



**Universidad de Valladolid**



## PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA

### TESIS DOCTORAL:

**La medición de déficits de Sostenibilidad Urbana: Una propuesta para determinar las prioridades en el diseño de políticas públicas locales.**

Rubén Raedo Santos

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Valladolid

Valladolid, marzo de 2022

# PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA

## TESIS DOCTORAL:

La medición de déficits de Sostenibilidad Urbana: Una propuesta para determinar las prioridades en el diseño de políticas públicas locales.

Presentada por Rubén Raedo Santos para optar al título de Doctor en Economía por la Universidad de Valladolid

Codirigida por el Profesor Dr. D. Ramiro García Fernández (Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Valladolid) y por la profesora Dra. Clara Inés Orrego Correa (Universidad de Antioquia)

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Economía Aplicada

Universidad de Valladolid

Valladolid, marzo de 2022



*"I never dreamt that I would get to be the creature that I always meant to be"*

(Tennant/Lowe, Being Boring, 1990)

*A mi esposa, Gloria, y a todas las personas que me han ayudado a "ser quien siempre quise ser" tanto en mi vida personal como, muy especialmente, en la finalización de esta tesis.*

## Índice.

<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>1. EL CONTEXTO: ¿QUÉ ES UNA CIUDAD Y CUÁL ES SU PAPEL EN RELACIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD?</b>	<b>6</b>
1.1. El papel de la ciudad a lo largo de la Historia	6
1.2. La sostenibilidad como problema global y su focalización en las ciudades.	8
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA: ¿QUÉ ENTENDEMOS POR SOSTENIBILIDAD URBANA?</b>	<b>11</b>
2.1. Evolución de la ciudad como objeto de estudio de la Economía hasta 1987 (Informe Bruntland)	12
<b>2.2 Sostenibilidad urbana: evolución</b>	<b>19</b>
2.2.1. Metodología de revisión.	19
2.2.2. Revisión de literatura	24
<b>2.3. Definición de sostenibilidad urbana y sus principales dimensiones</b>	<b>43</b>
<b>3. ¿CÓMO MEDIR LA SOSTENIBILIDAD URBANA?</b>	<b>46</b>
<b>3.1. La necesidad de indicadores para medir la sostenibilidad urbana</b>	<b>46</b>
<b>3.2. Selección de indicadores y base de datos</b>	<b>50</b>
3.2.1. Dimensión económica	60
3.2.2. Dimensión social	63
3.2.3. Dimensión ambiental	67
<b>3.3. Elaboración del indicador sintético de sostenibilidad urbana</b>	<b>76</b>
3.3.1. Aspectos teóricos previos para la construcción de un indicador sintético	76
3.3.2. Construcción del indicador aplicado a la sostenibilidad urbana	79
<b>4. APLICACIÓN DEL INDICADOR A LA MUESTRA DE CIUDADES</b>	<b>90</b>
<b>4.1. La selección de ciudades</b>	<b>91</b>
<b>4.2. Los umbrales de sostenibilidad</b>	<b>95</b>
<b>4.3. Resultados, análisis descriptivo y normalización de cada indicador</b>	<b>98</b>
4.3.1. Dimensión Económica	98

