos      | Pregunta  |
|---------------------------|---|
| Movilidad Inteligente     | ¿Cuáles son las estrategias y políticas públicas se están implementando para mejorar la movilidad dentro de la ciudad inteligente ?                 |
| Economía Inteligente      | ¿Qué estrategias y políticas públicas se han diseñado para fomentar el desarrollo económico en el contexto de la ciudad inteligente?                |
| Medioambiente Inteligente | ¿Cómo están siendo abordados los desafíos medioambientales dentro de la planificación y ejecución de proyectos en la ciudad inteligente?            |
| Sociedad Inteligente      | ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la inclusión social y la cohesión comunitaria en la ciudad inteligente?                     |
| Vida Inteligente          | ¿Cuáles son las estrategias y políticas públicas se están implementando para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en la ciudad inteligente? |
| Gobernanza Inteligente    | ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la gobernanza inteligente en la ciudad inteligente?   |

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado del proceso de codificación asistida, se obtuvieron citas dentro de los documentos, las citas refieren a fragmentos del texto que brindan información o dan respuesta a las preguntas, las cuales se agrupan dentro de los códigos previamente definidos, además de los códigos proporcionados por la inteligencia asistida. Posteriormente, el proceso consistió en la integración y reducción de códigos, así como el análisis de citas.

### 5.3.1.3 Identificación de Patrones Emergentes

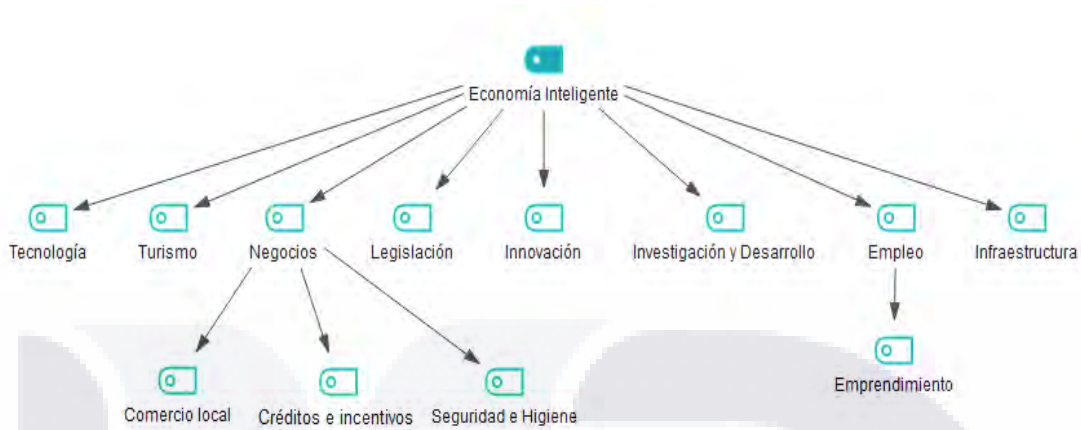
Este proceso permite identificar los patrones dentro de los casos de análisis, es decir, el conjunto de códigos que integran información similar. Los patrones para cada una de las condiciones de análisis se presentan a continuación en figuras, las cuales son llamadas redes en el lenguaje de Atlas.ti®, estas representaciones gráficas muestran la conexión entre los códigos para cada una de las categorías: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), y Med (Medioambiente Inteligente).



**Figura 8.** Identificación de patrones de la condición de movilidad inteligente

Los patrones encontrados dentro del análisis documental para la condición de movilidad inteligente se integraron en cuatro principales, 1) infraestructura vial, 2) medios de transporte, 3) movilidad motorizada, y 4) regulación y legislación, como se muestra en la Figura 8. Estos cuatro patrones, guardan relación con la propuesta de Angelevska y Atanasova (2021), quienes refieren que debe prestarse especial atención a seis elementos a considerar por parte de los gobiernos para el diseño de ecosistemas de movilidad: 1) experiencia de los usuarios, 2) diferentes medios de

movilidad, 3) tecnologías emergentes, 4) análisis de datos, 5) infraestructura, 6) regulación gubernamental.

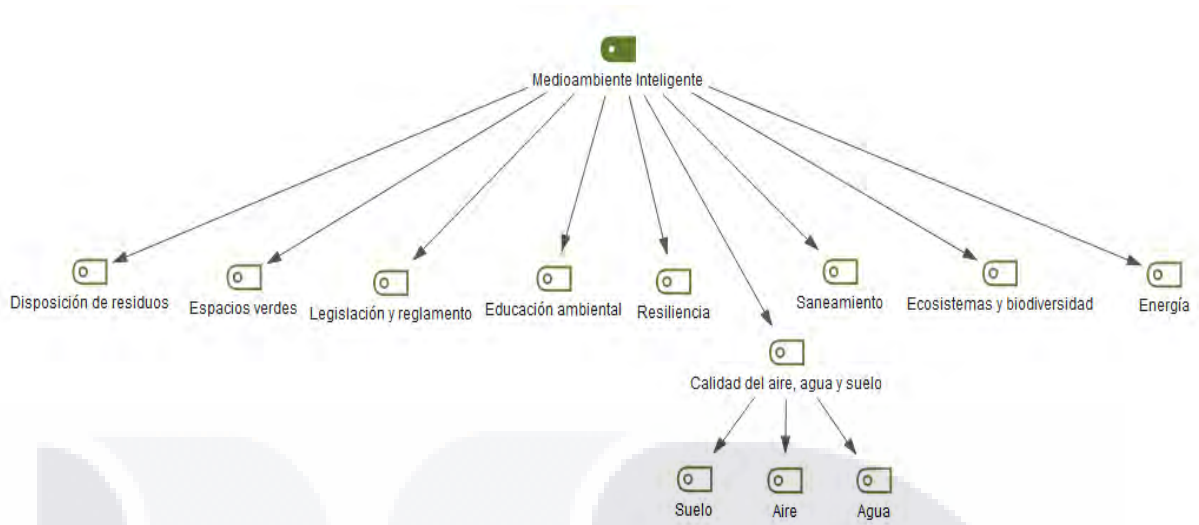


**Figura 9.** Identificación de patrones de la condición de economía Inteligente

Los patrones encontrados para la condición de economía inteligente, se agruparon en ocho principales, como se observa en la Figura 9. 1) Tecnología, 2) Turismo, 3) Negocios, 4) Legislación, 5) Innovación, 6) Investigación y Desarrollo, 7) Empleo, 8) Infraestructura economía, como se muestra en la Figura 9.

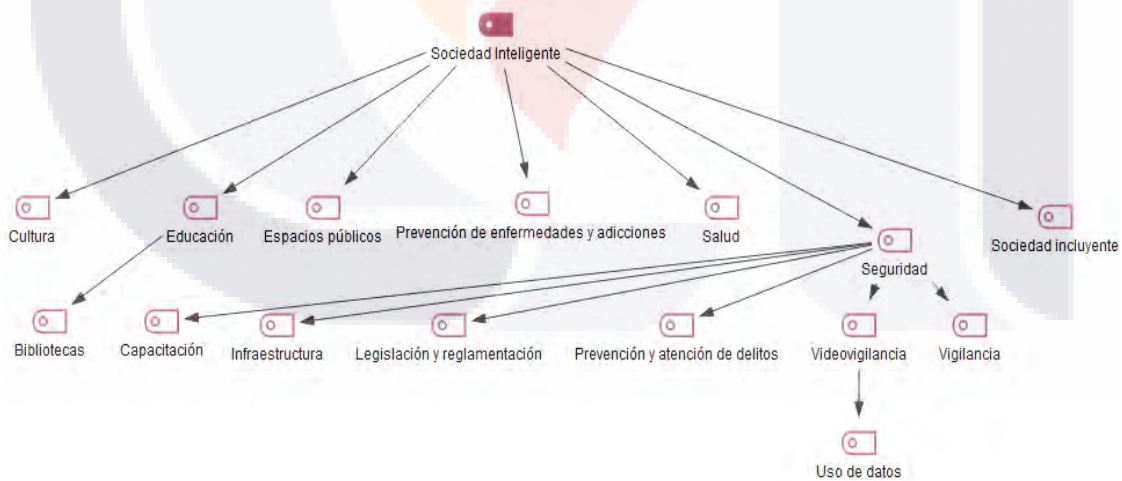
El primero refiere a la tecnología que implementan las ciudades para facilitar la gestión de las actividades comerciales y los trámites, el segundo, turismo, hace referencia a la creación de las condiciones para detonar el valor de la ciudad y la atracción del turismo con la oferta de servicios y la creación de experiencias a los visitantes. Con respecto a los negocios, se agrupan las actividades para el desarrollo del comercio local, la creación de fondos y créditos inteligentes acompañados de capacitación para la creación y desarrollo de emprendimientos, así como el establecimiento de normas y códigos de seguridad e higiene.

Los patrones de innovación e investigación y desarrollo, comprenden las iniciativas para generar los espacios, laboratorios urbanos, centros de capacitación e inversión. El empleo, abarca las regulaciones laborales, la creación y fomento de modalidades de trabajo y la formalización del empleo. Finalmente, la infraestructura integra tanto el desarrollo físico como virtual, por medio de acciones de urbanismo e implementación de tecnologías y procesos.



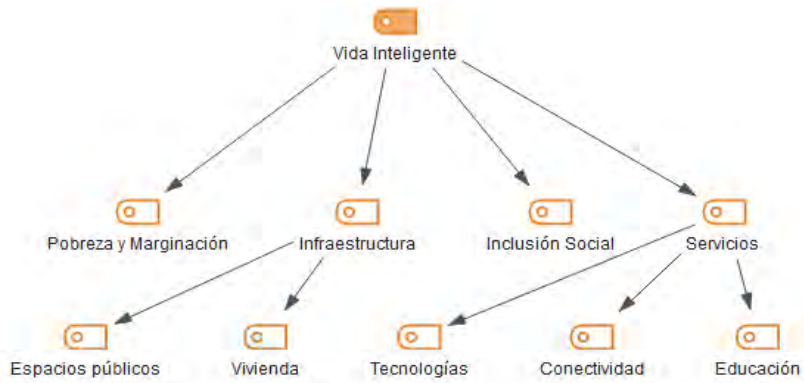
**Figura 10.** Identificación de patrones de la condición de Medioambiente inteligente

Los patrones encontrados para la condición medioambiente inteligente se integraron en nueve principales: 1) disposición de residuos, 2) espacios verdes, 3) legislación y reglamento, 4) educación ambiental, 5) resiliencia, 6) calidad del aire, agua y suelo, 7) saneamiento, 8) ecosistemas y biodiversidad, 9) energía, como se muestra en la Figura 10.



**Figura 11.** Identificación de patrones de la condición de Sociedad inteligente

Para la condición de sociedad inteligente se encontraron siete patrones: 1) cultura, 2) educación, 3) espacios públicos, 4) prevención de enfermedades y adicciones, 5) salud, 6) seguridad, and 7) sociedad incluyente, como se muestra en la Figura 11.



**Figura 12.** Identificación de patrones de la condición de vida inteligente

En la condición de vida inteligente se encontraron cuatro patrones: 1) pobreza y marginación, 2) infraestructura, 3) inclusión social, y 4) servicios, como se muestra en la Figura 12.



**Figura 13.** Identificación de patrones de la condición de gobernanza inteligente.

En la condición de gobernanza inteligente se encontraron seis patrones: 1) legislación, 2) servicios, 3) transparencia y rendición de cuentas, 4) perspectiva de género, 5) procesos administrativos, 6) comunicación e información, 7) democracia, 8) gobierno electrónico, y 9) participación, como se muestra en la Figura 13.



### 5.3.1.4 Desarrollo de marcos explicativos

El marco explicativo consiste en el desarrollo e identificación de conceptos, ideas, que ayuden a generar una comprensión más clara sobre las estrategias y políticas públicas para el desarrollo de las CIS, tomando como referencia las seis categorías: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), y Med (Medioambiente Inteligente). Para ello se presenta a continuación los resultados derivados del análisis documental a través de las citas obtenidas del proceso de codificación en Atlas.ti®, y con los patrones examinados a través de redes, los cuales se presentaron en la sección anterior, 5.3.1.3 Identificación de Patrones Emergentes.

**Tabla 33.** ¿Cuáles son las estrategias que se están implementando para mejorar la movilidad dentro de la ciudad Inteligente?

| Ciudad                  | Movilidad Inteligente  |
|-------------------------|--|
| <b>Ciudad de México</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de transporte integrado, prepago con mapa único y sistema de conexiones (Metrobús, trolebús, metrocable, tren ligero).</li> <li>2. Sistema de movilidad ecobici®, parquímetros ecoParq®, Ciclo estacionamientos.</li> <li>3. Uso y gestión de datos para movilidad integrada.</li> <li>4. Programa de ocupación territorial y uso de suelo, gestión de la logística y cadena de transporte a través de datos.</li> <li>5. Sistema de movilidad de barrio (mototaxi, bicitaxi, golfitaxi)</li> <li>6. Movilidad activa a través de la creación de calles semipeatonales.</li> <li>7. Plan estrategia de género y movilidad</li> </ol> |
| <b>Guadalajara</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de tren eléctrico urbano, metro, microbús con circuito cerrado.</li> <li>2. Sistema de movilidad integrado “Mi Pasaje®”</li> <li>3. Sistema de transporte “Mi Bici®”</li> <li>4. Pantallas del Sistema Inteligente de Gestión de la Movilidad (SIGA)</li> <li>5. Ciclovías segregadas para la protección de ciclistas y división de la movilidad</li> <li>6. Polígonos de bajas emisiones, como restricción al tipo de vehículos</li> <li>7. incorporación de cruces inteligentes</li> <li>8. Taxis y zonas seguras para mujeres</li> </ol>  |



Continuación tabla 33.

| Ciudad                 | Movilidad Inteligente   |
|------------------------|---|
| <b>Mérida</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infraestructura vial, app “En Bici®”</li> <li>2. Autobuses ecológicos</li> <li>3. Programa muévete por Mérida incluye: Circuito Aventura (autobuses con conexión a los tres parques principales), Circuito Enlace (Sistema de movilidad de transporte gratuito para grupos vulnerables).</li> <li>4. Zona de 30km</li> <li>5. Aplicación Móvil “Van y Ven” contiene el sistema de rutas y su actualización en tiempo real.</li> </ol> |
| <b>Puebla</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parquímetros digitales “App Parkimovil ®”</li> <li>2. Semáforos inteligentes, luminaria LED</li> <li>3. Adaptación de espacios públicos priorizando la movilidad incluyente.</li> <li>4. Metrobús</li> <li>5. Ciclovías y carriles confinados</li> </ol>  |
| <b>Querétaro</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. App QroBici®</li> <li>2. Transporte escolar gratuito</li> <li>3. Acercándote. Sistema de transporte gratuito para conexión en puntos de la ciudad.</li> <li>4. App Móvil Vamos Juntos®. Permite compartir auto entre los ciudadanos.</li> <li>5. Red de Carriles Ciclistas. carril confinado, carril compartido ciclista y acera-bici.</li> </ol>   |
| <b>San Luis Potosí</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reservación de parquímetros en app Ayuntamiento de San Luis.</li> <li>2. Señalética y parabuses para personas con discapacidad</li> <li>3. Paradas de autobuses con espacio para silla de ruedas, piso podotáctil, información visual y auditiva del transporte público, placas braille.</li> </ol>   |

Fuente: Elaboración propia.

Los sistemas de movilidad compartida y eléctrica, los cuales forman parte de un sistema de movilidad integral con posibilidad de pago y gestión a través de tecnologías como apps, además de ser una excelente opción para residentes y turistas, forman parte del sistema de transporte de micromovilidad (Anand, 2021), o transporte última milla (Martínez-O’day, 2023). Entre los ejemplos se encuentran el sistema de bicicletas compartidas de Ciudad de México (ecobici®), Guadalajara

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(Mi Bici®), Mérida (En Bici®) y Quéretaro (QroBici®), los cuales permiten utilizar el sistema de bicicletas a través de una app, realizando pagos por horas o con suscripción mensual y anual. Adicional a ello, los sistemas de transporte multimodal como el cable bús en Ciudad de México y el sistema de transporte gratuito dentro del centro de la ciudad “Acercándote” en Quéretaro, forman parte de los sistemas de última milla que fomentan la caminabilidad y la inclusión de personas (Bubeliny et al., 2024).

El conjunto de estrategias y políticas públicas de movilidad inteligente analizadas en los casos de estudio de la Tabla 33, presentan sistemas de movilidad integrada (metro, metrobus, cablebús, tren urbano), sistemas de movilidad compartida (bicicletas y transportes gratuitos), infraestructura (biciestacionamientos, ciclovías y carriles confinados, cruces inteligentes), tecnologías (modalidad de pago a través de plataformas y aplicaciones, semáforos inteligentes, pantallas de gestión de la movilidad, parquímetros digitales). Otros de los factores es la regulación y normas inteligentes para la gestión del uso de suelo en Ciudad de México, con lo cual se busca crear las condiciones para contar con espacios, plazas y comercios dentro de las zonas habitacionales para permitir el acceso peatonal, además del desarrollo de normas de construcción, microuurbanismo y paisajismo, generando espacios seguros para el peaton.

Así mismo, los casos de Guadalajara con la creación de polígonos de bajas emisiones, el establecimiento de centros de distribución para evitar la entrada de transportes pesados a las zonas residenciales y centricas de la ciudad, utilizando vehículos de menor tamaño, y de igual forma la implementación de códigos inteligentes en la ciudad de Mérida con zonas de 30 km.

**Tabla 34.** ¿Qué políticas públicas se han diseñado para fomentar el desarrollo económico en el contexto de la ciudad inteligente?

| Ciudad                  | Economía Inteligente   |
|-------------------------|--|
| <b>Ciudad de México</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impulso a la industria innovadora y sustentable</li> <li>2. Simplificación administrativa y digitalización de trámites para la creación de MiPymes</li> <li>3. Capacitación y certificación de habilidades en línea</li> <li>4. Generación de cadenas de mercado a través de aplicaciones digitales</li> <li>5. Sistema de infraestructura fotovoltaica</li> </ol> |
| <b>Guadalajara</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plataforma “Visor urbano” permite realizar trámites 100% en línea para la apertura de una empresa.</li> <li>2. Paneles solares</li> <li>3. Incentivos fiscales y apoyos a MiPymes</li> </ol>   |
| <b>Mérida</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollo de la infraestructura y la oferta de turismo</li> </ol>   |
| <b>Puebla</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomento a la capacitación</li> </ol>   |
| <b>Querétaro</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. App QroMarket</li> <li>2. Impulso a la transformación digital 4.0</li> </ol>   |
| <b>San Luis Potosí</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infraestructura de desarrollo económico (parques industriales, diversidad de fuentes de energía, sistemas y vías de transporte accesibles).</li> <li>2. Fomento al turismo y oferta ecoturística</li> <li>3. Apoyos económicos y de capacitación para emprendedores.</li> </ol>  |

Fuente: Elaboración propia.

En la conducción hacia el modelo de cero emisiones de carbono a través de una economía inteligente, se han desarrollado estrategias, enfocadas principalmente al sector de manufactura y transportes, como la digitalización de servicios y la incorporación de tecnologías de *block chain* y *big data* para la gestión y uso de datos en tiempo real (Govindan, 2023), las cuales deben ir acompañadas por reingeniería de procesos para hacer más eficiente los tiempos, reducir costos y optimizar recursos (Dutta y Kumar, 2024; Kristoffersen et al., 2020).

A escala micro, el desarrollo de economías locales y emprendimientos es posible por medio de estrategias como las que se muestran en la Tabla 34, mediante la

simplificación de trámites administrativos y la digitalización a través de creación de ventana única de trámites como el caso de Guadalajara con la plataforma “Visor urbano”, la capacitación a Mipymes como en los casos de Ciudad de México y Guadalajara. Además, es importante destacar el desarrollo de mercados locales con infraestructura física y digital como “App QroMarket”.

Díaz Aldret (2022) y Martínez-O’daly (2023) refieren que, para el desarrollo de una economía inteligentes además de la incorporación de plataformas y tecnologías, es también necesario el establecimiento de códigos de diseño urbano que permita la creación de negocios y comercios con mayor proximidad a los consumidores, para lo cual es necesario establecer normas flexibles para el uso del suelo.

**Tabla 35.** ¿Cómo están siendo abordados los desafíos medioambientales dentro de la planificación y ejecución de proyectos en la ciudad inteligente?

| Ciudad                  | Medioambiente Inteligente  |
|-------------------------|--|
| <b>Ciudad de México</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de reciclamiento y separación de basura, habilitación de centros de composta.</li> <li>2. Mejora de áreas naturales protegidas y creación de parques urbanos</li> <li>3. Monitoreo de las condiciones del aire.</li> <li>4. Uso de tecnología para seguimiento a la red de suministro de agua y energía eléctrica.</li> <li>5. Programa cosecha de lluvia</li> </ol> |
| <b>Guadalajara</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa nidos de lluvia</li> <li>2. Incorporación de contenedores públicos para la separación de residuos sólidos base cero</li> <li>3. Papelera inteligente, compactadora de residuos que usa energía solar.</li> <li>4. Uso de tecnología IoT y sensores para monitorear la calidad del aire y agua.</li> </ol>   |

Continuación Tabla 35.

| Ciudad                 | Medioambiente Inteligente  |
|------------------------|--|
| <b>Mérida</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ÁrbolMID, aplicación móvil interactiva para conocer la biodiversidad.</li> <li>2. Puntos Verdes (separación y clasificación de residuos sólidos).</li> <li>3. Programa “Adopta un Árbol”, “Huerto Urbano Comunitario”.</li> <li>4. Infraestructura verde con la creación de corredores ecológicos.</li> <li>5. Desarrollo de la ciudad a través de la resiliencia climática</li> <li>6. Desarrollo de parques lineales</li> <li>7. Parabuses verdes con integración de flora y corredores ecológicos.</li> </ol> |
| <b>Puebla</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalación de paneles solares en edificios públicos</li> <li>2. Proyecto de captación y reutilización de agua de lluvia</li> <li>3. Educación ambiental</li> </ol>  |
| <b>Querétaro</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa de Ordenamiento Ecológico.</li> <li>4. Tecnología verde para la reducción de la contaminación.</li> </ol>   |
| <b>San Luis Potosí</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pulmones Urbanos.</li> <li>2. Sistema de recolección de residuos sólidos y disposición de electrónicos y baterías.</li> <li>3. Recuperación de lotes baldíos y espacios de abandonos a través de la transformación.</li> <li>4. Embellecimiento de la ciudad a través de la intervención de espacios públicos y generando espacios con percepción de seguridad.</li> <li>5. Plan de reforestación de áreas verdes.</li> <li>5. Creación de parques solares y eólicos</li> </ol>                                  |

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de ambientes inteligentes es comprendido principalmente por dos enfoques, el primero refiere a la incorporación de tecnologías, software y dispositivos computacionales que interactúen con la naturaleza, la arquitectura, las tradiciones, generando espacios vivenciales y naturales para el ser humano (Okanta et al., 2024). El segundo enfoque versa sobre el uso de dichas tecnologías para medir las condiciones ambientales y tomar decisiones autónomas en tiempo real (Augusto et al., 2010), integración de recursos renovables y la transición hacia energías limpias (Durillon y Bossu, 2024).

Bibri et al. (2024) refieren al término eco-ciudades como espacios que, apoyados de inteligente artificial, el análisis de datos y la infraestructura verde crean las condiciones para la protección de la biodiversidad y la mitigación del impacto ambiental. Por su parte, Martínez Gutiérrez (2021) señala que la gestión de datos en las ciudades inteligentes para la preservación del medioambiente, benefician al cuidado del medioambiente, el uso eficiente de energías y la disminución de la contaminación auditiva y del aire, la gestión de residuos y la movilidad no contaminante, sin embargo, también es necesaria la protección ambiental por medio de normas y leyes. Otro de las áreas en las que incide el desarrollo de un medioambiente inteligente que busca mitigar los efectos ambientales es la agricultura a través de la incorporación de sensores que miden las condiciones y la detección de plagas, así como el uso de biofertilizantes (Singh et al., 2024).

**Tabla 36.** ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la inclusión social y la cohesión comunitaria en la ciudad inteligente?

| Ciudad                  | Sociedad Inteligente   |
|-------------------------|--|
| <b>Ciudad de México</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fomento al presupuesto participativo para el mejoramiento de espacios públicos.</li> <li>2. Uso de tecnología para la atención y mejoramiento de servicios públicos urbanos.</li> <li>3. Red de Casas de Cultura y Cineclubes, teatros abiertos y públicos.</li> <li>4. Sistema de ciberseguridad C5, geolocalización y detección de delitos.</li> <li>5. Viviendas asequibles: desarrollo de vivienda de interés social y mejora a barrios marginados.</li> </ol> |
| <b>Guadalajara</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de ciberseguridad C5</li> <li>2. Centros comunitarios que ofrecen servicios educativos, culturales y deportivos.</li> </ol>  |
| <b>Mérida</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistema de ciberseguridad C5i</li> <li>2. Promoción de agenda cultural e inclusión de pueblos indígenas</li> </ol>   |
| <b>Puebla</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Centro de comando y control de ciberseguridad</li> <li>2. Arcos para la detección de videovigilancia</li> <li>3. Programa de atención médica gratuita y digital.</li> </ol>  |

Continuación tabla 36.

| Ciudad                 | Sociedad Inteligente   |
|------------------------|--|
| <b>Querétaro</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa de voluntariado para desarrollar proyectos de impacto social</li> <li>2. Implementación de tecnologías para el mejoramiento de la educación.</li> </ol>   |
| <b>San Luis Potosí</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Programa “Tu Casa Deportiva”</li> <li>2. Programa huertos familiares y comunitarios</li> <li>3. Programa Drenaje biodigestor</li> <li>4. Promoción de espacios culturales a nivel de barrio a través de un enfoque incluyente y transversal.</li> <li>5. Sistema de ciberseguridad C5i2</li> <li>6. Proyecto de rehabilitación de vivienda social</li> </ol> |

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las estrategias y políticas públicas que han promovido las ciudades de países en desarrollo para el fomento de la sociedad inteligente, con espacios seguros, se encuentran la instalación de sistemas de videovigilancia, sensores, tecnologías de inteligencia artificial para el seguimiento y detección de delitos, además de la intervención en espacios públicos para a través del urbanismo táctico y la activación con eventos culturales y deportivos, fomentar espacios con mayor percepción de seguridad e inclusión (Martínez-O’ daly, 2023).