4.3.2.	Dimensión Social	114
4.3.3.	Dimensión Ambiental	138
<b>4.4.</b>	<b>Discusión de resultados del indicador sintético por subdimensiones</b>	<b>150</b>
4.4.1.	Dimensión económica	151
4.4.2.	Dimensión social	164
4.4.3.	Dimensión ambiental	177
<b>4.5.</b>	<b>Discusión de resultados del indicador sintético UNSI</b>	<b>188</b>
4.5.1.	Resultados de agregación y robustez	188
4.5.2.	¿Dónde fallan las ciudades?	193
<b>4.6</b>	<b>Una reflexión sobre la planificación estratégica como metodología para mejorar la sostenibilidad en las ciudades</b>	<b>203</b>
<b>5.</b>	<b>APLICACIONES DEL UNSI EN UNA CIUDAD: EL CASO DE MEDELLÍN</b>	<b>208</b>
<b>5.1.</b>	<b>¿Por qué Medellín?</b>	<b>208</b>
<b>5.2.</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>211</b>
<b>5.3.</b>	<b>Análisis del UNSI en Medellín</b>	<b>219</b>
5.3.1.	Consideraciones previas	219
5.3.2.	El UNSI 2017 para Medellín	221
5.3.3.	El UNSI 2019 para Medellín	230
5.3.4.	La agenda urbana de Medellín en materia de sostenibilidad desde la perspectiva del UNSI	236
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>244</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>251</b>
<b>ANEXO I.</b>	<b>THE URBAN NON-SUSTAINABILITY INDEX (UNSI) AS A TOOL FOR URBAN POLICY</b>	<b>261</b>
<b>ANEXO II.</b>	<b>CIUDADES INSALUBRES: UNA PROPUESTA DE MEDICIÓN</b>	<b>262</b>

## Índice de cuadros, figuras, gráficos, imágenes y tablas.

### Cuadros

Cuadro 2.1: Principales antecedentes conceptuales en relación con la sostenibilidad urbana (en orden cronológico)	21
Cuadro 2.2: Objetivos de Desarrollo Sostenible	37
Cuadro 2.3: Dimensiones y subdimensiones de sostenibilidad urbana	45
Cuadro 3.1: Indicadores de Smart City para la sostenibilidad (Giffinger et al.,2007)	53
Cuadro 3.2: Indicadores de Sostenibilidad de Smart City Wheel para la sostenibilidad (Cohen, 2012)	55
Cuadro 3.3: Indicadores International Urban Sustainability Indicators List (Shen et al., 2011)	56
Cuadro 3.4: Indicadores ISO 37120:2014	58
Cuadro 3.5: Indicadores de sostenibilidad urbana seleccionados y relación con los ODS	71
Cuadro 3.6: Indicadores de la dimensión económica	72
Cuadro 3.7: Indicadores de la dimensión social	72
Cuadro 3.8: Indicadores de la dimensión ambiental	73
Cuadro 3.9. Número de valores perdidos objeto de estimación	74
Cuadro 4.1: Selección de ciudades	94
Cuadro 4.2: Umbrales de sostenibilidad de la dimensión económica	95
Cuadro 4.3: Umbrales de sostenibilidad de la dimensión social	95
Cuadro 4.4: Umbrales de sostenibilidad de la dimensión ambiental	96
Cuadro 4.5: Resultados de la agregación en la dimensión económica (por subdimensiones)	151
Cuadro 4.6: Valor medio de los déficits de sostenibilidad económica por indicador	152
Cuadro 4.7: Comunalidad de los indicadores de la dimensión económica	157
Cuadro 4.8: Varianza total explicada (dimensión económica)	158
Cuadro 4.9: Resultados de la agregación en la dimensión social (por subdimensiones)	164
Cuadro 4.10: Valor medio de los déficits de sostenibilidad social por indicador	166
Cuadro 4.11: Comunalidad de los indicadores de la dimensión social	170
Cuadro 4.12: Varianza total explicada (dimensión social)	171
Cuadro 4.13: Resultados de la agregación en la dimensión ambiental (por subdimensiones)	177
Cuadro 4.14: Valor medio de los déficits de sostenibilidad ambiental por indicador	178
Cuadro 4.15: Comunalidad de los indicadores de la dimensión ambiental	181
Cuadro 4.16: Varianza total explicada (dimensión ambiental)	182
Cuadro 4.17: Efecto de diferentes valores de $\gamma$ en ciudades con el mismo valor final	190
Cuadro 4.18: Evolución de diferentes estadísticos con valores diferentes de $\gamma$	191
Cuadro 4.19: Test de correlación con distintos valores de $\gamma$	191
Cuadro 4.20: Grupos de ciudades con $\gamma = 3$ y $\gamma =$ máximo	192
Cuadro 4.21: Clasificación por UNSI y aportación de cada dimensión	193
Cuadro 4.22: Coincidencia en el diagnóstico de problemáticas urbanas UNSI-SAFE	199
Cuadro 4.23: Etapas de la Planificación Estratégica de ciudades e ideas clave a resolver en cada una de ellas	206
Cuadro 5.1: Aportación de cada dimensión al UNSI	221
Cuadro 5.2: Valor de las subdimensiones económicas	221
Cuadro 5.3: Valor de las subdimensiones sociales	222
Cuadro 5.4: Valor de las subdimensiones ambientales	223
Cuadro 5.5: Comparativa valores subdimensiones económicas (2017-2019)	231
Cuadro 5.6: Comparativa valores subdimensiones sociales (2017-2019)	233
Cuadro 5.7: Comparativa valores subdimensiones ambientales (2017-2019)	235
Cuadro 5.8: Comparativa UNSI resultados 2017-2019	236

## **Figuras**

Figura 4.1: Diagrama de caja de grupos de ciudades (dimensión económica)	161
Figura 4.2: Diagrama de caja de grupos de ciudades (dimensión social)	174
Figura 4.3: Diagrama de caja de grupos de ciudades (dimensión ambiental)	185
Figura 4.4: Diagrama de caja del UNSI con distintos valores de $\gamma$	191
Figura 4.5: Perfil de insostenibilidad: ciudades más próximas a los objetivos de sostenibilidad por dimensión	195
Figura 4.6: Perfil de insostenibilidad: ciudades más lejanas a los objetivos de sostenibilidad por dimensión	195
Figura 4.7: Perfil de la dimensión económica en La Meca (peor clasificada)	196
Figura 4.8: Perfil de la dimensión social en Minna (peor clasificada)	196
Figura 4.9: Perfil de la dimensión ambiental en Riad (peor clasificada)	197

## **Gráficos**

Gráfico 4.1: Producto Interior Bruto de la Ciudad por habitante (PIB/hab)	99
Gráfico 4.2: Producto Interior Bruto de la Ciudad por habitante (PIB/hab) con valores normalizados	100
Gráfico 4.3: Porcentaje de población pobre relativa	101
Gráfico 4.4: Porcentaje de población pobre relativa con valores normalizados	101
Gráfico 4.5: Índice de Gini	102
Gráfico 4.6: Índice de Gini con valores normalizados	102
Gráfico 4.7: Tasa de desempleo	103
Gráfico 4.8: Tasa de desempleo con valores normalizados	104
Gráfico 4.9: Tasa de desempleo juvenil	104
Gráfico 4.10: Tasa de desempleo juvenil con valores normalizados	105
Gráfico 4.11: Porcentaje de población con empleo a tiempo completo	105
Gráfico 4.12: Porcentaje de población con empleo a tiempo completo con valores normalizados	106
Gráfico 4.13: Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes	108
Gráfico 4.14: Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes con valores normalizados	108
Gráfico 4.15: Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes	109
Gráfico 4.16: Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes con valores normalizados	109
Gráfico 4.17: Número de negocios por cada cien mil habitantes	110
Gráfico 4.18: Número de negocios por cada cien mil habitantes con valores normalizados	110
Gráfico 4.19: Ratio de deuda respecto a recursos propios	111
Gráfico 4.20: Ratio de deuda respecto a recursos propios con valores normalizados	112
Gráfico 4.21: Gasto de capital respecto al total del gasto	113
Gráfico 4.22: Gasto de capital respecto al total del gasto con valores normalizados	113
Gráfico 4.23: Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	114
Gráfico 4.24: Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos con valores normalizados	114
Gráfico 4.25: Esperanza de vida	115
Gráfico 4.26: Esperanza de vida con valores normalizados	115
Gráfico 4.27: Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	116
Gráfico 4.28: Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes con valores normalizados	117
Gráfico 4.29: Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	118