**Tabla 37.** ¿Cuáles son las estrategias y políticas públicas se están implementando para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en la ciudad inteligente?

| Ciudad                  | Vida Inteligente  |
|-------------------------|---|
| <b>Ciudad de México</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de parques y espacios públicos como iniciativa de derecho a la ciudad y promoción deportiva y cultural.</li> <li>2. Puntos de acceso a internet gratuito en espacios públicos, transporte y hospitales</li> <li>3. Intervención pública de espacios para garantizar la seguridad “Sendero Seguro Camina Libre, Camina Segura”</li> </ol> |
| <b>Guadalajara</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rediseño de infraestructura vial y sistema de transporte para la inclusión de personas con discapacidad.</li> <li>2. Diseño de espacios públicos y parques para personas con discapacidad.</li> </ol>   |



Continuación tabla 37.

| Ciudad                 | Vida Inteligente  |
|------------------------|---|
| <b>Mérida</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puntos wifis de internet gratuitos.</li> <li>2. Aplicación móvil “Línea Mujer” funciona como un botón de pánico para recibir ayuda en caso de emergencia.</li> </ol>  |
| <b>Puebla</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puntos Wifi.</li> <li>2. Plataforma Equilíbrate desarrollada para atención a la salud mental.</li> <li>3. App “Escudo Puebla” permite realizar denuncias a seguridad pública.</li> </ol>  |
| <b>Querétaro</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. De la Mano por tu Seguridad. Programa que incorpora la vigilancia municipal para adultos mayores a través de pulsera con código QR.</li> <li>2. Cuelga App. Aplicación móvil para el bloqueo de las llamadas fraudulentas.</li> </ol> |
| <b>San Luis Potosí</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puntos wifis de internet gratuitos</li> </ol>   |

Fuente: Elaboración propia.

La creación de lugares para el esparcimiento social como parques de barrio o parques lineales, plazas, canchas deportivas, permite a la ciudadanía interactuar con sus vecinos, realizar actividades deportivas y culturales mediante un enfoque sustentable y transgeneracional (Bazant, 2020). En las ciudades con poco espacio para el desarrollo de esta infraestructura el enfoque de urbanismos táctico (Martínez-O’daly, 2023) ha permitido la recuperación de calles, avenidas y zonas naturales de riesgo, convirtiéndolas en lugares de valor para la ciudadanía, en las cuales se detona el comercio y el turismo. De igual forma, las políticas de recuperación de espacios como lotes baldíos (Humphris et al., 2024) han permitido fomentar la sensación de seguridad en la ciudadanía.

**Tabla 38.** ¿Qué iniciativas se están llevando a cabo para promover la gobernanza inteligente en la ciudad inteligente?

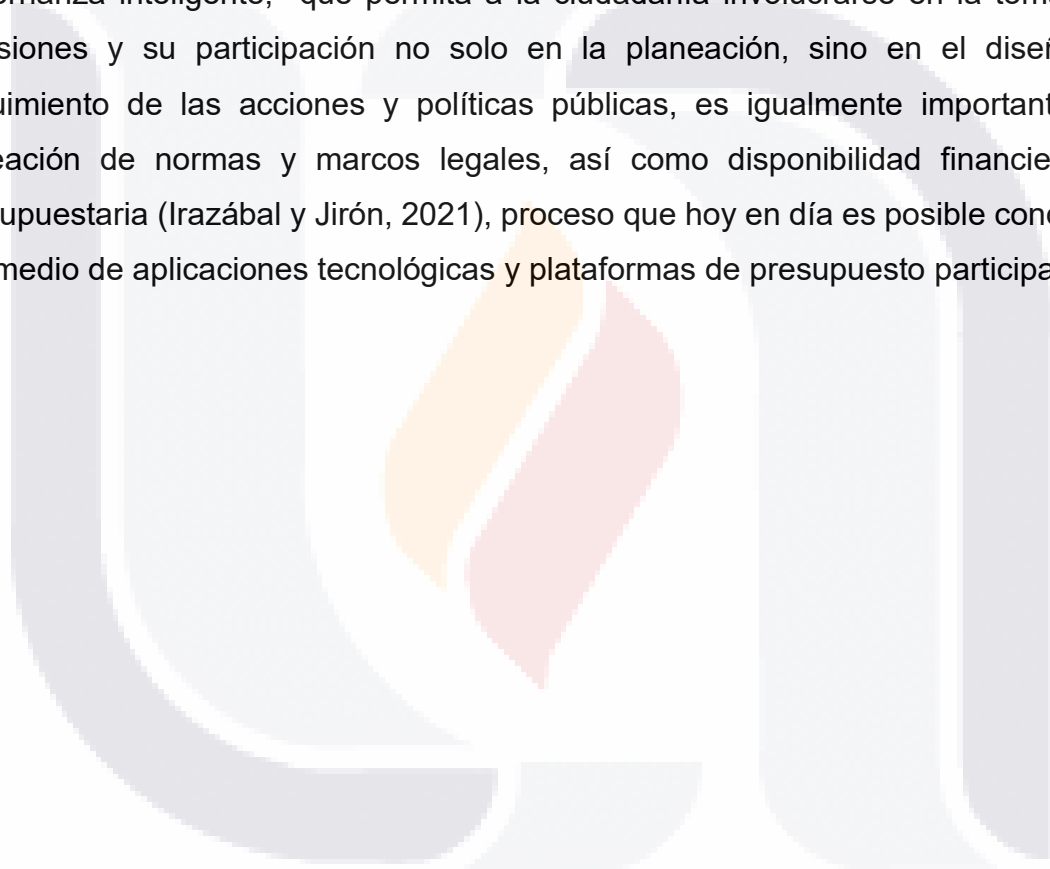
| Ciudad                  | Gobernanza Inteligente   |
|-------------------------|--|
| <b>Ciudad de México</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plataforma de presupuesto participativo</li> <li>2. Gestión de tramites en línea a través del portal Llave CDMX, Chatbot Locatel, App CDMX</li> <li>3. Portal de datos abiertos “Sistema Ajolote”</li> <li>4. Decide CDMX, plataforma para decidir y votar por proyectos públicos</li> </ol>                       |
| <b>Guadalajara</b>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plataforma digital “Reporta Guadalajara” permite hacer reportes con geolocalización y dar seguimiento a la respuesta municipal.</li> <li>2. Portal de tramites digitales Guadalajara</li> <li>3. Laboratorios de participación ciudadana para desarrollo de soluciones tecnológicas a problemas urbanos</li> </ol> |
| <b>Mérida</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. App Mérida Móvil</li> <li>2. Portal reporta en línea</li> <li>3. Decide Mérida “Diseña tu Ciudad” plataforma para ejercer el presupuesto participativo.</li> <li>4. Red “Mérida nos Une”</li> </ol>  |
| <b>Puebla</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Portal Atención Ciudadana 072, Portal Denuncia Anónima 089, Portal Emergencias 911</li> <li>2. Plataforma de presupuesto participativo</li> <li>3. Portal digital de datos abiertos</li> <li>5. Ventanilla digital</li> </ol>  |
| <b>Querétaro</b>        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expediente Electrónico Ciudadano.</li> <li>2. Plataforma única de tramites</li> <li>3. App “Querétaro Ciudad Digital®”</li> <li>4. Plataforma de presupuesto participativo</li> <li>6. Portal digital de datos abiertos</li> </ol>   |
| <b>San Luis Potosí</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. App H. Ayuntamiento San Luis Potosí, permite realizar trámites (reporte de bases, atención ciudadana, pago de predial, sesiones de cabildo, reporte de seguridad).</li> <li>2. Plataforma de presupuesto participativo</li> <li>7. Portal digital de datos abiertos</li> </ol>                                     |

Fuente: Elaboración propia.

El enfoque de gobernanza inteligente, de acuerdo con Arnold et al. (2024), ha llevado a la creación de distritos inteligentes, espacios que han sido diseñados a

través de la participación de desarrolladores, gobierno y ciudadanía, por medio de tecnologías y con un enfoque de toma de decisiones de abajo hacia arriba que toma en cuenta las preferencias de los ciudadanos, logrando el diseño y creación de edificios e infraestructura energéticamente sustentables y una mejor calidad de servicios.

Para el desarrollo de una CIS, los tomadores de decisiones deben además de atender a los factores contextuales, generar mecanismos de participación y gobernanza inteligente, que permita a la ciudadanía involucrarse en la toma de decisiones y su participación no solo en la planeación, sino en el diseño y seguimiento de las acciones y políticas públicas, es igualmente importante la alineación de normas y marcos legales, así como disponibilidad financiera y presupuestaria (Irazábal y Jirón, 2021), proceso que hoy en día es posible conducir por medio de aplicaciones tecnológicas y plataformas de presupuesto participativo.



## **CAPÍTULO VI- DISCUSIÓN**

### **6.1. Introducción a la Discusión**

En este capítulo se presenta la discusión de los resultados y el alcance en el cumplimiento del objetivo general de la investigación, así como la discusión a las preguntas de investigación, a través de los resultados obtenidos mediante la metodología de análisis cualitativo comparado (QCA) y la técnica de análisis de casos cruzados. Con estas herramientas se identificaron y analizaron las condiciones suficientes y necesarias para generar ciudades inteligentes y sustentables (CSI), así como las políticas públicas (PP) que pueden llevar a una ciudad a transitar hacia una CIS, en el contexto de un país en desarrollo, tomando como casos de estudio 29 ciudades en México.

### **6.2. Objetivo General de Investigación**

El objetivo de esta investigación fue analizar las configuraciones de las condiciones de ciudades inteligentes (CI), políticas públicas (PP) y desarrollo sustentable (DS) que han promovido la existencia de ciudades inteligentes y sustentables (CIS) en el contexto de un país en desarrollo. La necesidad de realizar esta investigación surgió a partir de los planteamientos de autores como Nagy et al. (2018), Mundada y Mukkamala (2020) y Grossi y Trunova (2021) quienes identificaron la falta de estudios de CIS en el contexto de países en desarrollo. Así mismo, Alderete (2022), Nieto et al. (2021) y Alvarado López (2020) señalaron la necesidad de realizar estudios empíricos en CIS en el contexto de los países en desarrollo.

Este estudio se centró en el análisis contextual y de las configuraciones de condiciones que dan origen a una CIS, ya que autores como Antwi-Afari, Owusu-Manu, Ng, et al. (2021) Dameri et al. (2019) y Mao et al. (2023) señalaron que debe atenderse al estudio de las condiciones contextuales en los países en desarrollo, debido a que las condiciones que en ellos subsisten son diferentes a las de países desarrollados, siendo estos últimos donde mayor proliferación de estudios académicos y empíricos se han desarrollado en el tema de CIS (Yigitcanlar et al.,

2019). Sin embargo, a pesar del auge en el estudio de las CIS, aún existen la necesidad de realizar estudios para analizar la tipología y marcos de referencia en CIS (L. Li et al., 2022; Sharifi, 2020).

Para dar cumplimiento a este objetivo de investigación se realizó el análisis de las condiciones de CIS, por medio del análisis cualitativo comparado (QCA), por sus siglas en inglés. Se eligió esta metodología ya que permite analizar la complejidad causal, es decir, la existencia de múltiples vías en la combinación de condiciones que conducen a un mismo resultado (Fiss, 2011; Mejía, 2021a; Schreiner, 2016), además que permite realizar inferencias a través de una muestra de tamaño medio (Benoît Rihoux, 2009; Oana et al., 2021; Parente y Federo, 2019). Otra de las ventajas del análisis con QCA, es que permite la identificación de patrones dentro de los casos y la creación de tipologías (Mello y Tanja 2021), y se fundamenta en criterios de validación de los datos a través del proceso de calibración con fuentes teóricas y empíricas tanto internas como externas a los datos (Hudson y Kühner, 2013; Oana et al., 2021).

Para conducir el análisis de las condiciones por medio del QCA a través de la técnica de conjuntos difusos (fsQCA), por sus siglas en inglés, previamente se integró un modelo teórico a través de la revisión de los modelos e índices de CI, DS y PP tomando como referencia el modelo de Giffinger (2007), modelo que ha sido referente y parte fundamental en el estudio de las CI y el diseño de índices para la medición del grado de inteligencia de las ciudades. De igual forma, se condujo el análisis de casos cruzados a través del análisis documental de las PP, planes y programas de las ciudades con mayor ajuste al modelo.

El planteamiento de la hipótesis general de investigación señaló que la presencia de las condiciones movilidad inteligente (Mov), economía inteligente (Eco), sociedad inteligente (Soc), vida inteligente (Vid), gobernanza inteligente (Gob), y políticas públicas (PP) son condiciones suficientes y necesarias para dar origen a una CIS en el contexto de un país en desarrollo.

La solución del modelo mostró un grado de ajuste del 69.02%, que de acuerdo con Medina et al. (2017); Pappas y Woodside (2021) y Parente y Federo (2019) dicho valor, superior al 65%, permite una clara interpretación de suficiencia de la solución. Por tanto, se concluye que la combinación de condiciones son condiciones suficientes para generar una CIS en el contexto de un país en desarrollo.

Respecto a la necesidad de las condiciones, en el estudio no se encontraron condiciones necesarias, ya que los valores obtenidos fueron menores al 0.9, valor de referencia de acuerdo con Oana et al. (2021) para señalar que una condición es necesaria, es decir, que siempre que el resultado esté presente (CIS) la condición también lo esté. Sin embargo, bajo los criterios de necesidad que establece Ragin (2000), al señalar que una condición con valor de 0.8 es una condición casi siempre necesaria, se estableció que las condiciones de movilidad y medioambiente cumplieron este criterio ya que se obtuvo como resultado valores de 0.83, con lo cual se establece que dichas condiciones son condiciones casi necesarias para la obtención del resultado de CIS.

### **6.3. Modelo Integrado para la Creación de Ciudades Inteligentes y Sustentables en Países en Desarrollo**

Tang et al. (2019), Staletić et al. (2020) postularon que existe una orientación limitada en países en desarrollo respecto a los modelos de CIS que pueden ser efectivos para crear una CIS, modelos que atiendan al contexto de países en desarrollo. Del mismo modo, Ibáñez y Castillo (2015) refirió que los modelos existentes son insuficientes para medir la realidad de las naciones. Por su parte, Nagy et al. (2018) y Miola y Schiltz (2019) argumentaron que existe una falta de homologación en los modelos e índices en CIS, lo cual ha dificultado su análisis y desarrollo. Por tanto, en esta investigación se condujo el análisis de 12 modelos e índices de CIS con relevancia teórica y reconocimiento internacional, con la finalidad de obtener las condiciones e indicadores con mayor representatividad para medir las CIS.

Como resultado del análisis de los modelos e índices se obtuvo un modelo ajustado con las siete condiciones de análisis y un total de 57 indicadores medidos a través de fuentes de información secundaria, de estadísticas oficiales y a través de información obtenida en los portales oficiales y las respuestas obtenidas por medio de solicitudes de transparencia. Para la selección de las condiciones y los indicadores se utilizaron dos criterios, el de relevancia teórica y el de disponibilidad de la información. Uno de los retos más grandes en lo que se enfrentó esta investigación para la medición de las CIS es fue la falta de indicadores (Quintanilla-Mendoza y Gil-García, 2019; Urrego-Marín y Ocampo Osorio, 2021) y el poco nivel de desagregación de los datos a nivel ciudad (Antwi-Afari, Owusu-Manu, Ng, et al., 2021; Lemke y Bastini, 2020).

Además, se encontró que existen modelos e índices como los propuestos por Smiciklas (2017), la ITU-T SG20 (2017), y el propio desarrollado por la Norma ISO 37122:2019 ISO (2019) que analizan las condiciones de CI y DS como uno mismo, es decir que no existe diferencia notable en qué condiciones e indicadores deben medirse para CI y cuales para el DS. Al respecto, Yigitcanlar et al. (2019) y Ahvenniemi et al. (2017) argumentan que el DS debe ir de la mano con las estrategias y marcos de referencias de CI, por lo que un modelo que integre las condiciones de CIS es viable, el cual deberá adaptarse al contexto local y regional (Jordán et al., 2021).

Como se mencionó anteriormente, en los hallazgos de la investigación se encontró que el modelo integrado, conocido así por la conformación a partir de diferentes teorías (Mello y Tanja, 2021), tiene un nivel aceptable ya que cuenta con un grado de ajuste del 69.02%. Por lo tanto, la combinación de las condiciones seleccionadas en el modelo integrado, movilidad inteligente (Mov), economía inteligente (Eco), sociedad inteligente (Soc), vida inteligente (Vid), gobernanza inteligente (Gob), y políticas públicas (PP), son suficientes para explicar el analizar y desarrollar CIS en el contexto de un país en desarrollo.

En relación con lo anterior, se discute que crear un modelo único y que funcione para todas las ciudades, no es solo un gran desafío, sino que podría ser poco



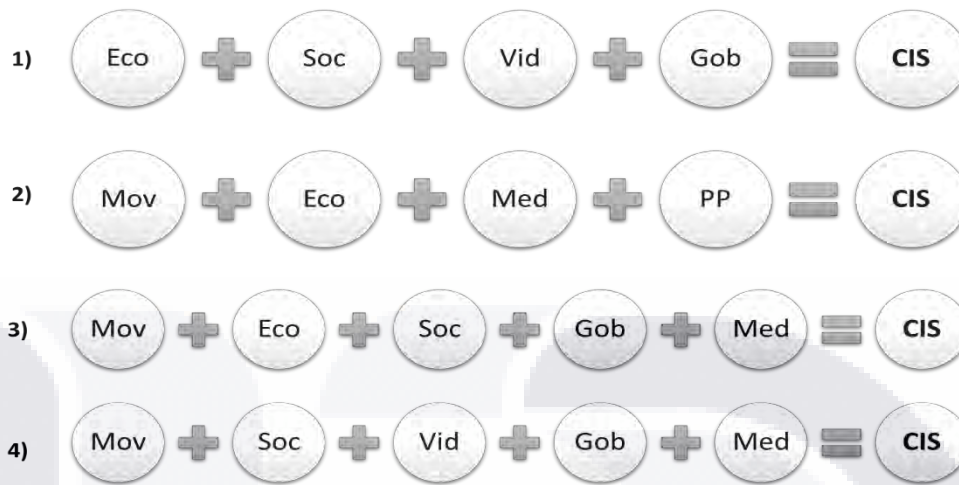
eficiente, ya que la diversidad de factores económicos, sociales, políticos y demográficos hacen necesario el diseño de modelos de CIS únicos y personalizados a las características de las ciudades (Kuru y Ansell, 2020), sin embargo, ante la diversidad de directrices para generar una CIS es necesario de principios para la conducción de las PP (Zhao et al., 2021). Por ende, esta investigación contribuye a cerrar la brecha en la investigación respecto a la falta de claridad en los elementos a considerar para el desarrollo de CIS, principalmente en el contexto de países en desarrollo, desafío que ha sido considerado tanto por académicos como por creadores de PP (Antonio Joia y Kuhl, 2019).

### **6.3.1. Tipología Contextual de Ciudades Inteligentes y Sustentables (CIS)**

Investigaciones previas han identificado los factores que dan origen a una CIS, por ejemplo, Chourabi et al. (2012) encontraron ocho factores: 1) la gestión y organización, 2) tecnología, 3) gobernanza, 4) políticas públicas, 5) personas y comunidades, 6) economía, 7) infraestructura, 8) medioambiente. De manera similar, Sharifi et al. (2021) señalan la existencia de siete factores: 1) economía, 2) personas, 3) gobernanza, 4) medioambiente, 5) movilidad, 6) vida y, 7) datos. Sin embargo, aunque estas investigaciones refieren al estudio de los factores para el desarrollo de una CIS, no contemplan qué combinación de ellos dan origen a una CIS, por lo que no crean tipologías de CIS de acuerdo con el contexto.

Es importante el análisis de los patrones y la creación de tipologías debido a lo inacabo del concepto de CIS (Chourabi et al., 2012; Yigitcanlar et al., 2019; Zhu et al., 2024), la diversidad de enfoques basados en tecnologías, urbanismo, medioambiente, desarrollo de conocimiento, desarrollo económico, diversos modelos y PP empleadas en las ciudades a lo largo del mundo (Dameri et al., 2019), esto es importante por la consideración del contexto lo que puede ayudar como referencia para ciudades con situaciones políticas, sociales, económicas similares a emprender acciones probadas por otras ciudades. En los resultados de la investigación se obtuvieron cuatro soluciones, las cuales se muestran en la Tabla 29. Solución Intermedia, página 157. A continuación, en la Figura 14, se presenta el

resumen de las cuatro vías que de acuerdo con el análisis empírico de las condiciones dan origen a una CIS.



**Figura 14.** Vías para generar una ciudad inteligente y sustentable en un país en desarrollo

Nota: Mov (Movilidad Inteligente), Eco (Economía Inteligente), Soc (Sociedad Inteligente), Vid (Vida Inteligente), Gob (Gobernanza Inteligente), Med (Medioambiente Inteligente), PP (Políticas Públicas).

Las cuatro vías identificadas en esta investigación, nos permite crear las tipologías de las CIS, es decir, observar como la configuración de las diferentes condiciones dan resultados similares. Lo cual puede conducir a las ciudades y sus tomadores de decisiones a la solución que mejor se adapte a las condiciones de su ciudad, tomando como referencia modelos similares para la aplicación de PP de referencia, siempre teniendo en cuenta las circunstancias particulares. Es así como las ciudades de países en desarrollo pueden identificar las dimensiones y áreas en la cuales deben priorizar sus esfuerzos y recursos (Lacson et al., 2023).

De forma similar a esta investigación, Praharaj y Han (2019) han planteado que, en el estudio de las CIS de contexto de países en desarrollo, son cuatro los *cluster* o tipos de ciudades, lo cual implicaría diferentes estrategias. En su análisis, Praharaj y Han (2019) aunque centrado en factores económicos, encuentra que existen CI que han enfocado mayores esfuerzos en la infraestructura social y física, otro grupo de ciudades con alto desempeño en todas las dimensiones de CI, mientras el tercer

corresponde a las ciudades que están teniendo un desempeño superior al promedio, y finalmente las ciudades con desempeño menor en las que será necesario la inversión en capital humano para seguirse fortaleciendo.

En esta investigación se destaca al igual que Nilssen (2019) que las CIS, son un concepto multifacético, el cual no cuentan con una única vía o solución para desarrollar una CIS, sino que la combinación de sus dimensiones dan origen a diferentes tipologías de CIS, Pietrzak Nina (2016) ha propuesto una tipología de CIS, sin embargo su estudio solo se formula desde la visión de los diferentes tipos de ciudad en la aplicación de tecnologías aplicando términos como ciudades virtuales, ciudad de información, ciudad digital, entre otros.

La propuesta de Nilssen (2019) sobre la tipología de CI se enfatiza en la innovación, desarrollando cuatro tipos: tecnológica, organizacional, colaborativa y experimental. Estos estudios reflejan la diversidad de tipologías que pueden desarrollarse, dependiendo de la visión que se esté analizando, en esta investigación la visión no fue reducida al aspecto económico, tecnológico o de innovación, sino que las cuatro vías que se obtuvieron refieren a aspectos multidimensionales.

Respecto a las vías obtenidas en este análisis de CIS, en la primera se observa la combinación de economía, sociedad, vida y gobernanza inteligente, esta combinación de condiciones tiene una cobertura del 35.19% de los casos, observándose la ausencia de las condiciones de movilidad y medioambiente, esto no quiere decir que están excluidas o que no se haya prestado atención por parte de las ciudades que presentan esta vía, sino que los mayores esfuerzos se han dado en el desarrollo del capital humano, la infraestructura económica, el mejoramiento de la calidad de vida y la integración de la sociedad en la toma de decisiones, por mencionar algunos aspectos de estas dimensiones.

En la segunda vía, la combinación de las condiciones de movilidad, economía, medioambiente y políticas públicas son condiciones suficientes para generar una CIS, de acuerdo con el análisis empírico de esta investigación, esta combinación se tiene una cobertura del 40% de los casos, esto ya que las combinaciones no son

excluyentes entre sí. Las ciudades que muestran esta combinación han dado mayor énfasis en la movilidad integrada, los diferentes sistemas de transporte motorizados y no motorizados, el desarrollo de negocios e infraestructura económica, y la preservación y cuidado del medioambiente.

La tercera de las vías muestra la combinación de cinco condiciones, movilidad, economía, sociedad, gobernanza y medioambiente, con el 38% de los casos, mientras que la cuarta vía muestra la combinación de movilidad, sociedad, vida, gobernanza y medioambiente. Estas cuatro vías, es decir, la combinación de sus condiciones puede ser explicadas por factores como el tamaño de la ciudad (Pietrzak Nina, 2016), la inversión en tecnología y la diversidad de problemas sociales (Özdemir et al., 2019), la priorización de problemas en los planes de desarrollo de gobierno (Bhattacharya et al., 2020), la inversión y los recursos destinados (Correia et al., 2022), así como la diversidad de directrices para conducir a un resultado de CIS (Lai et al., 2020).

### **6.3.2. El estudio de las Políticas Públicas y Generación de un Marco de Referencia para la Creación de CIS.**

Deepti y Tooran (2020) y Mora et al. (2019) refirieron que existe la necesidad estudios que identifiquen las PP que ayuden a transicionar a las ciudades de América Latina hacia CIS, ya que la evolución de las CIS depende de la existencia de PP (Casas Pérez, 2014., Nam y Pardo., 2011). En el mismo sentido, Tan y Taeihagh (2020) y L. Li et al. (2022) señalaron que para lograr la creación de CIS en el contexto de países en desarrollo solo será posible a través del diseño y aplicación de PP y reformas. Además, es necesario el impulso de las PP por parte de diferentes actores tanto social, empresariales, grupos de presión y el gobierno conducido a través de un enfoque de gobernanza y participación (Antonio Joia y Kuhl, 2019).

Investigaciones como la de Kar et al. (2019) y Perucica y Andjelkovic (2022), Calzada y Almirall (2020) plantearon que las PP y el uso de tecnologías brinda oportunidades a las ciudades para convertirse en CIS. Al respecto Caragliu et al.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

(2011) y Mills et al. (2022) señalaron que la generación de datos en las CIS, permite la optimización de decisiones en la elaboración de PP y su evaluación, generando un enfoque de abajo hacia arriba donde la ciudadanía se ve involucrada y participa en la elaboración, implementación y evaluación de las PP. Para que una ciudad se vuelva sustentable en la preservación y optimización de sus recursos naturales, debe ser primero una ciudad inteligente (Kuru y Ansell, 2020).

Según Grossi et al. (2021), solo a través de las PP se logrará la operatividad de las CIS, al ser el elemento de integración de las demandas sociales, la participación ciudadana y la inversión pública en respuesta a las demandas. Vu y Hartley (2018) encontraron que los proyectos y PP en CIS de las ciudades de países en desarrollo tienen mayor centralización por parte de los gobiernos nacionales, mientras que las ciudades de países desarrollados tienden a generar sus propias PP y proyectos. Asimismo, Neirotti et al. (2014) señalaron que las ciudades de países en desarrollo tienden a concentrarse más en condiciones como la gobernanza y la vida inteligentes, mientras que las ciudades de países desarrollados ponen mayor énfasis en condiciones como la movilidad y el uso de tecnologías.

Entre las barreras que enfrentan las ciudades de países en desarrollo en términos de PP, Rana et al. (2019) señalan la falta de coordinación entre los diferentes órdenes de gobierno, tanto nacional como local (Kuru y Ansell, 2020), la falta de tecnologías (Kainde et al., 2022) la baja participación ciudadana y la desigualdad social (Alderete, 2022). Esta investigación ha buscado una solución para hacer frente a estos desafíos, proporcionando un marco de referencia en el estudio de las PP que ayuden a las ciudades de países en desarrollo a transitar hacia CIS. Es así, que se seleccionaron un total de seis ciudades en el caso de México para analizar los programas de desarrollo y sus PP, esto con base a la alineación y pertenencia de los casos a las vías encontradas. Este análisis guarda relación con la propuesta de Saeed Moosavi (2018) quien ha propuesto tres pasos para el análisis de PP, el primero es la identificación de ciudades con un alto desempeño, que para el caso de esta investigación son las ciudades con mayor ajuste a las cuatro combinaciones de condiciones.

El segundo paso es el desarrollo de iniciativas de CI, y el tercer paso, corresponde a la creación de un marco para monitorear el avance. En esta investigación se identificaron las acciones y programas derivados de las PP de movilidad inteligente, economía inteligente, sociedad inteligente, medioambiente inteligente, calidad de vida inteligente, y gobernanza inteligente. Pietrzak Nina (2016) señala que un factor importante para la generación de CIS a través de PP, es que los programas de gobierno deben especificar el tipo de PP que se va implementar si es a través de infraestructura o de acciones para el desarrollo humano y la calidad de vida, por lo que en esta investigación se presentaron las acciones, programas y PP, desde diferentes enfoques.

Para lograr la operatividad de las PP, además de deben encontrarse alineadas a un marco institucional, constitucional y plantearse dentro de los programas de desarrollo, ya que además de la falta de presupuesto, uno de los problemas en ciudades de países en desarrollo en la falta de definición de las PP (Kainde et al., 2022). Así mismo, Correia et al. (2022) señalan la importancia de contar con fondos y presupuestos para generar CIS. Además de la necesidad de un marco de referencia de PP para los tomadores de decisiones y los hacedores de PP, es necesario el desarrollo del capital humano altamente especializado (Özdemir et al., 2019), o la integración de un grupo de especialistas multidisciplinarios (Kuru y Ansell, 2020) que cuente con los conocimientos para implementar estrategias y PP para CIS.



## **CAPÍTULO VII-CONCLUSIONES**

### **7.1. Introducción a las Conclusiones**

En el capítulo final de esta investigación se presentan las conclusiones generales de la investigación, así como las implicaciones académicas, gubernamentales y empresariales, ya que esta investigación pretende no solo brindar nuevos conocimientos teóricos sino servir como marco de referencia para los tomadores de decisiones en las ciudades para la creación de ciudades inteligentes y sustentables (CIS) con fundamento en el análisis de las condiciones y los hallazgos del análisis de las políticas públicas (PP). De igual forma, se exponen las aportaciones y limitaciones de la investigación, así como futuras líneas de investigación.

### **7.2. Conclusiones Generales de la Investigación**

El crecimiento de las ciudades es un fenómeno global que ha generado tanto oportunidades como problemas significativos, como la contaminación, desigualdades sociales, acceso limitado a servicios esenciales, y problemas ambientales, lo que ha planteado la necesidad de generar nuevas soluciones. Ante ello, la adopción de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el enfoque en la transformación hacia Ciudades Inteligentes y Sustentables (CIS) se presentan como una oportunidad para abordar los problemas urbanos actuales.

En la revisión teórica de los constructos de ciudades inteligentes (CI), desarrollo sustentable (DS) y políticas Públicas (PP), se encontró que, aunque el término CI ha tenido gran relevancia en el desarrollo de investigación y proyectos, su definición aún es inexacta (Yigitcanlar et al. 2018) siendo un concepto difuso (Saeed Moosavi, 2018) y multifacético (Nilssen, 2019), existiendo diferentes modelos, teorías que buscan definir las desde las perspectivas, económicas, sociales y ambientales, así como una creciente tendencia a definir las desde la perspectiva tecnológica o desde la visión de países desarrollados.



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Sin embargo, se identificó que a pesar de los esfuerzos y el desarrollo de modelos e índices para medir la inteligencia y sustentabilidad en las de las ciudades, hay desafíos sustanciales. Estos incluyen la falta de consenso sobre las condiciones suficientes y necesarias tras las cuales una ciudad puede transformarse en una CIS, esto debido a lo inacabado del concepto de CIS (Yigitcanlar et al. 2018), aunado a ello, la falta de información y de establecimiento de indicadores clave para medirlas (Urrego-Marín y Ocampo Osorio 2021), lo que dificulta a las ciudades, principalmente a aquellas de países en desarrollo, la adopción de modelos de CIS.

La dificultad para ciudades de países en desarrollo en la adopción de modelos de CIS radica también en que la mayoría de los modelos establecidos refieren a contextos diferentes, principalmente a modelos de ciudades de países desarrollados como señalan Nagy et al. (2018), Mundada y Mukkamala (2020) y Grossi y Trunova (2021). Ante ello, esta investigación abordó la necesidad de desarrollar estudios empíricos como plantean autores como Alderete (2022) y Staletić et al. (2020) con especial énfasis en el análisis de las condiciones, así como de las estrategias y PP (Clement y Crutzen 2021) que han sido efectivas para transformar las ciudades de países en desarrollo en CIS.

Por lo tanto, se condujo el análisis de los modelos e índices, Tabla 21. Revisión teórica de los modelos e índices de ciudades inteligentes y sustentables (CIS) con mayor aplicación en el estudio de CIS. En dicho análisis se logró identificar que los modelos en su mayoría integran un conjunto de dimensiones, llamadas condiciones en este estudio, las cuales versan aspectos como la movilidad, economía, medioambiente, tecnologías, gobernanza, y calidad de vida, estas dimensiones han sido contempladas desde el estudio de Giffinger (2007). Sin embargo, existe disparidad entre los modelos y teorías en cuanto al número y tipo de indicadores para medir cada una de las dimensiones, también se identificó la limitante de poder aplicar dichos modelos a contextos diferentes.

Con la finalidad de poder generar un modelo que integrará los tres constructos, CI, PP y DS, se analizaron las teorías bases de cada uno de los constructos. Con relación a las CI, se definieron cada una de las perspectivas y dimensiones. En lo

referente al DS, de igual forma, se analizaron modelos y teorías que ayudaron a conceptualizarlo. Además del estudio de los acuerdos internacionales en materia de CI y DS.

Por tanto, esta investigación condujo el análisis de 29 ciudades en México, el cual es un país en desarrollo, a través de la metodología de análisis cualitativo comparado (QCA, por sus siglas en inglés), con enfoque de análisis de conjuntos difusos (fsQCA). Para ello el diseño de la investigación se desarrolló con base la propuesta de Oana et al. (2021) y la metodología de siete pasos de Schneider y Wagemann (2012). Este proceso incluyó la revisión teórica exhaustiva de modelos e índices de CIS, con lo cual fue posible generar una propuesta de modelo integrado compuesto por siete condiciones de análisis (movilidad inteligente, economía inteligente, sociedad inteligente, vida inteligente, gobernanza inteligente, medioambiente inteligente, y políticas públicas), y 57 indicadores cuantitativos para la medición de las condiciones a través de la recolección de datos de fuentes secundarias.

En la etapa analítica, se utilizó el software fsQCA® para llevar a cabo la elaboración de la tabla de verdad, proceso fundamental en el análisis configuracional permitiendo explorar las diferentes combinaciones de condiciones lógicamente posible y su relación con el resultado de ser una CIS. La posterior minimización lógica presentó cuatro configuraciones diferentes de condiciones suficientes para la generación de CIS en el contexto analizado, cada una explicando un porcentaje significativo de casos con alta consistencia y cobertura.

De igual forma el análisis de necesidad permitió identificar las condiciones que son casi siempre necesarias para que ocurra el resultado de ser una CIS. En este contexto, se encontró que las condiciones de movilidad y medioambiente inteligentes se destacan como casi siempre necesarias en los casos que muestran una CIS. La fase post-analítica involucró la técnica de casos cruzados para profundizar en la comprensión de cómo las PP han influido en la existencia de CIS. Se seleccionaron seis casos, de acuerdo con el resultado obtenido en el análisis de suficiencia, para un análisis detallado de los planes de desarrollo y PP

implementadas en estas ciudades. El análisis se condujo de manera sistemática, identificando patrones y similitudes que han llevado al desarrollo de CIS en un contexto de país en desarrollo.

El análisis de las políticas públicas (PP) se llevó a cabo en las ciudades de Ciudad de México, Guadalajara, Mérida, Puebla, Querétaro y San Luis Potosí, las cuales formaron parte de una muestra seleccionada de 29 casos de estudio. En cuanto a las PP y las estrategias de movilidad inteligente, se identificaron diversas iniciativas. Entre ellas, el sistema de movilidad integrada, que incluye tarjetas prepago y mapas digitalizados; la movilidad no contaminante y de última milla, como el uso de patines eléctricos; el desarrollo de aplicaciones para la renta de bicicletas; y los sistemas de movilidad de barrio, como mototaxis y bicitaxis. Asimismo, se observaron esfuerzos para promover una movilidad gratuita e inclusiva para personas con discapacidad.

El desarrollo de infraestructura incluyó la creación de carriles confinados, ciclovías, aceras-bici, y la integración de tecnologías avanzadas, como semáforos y estacionamientos inteligentes, paradas de autobuses con información en tiempo real y con acceso a internet, además de aplicaciones móviles para la reservación del transporte y el acceso a datos del sistema de transporte en tiempo real. Además, se identificaron estrategias de rediseño urbano, tales como el paisajismo, la ampliación de aceras para fomentar una movilidad peatonal segura e inclusiva, y la implementación de zonas de reducción de velocidad.

En relación con la economía inteligente, además de la inversión en infraestructura vial y en fuentes de energía no contaminantes, orientadas a detonar la economía, la inversión, el turismo y el desarrollo de la industria creativa, se observaron diversas estrategias. Estas incluyen la digitalización de trámites y la gestión de nuevos emprendimientos a través de ventanillas digitales únicas, así como el desarrollo de sistemas de capacitación y certificación de habilidades y conocimientos para el emprendimiento. También se identificó la creación de bonos, apoyos e incentivos fiscales inteligentes dirigidos a las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes).

Asimismo, se observaron estrategias digitales y el desarrollo de aplicaciones móviles destinadas a impulsar el mercado local, generar cadenas de valor y fomentar la innovación. Uno de los componentes clave de estas iniciativas fue el fortalecimiento del capital humano, con el objetivo de promover el desarrollo de la industria del conocimiento.

En el análisis PP relacionadas con el medioambiente inteligente, se identificó la implementación de tecnologías, sensores e Internet de las cosas (IoT) para la gestión de residuos sólidos. Esto incluye sistemas de alerta para los municipios, permitiendo una toma de decisiones más eficiente en la recolección y el diseño de rutas. Asimismo, se observó el uso de tecnologías para el seguimiento y suministro de servicios públicos, como luz y agua, y el monitoreo de las condiciones atmosféricas y los niveles de contaminación, generando datos en tiempo real para la toma de decisiones autónomas.

En cuanto a la infraestructura para el desarrollo y preservación del medioambiente, la flora y la fauna, se implementaron PP y estrategias que incluyen el diseño de espacios y edificios inteligentes con energías no contaminantes, la creación de parques lineales, parques de barrio, áreas naturales protegidas, parques urbanos, y corredores ecológicos. Además, se promovió la creación de nidos de lluvia y parques hundidos, con el objetivo de aprovechar el agua de lluvia, recargar los mantos acuíferos y disminuir los riesgos de inundaciones.

Para el desarrollo de la sociedad inteligente en los casos de estudio analizados, se priorizó la seguridad mediante la incorporación de videovigilancia, sensores y sistemas de geolocalización con inteligencia artificial para la detección y prevención de delitos. También se promovieron sistemas de salud digitales y se impulsó la integración social a través de la oferta cultural y digital. Se fomentó la participación ciudadana mediante mecanismos digitales, como el presupuesto participativo, que permite el debate, la elección y evaluación de proyectos con impacto en la ciudad o

el barrio. Además, se mejoraron las condiciones sociales a través del desarrollo de viviendas asequibles y la intervención urbana para crear barrios seguros.

Para el mejoramiento de las condiciones de vida inteligente, se identificó la promoción del acceso a internet como un derecho universal. En este sentido, se implementaron puntos de acceso gratuito en espacios públicos. Además, se desarrollaron programas y aplicaciones móviles enfocadas en el cuidado de la salud mental y del adulto mayor, así como plataformas para la generación de denuncias y emergencias.

Asimismo, a través de la intervención urbana se diseñaron y adaptaron espacios públicos para integrar a diferentes grupos poblacionales, incluyendo personas con discapacidad. La reactivación de estos espacios se promueve a través del fomento deportivo y cultural, como parte de una estrategia para la apropiación del espacio público. Además, se interviene por medio del paisajismo mediante la mejora de calles, aceras y la recuperación de espacios públicos y privados, con el objetivo de garantizar la activación de estos espacios y elevar la percepción de seguridad.

Finalmente, en el ámbito de la gobernanza inteligente, se identificaron diversas estrategias que incluyen el desarrollo de gobierno digital, como la implementación de ventanillas únicas para la gestión de trámites y portales de acceso a la información, que utilizan aplicaciones de inteligencia artificial, como *chatbots*, y aplicaciones móviles para la gestión de trámites urbanos. Asimismo, se desarrollaron tecnologías orientadas a la creación de espacios y mecanismos que promuevan la participación y el empoderamiento de la ciudadanía. Estas iniciativas abarcan desde la participación en decisiones públicas hasta la discusión y el debate del presupuesto, además de otras propuestas innovadoras, como los laboratorios de participación ciudadana.

En conjunto, este estudio ofrece una contribución significativa al campo de estudio de las CIS desde la identificación de las diferentes combinaciones de condiciones que pueden generar una CIS en el contexto de países en desarrollo. Además, proporciona valiosos conocimientos para los tomadores de decisiones respecto al

marco de referencia de PP y estrategias para transformar las ciudades en CIS. La alineación de esta investigación se encuentra vinculada con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sustentable, en especial con el objetivo 11, respecto a la creación de ciudades y comunidades inclusivas e inteligentes.

La metodología aplicada ha permitido no solo identificar las condiciones que favorecen la existencia de CIS, sino también comprender el papel de las PP en este proceso. Las conclusiones obtenidas brindan una base sólida para futuras investigaciones y el diseño de PP que impulsen el desarrollo de CIS en contextos similares.

### **7.3. Implicaciones**

En esta sección se presentan las posibles implicaciones académicas, gubernamentales y empresariales que tiene esta investigación, aportando sugerencias con fundamento en los resultados de esta investigación y sus conclusiones.

#### **7.3.1 Implicaciones Académicas**

Esta investigación contribuye a solventar el vacío respecto a la falta de literatura referente al estudio, tipología y modelos de CIS (L. Li et al., 2022; Sharifi, 2020), principalmente en países en desarrollo (Nieto et al., 2021, Urrego-Marín y Ocampo Osorio, 2021) debido a la tendencia de definir a las CIS desde la visión de ciudades del primer mundo (Deepti y Tooran 2020). Al respecto, Bustillo y Martínez (2008) señalan que existe una discrepancia en la comprensión de las CIS respecto a la literatura y el papel que tienen los gobiernos en el diseño e implementación de CIS.

Si bien, existen investigaciones previas que analizan a las CIS en el contexto de países en desarrollo en la región de América Latina, como las investigaciones de Alvarado López (2020) quien propone un índice para medir cinco ciudades en México, Nieto et al., (2021) con la medición del grado de inteligencia a través del estudio de caso en Puebla y Machado Junior et al. (2018) con el estudio y medición de las CI en Brasil. Estas investigaciones solo se centran en la generación de



índices cuantitativos, sin profundizar en el análisis de las condiciones, la creación de tipologías o marcos de referencia en PP de CIS.

Como señalan Caragliu y del Bo (2019) el interés por parte de académicos, gobiernos y fondos de inversión en CIS es cada vez mayor. Por lo que se espera que esta investigación sea un referente para la profundización en los estudios que relacionen los constructos CI, DS y sobre todo el énfasis en el estudio y diseño de PP que contribuyan a generar CIS. De igual forma, existen estudios que analizan PP como el estudio de Alawadhi et al. (2012) quienes analizan Seattle, Philadelphia, CDMX y Quebec, la investigación de Mora et al. (2019) con el estudio de las PP a través de casos múltiples en las ciudades de Ámsterdam, Barcelona, Helsinki y Viena. Se resalta nuevamente que dichas investigaciones, aun cuando son un excelente referente, su estudio se centra en ciudades con condiciones y factores contextuales diferentes a los de las ciudades de países en desarrollo.

### **7.3.2 Implicaciones Gubernamentales**

Aun cuando se ha identificado la necesidad por parte de los gobiernos locales y de organismos internacionales como la ONU y la OCDE con relación a la creación y diseño de CIS, (Trindade et al. 2017 y Sharifi et al. 2021). Es necesario guiar a los gobiernos locales hacia el uso de herramientas y datos para la generación de CIS (Bouskela, 2021 y Barrionuevo et al. 2012), siendo necesario el diseño e implementación de PP para la creación de CIS que atienda a las necesidades contextuales. Esta investigación contribuye a solventar la necesidad de investigaciones empíricas que aporten conocimiento referente al papel que desempeñan los gobiernos en la implementación de PP para transformar a las ciudades en CIS (De Guimarães et al. 2020). A través de la relación entre los diferentes gobiernos locales, sería posible transitar como señala Kar et al. (2019) no solo hacia CIS, sino hacia una nación inteligente.

Para que una ciudad sea CIS no solo debe incorporar tecnologías e innovación, sino que debe generar las condiciones para que permita a todos los sectores el disfrute de sus beneficios (Shin et al., 2021; Yigitcanlar et al., 2019). Esta investigación



concuenda con los elementos clave que señalan Dai et al. (2024), los cuales deben conducir a los tomadores a la transformación de una CIS con base al siguiente proceso: 1) definición de objetivos de CIS, (2) innovación tecnológica de CIS, (3) desarrollo de estrategia y PP de CIS, (4) implementación del plan de ciudad de acuerdo con las condiciones locales, y (5) la evaluación continua del plan de CIS a través de la disposición de datos e información en tiempo real.

### 7.3.3 Implicaciones Empresariales

De acuerdo con Zhou et al. (2021) las CIS generan nuevas y mejores condiciones para los sectores empresarial al brindar mejores sistemas de transporte y comunicación, con lo cual permite nuevas modalidades de trabajo y reducción de tiempos de traslado, además, el intercambio de conocimientos permite la creación de ecosistemas de innovación (Linde et al., 2021). Además, las disponibilidad y habilitación de tecnologías en las CIS facilita también la realización de trámites de manera digital y asistida, por lo que crear una empresa o realizar un emprendimiento se vuelve más fácil y rápido. Sin embargo, es importante que el diseño de CIS se efectúe bajo un enfoque de gobernanza inteligente, en el que participen la ciudadanía, el gobierno y las empresas (Irazábal y Jirón, 2021), trabajando de forma sinérgica.

Por ende, puede existir una relación directa entre los beneficios que obtienen las empresas y las ciudades al incorporar estrategias de CIS, las CIS brindan capital humano altamente capacitado, permitiendo el desarrollo económico y la creación de industrias 4.0, así mismo, la oferta de servicios y productos tecnológicos como *IoT*, *Big Data*, por parte de las empresas, permite crear nuevas y mejores condiciones sociales en las ciudades, siendo necesaria la participación de diversas empresas en la creación de soluciones tecnológicas.

#### **7.4. Aportaciones**

Los resultados en esta investigación ofrecen aportaciones principalmente en los ámbitos académicos, teóricos y gubernamentales. En relación con el ámbito académico y teórico los hallazgos contribuyen a definir las CIS en el contexto de los países en desarrollo, siendo esta un área de oportunidad y de necesidad en el desarrollo de investigaciones, ya que en su mayoría las investigaciones sobre CIS refieren a ciudades de países desarrollados.

Así también, se definen las condiciones y el cómo se configuran para generar el resultado de CIS, encontrando cuatro vías para la generación de CIS, la primera con la presencia de economía inteligente (Eco), sociedad Inteligente (Soc), vida inteligente (Vid) y gobernanza inteligente (Gob), la segunda con la combinación de movilidad (Mov), Eco, Medioambiente (Med) y políticas públicas (PP), y la cuarta con la combinación de Soc, Vid, Gob y Med. Esto con base en el análisis de datos cuantitativos y su respectiva calibración con enfoque cualitativo. Es importante señalar, que el modelo integrado, generado a partir de la revisión teórica de modelos e índices validados, contribuye no solo a la discusión y entendimiento de las CIS, sino que también permite la medición de las CIS en el contexto de los países en desarrollo, principalmente en el caso de México, ya que en México no se cuenta con un índice que permita realizar dicho análisis.

En lo relativo a las aportaciones gubernamentales, esta investigación crea un marco de referencia en CIS a través de PP, esto se obtiene como resultado del análisis de las condiciones, así como de las PP que han implementado las ciudades, las cuales las han llevado a transitar a CIS. Su relevancia, es que dichas PP y vías para generar CIS, son un guía para el análisis y diseño de PP en contexto similares, lo cual pueda permitir guía a los gobiernos locales.

#### **7.5. Limitaciones**

Entre las limitantes identificadas en esta investigación se encuentra la falta de información desagregada a nivel ciudad en México, ya que las principales fuentes,

como son, las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Sistema de Información sobre los Objetivos Sustentables (SIOS), no cuentan con información desagregada a nivel ciudad para medir el conjunto de los indicadores propuestos. Además, es difícil obtener la información requerida a través del sistema de solicitudes de información, los principales desafíos que se encontraron en esta investigación es la negativa por parte de las autoridades de brindar la información, los tiempos de espera para las resoluciones, y la no existencia de los datos.

Con respecto a la falta de información desagregada y la disponibilidad de datos, se propone que las nuevas tecnologías habilitadas en las CIS como son las tecnologías del internet de las cosas (IoT) y la generación de macrodatos producidos a través de los diferentes dispositivos, sensores e interacción de los ciudadanos con los servicios, son un activo valioso para las ciudades y los tomadores de decisiones para la generación y análisis de datos (Nikki Han y Kim, 2021).

También es importante destacar, que los mecanismos de difusión y transparencia en el contexto analizado, y para los casos de estudio en esta investigación, muestran deficiencias, ya que la información sobre el proceso de generación, ejecución y evaluación de las PP es limitada. Aunque, en esta investigación no se planteó el análisis de las PP en su conjunto de etapas, esta podría ser una futura línea de investigación para analizar en qué grado se resuelven las PP y que tan efectivas son de acuerdo con el contexto, o que factores determinan su éxito o fracaso.

### **7.6. Futuras Líneas de Investigación**

Finalmente, se reconoce que resta un gran camino por seguir en el desarrollo de investigaciones en CIS, ya que el término se encuentra en constante evolución y su efectividad dependerá del desarrollo de nuevos modelos explicativos y estudios con referencias empíricas que aporten detalle y vías para generar CIS. También es importante destacar que, aunque el desarrollo tecnológico no es la única condición para generar CIS, es clave generar investigaciones que se apoyen en la creación,

implementación y uso de tecnologías como el internet de las cosas (IoT) y el análisis de macrodatos en las ciudades, ya que la producción de datos es un insumo muy importante para el análisis y toma de decisiones.

Otra de las líneas futuras de investigación es el diseño y evaluación de PP en CIS, el análisis de los actores clave, además de la generación de estudios de CIS con un cambio de paradigma, repensando los modelos de CIS, desde la visión del ciudadano y con la integración de disciplinas como el urbanismo táctico.



## GLOSARIO

1. **Condición:** Término empleado en el análisis configuracional causal que refiere a un factor o característica que determina un resultado.
2. **Dimensión:** Categoría verbal utilizada para agrupar a un conjunto de condiciones.
3. **Gobernanza:** Capacidad de gestión y liderazgo por parte del Estado a través de sus instituciones, leyes y normar, así como de su infraestructura con la finalidad de atender las demandas de los ciudadanos.
4. **Paradigma:** “una manera de concebir al mundo; un conjunto de creencias y premisas respecto a la naturaleza de éste” (Greene, 2007, p.16).
5. **Políticas Públicas:** “conjunto de acciones planificadas, ejecutadas y evaluadas por actores públicos a partir de la visualización, recopilación y análisis de las demandas sociales” (Pérez, 2019).