Gráfico 4.30: Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos con valores normalizados	118
Gráfico 4.31: Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes	119
Gráfico 4.32: Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes con valores normalizados	119
Gráfico 4.33: Número de médicos por cada cien mil habitantes	120
Gráfico 4.34: Número de médicos por cada cien mil habitantes con valores normalizados	120
Gráfico 4.35: Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar	121
Gráfico 4.36: Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar con valores normalizados	122
Gráfico 4.37: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria	123
Gráfico 4.38: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria con valores normalizados	123
Gráfico 4.39: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria	124
Gráfico 4.40: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria con valores normalizados	124
Gráfico 4.41: Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar	125
Gráfico 4.42: Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar con valores normalizados	126
Gráfico 4.43: Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	127
Gráfico 4.44: Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado con valores normalizados	127
Gráfico 4.45: Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	128
Gráfico 4.46: Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos con valores normalizados	128
Gráfico 4.47: Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales	129
Gráfico 4.48: Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales con valores normalizados	129
Gráfico 4.49: Porcentaje de población con servicio de abastecimiento de agua potable	130
Gráfico 4.50: Porcentaje de población con servicio de abastecimiento de agua potable con valores normalizados	131
Gráfico 4.51: Número de bomberos por cada cien mil habitantes	132
Gráfico 4.52: Número de bomberos por cada cien mil habitantes con valores normalizados	132
Gráfico 4.53: Número de homicidios por cada cien mil habitantes	133
Gráfico 4.54: Número de homicidios por cada cien mil habitantes con valores normalizados	133
Gráfico 4.55: Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes	134
Gráfico 4.56: Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes con valores normalizados	135
Gráfico 4.57: Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	136
Gráfico 4.58: Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes con valores normalizados	136
Gráfico 4.59: Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes	137
Gráfico 4.60: Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes con valores normalizados	137
Gráfico 4.61: Porcentaje de consumo de energía eléctrica derivado de fuentes renovables respecto al total de consumo de energía	138
Gráfico 4.62: Porcentaje de consumo de energía eléctrica derivado de fuentes renovables respecto al total de consumo de energía con valores normalizados	139
Gráfico 4.63: Energía eléctrica consumida por habitante	139
Gráfico 4.64: Energía eléctrica consumida por habitante con valores normalizados	140
Gráfico 4.65: Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	140
Gráfico 4.66: Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes con valores normalizados	141
Gráfico 4.67: Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	142
Gráfico 4.68: Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	

con valores normalizados	142
Gráfico 4.69: Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	143
Gráfico 4.70: Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario con valores normalizados	143
Gráfico 4.71: Consumo de agua doméstica por habitante	144
Gráfico 4.72: Consumo de agua doméstica por habitante con valores normalizados	144
Gráfico 4.73: Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	145
Gráfico 4.74: Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados con valores normalizados	145
Gráfico 4.75: Recogida de residuos sólidos por habitante	146
Gráfico 4.76: Recogida de residuos sólidos por habitante con valores normalizados	146
Gráfico 4.77: Concentración de partículas PM 2.5	147
Gráfico 4.78: Concentración de partículas PM 2.5 con valores normalizados	148
Gráfico 4.79: Emisiones de gases de efecto invernadero	149
Gráfico 4.80: Emisiones de gases de efecto invernadero con valores normalizados	149
Gráfico 4.81: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones económicas	152
Gráfico 4.82: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones económicas en las diez primeras ciudades del ranking	154
Gráfico 4.83: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones económicas en las diez últimas ciudades del ranking	155
Gráfico 4.84: Relación ranking- carencia principal (subdimensiones económicas 1 a 4)	156
Gráfico 4.85: Dendograma con método de agrupación enlace promedio entre grupos (dimensión económica)	159
Gráfico 4.86: Dendograma con método de agrupación de enlace de Ward (dimensión económica)	160
Gráfico 4.87: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones sociales	165
Gráfico 4.88: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones sociales en las diez primeras ciudades del ranking	167
Gráfico 4.89: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones sociales en las diez últimas ciudades del ranking	168
Gráfico 4.90: Relación ranking- carencia principal (subdimensiones sociales 1 a 4)	172
Gráfico 4.91: Dendograma con método de agrupación enlace promedio entre grupos (dimensión social)	173
Gráfico 4.92: Dendograma con método de agrupación de enlace de Ward (dimensión social)	167
Gráfico 4.93: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones ambientales	178
Gráfico 4.94: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones ambientales en las diez primeras ciudades del ranking	179
Gráfico 4.95: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones ambientales en las diez últimas ciudades del ranking	180
Gráfico 4.96: Relación ranking- carencia principal (subdimensiones ambientales 1 a 3)	181
Gráfico 4.97: Dendograma con método de agrupación enlace promedio entre grupos (dimensión ambiental)	183
Gráfico 4.98: Dendograma con método de agrupación de enlace de Ward (dimensión ambiental)	184
Gráfico 5.1: Influencia de las subdimensiones en insostenibilidad económica (2017)	222
Gráfico 5.2: Influencia de las subdimensiones en insostenibilidad social (2017)	223
Gráfico 5.3: Influencia de las subdimensiones en insostenibilidad ambiental (2017)	223
Gráfico 5.4: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de indicadores de la dimensión económica (2017)	225
Gráfico 5.5: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de indicadores de la dimensión social (2017)	226
Gráfico 5.6: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de los indicadores de la dimensión social sin considerar los homicidios (2017)	227