## REFERENCIAS

- Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G., & Pesce, F. (2005). Ordenamiento Ambiental del Territorio (DIRAC, Ed.).
- Agbali, M., Trillo, C., Fernando, T., Oyedele, L., Ibrahim, I. A., & Olatunji, V. O. (2019). Towards a refined conceptual framework model for a smart and sustainable city assessment. 5th IEEE International Smart Cities Conference, ISC2 2019, 658–664. <https://doi.org/10.1109/ISC246665.2019.9071697>
- Aggarwal, C. C., Ashish, N., & Sheth, A. (2014). The internet of things: A survey from the data-centric perspective. En *Managing and Mining Sensor Data* (Vol. 9781461463092, pp. 383–428). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6309-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6309-2_12)
- Aguilar Astorga, C. R. (2017). Evaluación de políticas públicas. Una aproximación.
- Aguilar, L. F. (1992). *El Estudio de las Políticas Públicas* (Miguel Ángel).
- Aguilar, L. F., DeLeon, P., Lindblom, C. E., Majone, G., Méndez, J. L., & Canto Sáenz, R. (2012). Política pública. [http://data.evalua.cdmx.gob.mx/docs/estudios/i\\_pp\\_eap.pdf](http://data.evalua.cdmx.gob.mx/docs/estudios/i_pp_eap.pdf)
- Aguilar Villanueva, L. (1993). *Problemas públicos y agenda de gobierno*.
- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>
- Alawadhi, S., Aldama-Nalda, A., Chourabi, H., Gil-Garcia, J. R., Leung, S., Mellouli, S., Nam, T., Pardo, T. A., Scholl, H. J., & Walker, S. (2012). Building understanding of smart city initiatives. *Lecture Notes in Computer Science* (including subseries *Lecture Notes in Artificial Intelligence* and *Lecture Notes in Bioinformatics*), 7443 LNCS, 40–53. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33489-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33489-4_4)

- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Alderete, M. V. (2019). ¿Qué factores influyen en la construcción de ciudades inteligentes? Un modelo multinivel con datos a nivel ciudad y países. *Revista Iberoamericana de Ciencias, Tecnología y Sociedad*, 14(1668–0030), 71–89.
- Alderete, M. V. (2022). Can Small Cities From Developing Countries Be Smart Cities? The Case of Argentina. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 17, 36–51.
- Alvarado López, R. A. (2020). Ciudades inteligentes y sostenibles: una medición a cinco ciudades de México. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 30(442). <https://doi.org/2395-9169>
- Anand, P. B. (2021). Assessing smart city projects and their implications for public policy in the Global South. *Contemporary Social Science*, 16(2), 199–212. <https://doi.org/10.1080/21582041.2020.1720794>
- Angelevska, B., & Atanasova, V. (2021). An implementation framework for developing cities – the way to smart mobility. *Proceedings of the 1st International Conference Public Transport & Smart Mobility 2020: Innovative solutions for smart urban mobility*, 56–62. <https://doi.org/10.7307/ptsm.2020.7>
- Antonio Joia, L., & Kuhl, A. (2019). Smart City for Development: A Conceptual Model for Developing Countries. 203–214. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-19115-3\\_17i](https://doi.org/10.1007/978-3-030-19115-3_17i)
- Antwi-Afari, P., Owusu-Manu, D. G., Ng, S. T., & Asumadu, G. (2021). Modeling the smartness or smart development levels of developing countries' cities. *Journal of Urban Management*, 10(4), 369–381. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.06.005>



- Antwi-Afari, P., Owusu-Manu, D. G., Simons, B., Debrah, C., & Ghansah, F. A. (2021). Sustainability guidelines to attaining smart sustainable cities in developing countries: A Ghanaian context. *Sustainable Futures*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2021.100044>
- Apiratwarakul, K., Suzuki, T., Celebi, I., Tiamkao, S., Bhudhisawasdi, V., Pearkao, C., & Ienghong, K. (2022). Motorcycle Ambulance Policy to Promote Health and Sustainable Development in Large Cities. *Prehospital and Disaster Medicine*, 37(1), 78–83. <https://doi.org/10.1017/S1049023X21001345>
- Arellano, D., & Blanco, F. (2013). *Políticas Públicas y Democracia* (Instituto).
- Arnaboldi, M., & Azzone, G. (2020). Data science in the design of public policies: dispelling the obscurity in matching policy demand and data offer. *Heliyon*, 6(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04300>
- Arnold, L., Graf-Drasch, V., Wolf, L., Gimpel, H., & Keller, R. (2024). Citizens' preferences on smart energy technologies and services for smart districts. *Cities*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104748>
- Artés, J., & Rodríguez, B. (2022). MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS. *Papeles de Economía Española*, 18–29.
- Augusto, J. C., Nakashima, H., & Aghajan, H. (2010). Ambient Intelligence and Smart Environments: A State of the Art. En *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments* (pp. 3–31). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-93808-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-93808-0_1)
- Aurrekoetxea-Casaus, M. (2018). Deconstructing urban resilience. *Obets*, 13(Extra1), 229–255. <https://doi.org/10.14198/OBETS2018.13.1.09>
- Bahari, B. A., Susanto, T. D., & Gunawan, J. (2021). Smart City Measurement: Identification of Smart Economy Performance Indicators in Indonesia. *Proceedings of the 2nd International Conference on Business and Management*

of Technology (ICONBMT 2020), 175, 294–300.  
<https://doi.org/10.2991/aebmr.k.210510.046>

Banco Mundial. (s/f). Desarrollo Urbano. Desarrollo Urbano. Recuperado el 31 de agosto de 2021, de <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#:~:text=Hoy en día%2C alrededor del,10 personas vivirán en ciudades.>

Banco Mundial. (2020, abril 20). Desarrollo Urbano. Desarrollo Urbano. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#:~:text=Hoy en día%2C alrededor del,10 personas vivirán en ciudades.>

Barrionuevo, J. M., Berrone, P., & Ricart Costa, J. E. (2012). Smart Cities, Sustainable Progress: Opportunities for Urban Development. *IESE Insight*, 14, 50–57. <https://doi.org/10.15581/002.art-2152>

Basurto, X., & Speer, J. (2012). Structuring the Calibration of Qualitative Data as Sets for Qualitative Comparative Analysis (QCA). *Field Methods*, 24(2), 155–174. <https://doi.org/10.1177/1525822X11433998>

Batagan, L. (2012). Open Data for Smart Cities. *Economy Informatics*, 12, 136–142.

Bazant, J. (2020). *Mircor Urbanismo*. Editorial Trillas.

Benoît Rihoux, C. C. (2009). Configurational comparative methods: qualitative comparative analysis (QCA) and related techniques.

Berrone, P., & Ricart, J. E. (2020). Índice IESE Cities in Motion. <https://doi.org/doi:https://dx.doi.org/10.15581/018.ST-542>

Bibri, S. E., Krogstie, J., Kaboli, A., & Alahi, A. (2024). Smarter eco-cities and their leading-edge artificial intelligence of things solutions for environmental sustainability: A comprehensive systematic review. En *Environmental Science and Ecotechnology* (Vol. 19). Editorial Board, Research of Environmental Sciences. <https://doi.org/10.1016/j.es.2023.100330>

- BID. (2016). Guía Metodológica iniciativa ciudades emergentes y sostenibles. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-Programa-de-Ciudades-Emergentes-y-Sostenibles-Tercera-edici%C3%B3n.pdf>
- BID. (2021). BIG DATA para el Desarrollo Urbano Sostenible.
- Bifani, P. (1997). Medio ambiente y desarrollo (2.a ed.). Editorial Universidad de Guadalajara.
- Bouskela, M. (2021, junio 21). ¿Cómo desarrollar políticas públicas basadas en evidencia? <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/como-desarrollar-politicas-publicas-basadas-en-evidencia-big-data-al-servicio-de-las-ciudades/>
- Bouskela, M., Casseb, M., & Bassi, S. (2016). La ruta hacia las Smart Cities Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente.
- Brugmann, J. (1997). Is there a method in our measurement? The use of indicators in local sustainable development planning. *Local Environment*, 2(1), 59–72. <https://doi.org/10.1080/13549839708725512>
- Bubeliny, O., Kubina, M., & Varmus, M. (2024). Building Smart Mobility in the City of Žilina. *Transportation Research Procedia*, 77, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.01.028>
- Bulchand-Gidumal, J. (2022). Post-COVID-19 recovery of island tourism using a smart tourism destination framework. *Journal of Destination Marketing and Management*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2022.100689>
- Buono, M., & Giugliano, G. G. (2021). CONNECTION AND INTERACTION FOR SOCIETY 5.0. 9, 195–208.
- Bustillo, L., & Martínez, J. P. (2008). Los enfoques del desarrollo sustentable. *Interciencia*, 33(5), 389–395.

- Calzada, I., & Almirall, E. (2020). Data ecosystems for protecting European citizens' digital rights. *Process and Policy*, 14(2), 1750–6166. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2604618>
- Campbell, S. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case examples. *Journal of Research Nursing*, 25, 652–661.
- Caragliu, A., & Del Bo, C. F. (2019). Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 373–383. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.022>
- Caragliu, A., del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Carayannis, E. G., Dezi, L., Gregori, G., & Calo, E. (2022). Smart Environments and Techno-centric and Human-Centric Innovations for Industry and Society 5.0: A Quintuple Helix Innovation System View Towards Smart, Sustainable, and Inclusive Solutions. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(2), 926–955. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00763-4>
- Cardozo, M. (2006). *La evaluación de políticas y programas públicos (Primera Edición)*.
- Casado, M. S. (2016). De las smart cities a los smart citizens. La ciudadanía frente a la tecnología en la construcción de resiliencia urbana From smart cities to smart citizens. *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 121–129.
- Casas Pérez, M. de la L. (2014). CIUDADES INTELIGENTES Y AMBIENTES DE COMUNICACIÓN DIGITAL. *Global Media Journal México*, 11, 1–20.
- Ceballos, B. (2021). Ciudades inteligentes, una visión holística al desarrollo sostenible. En *Recuperación transformadora de los territorios con equidad y sostenibilidad* (pp. 1–16).

- CEPAL. (2013, agosto 27). Expertos piden políticas públicas que permitan construir ciudades inteligentes. <https://www.cepal.org/es/comunicados/expertos-piden-politicas-publicas-que-permitan-construir-ciudades-inteligentes>
- CEPAL. (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19. <https://www.fcc.gov/consumers/guides/guia-de-velocidades-de-banda-ancha>.
- CEPAL, & ONU. (s/f). Desarrollo sostenible y asentamientos humanos. <https://www.cepal.org/es/areas-de-trabajo/developmento-sostenible-y-asentamientos-humanos>
- Cerchione, R., & Esposito, E. (2016). A systematic review of supply chain knowledge management research: State of the art and research opportunities. *International Journal of Production Economics*, 182, 276–292. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.09.006>
- Cerutti, P. S., Martins, R. D., Macke, J., & Sarate, J. A. R. (2019). Green, but not as green as that: An analysis of a Brazilian bike-sharing system. *Journal of Cleaner Production*, 217, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.240>
- Chourabi, H., Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. R., Mellouli, S., Nahon, K., Pardo, T. A., & Scholl, H. J. (2012). Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences, 2289–2297. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2012.615>
- Chuan Tao, Y., Zhang, X., Hui, C., Jing Yuan, W., Daven, C., & Bertrand, D. (2015). A literature survey on smart cities. *Science China Information Sciences*, 58(10), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11432-015-5397-4>
- Clement, D. J., & Crutzen, P. N. (2021). How Local Policy Priorities Set the Smart City Agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120985>

Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común. Documentos de las Naciones, Recolección de un ..., 416. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informe+de+la+comision+mundial+sobre+el+medio+ambiente+y+el+desarrollo.+nuestro+futuro+comun#5>

Conacyt. (2022). Programas Nacionales Estratégicos. <https://conacyt.mx/pronaces/>

CONEVAL. (2019). Marco Normativo para la Evaluación de la Política, Programas y Acciones de Desarrollo Social en el Ámbito Federal en México.

Correia, D., Marques, J. L., & Teixeira, L. (2022). The State-of-the-Art of Smart Cities in the European Union. *Smart Cities*, 5(4), 1776–1810. <https://doi.org/10.3390/smartcities5040089>

Costa, E. M., Oliveira, Á. D., Costa, E. M., Oliveira, Á. D., Frodeman, R., Klein, J. T., & Pacheco, R. C. S. (2017). Humane Smart Cities. *The Oxford handbook of interdisciplinarity*, 1–12. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198733522.013.19>

Dai, Y., Hasanefendic, S., & Bossink, B. (2024). A systematic literature review of the smart city transformation process: The role and interaction of stakeholders and technology. *Sustainable Cities and Society*, 101, 105112. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.105112>

Dameri, R. P., Benevolo, C., Veglianti, E., & Li, Y. (2019). Understanding smart cities as a local strategy: A comparison between Italy and China. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.025>

Da Silva, C. A., dos Santos, E. A., Maier, S. M., & da Rosa, F. S. (2020). Urban resilience and sustainable development policies: An analysis of smart cities in the state of São Paulo. *Revista de Gestao*, 27(1), 61–78. <https://doi.org/10.1108/REGE-12-2018-0117>

DAVIS, D. E. (2018). Governmental capacity and the smart mobility transition. *Governance of the Smart Mobility Transition*.  
<https://doi.org/10.1108/9781787543171>

Deepti, P., & Tooran, A. (2020). What Makes Indian Cities Smart? A Policy Analysis of Smart Cities Mission. *Telematics and Informatics*, 55(Journal Pre-proofs).  
What makes Indian Cities Smart? -A Policy Analysis of Smart Cities Mission  
Deepti Prasad, Tooran Alizadeh PII:S0736-5853(20)30125-).  
<https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101466>

De Guimarães, J. C. F., Severo, E. A., Felix Júnior, L. A., Da Costa, W. P. L. B., & Salmoria, F. T. (2020). Governance and quality of life in smart cities: Towards sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 253.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119926>

DeLeon, P. (2012). Una revisión del proceso de políticas públicas: De Laswell a Sabatter. En *Política Pública* (pp. 61–73).

Díaz Aldret, A. (2022). *Gobernanza metropolitana y ciudades inteligentes*. Siglo XXI Editores.

Díaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., & Castro-Fresno, D. (2018). Is the Sustainable Development Goals (SDG) index an adequate framework to measure the progress of the 2030 Agenda? *Sustainable Development*, 26(6), 663–671. <https://doi.org/10.1002/sd.1735>

Dowling, R. (2018). Smart Mobility: Disrupting transport governance? *Governance of the Smart Mobility Transition*.

Drápalová, E., & Wegrich, K. (2021). Technocratic populism and subnational governance. *Government and Opposition*, 56(4), 640–660.  
<https://doi.org/10.1017/gov.2020.16>

Durillon, B., & Bossu, A. (2024). Environmental assessment of smart energy management systems at distribution level — A review. *Renewable and*



Sustainable Energy Reviews, 203, 114739.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114739>

Dutta, G., & Kumar, R. (2024). Strategic Digitalization in SMEs of developing economies: Digital twin driven engineering value chain for customer-centricity. *Procedia Computer Science*, 232, 2654–2669.  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.083>

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.  
<https://doi.org/10.5465/amr.1989.4308385>

Farooq, Q., Hao, J., Liu, X., Xiao, D., & Hao, Y. (2020). Social and environmental development: Fresh concepts and soft measures towards sustainable development. *Sustainable Development*, 28(6), 1796–1803.  
<https://doi.org/10.1002/sd.2075>

Fernández, D. S. (2017). Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(1).

Fernández, L. (2014). Algunas Consideraciones Sobre El Crecimiento Y Desarrollo. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*, 16, 1–18.

Fiss, P. C. (2007). A Set-Theoretic Approach to Organizational Configurations. *Academic of Management Review*, 22, 1180–1198.

Fiss, P. C. (2011). Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research. *Academy of Management Journal*, 54(2), 393–420.  
<https://doi.org/10.5465/AMJ.2011.60263120>

Flores, M. (2004). IMPLICACIONES DE LOS PARADIGMAS DE INVESTIGACIÓN EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA. *Revista Digital Universitaria*, 5(1).

- Flórez, D. (2016). Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes: Medellín, Colombia. Investigación conjunta BID - KRIHS, 1–72. <https://publications.iadb.org/handle/11319/7717?locale-attribute=es>
- Fu, Y., & Zhang, X. (2017). Trajectory of urban sustainability concepts: A 35-year bibliometric analysis. *Cities*, 60, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.08.003>
- Galaz, V., Centeno, M. A., Callahan, P. W., Causevic, A., Patterson, T., Brass, I., Baum, S., Farber, D., Fischer, J., Garcia, D., McPhearson, T., Jimenez, D., King, B., Larcey, P., & Levy, K. (2021). Artificial intelligence, systemic risks, and sustainability. *Technology in Society*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101741>
- Gallego, I. (2006). The use of economic, social and environmental indicators as a measure of sustainable development in Spain. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 13(2), 78–97. <https://doi.org/10.1002/csr.94>
- Gálvez, A. M. (2012). Un marco conceptual para el análisis de políticas públicas. En *Economía Industrial* (Vol. 385, pp. 109–118).
- Garcés, P. (2018). POLÍTICA PÚBLICA COMO POLÍTICA HUMANA: UN PROLEGÓMENO A UN MARCO CONCEPTUAL Y MÉTODO DE ANÁLISIS. No. 31, 77–118.
- García Batiz, M. L., Flores Payan, L., & Venegas Sahagún, B. A. (2015). Analysis of Sustainable Development in Local Spaces: The Application of the Theory of Fuzzy Sets. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, 20(54), 171. <https://doi.org/10.17141/iconos.54.2016.1454>
- Giffinger, R. (2007). Smart cities Ranking of European medium-sized cities. *Research Institute for Housing, Urban and Mobility Services*, 16(October), 1–24. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S026427519800050X>

Gironés, E. S., & Vrščaj, D. (2018). Who Benefits from Smart Mobility Policies? The Social Construction of Winners and Losers in the Connected Bikes Projects in the Netherlands. *Governance of the Smart Mobility Transition*, 85–101. <https://doi.org/10.1108/978-1-78754-317-120181006>

Gobierno de Guadalajara. (2021). Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza Guadalajara 2021-2024. <https://transparencia.guadalajara.gob.mx/sites/default/files/PlanMunicipalDesarrollo2021-2024.pdf>

Gobierno de Jalisco. (2021, septiembre 21). TEQUILA RECIBE CERTIFICACIÓN COMO PRIMER DESTINO TURÍSTICO INTELIGENTE DE MÉXICO Y AMÉRICA LATINA. <https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/133176>

Gobierno de Jalisco. (2022). Ciudad Creativa Digital Guadalajara. <https://ciudadcreativadigital.mx/>

Gobierno de la Ciudad de México. (2019). Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024. <https://agenda2030.cdmx.gob.mx/documentos/programa-de-gobierno-de-la-ciudad-de-mexico-2019-2024/>

Gobierno de Mérida. (2021). Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 Mérida, Yucatán. [https://www.merida.gob.mx/municipio/portal/gobierno/doc/PMD/PMD\\_2021\\_2024.pdf](https://www.merida.gob.mx/municipio/portal/gobierno/doc/PMD/PMD_2021_2024.pdf)

Gobierno de México. (2021). Plataforma de Seguimiento a los ODS. <https://agenda2030.mx/#/home>

Gobierno de Puebla. (2021). Plan Municipal de Desarrollo de Puebla, Puebla, 2021-2024. <https://ojp.puebla.gob.mx/normatividad-municipal/item/3778-plan-municipal-de-desarrollo-de-puebla-puebla-2021-2024>

Gobierno de Querétaro. (2021). Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 Querétaro. <https://pmd.municipiodequeretaro.gob.mx/>

- Gobierno de San Luis Potosí. (2022). Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 San Luis Potosí. [https://cefimslp.gob.mx/documentos/PMD/2021-2024/30%20SAN%20LUIS%20POTOSI%20PLAN%20MUNICIPAL%20DESARROLLO%202021-2024%20\(18-FEB-2022\).pdf](https://cefimslp.gob.mx/documentos/PMD/2021-2024/30%20SAN%20LUIS%20POTOSI%20PLAN%20MUNICIPAL%20DESARROLLO%202021-2024%20(18-FEB-2022).pdf)
- Gokhberg, L., Meissner, D., & Kuzminov, I. (2022). What semantic analysis can tell us about long term trends in the global STI policy agenda. *Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-022-09959-5>
- González, A., & Rossi, A. (2011). *New Trends for Smart Cities Project*.
- Govindan, K. (2023). How digitalization transforms the traditional circular economy to a smart circular economy for achieving SDGs and net zero. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103147>
- Greene, J. C. (2007). Mixed Methods in Social Inquiry. *Journal of Mixed Methods Research*, 2, 190–198.
- Grossi, G., & Argento, D. (2022). The fate of accounting for public governance development. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 35(9), 272–303. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-11-2020-5001>
- Grossi, G., Biancone, P. Pietro, Secinaro, S., & Brescia, V. (2021). Dialogic accounting through popular reporting and digital platforms. *Meditari Accountancy Research*, 29(7), 75–93. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-01-2021-1163>
- Grossi, G., & Trunova, O. (2021). Are UN SDGs useful for capturing multiple values of smart city? *Cities*, 114, 103193. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103193>
- Guerrero, E., & Márquez, J. F. (2014). *Vision social del desarrollo sustentable*. Bonilla Artigas Editores.

- Guerrero, J. P. (1995). La evaluación de políticas públicas: enfoques teóricos y realidades en nueve países desarrollados. En *Gestión y Política Pública*: Vol. IV (pp. 47–115).
- Guşul, P. F., & Butnariu, A. R. (2011). Exploring the relationship between smart city, sustainable development and innovation as a mode for urban economic growth. *The Annals of the University of Oradea*, 5450(July), 41–45.
- Gutiérrez, A., Domènech, A., Zaragozaí, B., & Miravet, D. (2020). Profiling tourists' use of public transport through smart travel card data. *Journal of Transport Geography*, 88(June), 102820. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102820>
- Harguindeguy, J.-B. (2015). *Análisis de políticas públicas* (2a. ed.). Difusora Larousse - Editorial Tecnos.
- Hernández, L., Carrasco, C., & García, S. (2021). Ordenando el caos: cuatro enfoques metodológicos para investigar en políticas públicas. *Revista Española de Ciencia Política*, 56, 173–196. <https://doi.org/10.21308/recp.56.07>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6a ed.). McGrawHill.
- Hoang, A. T., Pham, V. V., & Nguyen, X. P. (2021). Integrating renewable sources into energy system for smart city as a sagacious strategy towards clean and sustainable process. *Journal of Cleaner Production*, 305, 127161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127161>
- Hsu, W. L., Chen, W. Te, Kuo, H. H., Shiau, Y. C., Chern, T. Y., Lai, S. C., & Fan, W. H. (2020). Establishment of smart living environment control system. *Sensors and Materials*, 32(1), 183–195. <https://doi.org/10.18494/SAM.2020.2581>
- Hudson, J., & Kühner, S. (2013). Qualitative comparative analysis and applied public policy analysis: New applications of innovative methods. *Policy and Society*, 32(4), 279–287. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2013.10.001>

- Humphris, I., Rauws, W., & Horlings, L. (2024). Planning in a place of co-becoming: Informal and more-than-human placemaking in Scottish vacant land policy. *Cities*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105036>
- Ibañez, N., & Castillo, R. (2015). Una visión de cuantificación del desarrollo humano sustentable. *Revista Científica Electrónica de Ciencias Gerenciales*, 112–135.
- IMD. (2019). IMD Smart Cities Index 2019. 220. <https://www.imd.org/research-knowledge/reports/imd-smart-city-index-2019/>
- IMD. (2021). Smart City Observatory. <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/>
- INEGI. (2017). Anuario Estadístico y geográfico. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825097929>
- INEGI. (2021). Anuario Estadístico y geográfico. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463904847>
- INEGI, & IFT. (2021). ENDUTIH 2020. *En Comunicación Social* (Vol. 2).
- Innovación y Cualificación, S. L. (2019). *Gestión ambiental y desarrollo sostenible*. IC Editorial.
- Irazábal, C., & Jirón, P. (2021). Latin American smart cities: Between worlding infatuation and crawling provincializing. *Urban Studies*, 58(3), 507–534. <https://doi.org/10.1177/0042098020945201>
- ISO. (2019). ISO 37122:2019(en) Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities. 1. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:69050:en>
- ITU-T. (2015). Smart Sustainable cities- an analysis of definitions.
- ITU-T SG20. (2017). Key performance indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals. Recommendation ITU-T Y.4903/L.1603, 1–50. <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

- Jioudi, B., Sabir, E., Moutaouakkil, F., & Medromi, H. (2019). Congestion awareness meets zone-based pricing policies for efficient urban parking. *IEEE Access*, 7, 161510–161523. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2951674>
- Jordan, R., Agi, K., Arora, S., Christodoulou, C. G., Schamiloglu, E., Koechner, D., Schuler, A., Howe, K., Bidram, A., Martinez-Ramon, M., & Lehr, J. (2021). “Peace engineering in practice: A case study at the University of New Mexico”. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121113. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121113>
- Kainde, B. J. R. & Batmetan, J. R., & Kainde, Q. C. (2022). Understanding Smart City Strategy in Developing Countries ‘Cities. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 17, 71–88.
- Kar, A. K., Ilavarasan, V., Gupta, M. P., Janssen, M., & Kothari, R. (2019). Moving beyond Smart Cities: Digital Nations for Social Innovation & Sustainability. *En Information Systems Frontiers* (Vol. 21, Número 3, pp. 495–501). Springer New York LLC. <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09930-0>
- Kimpimäki, J. P., Malacina, I., & Lähdeaho, O. (2022). Open and sustainable: An emerging frontier in innovation management? *Technological Forecasting and Social Change*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121229>
- Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., & Li, J. (2020). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 120, 241–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>
- Kronsell, A., & Mukhtar-Landgren, D. (2020). Experimental Governance of Smart Mobility: Some Normative Implications. *Shaping Smart Mobility Futures: Governance and Policy Instruments in times of Sustainability Transitions*, 119–135. <https://doi.org/10.1108/978-1-83982-650-420201007>
- Kuckarz, U. (2023). *Qualitative Content Analysis* (2a ed.).



- Kuru, K., & Ansell, D. (2020). TCitySmartF: A comprehensive systematic framework for transforming cities into smart cities. En *IEEE Access* (Vol. 8, pp. 18615–18644). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2967777>
- Lacson, J. J., Lidasan, H. S., Spay Putri Ayuningtyas, V., Feliscuzo, L., Malongo, J. H., Lactuan, N. J., Bokingito, P., & Velasco, L. C. (2023). Smart City Assessment in Developing Economies: A Scoping Review. En *Smart Cities* (Vol. 6, Número 4, pp. 1744–1764). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/smartcities6040081>
- Lara, A. P., Moreira, E., Costa, D., Furlani, T. Z., & Yigitcanlar, T. (2016). Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*. <https://doi.org/10.1186/s40852-016-0034-z>
- Lazaroiu, G. C., & Roscia, M. (2012). Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47(1), 326–332. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.09.028>
- Lee, S. K., Kwon, H. R., Cho, H., Kim, J., & Lee, D. (2016). International Case Studies of Smart Cities Institutions for Development Sector Fiscal and Municipal Management Division. June, 1–48.
- Leite, E. (2022). Innovation networks for social impact: An empirical study on multi-actor collaboration in projects for smart cities. *Journal of Business Research*, 139, 325–337. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.09.072>
- Lemke, C., & Bastini, K. (2020). Embracing multiple perspectives of sustainable development in a composite measure: The Multilevel Sustainable Development Index. *Journal of Cleaner Production*, 246, 118884. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118884>
- Leyva, G. (1999). Max Horkheimer y los orígenes de la teoría crítica. *Sociología*, 40, 66–87. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305026649011>

- Li, L., Taelhagh, A., & Ying Tan, S. (2022). what factors drives policy transfer in smart city development? Insight from Delphi Study. *Sustainable Cities and Society*, 84.
- Lim, Y., Edelenbos, J., & Gianoli, A. (2019). Identifying the results of smart city development: Findings from systematic literature review. *Cities*, 95(October 2018), 102397. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102397>
- Linde, L., Sjödin, D., Parida, V., & Wincent, J. (2021). Dynamic capabilities for ecosystem orchestration A capability-based framework for smart city innovation initiatives. *Technological Forecasting and Social Change*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120614>
- Li, S., Sui, P. C., Xiao, J., & Chahine, R. (2019). Policy formulation for highly automated vehicles: Emerging importance, research frontiers and insights. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 124(xxxx), 573–586. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.05.010>
- López Ricalde, C. D., López Hernández, E. S., & Ancona Peniche, I. (2014). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2), 28. <https://doi.org/10.19136/hs.v4i2.294>
- López Torres, G. C., Montejano García, S., Álvarez Torres, F. J., & Pérez Ramos, M. de J. (2021). Sustainability for competitiveness in firms – a systematic literature review. En *Measuring Business Excellence*. Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/MBE-02-2021-0023>
- López, V. M. (2006). *Sustentabilidad y desarrollo sustentable: origen, precisiones conceptuales y metodología operativa*. Instituto Politécnico Nacional.
- Lowi, T. (1963). American business, public policy, case-studies, and political theory. *Winter 1958*, 52–59.
- Lupiañez Villanueva, F. (2017). *Ciudades Inteligentes. Evaluación social de proyectos de Smart Cities*.

- Machado Junior, C., Nassif Mantovani Ribeiro, D. M., da Silva Pereira, R., & Bazanini, R. (2018). Do Brazilian cities want to become smart or sustainable? *Journal of Cleaner Production*, 199, 214–221. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.072>
- Mao, C., Wang, Z., Yue, A., Liu, H., & Peng, W. (2023). Evaluation of smart city construction efficiency based on multivariate data fusion: A perspective from China. *Ecological Indicators*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110882>
- Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llinàs, J., & Meléndez-Frigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, 90(PB), 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.01.012>
- Marsden, G., & Reardon, L. (2018). Does governance matter? An international scenarios exerc. *Governance of the Smart Mobility Transition*, 139–151.
- Martija Martínez, M. (2009). Un modelo conceptual y método de medición de la sustentabilidad. *Simposio Internacional Desarrollo, Ciudad y Sostenibilidad*, 1–30.
- Martínez Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *Inter Sedes: Revista de las Sedes Regionales*, VIII (14), 11–25.
- Martínez Gutiérrez, R. (2021). SMART CITIES Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.
- Martínez-O'daly, M. (2023). *Ciudades Inteligentes 2.0 (Segunda)*. Friedrich Naumann Stiftung. <https://redciudadesinteligentes.net/manual-de-ciudades-inteligentes-2-0/>
- Medina, I., Castillo, P., & Álamos, P. (2017). *Análisis cualitativo comparado (QCA)*. Centro de Investigaciones Sociológicas.

- Mejía, J. (2021a). Análisis Cualitativo Comparativo Difuso (fsQCA) y su relación con la Innovación Discusión e interpretación de resultados.
- Mejía, J. (2021b). Análisis Cualitativo Comparativo Nítido (csQCA) y su relación con la Innovación Discusión e interpretación de resultados (Primera).
- Mello, P. A., & Tanja, D. (2021). Qualitative Comparative Analysis: An Introduction to Research Design and Application.
- Mencía, P. M. (2020). Aplicación de la Econometría en la Evaluación de Políticas Públicas. En Septiembre (Vol. 27).
- Midgley, J. (2013). Social Development: Theory and Practice (SAGE, Ed.).
- Mills, D., Pudney, S., Pevcin, P., & Dvorak, J. (2022). Evidence-based public policy decision-making in smart cities: Does extant theory support achievement of city sustainability objectives? Sustainability (Switzerland), 14(1). <https://doi.org/10.3390/su14010003>
- Miola, A., & Schiltz, F. (2019). Measuring sustainable development goals performance: How to monitor policy action in the 2030 Agenda implementation? Ecological Economics, 164(May), 106373. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106373>
- Mora, L., Deakin, M., & Reid, A. (2019). Strategic principles for smart city development: A multiple case study analysis of European best practices. Technological Forecasting and Social Change, 142(July), 70–97. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.035>
- Moran, D. D., Wackernagel, M., Kitzes, J. A., Goldfinger, S. H., & Boutaud, A. (2008). Measuring sustainable development - Nation by nation. Ecological Economics, 64(3), 470–474. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.08.017>
- Moreno, V., Vieira da Silva, F. E. L., Ferreira, R., & Filardi, F. (2019). COMPLEMENTARITY AS A DRIVER OF VALUE IN BUSINESS

INTELLIGENCE. *Revista Ibero Americana de Estrategia*, 18, 57–70.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.5585/ijsm.v18i1.2678> Disponible

Mukhtar-Landgren, D., & Paulsson, A. (2021). Governing smart mobility: policy instrumentation, technological utopianism, and the administrative quest for knowledge. *Administrative Theory and Praxis*, 43(2), 135–153.  
<https://doi.org/10.1080/10841806.2020.1782111>

Mundada, M., & Mukkamala, R. R. (2020). Smart cities for sustainability-an analytical perspective. *Proceedings of the World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability, WS4 2020*, 770–775.  
<https://doi.org/10.1109/WorldS450073.2020.9210379>

Mu, R., Haershan, M., & Wu, P. (2022). What organizational conditions, in combination, drive technology enactment in government-led smart city projects? *Technological Forecasting and Social Change*, 174.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121220>

Nagy, J. A., Benedek, J., & Ivan, K. (2018). Measuring sustainable development goals at a local level: A case of a Metropolitan Area in Romania. *Sustainability*

Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *ACM International Conference Proceeding Series*, 282–291. <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>

Navarro, C. (2008). *El Estudio de las Políticas Públicas*. *RJAUM*, 17, 231–255.

Naylor, T. D., & Florida, R. (2003). The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life. *Canadian Public Policy / Analyse de Politiques*, 29(3), 378. <https://doi.org/10.2307/3552294>

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G., & Scorrano, F. (2014). Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 38, 25–36.  
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010>

- Nieto, S. G., Yelpe, P. C., & Guzmán, K. P. (2021). Smart City Puebla: measuring smartness. *Revista Ibero-Americana de Estratégica*, 20(1), e15793. <https://doi.org/10.5585/riae.v20i1.15793>
- Nikki Han, M. J., & Kim, M. J. (2021). A critical review of the smart city in relation to citizen adoption towards sustainable smart living. En *Habitat International* (Vol. 108). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102312>
- Nilssen, M. (2019). To the smart city and beyond? Developing a typology of smart urban innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.060>
- Oana, I.-E., Schneider, C. Q., & Thomann, E. (2021). Qualitative Comparative Analysis Using R. En *Qualitative Comparative Analysis Using R*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009006781>
- OCDE. (s/f). El Programa de la OCDE sobre Ciudades Inteligentes y Crecimiento Inclusivo. <https://www.oecd.org/regional/smart-cities.htm>
- Okyere, D. K., Poku-Boansi, M., & Adarkwa, K. K. (2018). Connecting the dots: The nexus between transport and telecommunication in Ghana. *Telecommunications Policy*, 42(10), 836–844. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.07.008>
- Olmedo-Barchello, S., Cristaldo, J. C., Rodríguez, G., da Silva, M., Acosta, A., & Barrios, O. (2020). Ciudades creativas y su aporte a la creación de un nuevo modelo de desarrollo económico, social y cultural. Una revisión de la literatura. *Población y Desarrollo*, 26(50), 53–63. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2020.026.50.053-063>
- ONU. (s/f). Macrodatos para el desarrollo sostenible. Recuperado el 30 de agosto de 2021, de <https://www.un.org/es/global-issues/big-data-for-sustainable-development>

ONU. (1992a). Declaración De Rio Sobre El Medio Ambiente Y El Desarrollo  
Preámbulo. 1972, 1–5.

ONU. (1992b). Programa 21.  
<https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm>

ONU. (2012). El futuro que queremos.

ONU. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una  
oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, mayo, 50.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

ONU. (2017). Nueva Agenda Urbana. ONU-Habitat.

ONU. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible. En Revista  
de Derecho Ambiental (Número 10). <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>

ONU. (2019a). Informe sobre desarrollo humano 2019. Programa de las Naciones  
Unidas para el Desarrollo, 21(1), 263–269.

ONU. (2019b). World Urbanization Prospects. En Demographic Research (Vol. 12).  
<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>

ONU-Hábitat. (2017). Metodología para la Iniciativa Ciudad Prosperidad - Índice de  
Percepción. [perceptionindex.org/Public/Methodology](http://perceptionindex.org/Public/Methodology)

ONU-Hábitat. (2019). Reporte nacional de prosperidad urbana en México. Índice de  
las ciudades prósperas (CPI). En ONU-Hábitat, INFONAVIT.

ONU-Hábitat. (2022). Iniciativa de prosperidad de la ciudad.  
<https://unhabitat.org/programme/city-prosperity-initiative>

Ortiz, M., & Enrique, L. (2020). Desarrollo y crecimiento económico: Análisis teórico  
desde un enfoque cuantitativo. Revista de Ciencias Sociales, XXVI.  
<https://doi.org/10.31876/rcs.v26i1.31322>



- Ortíz-Palafox, K. (2021). Sustentabilidad y rendición de cuentas en México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27.
- Osman, A. M. S. (2019). A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 91, 620–633. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046>
- Özdemir, A., Kourtiti, K., & Nijkamp, P. (2019). Social policy in smart cities: the forgotten dimension. En *Smart cities in the post-algorithmic era* (pp. 235–261). EDWARD ELGAR Publishing.
- Palma Montes, M. (2022, agosto 21). *Ciudades Inteligentes en México*. Alcandes México.
- Palmisano, S. J. (2008). A smarter planet: the next leadership agenda. En *Ibm* (Vol. 6). [https://www.ibm.com/ibm/cioleadershipexchange/us/en/pdfs/SJP\\_Smarter\\_Planet.pdf](https://www.ibm.com/ibm/cioleadershipexchange/us/en/pdfs/SJP_Smarter_Planet.pdf)
- Pangbourne, K., Stead, D., & Mladenović, M. (2018). The case of mobility as a service: a critical reflection on challenges for urban transport and mobility governance. *Governance of the Smart Mobility Transition*, 33–48. <https://doi.org/10.1108/9781787543171>
- Pappas, I. O., & Woodside, A. G. (2021). Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in Information Systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102310>
- Parente, T. C., & Federo, R. (2019). Qualitative comparative analysis: justifying a neo-configurational approach in management research. *RAUSP Management Journal*, 54(4), 399–412. <https://doi.org/10.1108/RAUSP-05-2019-0089>

- Parris, T. M., & Kates, R. W. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 559–586. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105551>
- Pathan, A. S. K., Fadlullah, Z. M., Choudhury, S., & Guerroumi, M. (2021). Internet of Things for smart living. En *Wireless Networks* (Vol. 27, Número 6, pp. 4293–4295). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11276-019-01970-3>
- Pérez, A. (2019). Metodología, métodos, técnicas. Propuesta metodológica para valorar políticas públicas. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas.*, 183–207.
- Perucica, N., & Andjelkovic, K. (2022). Is the future of AI sustainable? A case study of the European Union. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 16(3), 347–358. <https://doi.org/10.1108/TG-06-2021-0106>
- Pierce, P., Ricciardi, F., & Zardini, A. (2017). Smart cities as organizational fields: A framework for mapping sustainability-enabling configurations. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su9091506>
- Pietrzak Nina. (2016). Smart cities tyology. *Zeszyty Programu Top 15*, 8, 97–112. <https://journals.kozminski.edu.pl/pub/6873>
- Praharaj, S., & Han, H. (2019). Building a typology of the 100 smart cities in India. *Smart and Sustainable Built Environment*, 8(5), 400–414. <https://doi.org/10.1108/SASBE-04-2019-0056>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. (2020). Informe sobre Desarrollo Humano 2020.
- Quintanilla-Mendoza, G., & Gil-García, J. (2019). Propuesta de Modelo Integral para el entendimiento y desarrollo de ciudades inteligentes. *Espacios Públicos*, 22, 7–28.

Ragin, C. (1989). Introduction to qualitative comparative analysis. En *The Comparative Political Economy of the Welfare State* (pp. 299–319). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9781139174053.013>

Ragin, C. (2000). *Fuzzy-Set Social Science*.

Ragin, C. (2008). *Redesigning Social Inquiry Fuzzy Sets and Beyond*. The University of Chicago Press.

Ragin, C. C. (2006). Set Relations in Social Research: Evaluating Their Consistency and Coverage. *Political Analysis*, 14(3), 291–310. <http://www.jstor.org/stable/25791854>

Ragin, C. C., Strand, S. I., & Rubinson, C. (2017). *USER'S GUIDE TO Fuzzy-Set / Qualitative Comparative Analysis*.

Rahmayanti, H., Oktaviani, V., & Syani, Y. (2018). The implementation of smart trash as smart environment concept. *E3S Web of Conferences*, 74. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187406003>

Ramaano, A. I. (2022). Musina Municipality tourism management and strategies: a sustainable-eco-tourism inclusive business insight for the town, abutting peri-urban and countryside existences. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 33(3), 718–738. <https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2021-0257>

Ramos, C. (2015). *LOS PARADIGMAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. *Avances en Psicología en Latinoamericana*, 23(1), 9–17.

Rana, N. P., Luthra, S., Mangla, S. K., Islam, R., Roderick, S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Barriers to the Development of Smart Cities in Indian Context. *Information Systems Frontiers*, 21(3), 503–525. <https://doi.org/10.1007/s10796-018-9873-4>

Real Academia Española. (s/f). <https://dle.rae.es/modelo>

- Rihoux, B. (2006). Qualitative comparative analysis (QCA) and related systematic comparative methods: Recent advances and remaining challenges for social science research. *International Sociology*, 21(5), 679–706. <https://doi.org/10.1177/0268580906067836>
- Rihoux, B., & De Meur, G. (2009). Crisp-Set Qualitative Comparative Analysis (csQCA). En *Configurational Comparative Methods* (pp. 33–68).
- Rihoux, B., & Ragin, C. (2009). *Configurational Comparative Methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781452226569>
- Ripalda, J. (2019). El Gobierno electrónico como estrategia para lograr eficiencia en la gestión pública. 45(45), 95–98.
- Roth, Á. (2019). *Enfoques para el análisis de políticas públicas* (M. Editorial, Ed.).
- Saeed Moosavi, M. (2018). *The Smart City; Challenges and Opportunities in Developing Countries*. <https://doi.org/10.21859/iojur-03011>
- Salcedo, R. (2011). *Evaluación de políticas públicas (Primera)*. [www.sigloxxieditores.com.mx](http://www.sigloxxieditores.com.mx)
- Sánchez Vergara, J. I., Papaoikonomou, E., & Ginieis, M. (2021). Exploring the strategic communication of the sharing city project through frame analysis: The case of Barcelona sharing city. *Cities*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103082>
- Schinagl, S., & Shahim, A. (2020). What do we know about information security governance? “From the basement to the boardroom”: towards digital security governance. En *Information and Computer Security* (Vol. 28, Número 2, pp. 261–292). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/ICS-02-2019-0033>
- Schneider, C. Q., & Wagemann, C. (2012). *Set-Theoretic Methods for the Social Sciences: A Guide to Qualitative Comparative Analysis*.

- Schreiner, C. (2016). International Case Studies of Smart Cities: Rio de Janeiro. June, 74. <https://publications.iadb.org/handle/11319/7727?locale-attribute=pt>
- Sharifi, A. (2020). A typology of smart city assessment tools and indicator sets. *Sustainable Cities and Society*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101936>
- Sharifi, A., Allam, Z., Feizizadeh, B., & Ghamari, H. (2021). Three decades of research on smart cities: Mapping knowledge structure and trends. *Sustainability (Switzerland)*, 13(13), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su13137140>
- Shin, S. Y., Kim, D., & Chun, S. A. (2021). Digital divide in advanced smart city innovations. *Sustainability (Switzerland)*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13074076>
- Singh, S., Singh, R., Singh, K., Katoch, K., Zaeen, A. A., Birhan, D. A., Singh, A., Sandhu, H. S., Singh, H., & Sahrma, L. K. (2024). Smart fertilizer technologies: An environmental impact assessment for sustainable agriculture. *En Smart Agricultural Technology (Vol. 8)*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100504>
- Smiciklas, J. (2017). Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities United Smart Sustainable Cities 4 Montevideo Office Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities ii Foreword.
- Solazzo, G., Maruccia, Y., Ndou, V., & Del Vecchio, P. (2022). How to exploit Big Social Data in the Covid-19 pandemic: the case of the Italian tourism industry. *Service Business*, 16(3), 417–443. <https://doi.org/10.1007/s11628-022-00487-8>
- Staletić, N., Labus, A., Bogdanović, Z., Despotović-Zrakić, M., & Radenković, B. (2020). Citizens' readiness to crowdsource smart city services: A developing country perspective. *Cities*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102883>

- Tang, Z., Jayakar, K., Feng, X., Zhang, H., & Peng, R. X. (2019). Identifying smart city archetypes from the bottom up: A content analysis of municipal plans. *Telecommunications Policy*, 43(10). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2019.101834>
- Tan, S. Y., & Taeihagh, A. (2020). Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/su12030899>
- TD2035. (2020). Transformación Digital Querétato. <https://td2035.com/>
- Tomor, Z., Meijer, A., Michels, A., & Geertman, S. (2019). Smart Governance For Sustainable Cities: Findings from a Systematic Literature Review. *Journal of Urban Technology*, 26(4), 3–27. <https://doi.org/10.1080/10630732.2019.1651178>
- Torres-Melo, J., & Santander, J. (2013). Introducción a las políticas públicas, Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y ciudadanía. En IEMP Ediciones.
- Treviño, A. R., Manuel, J., Núñez, S., & Camacho, A. G. (2003). Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Artículo Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis*, 55–59.
- Trindade, E. P., Hinnig, M. P. F., da Costa, E. M., Marques, J. S., Bastos, R. C., & Yigitcanlar, T. (2017). Sustainable development of smart cities: A systematic review of the literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 3(3). <https://doi.org/10.1186/s40852-017-0063-2>
- Ullo, S. L., & Sinha, G. R. (2020). Advances in smart environment monitoring systems using iot and sensors. En *Sensors (Switzerland) (Vol. 20, Número 11)*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20113113>
- UNESCO. (s/f). Creative Cities Network. Recuperado el 19 de agosto de 2021, de <https://es.unesco.org/creative-cities/content/ciudades-creativas>

- Urrego-Marín, M. L., & Ocampo Osorio, C. (2021). La complejidad: una perspectiva filosófica y multidisciplinar en las ciudades inteligentes. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 64, 281–308. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n64a11>
- Vancea, M. (2006). Ragin, Charles C. (1989). *The Comparative Method: Moving Beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. (2000). *Fuzzy-Set Social Science. Papers. Revista de Sociología*, 80, 299. <https://doi.org/10.5565/rev/papers/v80n0.1835>
- Victoria, M., & Munévar, W. (2010). ¿Qué es la gobernanza y para qué sirve?
- Vu, K., & Hartley, K. (2018). Promoting smart cities in developing countries: Policy insights from Vietnam. *Telecommunications Policy*, 42(10), 845–859. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.10.005>
- Weerasinghe, S., & Campbell, S. (2020). Predicting future ED needs – population trends may not be enough! *CJEM*, 22(S1), S43–S43. <https://doi.org/10.1017/cem.2020.152>
- Xercavins, J., Cayuela, D., & Cervantes, G. (2015). *Desarrollo sostenible*. Universidad Politécnica de Catalunya. <https://elibro.net/es/lc/uaa/titulos/61392>
- Yigitcanlar, T. (2016). *Technology and the city (First)*.
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Buys, L., Ioppolo, G., Sabatini-Marques, J., da Costa, E. M., & Yun, J. H. J. (2018). Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. *Cities*, 81(April), 145–160. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.04.003>
- Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., da Costa, E., & Ioppolo, G. (2019). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *En Sustainable Cities and Society (Vol. 45, pp. 348–365)*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>



- Yin, R. (2014). *Case study research: design and methods*. (5a ed.). Sage Publications.
- Yuan, J., Xie, H., Yang, D., Xiahou, X., Skibniewski, M. J., & Huang, W. (2020). Strategy formulation for the sustainable development of smart cities: A case study of Nanjing, China. *International Journal of Strategic Property Management*, 26(4), 379–399. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2020.13345>
- Zaheer, A., & Dhunny, Z. A. (2019). On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities*, 89(November 2018), 80–91. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032>
- Zhao, F., Fashola, O. I., Olarewaju, T. I., & Onwumere, I. (2021). Smart city research: A holistic and state-of-the-art literature review. *Cities*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103406>
- Zhou, Q., Zhu, M., Qiao, Y., Zhang, X., & Chen, J. (2021). Achieving resilience through smart cities? Evidence from China. *Habitat International*, 111(October 2020), 102348. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102348>
- Zhu, J., Gianoli, A., Noori, N., de Jong, M., & Edelenbos, J. (2024). How different can smart cities be? A typology of smart cities in China. *Cities*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.104992>
- Zuiderwijk, A., Chen, Y. C., & Salem, F. (2021). Implications of the use of artificial intelligence in public governance: A systematic literature review and a research agenda. *Government Information Quarterly*, 38(3). <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101577>

## ANEXOS

### ANEXO A

**Tabla 39.** *Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities*

| No. | Dimensión            | Categoría                              | Indicador   |
|-----|----------------------|--|---|
| 1   | Economía inteligente | Espíritu innovador                     | Gasto en I+D en % del PIB   |
| 2   | Economía inteligente | Espíritu innovador                     | Tasa de empleo en sectores intensivos en conocimiento   |
| 3   | Economía inteligente | Espíritu innovador                     | Patentes por habitante.   |
| 4   | Economía inteligente | Emprendimiento                         | Tasa de trabajo por cuenta propia   |
| 5   | Economía inteligente | Emprendimiento                         | Nuevos negocios registrados Importancia   |
| 6   | Economía inteligente | Imagen económica y marcas registradas  | Importancia como centro de toma de decisiones (HQ, etc.)  |
| 7   | Economía inteligente | Productividad                          | PIB por persona ocupada   |
| 8   | Economía inteligente | Flexibilidad del mercado laboral       | Tasa de desempleo   |
| 9   | Economía inteligente | Integración internacional              | Proporción en el empleo a tiempo parcial  |
| 10  | Economía inteligente | Integración internacional              | Empresas con casa matriz en la ciudad que cotizan en bolsa nacional   |
| 11  | Economía inteligente | Integración internacional              | Transporte aéreo de pasajeros   |
| 12  | Economía inteligente | Integración internacional              | Transporte aéreo de carga   |
| 13  | Sociedad inteligente | Nivel de calificación                  | Importancia como centro de conocimiento (centros de investigación de primer nivel, universidades de primer nivel, etc.) |
| 14  | Sociedad inteligente | Nivel de calificación                  | Población calificada en los niveles 5-6 CINE  |
| 15  | Sociedad inteligente | Nivel de calificación                  | Habilidades en idiomas extranjeros  |
| 16  | Sociedad inteligente | Afinidad con el aprendizaje permanente | Prestamos de libros por residente   |
| 17  | Sociedad inteligente | Afinidad con el aprendizaje permanente | Participación en el aprendizaje permanente en %   |
| 18  | Sociedad inteligente | Afinidad con el aprendizaje permanente | Participación en cursos de idiomas  |
| 19  | Sociedad inteligente | Pluralidad ética y social              | Proporción de extranjeros   |

Fuente: Adaptación de “*Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities*”, por (Giffinger, 2007).