Gráfico 5.7: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de indicadores de la dimensión ambiental (2017)	228
Gráfico 5.8: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de los indicadores de la dimensión ambiental sin considerar las aguas residuales que no reciben tratamiento (2017)	229
Gráfico 5.9: Evolución de los indicadores individuales de la dimensión económica (variación porcentual 2017-2019)	230
Gráfico 5.10: Evolución de los indicadores individuales de la dimensión social (variación porcentual 2017-2019)	232
Gráfico 5.11: Evolución de los indicadores individuales de la dimensión social sin considerar criminalidad ni delitos contra la propiedad (variación porcentual 2017-2019)	233
Gráfico 5.12. Evolución de los indicadores individuales de la dimensión ambiental (variación porcentual 2017-2019)	234

### ***Imágenes***

Imagen 4.1: Tipología y distribución geográfica de ciudades por nivel de desarrollo humano	93
Imagen 5.1: Paradójico mensaje institucional ante el colapso diario de la Avda. San Juan (Calle 44)	210
Imagen 5.2: Colapso de la Carrera 46 (con carril BRT) provocado por “busetas” de compañías privadas	217
Imagen 5.3: Estado actual del Parque y Edificio Biblioteca España, cerrados al público (agosto 2021)	240
Imagen 5.4: Metro atravesando la Plaza Botero y el Parque Berrio, zona central de La Candelaria, el barrio con mayor criminalidad de Medellín	241
Imagen 5.5: Ejemplos de comunicación institucional del alcalde y la alcaldía que contrastan con la realidad encontrada en algunos indicadores significativos	242

### ***Tablas***

Tabla 4. 1: Valores de indicadores y ciudades (dimensión económica)	163
Tabla 4.2: Valores de indicadores y ciudades (dimensión social)	176
Tabla 4.3: Valores de indicadores y ciudades (dimensión ambiental)	187



## INTRODUCCIÓN.

Uno de los conceptos más utilizados en nuestro lenguaje común, pero también en el ámbito académico, es el de sostenibilidad. Al introducir la palabra “sostenibilidad” en Google<sup>1</sup>, obtenemos 59.100.000 resultados, mientras que, si introducimos el mismo concepto en idioma inglés, “sustainability”, aparecen 337.000.000 de referencias. La sostenibilidad, como adjetivo, se utiliza a menudo en los medios escritos y audiovisuales, en las redes sociales y en la publicidad.