Continuación Tabla 39.

| No. | Dimensión                 | Categoría   | Indicador   |
|-----|---------------------------|---|---|
| 20  | Sociedad inteligente      | Pluralidad ética y social   | Proporción de nacionales nacidos en el extranjero                 |
| 21  | Sociedad inteligente      | Flexibilidad  | Percepción de conseguir un nuevo trabajo                          |
| 22  | Sociedad inteligente      | Creatividad   | Porcentaje de personas que trabajan en industrias creativas       |
| 23  | Sociedad inteligente      | Cosmopolitismo/ mente abierta   | Participación en elecciones                                       |
| 24  | Sociedad inteligente      | cosmopolitismo/ mente abierta   | Entorno favorable a la inmigración (actitud hacia la inmigración) |
| 25  | Sociedad inteligente      | cosmopolitismo/ mente abierta   | Conocimiento acerca de la Unión Europea                           |
| 26  | Sociedad inteligente      | Participación en la vida pública  | Participación de votantes en las elecciones de la ciudad          |
| 27  | Sociedad inteligente      | Participación en la vida pública  | Participación en trabajo voluntario.                              |
| 28  | Gobernanza inteligente    | Participación en la toma de decisiones                                      | Representantes de la ciudad por residente                         |
| 29  | Gobernanza inteligente    | Participación en la toma de decisiones                                      | Actividad política de los habitantes                              |
| 30  | Gobernanza inteligente    | Participación en la toma de decisiones                                      | Importancia de la política para los habitantes                    |
| 31  | Gobernanza inteligente    | Participación en la toma de decisiones                                      | Porcentaje de mujeres representantes de la ciudad                 |
| 32  | Gobernanza inteligente    | Servicios públicos y sociales   | Gastos municipales por residente en PPS.                          |
| 33  | Gobernanza inteligente    | Servicios públicos y sociales   | Porcentaje de niños en guarderías                                 |
| 34  | Gobernanza inteligente    | Servicios públicos y sociales   | Satisfacción con la calidad de vida de las escuelas               |
| 35  | Gobernanza inteligente    | Gobernanza y transparencia  | Satisfacción con la gobernanza y la burocracia                    |
| 36  | Gobernanza inteligente    | Gobernanza y transparencia  | Satisfacción con la lucha contra la corrupción                    |
| 37  | Movilidad inteligente     | Accesibilidad local   | Redes de transporte por habitante                                 |
| 38  | Movilidad inteligente     | Accesibilidad local   | Satisfacción con el acceso al transporte público                  |
| 39  | Movilidad inteligente     | Accesibilidad local   | Satisfacción con la calidad del aire                              |
| 40  | Movilidad inteligente     | Accesibilidad internacional   | Accesibilidad internacional                                       |
| 41  | Movilidad inteligente     | Disponibilidad de infraestructura TIC                                       | Computadoras en el hogar  |
| 42  | Movilidad inteligente     | Sustentabilidad, innovación y seguridad en el sistema de transporte público | Cuota de movilidad verde (tráfico individual no motorizado)       |
| 43  | Movilidad inteligente     | Sustentabilidad, innovación y seguridad en el sistema de transporte público | Seguridad de tráfico  |
| 44  | Movilidad inteligente     | Sustentabilidad, innovación y seguridad en el sistema de transporte público | Uso de coches económicos  |
| 45  | Medioambiente inteligente | Atractivo de las condiciones naturales.                                     | Horas de sol  |
| 46  | Medioambiente inteligente | Atractivo de las condiciones naturales.                                     | Espacios verdes compartidos                                       |

Adaptación de "Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities", por (Giffinger, 2007).

Continuación Tabla 39.

| No. | Dimensión                 | Categoría                          | Indicador  |
|-----|---------------------------|------------------------------------|--|
| 47  | Medioambiente inteligente | Contaminación                      | Smog en verano   |
| 48  | Medioambiente inteligente | Contaminación                      | Partículas de materia  |
| 49  | Medioambiente inteligente | Contaminación                      | Enfermedades crónicas mortales de las vías respiratorias bajas por habitante |
| 50  | Medioambiente inteligente | Protección medioambiental          | Esfuerzos individuales en la protección de la naturaleza                     |
| 51  | Medioambiente inteligente | Protección medioambiental          | Opinión de la protección natural   |
| 52  | Medioambiente inteligente | Gestión sostenible de los recursos | Uso eficiente del agua (uso por PIB)   |
| 53  | Medioambiente inteligente | Gestión sostenible de los recursos | Uso eficiente de la electricidad (uso por PIB)                               |
| 54  | Vida inteligente          | Instalaciones culturales           | Asistencia al cine por habitante   |
| 55  | Vida inteligente          | Instalaciones culturales           | Visitas a museos por habitante   |
| 56  | Vida inteligente          | Instalaciones culturales           | Asistencia al teatro por habitante   |
| 57  | Vida inteligente          | Condiciones de salud               | Esperanza de vida  |
| 58  | Vida inteligente          | Condiciones de salud               | Número de camas por habitante  |
| 59  | Vida inteligente          | Condiciones de salud               | Médicos por habitante  |
| 60  | Vida inteligente          | Condiciones de salud               | Satisfacción con el sistema de salud   |
| 61  | Vida inteligente          | Seguridad personal                 | Tasa de crímenes   |
| 62  | Vida inteligente          | Seguridad personal                 | Tasa de muerte por asalto  |
| 63  | Vida inteligente          | Seguridad personal                 | Satisfacción con la seguridad personal                                       |
| 64  | Vida inteligente          | Calidad del hogar                  | Proporción de viviendas que cumplen con los estándares mínimos               |
| 65  | Vida inteligente          | Calidad del hogar                  | Superficie habitable media por habitante                                     |
| 66  | Vida inteligente          | Calidad del hogar                  | Satisfacción con la situación personal de vivienda                           |
| 67  | Vida inteligente          | Instalaciones educativas           | Alumnos por habitantes   |
| 68  | Vida inteligente          | Instalaciones educativas           | Satisfacción de sobre el acceso al sistema educativo                         |
| 69  | Vida inteligente          | Atractividad turística             | Importancia como ubicación turística (pernoctaciones, lugares de interés)    |
| 70  | Vida inteligente          | Cohesión social                    | Percepción sobre el riesgo personal de pobreza                               |
| 71  | Vida inteligente          | Cohesión social                    | Índice de pobreza  |

Fuente: Adaptación de “*Smart Cities Ranking of European Medium-Sized Cities*”, por (Giffinger, 2007).

ANEXO B

**Tabla 40.** Key Performances Indicators for Smart Sustainable Cities to Assess the Achievement of Sustainable Development Goals

| No. | Dimensión | Categoría                                   | Indicador  | Descripción   | Unidad de medida              |
|-----|-----------|---|--|---|-------------------------------|
| 1   | Economía  | Infraestructura                             | Acceso a Internet en los hogares                     | Proporción de hogares con acceso a Internet   | %                             |
| 2   | Economía  | Infraestructura                             | Hogares con computadora                              | Proporción de hogares con al menos una computadora  | %                             |
| 3   | Economía  | Innovación                                  | Gastos de investigación y desarrollo                 | Los gastos de investigación y desarrollo como proporción del PIB de la ciudad   | %                             |
| 4   | Economía  | Innovación                                  | Patentes   | Número de nuevas patentes otorgadas por cada 100 000 habitantes por año   | Número/100 000 habitantes/año |
| 5   | Economía  | Empleo                                      | Tasa de empleo                                       | Tasa de empleo  | %                             |
| 6   | Economía  | Productividad                               | Productividad laboral                                | Tasa de crecimiento anual del PIB real por persona ocupada  | %                             |
| 7   | Economía  | Infraestructura física (suministro de agua) | Disponibilidad de contadores de agua inteligentes    | Proporción de los consumidores de agua (incluyendo hogares, empresas, etc.) con contadores de agua inteligentes             | %                             |
| 8   | Economía  | Infraestructura física (energía)            | Disponibilidad de contadores eléctricos inteligentes | Proporción de consumidores de electricidad (incluidos hogares, empresas, etc.) con contadores de electricidad inteligentes. | %                             |
| 9   | Economía  | Infraestructura física (energía)            | Frecuencia de corte del sistema eléctrico            | Número promedio de interrupciones eléctricas por cliente por año  | Número                        |
| 10  | Economía  | Infraestructura física (energía)            | Tiempo de corte del sistema eléctrico                | Duración media de las interrupciones eléctricas   | Minutos                       |
| 11  | Economía  | Infraestructura física (transporte)         | Red de transporte público                            | Longitud de los sistemas de transporte público por cada 100 000 habitantes  | KM/ 100 000 habitantes        |
| 12  | Economía  | Infraestructura física (transporte)         | Eficiencia del tráfico por carretera                 | Índice de tiempo de viaje   | Ratio                         |
| 13  | Economía  | Infraestructura física (transporte)         | Información de transporte público en tiempo real     | Proporción de paradas y estaciones de transporte público con información de tráfico en tiempo real disponible               | %                             |

Fuente: Adaptación de “Key performances indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals” (p.9-23), por (ITU-T SG20, 2017).

Continuación Tabla 40.

| No. | Dimensión     | Categoría                  | Indicador  | Descripción  | Unidad de medida       |
|-----|---------------|----------------------------|--|--|------------------------|
| 15  | Medioambiente | Calidad del aire           | Emisiones de GEI   | Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita  | Tonelada CO2e / cápita |
| 16  | Medioambiente | Saneamiento y agua         | Calidad del agua potable   | Índice de cumplimiento de las normas relativas a los parámetros de calidad del agua para agua potable  | %                      |
| 18  | Medioambiente | Saneamiento y agua         | Consumo de agua  | Consumo de agua per cápita   | 1/ día/ cápita         |
| 19  | Medioambiente | Saneamiento y agua         | Aguas residuales tratadas  | Proporción de aguas residuales que reciben tratamiento   | %                      |
| 20  | Medioambiente | Saneamiento y agua         | Recolección de aguas residuales  | Proporción de hogares atendidos por recolección de aguas residuales  | %                      |
| 21  | Medioambiente | Saneamiento y agua         | Saneamiento doméstico  | Proporción de hogares con acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas  | %                      |
| 22  | Medioambiente | Ruido                      | Exposición al ruido  | Proporción de habitantes de la ciudad expuestos a niveles de ruido por encima de los límites de exposición internacionales/nacionales                                      | %                      |
| 23  | Medioambiente | Calidad del medio ambiente | Cumplimiento de las directrices de exposición aprobadas por la OMS                   | Aplicación de las directrices de exposición avaladas por la OMS para las instalaciones TIC en la ciudad  | Sí/No                  |
| 24  | Medioambiente | Calidad del medio ambiente | Adopción de un proceso de aprobación de planificación consistente con respecto a EMF | Aplicación de un proceso de aprobación de planificación consistente con respecto a EMF para permitir el despliegue eficiente de sistemas de TIC                            | Sí/No                  |
| 25  | Medioambiente | Calidad del medio ambiente | Disponibilidad de información de CEM   | Disponibilidad de información para el público y otras partes interesadas y referencias a recursos de la OMS y la UIT sobre cuestiones de cumplimiento, salud e instalación | Sí/No                  |

Fuente: Adaptación de "Key performances indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals" (p.9-23), por (ITU-T SG20, 2017).

Continuación Tabla 40.

| No. | Dimensión          | Categoría                  | Indicador                          | Descripción   | Unidad de medida                   |
|-----|--------------------|----------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| 26  | Medioambiente      | Calidad del medio ambiente | Recolección de residuos sólidos    | Proporción de hogares con recolección regular de desechos sólidos   | %                                  |
| 27  | Medioambiente      | Calidad del medio ambiente | Tratamiento de residuos sólidos    | Proporción de residuos sólidos: a) dispuestos en rellenos sanitarios; b) quemado en un área abierta; c) incinerado; d) dispuestos a vertedero a cielo abierto; e) reciclado; f) otros con respecto a la cantidad total de residuos sólidos producidos | %                                  |
| 28  | Medioambiente      | Calidad del medio ambiente | Zonas verdes y espacios públicos   | Zonas verdes y espacios públicos accesibles al público por cada 100 000 habitantes  | m <sup>2</sup> /100 000 habitantes |
| 29  | Medioambiente      | Biodiversidad              | Seguimiento de especies autóctonas | Cambio de número de especies nativas  | Número                             |
| 30  | Medioambiente      | Energía                    | Acceso a la electricidad           | Proporción de hogares con acceso a electricidad   | %                                  |
| 31  | Medioambiente      | Energía                    | Consumo de energías renovables     | Proporción de energía renovable consumida en la ciudad.   | %                                  |
| 32  | Medioambiente      | Energía                    | Consumo de electricidad            | Consumo de electricidad per cápita  | kWh/ día/ cápita                   |
| 33  | Sociedad y cultura | Educación                  | Estudiantes acceso a las TIC       | Proporción de estudiantes/alumnos con acceso en el aula a instalaciones de TIC  | %                                  |
| 34  | Sociedad y cultura | Educación                  | Tasa de alfabetización de adultos  | Tasa de alfabetización de adultos   | %                                  |
| 35  | Sociedad y cultura | Educación                  | Matriculación escolar              | Proporción de la población en edad escolar matriculada en escuelas  | %                                  |
| 36  | Sociedad y cultura | Educación                  | Tasa de educación superior         | Proporción de habitantes de la ciudad con títulos de educación terciaria  | %                                  |

Fuente: Adaptación de “Key performances indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals” (p.9-23), por (ITU-T SG20, 2017).



Continuación Tabla 40.

| No. | Dimensión          | Categoría                      | Indicador  | Descripción   | Unidad de medida            |
|-----|--------------------|--------------------------------|--|---|-----------------------------|
| 38  | Sociedad y cultura | Salud                          | Compartir recursos médicos                                 | Proporción de hospitales, farmacias y proveedores de atención médica que utilizan medios de TIC para compartir recursos médicos, como camas de hospital e información médica, especialmente registros médicos electrónicos. | %                           |
| 39  | Sociedad y cultura | Salud                          | Esperanza de vida  | La esperanza de vida media indica el número de años que viviría un recién nacido  | Años                        |
| 40  | Sociedad y cultura | Salud                          | Mortalidad maternal  | Muertes maternas por cada 100 000 nacidos vivos   | Proporción                  |
| 41  | Sociedad y cultura | Salud                          | Doctores   | Número de médicos por cada 100 000 habitantes   | Número/100 000 habitantes   |
| 42  | Sociedad y cultura | Seguridad en caso de desastres | Planes de resiliencia                                      | Presencia de evaluación de vulnerabilidad, planes financieros (de capital y operativos) y sistemas técnicos para la mitigación de desastres   | Lista de verificación       |
| 43  | Sociedad y cultura | Seguridad-Emergencia           | Tiempo de respuesta del servicio de emergencia             | Tiempo medio de respuesta de los servicios de emergencia  | Minutos                     |
| 44  | Sociedad y cultura | Seguridad-TIC                  | Seguridad de la información y protección de la privacidad. | Existencia de sistemas, normas y reglamentos para garantizar la seguridad de la información y la protección de la privacidad en el servicio público   | Lista de verificación       |
| 45  | Sociedad y cultura | Vivienda                       | Gasto de vivienda  | Proporción gasto de renta para vivienda   | %                           |
| 46  | Sociedad y cultura | Vivienda                       | Asentamientos informales                                   | Proporción de la población urbana que vive en barrios marginales, asentamientos informales o viviendas inadecuadas  | %                           |
| 47  | Sociedad y cultura | Cultura                        | Bibliotecas conectadas                                     | Número de bibliotecas conectadas por cada 100 000 habitantes  | Número / 100 000 habitantes |
| 48  | Sociedad y cultura | Cultura                        | Infraestructura cultural                                   | Número de instituciones culturales por cada 100 000 habitantes  | Número / 100 000 habitantes |

Fuente: Adaptación de “Key performances indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals” (p.9-23), por (ITU-T SG20, 2017).

Continuación Tabla 40.

| No. | Dimensión          | Categoría        | Indicador  | Descripción  | Unidad de medida      |
|-----|--------------------|------------------|--|--|-----------------------|
| 49  | Sociedad y cultura | Cultura          | Recursos culturales en línea                           | Proporción de instituciones y eventos culturales para los que se ofrece participación en línea.                                      | %                     |
| 50  | Sociedad y cultura | Inclusión social | Participación pública                                  | Promoción de la participación de los habitantes en los asuntos públicos  | Lista de verificación |
| 51  | Sociedad y cultura | Inclusión social | Equidad de ingresos de género                          | Relación de ingresos promedio por hora de empleados femeninos y masculinos, por ocupación, grupo de edad y personas con discapacidad | Proporción            |
| 52  | Sociedad y cultura | Inclusión social | Oportunidades para personas con necesidades especiales | Existencia de servicios públicos y prestaciones para personas con necesidades especiales.  | Lista de verificación |

Fuente: Adaptación de “Key performances indicators for smart sustainable cities to assess the achievement of sustainable development goals” (p.9-23), por ITU-T SG20 (2017).

## ANEXO C

Tabla 41. Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities

| No. | Dimensión | Subdimensión | categoría       | Indicador                                | Descripción   | Unidad de medida            |
|-----|-----------|--------------|-----------------|--|---|-----------------------------|
| 1   | Economía  | TIC          | Infraestructura | Acceso a Internet en el hogar            | Numerador: Número de hogares con acceso a internet. Denominador: Número total de hogares. Multiplicar por 100   | %                           |
| 2   | Economía  | TIC          | Infraestructura | Suscripciones de banda ancha fija        | Numerador: Número de suscripciones de banda ancha fija. Denominador: Número total de hogares. multiplicar por 100   | %                           |
| 3   | Economía  | TIC          | Infraestructura | Suscripciones de banda ancha inalámbrica | Numerador: Número de suscripciones de banda ancha inalámbrica. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad  | Número / 100.000 habitantes |
| 4   | Economía  | TIC          | Infraestructura | Cobertura de banda ancha inalámbrica     | Numerador: Área de la ciudad cubierta por servicios móviles (km2) Denominador: Área total de la ciudad (km2) Cada servicio debe informarse por separado (3G y 4G) | %                           |

Fuente: Adaptación de “Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities”, por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión | Subdimensión | categoría                  | Indicador  | Descripción   | Unidad de medida |
|-----|-----------|--------------|----------------------------|--|---|------------------|
| 5   | Economía  | TIC          | Infraestructura            | Disponibilidad de WIFI en Áreas Públicas                 | Número total de puntos de acceso WIFI proporcionados por la administración de la ciudad (excluyendo entidades comerciales)  | Número           |
| 6   | Economía  | TIC          | Agua y sanitización        | Medidores de agua inteligentes                           | Numerador: Número de contadores de agua inteligentes instalados. Denominador: Número total de medidores de agua instalados. Multiplicar por 100                   | %                |
| 8   | Economía  | TIC          | Drenaje                    | Drenaje / Sistema de aguas pluviales<br>Monitoreo de TIC | Numerador: Longitud del sistema monitoreado por TIC (km). Denominador: Longitud total del sistema total (km). multiplicar por 100                                 | %                |
| 9   | Economía  | TIC          | Suministro de electricidad | Medidores de electricidad inteligentes                   | Numerador: Número de contadores eléctricos inteligentes instalados. Denominador: Número total de medidores de electricidad instalados. multiplicar por 100        | %                |
| 10  | Economía  | TIC          | Suministro de electricidad | Monitoreo TIC<br>Suministro Eléctrico                    | Numerador: Longitud del sistema monitoreado por TIC (km). Denominador: Longitud total del sistema total (km). Multiplicar por 100                                 | %                |
| 11  | Economía  | TIC          | Suministro de electricidad | Penetración de respuesta a la demanda                    | Numerador: Número de clientes de electricidad habilitados para respuesta a la demanda. Denominador: Número total de clientes de electricidad. Multiplicar por 100 | %                |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión | Subdimensión  | categoría      | Indicador                                   | Descripción   | Unidad de medida |
|-----|-----------|---------------|----------------|---|---|------------------|
| 12  | Economía  | TIC           | Transporte     | Información dinámica de transporte público  | Numerador: Número de paradas y estaciones con información dinámica disponible. Denominador: Número total de paradas y estaciones. Multiplicar por 100   | %                |
| 13  | Economía  | TIC           | Transporte     | Monitoreo de tráfico                        | Numerador: Longitud de las principales calles monitoreadas por ICT (km). Denominador: Longitud total de las calles principales (km). Multiplicar por 100  | %                |
| 14  | Economía  | TIC           | Transporte     | Control de intersecciones                   | Numerador: Número de intersecciones con control de tráfico adaptativo. Denominador: Número total de intersecciones controladas por semáforos. Multiplicar por 100                                   | %                |
| 15  | Economía  | TIC           | Sector público | Información abierta                         | Numerador: Número total de conjuntos de datos abiertos publicados. Denominador: número total de conjuntos de datos. Multiplicar por 100. Para este indicador también se debe informar el Numerador. | % y numerador    |
| 16  | Economía  | TIC           | Sector público | e-Gobierno                                  | Número de servicios públicos disponibles a través del servicio en línea   | Número           |
| 17  | Economía  | TIC           | Sector público | Contratación electrónica del sector público | Numerador: Número de actividades de contratación del sector público realizadas en línea. Denominador: Número total de actividades de contratación del sector público. Multiplicar por 100           | %                |
| 18  | Economía  | Productividad | Innovación     | Gasto en I+D                                | Numerador: gasto en I+D (USD). Denominador: PIB de la ciudad (USD). Multiplicar por 100   | %                |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión | Subdimensión    | categoría           | Indicador                     | Descripción  | Unidad de medida          |
|-----|-----------|-----------------|---------------------|-------------------------------|--|---------------------------|
| 19  | Economía  | Productividad   | Innovación          | patentes                      | Numerador: Número total de nuevas patentes emitidas a residentes y organizaciones de la ciudad. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad                  | Número/100.000 habitantes |
| 20  | Economía  | Productividad   | Innovación          | Pequeñas y medianas empresas  | Numerador: Número de PYMES.<br>Denominador: Número total de empresas.<br>multiplicar por 100   | %                         |
| 21  | Economía  | Productividad   | Empleo              | Tasa de desempleo             | Estadísticas   | %                         |
| 22  | Economía  | Productividad   | Empleo              | Tasa de desempleo juvenil     | Estadísticas   | %                         |
| 23  | Economía  | Productividad   | Empleo              | Empleo Sector Turismo         | Numerador: Número de empleados en el sector turístico. Denominador: Número total de la mano de obra de la ciudad. Multiplicar por 100                                  | %                         |
| 24  | Economía  | Productividad   | Empleo              | Empleo Sector TIC             | Numerador: Número de empleados en el Sector TIC. Denominador: Número total de la mano de obra de la ciudad. Multiplicar por 100  | %                         |
| 25  | Economía  | Infraestructura | Agua y sanitización | Abastecimiento básico de agua | Numerador: Número de hogares de la ciudad con acceso a fuentes básicas de agua.<br>Denominador: Número total de hogares de la ciudad. Multiplicar por 100              | %                         |
| 26  | Economía  | Infraestructura | Agua y sanitización | Suministro de agua potable    | Numerador: Número de hogares de la ciudad con agua potable gestionada de forma segura Servicio. Denominador: Número total de hogares de la ciudad. Multiplicar por 100 | %                         |
| 27  | Economía  | Infraestructura | Agua y sanitización | Pérdida de suministro de agua | Numerador: Volumen de agua suministrada menos el volumen de agua utilizada (l/año).<br>Denominador: Volumen total de agua suministrada (l/año).<br>multiplicar por 100 | %                         |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión | Subdimensión    | categoría                  | Indicador                                  | Descripción  | Unidad de medida |
|-----|-----------|-----------------|----------------------------|--|--|------------------|
| 28  | Economía  | Infraestructura | Agua y sanitización        | Recolección de Aguas Residuales            | Numerador: Número de hogares de la ciudad atendidos por recolección de aguas residuales.<br>Denominador: Número total de hogares de la ciudad.<br>Multiplicado por 100       | %                |
| 29  | Economía  | Infraestructura | Agua y sanitización        | Saneamiento del Hogar                      | Numerador: Número total de hogares de la ciudad con acceso a saneamiento básico e instalaciones. Denominador: Número total de hogares de la ciudad.<br>Multiplicar por 100   | %                |
| 30  | Economía  | Infraestructura | Residuos                   | Recolección de Residuos Sólidos            | Numerador: Número de viviendas de la ciudad que son atendidas por recolección de residuos sólidos. Denominador: Número total de hogares de la ciudad.<br>Multiplicar por 100 | %                |
| 31  | Economía  | Infraestructura | Suministro de electricidad | Frecuencia de cortes del sistema eléctrico | Numerador: Suma de clientes interrumpidos (clientes). Denominador: Número total de clientes atendidos (clientes).  | %                |
| 32  | Economía  | Infraestructura | Suministro de electricidad | Tiempo de corte del sistema eléctrico      | Numerador: Suma de todas las duraciones de interrupción del cliente (min). Denominador: Número total de interrupciones de clientes.  | Minutos          |
| 33  | Economía  | Infraestructura | Suministro de electricidad | Acceso a la electricidad                   | Numerador: Número de viviendas de la ciudad con conexión autorizada al sistema eléctrico. Denominador: Número total de hogares de la ciudad. Multiplicar por 100             | %                |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión | Subdimensión    | categoría  | Indicador                                    | Descripción   | Unidad de medida                |
|-----|-----------|-----------------|------------|--|---|---------------------------------|
| 34  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Red de transporte público                    | Numerador: longitud de las líneas de transporte público dentro de los límites de la ciudad (km) (sentido único longitud).<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad  | Kilómetros / 100.000 habitantes |
| 35  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Conveniencia de la red de transporte público | Numerador: número total de habitantes de la ciudad que viven a menos de 0,5 km de un público parada de transporte<br>Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.<br>multiplicar por 100   | %                               |
| 36  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Red de bicicletas                            | Numerador: km de ciclovías/carriles.  | Kilómetros / 100.000 habitantes |
| 36  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Red de bicicletas                            | Numerador: km de ciclovías/carriles.  | Kilómetros / 100.000 habitantes |
| 37  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Modo de transporte Compartir                 | Numerador: Número de viajeros que utilizan un modo de transporte específico.<br>Denominador: Número total de viajeros.<br>multiplicar por 100. Informe sobre modos: transporte público, vehículos personales, bicicletas, caminar, para tránsito. | %                               |
| 38  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Índice de tiempo de viaje                    | Numerador: Tiempo de viaje en periodos punta (min). Denominador: Tiempo de viaje durante periodos de flujo libre (min)  | Ratio                           |
| 39  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Bicicletas Compartidas                       | Numerador: Número de bicicletas compartidas disponibles. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad  | Número/100.000 habitantes       |
| 40  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Vehículos compartidos                        | Numerador: Número de vehículos compartidos.<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.   | Número/100.000 habitantes       |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)



Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión | Subdimensión    | categoría  | Indicador   | Descripción   | Unidad de medida |
|-----|-----------|-----------------|------------|---|---|------------------|
| 41  | Economía  | Infraestructura | Transporte | Vehículos de pasajeros con bajas emisiones de carbono             | Numerador: Número de vehículos de bajas emisiones matriculados (PHEV y EV).<br>Denominador: Número de vehículos totales.<br>multiplicar por 100   | %                |
| 42  | Economía  | Infraestructura | Edificios  | Sostenibilidad de edificios públicos                              | Numerador: Superficie construida de edificios públicos con certificación de un estándar reconocido para operaciones de construcción en curso (m2). Denominador: Superficie total construida de edificios públicos (m2).<br>Multiplicar por 100 Informe por Esquema de Certificación | %                |
| 43  | Economía  | Infraestructura | Edificios  | Sistemas Integrados de Gestión de Edificios en Edificios Públicos | Numerador: Superficie de edificios públicos que utilizan sistemas basados en TIC para la gestión integrada en la ciudad (m2)<br>Denominador: Número total de pisos de edificios públicos (m2)<br>multiplicar por 100  | %                |
| 44  | Economía  | Infraestructura | Urbanismo  | Infraestructura peatonal  | Numerador: Superficie total de zonas libres de peatones/coches.<br>Denominador: Área total de la ciudad.<br>multiplicar por 100   | %                |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión     | Subdimensión    | categoría           | Indicador                                     | Descripción   | Unidad de medida                        |
|-----|---------------|-----------------|---------------------|---|---|---|
| 45  | Economía      | Infraestructura | Urbanismo           | Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio | Paso 1: Identificar la ciudad (en el alcance); Paso 2: Deducir si existe un plan urbanístico para la ciudad; y Paso 3: Examinar si los planes urbanos contienen los 5 principios/elementos de sostenibilidad (si ellos están digitalizados y en la web, luego considere usar consultas web automatizadas con semántica para examinar estos elementos). Si un plan urbano tiene una metodología inteligente (como se define arriba) y cumple con los 5 principios del plan urbano sostenible, entonces califica como una ciudad sostenible inteligente plano urbano. Si estos principios se cumplen solo parcialmente, márkelo como "parcial" para un mayor desarrollo | Sí/No                                   |
| 46  | Medioambiente | Medioambiente   | Calidad del aire    | La contaminación del aire                     | Numerador: masa de contaminante recogido ( $\mu\text{g}$ ). Denominador: volumen de aire muestreado ( $\text{m}^3$ ). Informar como concentración media anual de cada contaminante  | $\mu\text{g} / \text{m}^3$              |
| 47  | Medioambiente | Medioambiente   | Calidad del aire    | Emisiones de GEI                              | Numerador: Emisiones totales de GEI (Toneladas $\text{eCO}_2$ ). Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.  | Toneladas $\text{eCO}_2/\text{cápita}$  |
| 48  | Medioambiente | Medioambiente   | Agua y sanitización | Calidad del agua potable                      | Numerador: Número de muestras que cumplen con las Directrices de la OMS. Denominador: Número total de muestras. Multiplicar por 100   | %                                       |
| 49  | Medioambiente | Medioambiente   | Agua y sanitización | Consumo de agua                               | Numerador: Cantidad total de consumo de agua en las ciudades ( $\ell/\text{día}$ ). Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.   | $\text{L} / \text{día} / \text{cápita}$ |
| 50  | Medioambiente | Medioambiente   | Agua y sanitización | Consumo de agua dulce                         | Numerador: Cantidad total de consumo de agua dulce. Denominador: Cantidad total de consumo de agua. Multiplicar por 100   | %                                       |

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión     | Subdimensión                 | categoría                  | Indicador                       | Descripción  | Unidad de medida               |
|-----|---------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|
| 51  | Medioambiente | Medioambiente                | Agua y sanitización        | Tratamiento de aguas residuales | Numerador: Cantidad total de aguas residuales que han sido objeto de tratamiento (primario/secundario/terciario) (ℓ).<br>Denominador: Cantidad total de aguas residuales recolectadas (ℓ). Multiplicar por 100   | %                              |
| 52  | Medioambiente | Medioambiente                | Residuos                   | Tratamiento de Residuos Sólidos | Numerador: Cantidad total de residuos sólidos que son (dispuestos a vertederos/incinerados/quemados a cielo abierto/dispuestos a vertedero a cielo abierto/otros/reciclados) (toneladas).<br>Denominador: Cantidad total de residuos sólidos producidos (toneladas). Multiplicar por 100 | %                              |
| 53  | Medioambiente | Medioambiente                | Calidad del medio ambiente | Exposición a CEM                | Numerador: Número de sitios que cumplen con las directrices de la OMS.<br>Denominador: Número total de sitios. multiplicar por 100   | %                              |
| 54  | Medioambiente | Medioambiente                | Calidad del medio ambiente | Exposición al ruido             | Numerador: Número de habitantes de la ciudad expuestos a niveles de ruido [LDEN (día-tarde noche)] superiores a 55 dB(A).<br>Denominador: Número total de habitantes de la ciudad. Multiplicar por 10  | %                              |
| 55  | Medioambiente | Espacio Público y Naturaleza | Calidad del medio ambiente | Áreas verdes                    | Numerador: Área total de espacios verdes en la ciudad (hectáreas) (público y privado).<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.   | Hectáreas / 100.000 habitantes |
| 56  | Medioambiente | Espacio Público y Naturaleza | Calidad del medio ambiente | Accesibilidad a áreas verdes    | Numerador: Número de habitantes que viven con 300m de un green de acceso público espacio de al menos 0.5ha. Denominador: Número total de habitantes de la ciudad. Multiplicar por 100  | %                              |

Fuente: Adaptación de “Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities”, por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión          | Subdimensión                 | categoría                  | Indicador                                | Descripción  | Unidad de medida        |
|-----|--------------------|------------------------------|----------------------------|--|--|-------------------------|
| 57  | Medioambiente      | Espacio Público y Naturaleza | Calidad del medio ambiente | Áreas naturales protegidas               | Numerador: Área de áreas naturales protegidas conservadas por ley u otras disposiciones medios (hectáreas).<br>Denominador: Área total de la ciudad (hectáreas). Multiplicar por 100 | %                       |
| 58  | Medioambiente      | Espacio Público y Naturaleza | Calidad del medio ambiente | Instalaciones recreativas                | Numerador: Superficie total de instalaciones interiores y exteriores (m2). Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.  | m2 / 100,000 habitantes |
| 59  | Medioambiente      | Energía                      | Energía                    | Consumo de energía renovable             | Numerador: Consumo total de electricidad de fuentes renovables (kWh/año).<br>Denominador: Consumo total de electricidad de la ciudad (kWh/año). Multiplicar por 100                  | %                       |
| 60  | Medioambiente      | Energía                      | Energía                    | Consumo de electricidad                  | Numerador: Consumo total de energía eléctrica (kWh/año). Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.   | kWh año / cápita        |
| 61  | Medioambiente      | Energía                      | Energía                    | Consumo de Energía Térmica Residencial   | Numerador: Consumo total de energía eléctrica (kWh/año). Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.   | Gj / año / cápita       |
| 62  | Medioambiente      | Energía                      | Energía                    | Consumo de energía en edificios públicos | Numerador: Consumo total de energía de los edificios públicos (ekWh/año). Denominador: Superficie total de los edificios públicos (m2).  | ekWh / m2/ año          |
| 63  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura   | Educación                  | Acceso de los estudiantes a las TIC      | Numerador: Alumnos con acceso presencial a instalaciones TIC. Denominador: Número total de estudiantes matriculados en las escuelas. Multiplicar por 100                             | %                       |
| 64  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura   | Educación                  | Inscripción escolar                      | Numerador: Número de alumnos de los niveles primario y secundario en colegios públicos y privados. Denominador: Número total de la población en edad escolar. Multiplicar por 100    | %                       |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión          | Subdimensión               | categoría | Indicador                       | Descripción   | Unidad de medida                |
|-----|--------------------|----------------------------|-----------|---------------------------------|---|---------------------------------|
| 65  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura | Educación | Grados de Educación Superior    | Numerador: Número de habitantes de la ciudad con al menos una educación de nivel superior la licenciatura. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.       | Grados / 100.000 habitantes     |
| 66  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura | Educación | Alfabetización de adultos       | Numerador: número de habitantes adultos de la ciudad que se consideran alfabetizados. Denominador: Número total de habitantes adultos de la ciudad. Multiplicar por 100 | %                               |
| 67  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura | Salud     | Registros electrónicos de salud | Numerador: Número de habitantes de la ciudad con historia clínica electrónica. Denominador: Número total de habitantes de la ciudad. Multiplicar por 100%               | %                               |
| 68  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura | Salud     | Esperanza de vida               | Número promedio de años que se espera que viva un recién nacido si se siguen aplicando las tasas de mortalidad actuales.  | Años                            |
| 69  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura | Salud     | Índice de mortalidad materna    | Numerador: Número de muertes maternas en un año. Denominador: Número de nacidos vivos en un año. Divide el resultado por 100,000  | Número / 100.000 nacidos vivos. |
| 70  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura | Salud     | Médicos                         | Numerador: Número de médicos generales o especializados que laboran en la ciudad (FTE). Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.                          | Número / 100.000 habitantes.    |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión          | Subdimensión                           | categoría | Indicador                                       | Descripción   | Unidad de medida             |
|-----|--------------------|--|-----------|---|---|------------------------------|
| 71  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura             | Salud     | Camas de hospital para pacientes hospitalizados | Numerador: Número total de camas de hospitalización (públicas y privadas).<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.  | Número / 100.000 habitantes. |
| 72  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura             | Salud     | Seguro de Salud / Cobertura de Salud Pública    | Numerador: Número de habitantes cubiertos por un seguro de salud o un sistema público de salud. Denominador: Número total de habitantes de la ciudad. Multiplicar por 100                       | %                            |
| 73  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura             | Cultura   | Gasto Cultural                                  | Numerador: Gasto municipal en preservación, protección y conservación de todo el patrimonio cultural y natural (USD).<br>Denominador: Presupuesto operativo total de la ciudad (USD).           | %                            |
| 74  | Sociedad y cultura | Educación, salud y cultura             | Cultura   | Infraestructura Cultural                        | Numerador: Número de instituciones culturales.<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.  | Número / 100.000 habitantes. |
| 75  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Vivienda  | Asentamientos informales                        | Numerador: Número de personas que viven en barrios marginales, asentamientos informales o viviendas inadecuadas<br>Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.<br>multiplicar por 100 | %                            |
| 76  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Vivienda  | Gasto en vivienda                               | Numerador: Gasto en Vivienda (USD).<br>Denominador: Ingreso total del hogar (USD).<br>Multiplicar por 100   | %                            |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión          | Subdimensión                           | categoría        | Indicador                                      | Descripción   | Unidad de medida             |
|-----|--------------------|--|------------------|--|---|------------------------------|
| 77  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Inclusión social | Equidad de ingresos de género                  | Numerador: Ingreso promedio por hora de las empleadas (USD). Denominador: Ingreso promedio por hora de los empleados varones (USD).   | Ratio                        |
| 78  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Inclusión social | Coeficiente GINI                               | Numerador: Área entre la línea de 45 grados y la curva de Lorenz. Denominador: Toda el área por debajo de la línea de 45 grados.  | Número                       |
| 79  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Inclusión social | Pobreza  | Numerador: Número de habitantes de la ciudad que viven por debajo de la línea de pobreza. Denominador: Número total de habitantes de la ciudad. Multiplicar por 100           | %                            |
| 80  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Inclusión social | Participación de votantes                      | Numerador: Número total de personas que votaron en las elecciones municipales administrativas anteriores. Denominador: Número total de votantes elegibles multiplicar por 100 | %                            |
| 81  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Inclusión social | Disponibilidad de cuidado infantil             | Numerador: Número de plazas de guardería disponibles para niños en edad preescolar. Denominador: Número total de niños en edad preescolar. Multiplicar por 100                | %                            |
| 82  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad        | Muertes relacionadas con desastres naturales   | Numerador: Número de muertes anuales relacionadas con desastres naturales. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.   | Número / 100.000 habitantes. |
| 83  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad        | Pérdidas económicas relacionadas con desastres | Numerador: Pérdidas económicas totales (último período de informe anual) relacionadas con desastres. Denominador: PIB de la ciudad. Multiplicar por 100.                      | %                            |

Fuente: Adaptación de “Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities”, por (Smiciklas, 2017)



Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión          | Subdimensión                           | categoría | Indicador   | Descripción  | Unidad de medida             |
|-----|--------------------|--|-----------|---|--|------------------------------|
| 84  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad | Planes de Resiliencia                             | El indicador implicaría una suma de datos cualitativos de varias fuentes sobre la presencia de evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad, financieras (de capital y operativas) planes y sistemas técnicos para la mitigación de desastres que aborden las necesidades naturales y humanas desastres y riesgos inducidos en las ciudades. Una posible categorización puede ser: planes presente y adecuado; planes presentes e inadecuados; o los planes no existen. La segunda opción podría incluso ampliarse aún más para proporcionar un nivel de insuficiencia. | Cualitativo                  |
| 85  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad | Población que vive en áreas propensas a desastres | Numerador: número total de habitantes de la ciudad que viven en áreas sujetas a un riesgo significativo de muerte o daños causados por peligros destacados.<br>Denominador: Número total de habitantes de la ciudad.   | %                            |
| 86  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad | Tiempo de respuesta del servicio de emergencia    | Numerador: Suma de todos los minutos desde una llamada inicial hasta la llegada al lugar del servicio de emergencia en el año.<br>Denominador: Número de respuestas de emergencia en el mismo año.   | Minutos                      |
| 87  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad | Servicio de policía                               | Numerador: Número de policías a tiempo completo (expresado como FTE).<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.  | Número / 100.000 habitantes. |
| 88  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad | Servicio de Bomberos                              | Numerador: Número de bomberos de tiempo completo (expresado como FTE).<br>Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.   | Número / 100.000 habitantes. |

Fuente: Adaptación de "Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities", por (Smiciklas, 2017)

Continuación Tabla 41.

| No. | Dimensión          | Subdimensión                           | categoría             | Indicador                     | Descripción  | Unidad de medida             |
|-----|--------------------|--|-----------------------|-------------------------------|--|------------------------------|
| 89  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad             | Tasa de delitos violentos     | Numerador: Número de delitos violentos cometidos. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.   | Número / 100.000 habitantes. |
| 90  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad             | Muertes de tráfico            | Numerador: Número de víctimas mortales de tráfico. Denominador: Una 100.000 de la población de la ciudad.  | Número / 100.000 habitantes. |
| 91  | Sociedad y cultura | Seguridad, Vivienda e Inclusión Social | Seguridad alimentaria | Producción local de alimentos | Numerador: Cantidad de alimentos locales suministrados a la ciudad (dentro de 100 km) (toneladas). Denominador: Cantidad de alimentos totales suministrados a la ciudad (toneladas). multiplicar por 100 | %                            |

Fuente: Adaptación de “Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities”, por (Smiciklas, 2017)

## ANEXO D

Tabla 42. Índice de *Cities In Motion* (IMC)

| No. | Dimensión      | Indicador                             | Descripción   |
|-----|----------------|---------------------------------------|---|
| 1   | Capital humano | Educación superior                    | Proporción de población con educación secundaria y superior.  |
| 2   | Capital humano | Escuelas                              | Números de escuelas públicas o privadas por ciudad.           |
| 3   | Capital humano | Escuelas de negocios                  | Número de escuelas de negocios (top 100)                      |
| 4   | Capital humano | Gasto en educación                    | Gasto en educación anual per cápita.                          |
| 5   | Capital humano | Gasto en ocio y recreación per cápita | Gasto en ocio y recreación per cápita                         |
| 6   | Capital humano | Gasto en ocio y recreación            | Gasto en ocio y recreación expresado como porcentaje del PIB. |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*”, de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión       | Indicador                 | Descripción  |
|-----|-----------------|---------------------------|--|
| 7   | Capital humano  | Movimiento de estudiantes | Movimiento internacional de estudiantes de nivel superior. Número de estudiantes   |
| 8   | Capital humano  | Museos y galerías de arte | Número de museos y galerías de arte por ciudad.  |
| 9   | Capital humano  | Universidades             | Número de universidades  |
| 10  | Capital humano  | Teatros                   | Número de teatros por ciudad.  |
| 11  | Cohesión social | Amigable con las mujeres  | Esta variable muestra si una ciudad brinda un entorno amigable para la mujer, en una escala de 1 a 5. Ciudades con valor 1 presentan un entorno más hostil para la mujer, mientras que aquellas que tienen valor 5 son ciudades muy amigables. |
| 12  | Cohesión social | Hospitales                | Número de hospitales públicos o privados por ciudad. Incluye centros de salud.   |
| 13  | Cohesión social | Índice de criminalidad    | Estimación del nivel general de delincuencia en una ciudad determinada   |
| 14  | Cohesión social | Índice de esclavitud      | Esta variable representa la respuesta del Gobierno nacional ante situaciones de esclavitud que hay en el país. Los países que ocupan las primeras posiciones en el ranking son aquellos que mejor respuesta tiene frente al problema.          |
| 15  | Cohesión social | Índice de felicidad       | Los países con más valor en este índice son los que tienen un mayor grado de felicidad global.   |
| 16  | Cohesión social | Índice de Gini            | Medición de la desigualdad social. Varía de 0 a 100, donde 0 es la situación de perfecta igualdad y 100, de perfecta desigualdad   |
| 17  | Cohesión social | Índice de paz             | Este índice (Global Peace Index) es un indicador que mide el nivel de paz y la ausencia de violencia de un país o región. Los últimos puestos del ranking corresponden a países con un alto nivel de violencia.                                |
| 18  | Cohesión social | Sanidad                   | Índice de sanidad.   |
| 19  | Cohesión social | Precio de la propiedad    | Precio de la propiedad como porcentaje del ingreso. Se calcula como la relación entre el precio medio de un piso y el ingreso familiar medio disponible anual.   |
| 20  | Cohesión social | Tasa de homicidios        | Tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes   |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*”, de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| <b>21</b> | <b>Cohesión social</b> | <b>Tasa de decesos</b>  | <b>Tasa de fallecidos por cada 100.000 habitantes</b>  |
|-----------|------------------------|---|--|
| <b>22</b> | Cohesión social        | Ratio de empleo femenino  | Ratio de mujeres trabajadoras en la Administración Pública. Valor entre 0 y 1.   |
| <b>23</b> | Cohesión social        | Tasa de suicidios   | Tasa de suicidios por cada 100.000 habitantes.   |
| <b>24</b> | Cohesión social        | Desempleo   | Tasa de desempleo (n.º de desempleados / población activa).  |
| <b>25</b> | Cohesión social        | Terrorismo  | Número de altercados vandálicos terroristas por ciudad en los últimos tres años  |
| <b>26</b> | Economía               | Economía colaborativa   | Si la ciudad posee servicios de Uber y/o Glovo   |
| <b>27</b> | Economía               | Facilidad para comenzar un negocio  | Las primeras posiciones en el ranking indican un entorno regulatorio más favorable para la creación y operativa de una empresa local.  |
| <b>28</b> | Economía               | Hipoteca  | La hipoteca como porcentaje del ingreso es una proporción del coste mensual real de aquella respecto a los ingresos de la familia (cuanto más bajo, mejor).  |
| <b>29</b> | Economía               | Número de casas matrices  | Número de casas matrices (headquarters) de empresas que cotizan en bolsa.  |
| <b>30</b> | Economía               | Poder de compra   | Muestra el poder adquisitivo doméstico (determinado por el salario promedio) en la compra de bienes y servicios en la ciudad comparado con el de Nueva York. Si es 40, significa que los habitantes de esa ciudad con el salario promedio pueden permitirse comprar un 60% menos de bienes y servicios que los residentes de Nueva York. |
| <b>31</b> | Economía               | Motivación que tienen las personas para iniciarse en etapa empresarial temprana | Porcentaje de nuevos emprendedores que están motivados por una oportunidad de mejora dividido entre el porcentaje de nuevos emprendedores que están motivados por la necesidad.  |
| <b>32</b> | Economía               | Productividad   | Productividad laboral calculada como PIB / población ocupada (en miles).   |
| <b>33</b> | Economía               | Salario por hora en dólares   | Salario por hora en dólares en la ciudad   |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion* de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión  | Indicador                                     | Descripción   |
|-----|------------|---|---|
| 34  | Economía   | Tiempo requerido para iniciar un negocio      | Número de días de calendario necesarios para hacer legalmente operable un negocio.  |
| 35  | Economía   | PIB   | Producto interior bruto en millones de dólares.   |
| 36  | Economía   | PIB per cápita                                | Producto interior bruto per cápita.   |
| 37  | Economía   | Productividad                                 | Productividad laboral calculada como PIB / población ocupada (en miles).  |
| 38  | Economía   | PIB estimado                                  | Proyección de crecimiento anual del PIB para el próximo año   |
| 39  | Gobernanza | Edificios gubernamentales                     | Número de edificios y puestos gubernamentales en la ciudad.   |
| 40  | Gobernanza | Índice de desarrollo del gobierno electrónico | El índice de desarrollo del gobierno electrónico (EGDI) evalúa los patrones de desarrollo de sitios web en un país e incorpora las características de acceso, como la infraestructura y los niveles educativos, para reflejar cómo está utilizando las tecnologías de la información con el fin de promover el acceso y la inclusión social.      |
| 41  | Gobernanza | Embajadas                                     | Número de embajadas por ciudad.   |
| 42  | Gobernanza | Empleo en la Administración Pública           | Porcentaje de la población ocupada que trabaja en la Administración Pública y defensa; educación; salud; actividades de servicio comunitario, social y personal; y otras actividades.   |
| 43  | Gobernanza | Índice de fortaleza de los derechos legales   | Este índice mide el grado en el que las leyes de garantía y quiebra protegen los derechos de los prestatarios y prestamistas, y, de ese modo, facilitan el otorgamiento de préstamos. Los valores van de 0 (bajo) a 12 (alto), donde las calificaciones más altas indican que las leyes están mejor diseñadas para expandir el acceso al crédito. |
| 44  | Gobernanza | Índice de percepción de la corrupción         | Los países con valores cercanos a 0 son percibidos como muy corruptos y los que tienen un índice cercano a 100 son percibidos como muy transparentes.   |
| 45  | Gobernanza | Certificación ISO 37120                       | Establece si la ciudad posee o no la certificación a ISO 37120. Las certificadas están comprometidas con la mejora de los servicios urbanos y la calidad de vida. Esta variable está codificada de 0 a 6. El máximo valor lo poseen las ciudades que hace más tiempo que están certificadas; el valor 0 es para las que carecen de certificación. |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*, de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión     | Indicador                          | Descripción  |
|-----|---------------|------------------------------------|--|
| 46  | Gobernanza    | Oficinas de investigación          | Número de oficinas de investigación y tecnología por ciudad  |
| 47  | Gobernanza    | Plataforma de datos abiertos       | Describe si la ciudad tiene un sistema de datos abiertos.  |
| 48  | Gobernanza    | Ranking de democracia              | Los países situados en los primeros puestos son aquellos considerados más democráticos.  |
| 49  | Gobernanza    | Reservas                           | Reservas totales en millones de dólares corrientes. Estimación a nivel ciudad según la población.  |
| 50  | Gobernanza    | Reservas per cápita                | Reservas per cápita en millones de dólares corrientes.   |
| 51  | Medioambiente | Residuos sólidos                   | Cantidad promedio de residuos sólidos municipales generados anualmente por persona (kg/año).   |
| 52  | Medioambiente | Clima futuro                       | Porcentaje de aumento de la temperatura en verano en la ciudad previsto para el año 2100, si la contaminación del carbono sigue aumentando.          |
| 53  | Medioambiente | Emisiones de CO2                   | Emisiones de dióxido de carbono por la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento. Medido en kilotoneladas (kt)                       |
| 54  | Medioambiente | Emisiones de metano                | Emisiones de metano que surgen de actividades humanas como la agricultura y de la producción industrial de metano. Medido en kt de CO2 equivalentes. |
| 55  | Medioambiente | Índice de desempeño medioambiental | Índice de desempeño medioambiental (de 1 [malo] a 100 [bueno]).  |
| 56  | Medioambiente | Índice de emisiones de CO2         | Índice de emisión de CO2.  |
| 57  | Medioambiente | Polución                           | Índice de polución.  |
| 58  | Medioambiente | Acceso al suministro de agua       | Porcentaje de la población con acceso razonable a una cantidad adecuada de agua proveniente de una mejora en el suministro de agua                   |
| 59  | Medioambiente | PM2,5                              | PM2,5 mide la cantidad de partículas en el aire cuyo diámetro es menor a 2.5µm. Media anual.   |
| 60  | Medioambiente | PM10                               | PM10 mide la cantidad de partículas en el aire cuyo diámetro es menor a 10µm. Media anual.   |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*, de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión            | Indicador                            | Descripción  |
|-----|----------------------|--------------------------------------|--|
| 61  | Medioambiente        | Recursos hídricos renovables         | Fuentes de agua renovables totales per cápita.   |
| 62  | Movilidad transporte | y Alquiler de bicicletas             | Si la ciudad cuenta con servicio de alquiler de bicicletas   |
| 63  | Movilidad transporte | y Alquiler de ciclomotores           | Si la ciudad cuenta con servicio de alquiler de ciclomotores   |
| 64  | Movilidad transporte | y Alquiler de patinetes              | Si la ciudad cuenta con servicio de alquiler de patinetes  |
| 65  | Movilidad transporte | y Bicicletas por hogar               | Posesión de bicicletas por hogar   |
| 66  | Movilidad transporte | y Bicicletas compartidas             | Este sistema muestra los servicios automatizados de uso público de bicicletas compartidas que ofrecen transporte de un sitio a otro dentro de una ciudad. El indicador varía entre 0 y 8, según el grado de desarrollo del sistema |
| 67  | Movilidad transporte | y Índice de ineficiencia de tráfico  | Este índice es una estimación de las ineficiencias en el tráfico. Valores elevados representan altas ineficiencias en conducción, como tiempos de viaje largos.  |
| 68  | Movilidad transporte | y índice de tráfico                  | Consideración del tiempo consumido en el tráfico, la insatisfacción que genera, el consumo de CO2  |
| 69  | Movilidad transporte | y Índice tráfico exponencial         | Este índice se estima considerando el tiempo consumido en el tráfico. Se supone que la insatisfacción de los tiempos de viaje aumenta exponencialmente superados los 25 minutos  |
| 70  | Movilidad transporte | y Longitud del metro                 | Longitud del sistema de metro en la ciudad.  |
| 71  | Movilidad transporte | y Estaciones de metro                | Número de estaciones de metro en la ciudad.  |
| 72  | Movilidad transporte | y Tren de alta velocidad             | Variable binaria que muestra si la ciudad tiene o no tren de alta velocidad  |
| 73  | Movilidad transporte | y Vehículos comerciales en la ciudad | Cantidad de vehículos comerciales en la ciudad.  |
| 74  | Movilidad transporte | y Vuelos                             | Número de vuelos de entrada (rutas aéreas) en la ciudad  |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*, de Berrone & Ricart (2020)



Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión                | Indicador   | Descripción   |
|-----|--------------------------|---|---|
| 75  | Planificación urbana     | Bicicletas de alquiler  | Número de puntos de sistema de alquiler o uso compartido de bicicletas, basado en estaciones de estacionamiento donde se pueden recoger y dejar bicicletas  |
| 76  | Planificación urbana     | Edificios   | Esta variable es un recuento del número de edificios terminados en la ciudad. Incluye estructuras como torres y bajíos, pero excluye otras diversas y edificios en diferentes estados (en construcción, en proyecto, etc.). |
| 77  | Planificación urbana     | Número de personas por hogar  | Promedio de personas por hogar  |
| 78  | Planificación urbana     | Porcentaje de población urbana con servicios de saneamiento adecuados | Porcentaje de población urbana que utiliza, al menos, servicios de saneamiento básico, es decir, instalaciones de saneamiento mejoradas que no se comparten con otros hogares.  |
| 79  | Planificación urbana     | Edificios de más de 35m de altura                                     | Número de edificios de al menos 12 pisos o 35 metros de altura (highrises).   |
| 80  | Proyección internacional | Número de pasajeros por aeropuerto                                    | Número de pasajeros por aeropuerto en miles.  |
| 81  | Proyección internacional | Hoteles   | Número de hoteles per cápita.   |
| 82  | Proyección internacional | Índice de restaurantes  | Este índice es una comparación de precios de comidas y bebidas en restaurantes y bares respecto de la ciudad de Nueva York.   |
| 83  | Proyección internacional | McDonald's  | Números de establecimientos McDonald's por ciudad.  |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*, de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión                | Indicador                                   | Descripción  |
|-----|--------------------------|---|--|
| 84  | Proyección internacional | Número de congresos y reuniones             | Número de congresos y reuniones internacionales que se celebran en una ciudad.   |
| 85  | Proyección internacional | Número de fotos de la ciudad subidas online | Ranking de ciudades según el número de fotos tomadas en la ciudad y subidas online. Las primeras posiciones corresponden a las ciudades con más fotografías. |
| 86  | Tecnología               | Cobertura 3G                                | Porcentaje de la población que tiene, al menos, cobertura de 3G.   |
| 87  | Tecnología               | Índice de innovación                        | El índice de la cultura de la innovación (ICI) es un ranking de las ciudades líderes en innovación.  |
| 88  | Tecnología               | Internet                                    | Porcentaje de hogares con acceso a Internet.   |
| 89  | Tecnología               | <i>Internet banking</i>                     | Porcentaje de población que hace uso de internet en banking.   |
| 90  | Tecnología               | Videollamadas a través de Internet          | Porcentaje de población que hace uso de internet en videollamadas.   |
| 91  | Tecnología               | LTE/WiMAX                                   | Porcentaje de la población cubierta por, al menos, una red móvil LTE/WiMAX.  |
| 92  | Tecnología               | Ratio de penetración de teléfonos móviles   | Número de teléfonos móviles por cada 100 habitantes  |
| 93  | Tecnología               | Ordenadores/PC                              | Porcentaje de hogares con ordenador/PC personal.   |
| 94  | Tecnología               | Redes sociales                              | Usuarios de Twitter registrados por ciudad, en miles de personas + número de miembros dados de alta en LinkedIn en la ciudad.                                |
| 95  | Tecnología               | Suscripciones a teléfonos fijos             | Número de suscripciones de teléfono fijo por cada 100 habitantes. IP per cápita. Unión Internacional de T  |
| 96  | Tecnología               | Suscripciones de banda ancha                | Número de suscripciones a banda ancha por cada 100 habitantes  |
| 97  | Tecnología               | Telefonía                                   | Porcentaje de hogares con algún tipo de telefonía.   |
| 98  | Tecnología               | Telefonía móvil                             | Porcentaje de hogares con teléfono móvil.  |
| 99  | Tecnología               | Uso de Internet fuera de casa y/u oficina   | Porcentaje de la población que usa Internet lejos de su hogar o lugar de trabajo.  |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*, de Berrone & Ricart (2020)

Continuación Tabla 42.

| No. | Dimensión  | Indicador             | Descripción  |
|-----|------------|-----------------------|--|
| 100 | Tecnología | Telefonía             | Porcentaje de hogares con algún tipo de telefonía.   |
| 101 | Tecnología | Telefonía móvil       | Porcentaje de hogares con teléfono móvil.  |
| 102 | Tecnología | Velocidad de Internet | Velocidad media de Internet en la ciudad en Mbps   |
| 103 | Tecnología | Web index             | El índice web pretende medir el beneficio económico, social y político que los países obtienen de Internet                       |
| 104 | Tecnología | Wifi hotspots         | Número de puntos de acceso wifi globales. Esta variable representa las opciones para conectarse a Internet que hay en la ciudad. |

Fuente: Adaptación de *Cities in Motion*, de Berrone y Ricart (2020)

ANEXO E

Tabla 43. *Smart Cities Index*

| No. | Pilar      | Dimensión         | Indicador   | No. | Pilar       | Dimensión         | Indicador  |
|-----|------------|-------------------|---|-----|-------------|-------------------|--|
| 1   | Estructura | Salud y seguridad | El saneamiento básico satisface las necesidades de las zonas más pobres | 20  | Tecnologías | Actitudes         | Está dispuesto a ceder datos personales para mejorar la congestión del tráfico                     |
| 2   | Estructura | Salud y seguridad | Los servicios de reciclaje son satisfactorios.                          | 21  | Tecnologías | Actitudes         | Se siente cómodo con las tecnologías de reconocimiento facial para reducir el crimen               |
| 3   | Estructura | Salud y seguridad | La seguridad ciudadana no es un problema                                | 22  | Tecnologías | Actitudes         | Sientes que la disponibilidad de información en línea ha aumentado su confianza en las autoridades |
| 4   | Estructura | Salud y seguridad | La contaminación del aire no es un problema.                            | 23  | Tecnologías | Salud y seguridad | Los informes en línea de los problemas de mantenimiento de la ciudad brindan una solución rápida.  |
| 5   | Estructura | Salud y seguridad | La prestación de servicios médicos es satisfactoria                     | 24  | Tecnologías | Salud y seguridad | Un sitio web o aplicación permite regalar artículos no deseados a otros residentes de la ciudad.   |

Fuente: Adaptación de “*Smart Cities Index*”, de (IMD, 2019)

Continuación Tabla 43.

| No. | Pilar      | Dimensión                         | Indicador   | No. | Pilar       | Dimensión                         | Indicador   |
|-----|------------|-----------------------------------|---|-----|-------------|-----------------------------------|---|
| 6   | Estructura | Movilidad                         | La congestión del tráfico no es un problema.                                    | 25  | Tecnologías | Salud y seguridad                 | El wifi público gratuito ha mejorado el acceso a los servicios.   |
| 7   | Estructura | Movilidad                         | El transporte público es satisfactorio.   | 26  | Tecnologías | Salud y seguridad                 | Las cámaras de CCTV hacen que los residentes se sientan más seguros.  |
| 8   | Estructura | Actividades                       | Los espacios verdes son satisfactorios.   | 27  | Tecnologías | Salud y seguridad                 | Un sitio web o aplicación permite un seguimiento eficaz de la contaminación del aire.                       |
| 9   | Estructura | Actividades                       | Las actividades culturales (espectáculos, bares y museos) son satisfactorias.   | 28  | Tecnologías | Salud y seguridad                 | La organización de citas médicas en línea ha mejorado el acceso.  |
| 10  | Estructura | Oportunidades (trabajo y escuela) | Los servicios de búsqueda de empleo están disponibles                           | 29  | Tecnologías | Movilidad                         | Las aplicaciones para compartir automóviles han reducido la congestión.                                     |
| 11  | Estructura | Oportunidades (trabajo y escuela) | La mayoría de los niños tienen acceso a una buena escuela                       | 30  | Tecnologías | Movilidad                         | Las aplicaciones que lo dirigen a un espacio de estacionamiento disponible han reducido el tiempo de viaje. |
| 12  | Estructura | Oportunidades (trabajo y escuela) | Las instituciones locales brindan oportunidades de aprendizaje permanente.      | 31  | Tecnologías | Movilidad                         | El alquiler de bicicletas ha reducido la congestión.  |
| 13  | Estructura | Oportunidades (trabajo y escuela) | Las empresas están creando nuevos puestos de trabajo                            | 32  | Tecnologías | Movilidad                         | La programación en línea y la venta de boletos facilitan el uso del transporte público.                     |
| 14  | Estructura | Oportunidades (trabajo y escuela) | Las minorías se sienten bienvenidas.  | 33  | Tecnologías | Actividades                       | La compra online de entradas para espectáculos y museos ha facilitado la asistencia                         |
| 15  | Estructura | Gobernanza                        | La información sobre las decisiones del gobierno local es fácilmente accesible. | 34  | Tecnologías | Oportunidades (trabajo y escuela) | El acceso en línea a las ofertas de trabajo ha facilitado la búsqueda de trabajo                            |

Fuente: Adaptación de "Smart Cities Index", de (IMD, 2019)

Continuación Tabla 43.

| No. | Pilar      | Dimensión          | Indicador   | No. | Pilar       | Dimensión                         | Indicador  |
|-----|------------|--------------------|---|-----|-------------|-----------------------------------|--|
| 16  | Estructura | Gobernanza         | La corrupción de los funcionarios de la ciudad no es un tema de preocupación.   | 35  | Tecnologías | Oportunidades (trabajo y escuela) | Las habilidades de TI se enseñan bien en las escuelas.   |
| 17  | Estructura | Gobernanza         | Los residentes contribuyen a la toma de decisiones del gobierno local.  | 36  | Tecnologías | Oportunidades (trabajo y escuela) | Los servicios en línea proporcionados por la ciudad han facilitado el inicio de un nuevo negocio.    |
| 18  | Estructura | Gobernanza         | Los residentes brindan comentarios sobre los proyectos del gobierno local.  | 37  | Tecnologías | Gobernanza                        | El acceso público en línea a las finanzas de la ciudad ha reducido la corrupción.                    |
| 19  | Estructura | Áreas prioritarias | De una lista de 15 indicadores, se preguntó a los encuestados para seleccionar 5 que percibieron como lo más urgente para su ciudad. Cuanto mayor sea el porcentaje de respuestas por área, mayor la prioridad para la ciudad | 38  | Tecnologías | Gobernanza                        | La votación en línea ha aumentado la participación.  |
|     |            |                    |   | 39  | Tecnologías | Gobernanza                        | Una plataforma en línea donde los residentes pueden proponer ideas ha mejorado la vida de la ciudad. |
|     |            |                    |   | 40  |             | Gobernanza                        | La tramitación de Documentos de Identidad en línea ha reducido los tiempos de espera.                |

Fuente: Adaptación de "Smart Cities Index", de (IMD, 2019)

ANEXO F

Tabla 44.ISO 37122:2019. *Sustainable cities and Communities-Indicators for Smart Cities*

| No. | Dimensión  | Indicador   |
|-----|------------|---|
| 1   | Economía   | Porcentaje de contrato de servicio  |
| 2   | Economía   | Tasa de supervivencia de nuevos negocios por 100,000 habitantes   |
| 3   | Economía   | Porcentaje de fuerza laboral empleada en el sector de tecnologías de la información y la comunicación   |
| 4   | Economía   | Porcentaje de fuerza laboral empleada en ocupaciones del sector de desarrollo investigación y educación   |
| 5   | Educación  | Porcentaje de la población con competencia en más de un idioma  |
| 6   | Educación  | Número de computadoras, laptops, tables u otro dispositivo electrónico de aprendizaje disponible por cada 100,000 habitantes.   |
| 7   | Educación  | Número de grados en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por cada 100,000 habitantes.  |
| 8   | Energía    | Porcentaje de energía termoeléctrica producida por el tratamiento de aguas residuales, tratamiento de residuos sólido y otro tipo de tratamiento de residuos líquido. |
| 9   | Energía    | Energía termoeléctrica producida del tratamiento de aguas residuales per cápita por año   |
| 10  | Energía    | Energía termoeléctrica producida del tratamiento de residuos sólidos per cápita por año   |
| 11  | Energía    | Porcentaje de la energía de la ciudad que es producida usando un sistema descentralizado de producción  |
| 12  | Energía    | Capacidad de almacenamiento de la red de energía por el total de consumo de energía   |
| 13  | Energía    | Porcentaje de la iluminación pública administrada por un sistema de desempeño de luz.   |
| 14  | Energía    | Porcentaje de la luz pública renovado y reinstalado.  |
| 15  | Energía    | Porcentaje de edificios públicos que requieren renovación o reinstalación.  |
| 16  | Energía    | Porcentaje de edificios públicos con medidores inteligentes de energía  |
| 17  | Energía    | Número de estaciones de recarga de vehículos eléctricos por registro de vehículos.  |
| 18  | Energía    | Porcentaje de edificios construidos o renovados dentro de los últimos 5 años en conformidad con los principios de construcción verde.                                 |
| 19  | Energía    | Número de monitores de la calidad de aire en tiempo real por kilómetro cuadrado   |
| 20  | Energía    | Porcentaje de edificios públicos equipados con monitores de calidad del aire interno.   |
| 21  | Finanzas   | Cantidad anual de ingresos recaudados de la economía colaborativa como porcentaje de los ingresos propios.  |
| 22  | Finanzas   | porcentaje de pagos a la ciudad que se pagan electrónicamente en base a facturas electrónicas   |
| 23  | Gobernanza | Número anual de visitas al portal de datos abierto por cada 100,000 habitantes.   |
| 24  | Gobernanza | Porcentaje de servicios accesibles que puede ser solicitados en línea.  |

Fuente: ISO 37122:2019 *Sustainable cities and communities-Indicators for Smart Cities*.

Continuación Tabla 44.

| No. | Dimensión                         | Indicador  |
|-----|-----------------------------------|--|
| 25  | Gobernanza                        | tiempo promedio de respuesta a las consultas realizadas a través del sistema de consultas no urgentes de la ciudad                                 |
| 26  | Gobernanza                        | tiempo de inactividad promedio de la infraestructura de TI de la ciudad  |
| 27  | Salud                             | Porcentaje de la población de la ciudad con un expediente unificado de salud en línea accesible a los proveedores de salud.                        |
| 28  | Salud                             | Número anual de citas médicas atendidas de manera remota por cada 100,000 habitantes   |
| 29  | Salud                             | Porcentaje de la población de la ciudad con acceso al sistema de alerta pública en tiempo real para avisos de aire y agua.                         |
| 30  | Vivienda                          | Porcentaje de hogares con medidor inteligente de energía.  |
| 31  | Vivienda                          | Porcentaje de hogares con medidor inteligente de agua.   |
| 32  | Población y condiciones sociales. | Porcentaje de edificios que son accesibles para personal con necesidades especiales.   |
| 33  | Población y condiciones sociales. | Porcentaje del presupuesto municipal asignado ayuda de movilidad, artefactos y asistentes tecnológicos para ciudadanos con necesidades especiales. |
| 34  | Población y condiciones sociales. | Porcentaje de pasos de peatones señalizados equipados con señales peatonales accesibles  |
| 35  | Población y condiciones sociales. | Porcentaje del presupuesto municipal asignado a programas de provisión designados para cerrar la brecha  |
| 36  | Recreación                        | Porcentaje de servicios públicos recreativos que pueden ser reservados en línea.   |
| 37  | Seguridad                         | Porcentaje de áreas de la ciudad cubiertas por cámaras de vigilancia digital.  |
| 38  | Residuos solidos                  | Porcentaje de centros de entrega de residuos (contenedores) equipados con telemedida   |
| 39  | Residuos solidos                  | Porcentaje de la población que tiene contenedores de basura con medidores de residuos en el hogar.   |
| 40  | Residuos solidos                  | Porcentaje de la cantidad total de residuos plásticos reciclados en la ciudad.   |
| 41  | Residuos solidos                  | Porcentaje de contenedores de basura que son contenedores de basura públicos habilitados con sensores  |
| 42  | Residuos solidos                  | Porcentaje de residuos eléctricos y electrónicos que son reciclados  |
| 43  | Cultura y deporte.                | Número de libros en línea para instalaciones culturales por cada 100,00 habitantes.  |
| 44  | Cultura y deporte.                | Porcentaje de los récords culturales que han sido digitalizados  |
| 45  | Cultura y deporte.                | Porcentaje de la población que son usuarios activos en biblioteca.   |
| 46  | Telecomunicaciones                | Porcentaje de la población con acceso a una banda ancha lo suficientemente rápida.   |
| 47  | Telecomunicaciones                | Porcentaje del área de la ciudad bajo una zona blanca/punto muerto/no cubierta por conectividad de telecomunicaciones                              |

Fuente: ISO 37122:2019 *Sustainable cities and communities-Indicators for Smart Cities*.



Continuación Tabla 44.

| No. | Dimensión  | Indicador  |
|-----|--|--|
| 48  | Telecomunicaciones                               | Porcentaje de área de la ciudad cubierta por conectividad de internet provista por el municipio.   |
| 49  | Transportación                                   | Porcentaje de calles y vías de la ciudad cubiertas por alertas e información de tráfico en línea en tiempo real                                    |
| 50  | Transportación                                   | número de usuarios de transporte de economía colaborativa por cada 100,000   |
| 51  | Transportación                                   | Porcentaje de vehículos de baja emisión registrados en la ciudad.  |
| 52  | Transportación                                   | Número de bicicletas disponibles a través de los servicios de bicicletas compartidas proporcionados por el municipio por cada 100, 000 habitantes. |
| 53  | Transportación                                   | Porcentaje de servicios de transporte público accesibles en sistemas de tiempo real.   |
| 54  | Transportación                                   | Porcentaje de servicios de transporte público unificado mediante un sistema de pago.   |
| 55  | Transportación                                   | Porcentaje de espacios de estacionamiento equipados con sistemas de pagos en línea.  |
| 56  | Transportación                                   | Porcentaje de espacios de estacionamiento equipados con sistemas de tiempo real.   |
| 57  | Transportación                                   | Porcentaje de luces de tráfico que son inteligentes.   |
| 58  | Transportación                                   | Área de la ciudad mapeada por mapas de calles interactivos en tiempo real como un porcentaje del área total de la ciudad.                          |
| 59  | Transportación                                   | Porcentaje de vehículos autónomos registrados en la ciudad.  |
| 60  | Transportación                                   | Porcentaje de rutas de transporte con conmutadores de internet   |
| 61  | Transportación                                   | Porcentaje de carreteras que cumplen con el sistema de conducción autónoma   |
| 62  | Transportación                                   | Porcentaje de la flota de autobuses de la ciudad que son motorizados   |
| 63  | Agricultura y seguridad alimentaria urbana/local | Porcentaje anual del presupuesto municipal gastado en iniciativas a agricultura urbana.  |
| 64  | Agricultura y seguridad alimentaria urbana/local | Total, anual de residuos alimentarios municipales recogidos enviados a una planta de procesamiento para compostaje per cápita.                     |
| 65  | Agricultura y seguridad alimentaria urbana/local | Porcentaje de la superficie terrestre de la ciudad cubierta por un sistema de mapeo de proveedores de alimentos en línea                           |
| 66  | Planeación urbana.                               | Número anual de ciudadanos comprometidos en el proceso de planeación urbana por cada 100,000 habitantes.   |
| 67  | Planeación urbana.                               | Porcentaje de permisos de construcción presentados a través de un sistema de presentación electrónica  |
| 68  | Planeación urbana.                               | tiempo promedio para la aprobación del permiso de construcción   |
| 69  | Planeación urbana.                               | Porcentaje de la población viviendo en densidades de población mediana a alta.   |

Fuente: ISO 37122:2019 *Sustainable cities and communities-Indicators for Smart Cities*.

Continuación Tabla 44.

| No. | Dimensión        | Indicador  |
|-----|------------------|--|
| 70  | Aguas residuales | Porcentaje de agua residuales tratada que son reusadas.  |
| 71  | Aguas residuales | Porcentaje de biosólidos que son resudados   |
| 72  | Aguas residuales | Energía derivada de las aguas residuales como porcentaje del consumo total de energía de la ciudad                                 |
| 73  | Aguas residuales | Porcentaje del total del agua residual en la ciudad que es usada para generar energía.   |
| 74  | Aguas residuales | Porcentaje de la red de tuberías de aguas residuales monitoreada por un sistema de sensores de seguimiento de datos en tiempo real |
| 75  | Agua             | Porcentaje de agua potable rastreada por estaciones de monitoreo de calidad del agua en tiempo real                                |
| 76  | Agua             | Número de estaciones de monitoreo de la calidad del agua ambiental en tiempo real por cada 100,000 habitantes                      |
| 77  | Agua             | Porcentaje de la red de distribución de agua de la ciudad monitoreada por un sistema de agua inteligente                           |
| 78  | Agua             | Porcentaje de edificios de la ciudad con contadores inteligentes   |

Fuente: ISO 37122:2019 *Sustainable cities and communities-Indicators for Smart Cities*.

ANEXO G

Tabla 45. Componentes del índice de ciudades inteligentes de Alvarado López (2020)

| Dimensión | Categoría        | Indicador                                  | Descripción   |
|-----------|------------------|--|---|
| Social    | Salud            | 1) Mortalidad                              | Fallecimiento de niños menores de un año (per-cápita).  |
| Social    | Salud            | 2) Esperanza de vida                       | Índice de esperanza de vida.  |
| Social    | Educación        | 3) Nivel de educación                      | Porcentaje de la población con 15 o más que alcanzan la educación media superior  |
| Social    | Educación        | 4) Nivel de alfabetización                 | Porcentaje de alfabetización de la población  |
| Social    | Inclusión social | 5) Tasa de homicidios                      | Homicidios registrados en averiguaciones previas y/o carpetas de investigación abierta en el ministerio público (per-cápita). |
| Social    | Inclusión social | 6) Nivel de empleo                         | Población Económicamente Activa.  |
| Social    | Inclusión social | 7) Igualdad de género en las instituciones | Mujeres en puesto de trabajo de la administración pública   |
| Económica | Productividad    | 8) Producto Interno Bruto (PIB)            | PIB per cápita en pesos (MX)  |
| Económica | Competitividad   | 9) Nivel de educación terciaria            | Porcentaje de la población que alcanza educación superior.  |
| Económica | Competitividad   | 10) Propiedad intelectual                  | Patentes solicitadas ante el IMPI por residentes en la ciudad   |

Continuación Tabla 45.

| Dimensión       | Categoría                           | Indicador   | Descripción  |
|-----------------|-------------------------------------|---|--|
| Económica       | Competitividad                      | 11) Empleo basado en el conocimiento                      | Miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (candidatos, I, II, III) todas las áreas.          |
| Medioambiente   | Gestión de residuos sólidos urbanos | 12) Disposición de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)         | Porcentaje de disposición de RSU, por servicios públicos urbanos (deposito en contenedor + recolección). |
| Medioambiente   | Gestión de residuos sólidos urbanos | 13) Separación de RSU                                     | Porcentaje de separación de RSU.   |
| Medioambiente   | Ahorro de energía                   | 14) Iluminación en hogares                                | Porcentaje de hogares con focos ahorradores  |
| Medioambiente   | Ahorro de energía                   | 15) Calentamiento de agua                                 | Porcentaje de hogares con calentador solar.  |
| Medioambiente   | Ahorro de energía                   | 16) Uso de energía renovable                              | Porcentaje de hogares con paneles solares.   |
| Medioambiente   | Contaminación-aire                  | 17) Monóxido de carbono                                   | Parte por millón   |
| Medioambiente   | Contaminación-aire                  | 18) PM10 microgramos por metro cubico                     | Partículas de fracción por millón  |
| Medioambiente   | Contaminación-aire                  | 19) PM2.5 microgramos por metro cubico                    | Partículas finas   |
| Medioambiente   | Contaminación-aire                  | 20) Dióxido de Nitrógeno en microgramos por metro cúbico. | Volumen de concentración por partes por millón (máx.)  |
| Medioambiente   | Contaminación-aire                  | 21) Dióxido de Azufre en microgramos por metro cúbico,    | Volumen de concentración por partes por millón (máx.)  |
| Medioambiente   | Contaminación-agua                  | 22) Aguas residuales                                      | Porcentaje de aguas residuales tratadas.   |
| Infraestructura | Disponibilidad técnica              | 23) Acceso a internet                                     | Porcentaje de hogares con internet de banda ancha.   |
| Infraestructura | Disponibilidad técnica              | 24) Fibra óptica  | Penetración de Fibra Óptica  |
| Infraestructura | Disponibilidad técnica              | 25) Acceso a WIFI.  | Disponibilidad técnica   |
| Uso de TIC      | Uso de tecnologías                  | 26) Uso de tecnologías                                    | Porcentaje de usuarios con celular común.  |
| Uso de TIC      | Uso de tecnologías                  | 27) Smartphones   | Porcentaje de usuarios de smartphone.  |
| Uso de TIC      | Uso de tecnologías                  | 28) Computadores  | Porcentaje de usuarios de computadoras.  |
| Uso de TIC      | Uso individual                      | 29) Uso de internet                                       | Porcentaje de la población que usa internet.   |
| Uso de TIC      | Uso individual                      | 30) <i>Social networking</i>                              | Porcentaje de la población que accede a redes sociales   |
| Uso de TIC      | Uso público y comercial             | 31) E-gobierno  | Interacción con el gobierno  |
| Uso de TIC      | Uso público y comercial             | 32) Comercio electrónico                                  | Uso de plataformas comerciales por internet (ordenar o comprar productos)                                |
| Uso de TIC      | Uso público y comercial             | 33) Banca electrónica                                     | Operaciones bancarias en línea.  |

Fuente: Alvarado López (2020).