En el campo de estudio de la Economía el interés de la sostenibilidad resulta evidente en la medida en que la producción de bienes y servicios implica una utilización de recursos naturales que son limitados. Así, en 1987, el Informe Brundtland (WCED, 1987) se refiere al desarrollo económico sostenible como “el que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Por tanto, la sostenibilidad es un elemento transversal que suscita interés y que ha sido objeto de estudio desde muchas perspectivas. Igualmente, existe un sólido y amplio consenso en relación con la importancia de las ciudades como elemento clave en la sostenibilidad global (Anders, 1991; Newman, 1999; UNEP, 2013; World Bank, 2013; Sharifi, 2021).

Especialmente desde la aprobación por Naciones Unidas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015) y la Nueva Agenda Urbana (2016), el interés de la academia respecto a la sostenibilidad urbana se ha puesto de manifiesto en el aumento del número de publicaciones sobre esta materia. Concretamente, desde 2016, se han venido publicando en torno a 300 artículos anuales sobre sostenibilidad urbana (Sharifi, 2021).

Dicho interés tiene su fundamento en el hecho de que en las ciudades tiene lugar más del 80% de la producción mundial —el 60% en 600 ciudades— (Gardner, 2016; UN-Habitat, 2016), o que tan solo 27 ciudades consumen el 9% de toda la energía eléctrica, el 10% de gasolina y generan el 13% de residuos sólidos del mundo, existiendo, además, muchas diferencias en términos de la eficiencia en el uso de la energía (Kennedy et al., 2015). En definitiva, cuando el 75% de los flujos de energía y materiales que se producen

---

<sup>1</sup> Búsqueda efectuada el 07/12/2021. Las cifras están redondeadas.

y generan a escala global, se utilizan en espacios físicos que apenas superan el 2% del planeta (UNEP, 2013), parece que se justifica ese consenso sobre que gran parte de los problemas de sostenibilidad global pasan por resolver los problemas de sostenibilidad urbana.

Sin embargo, aun partiendo del interés que la sostenibilidad urbana suscita en la investigación de la Economía del Desarrollo, convirtiéndose — como veremos—, en una materia con entidad propia dentro de este campo de estudio, no es menos cierto que existe controversia en aspectos esenciales, tales como la construcción de un marco teórico adecuado para la conceptualización y medición de la sostenibilidad urbana (Céspedes-Restrepo y Morales-Pinzón, 2018) o el establecimiento de objetivos, la estandarización de indicadores y de unos resultados fácilmente interpretables (Feleki et al., 2020).

Tras la revisión de literatura que detallaremos en el capítulo segundo, encontramos espacios para la investigación, es decir, aspectos sobre los que puede realizarse una aportación científica, dada la falta de consenso en la doctrina, sobre asuntos tales como la definición del marco conceptual de la sostenibilidad urbana al que acabamos de hacer referencia, las dimensiones o elementos que forman parte del estudio de la sostenibilidad urbana, la forma y selección de indicadores lo que, a su vez, nos lleva a aspectos que siguen siendo controvertidos en términos formales relativos a la construcción de indicadores compuestos. Asimismo, la falta de datos suficientes en ciudades de países en desarrollo que, ciertamente, de cara a 2030, van a duplicar su población y aumentar en torno al 200% el terreno que ocupan (Seto et al., 2011; UN-Habitat, 2016) son aspectos que constituyen un reto de investigación. Estas cuestiones, que siguen siendo objeto de controversia (Merino-Saum et al., 2020), conducen, asimismo, a preguntarse por la utilidad que este trabajo puede tener en términos de aplicabilidad o implementación práctica, pues unas ciudades más sostenibles o, como veremos, con menos déficits de sostenibilidad, requieren de prácticas concretas, que deben ser implementadas por el total del entramado urbano que conforman instituciones, agentes económicos y sociales, así como sus habitantes en general.

En este contexto, los objetivos de esta tesis son:

1. Proponer un marco conceptual de sostenibilidad urbana que conduzca a una definición que sirva como punto de partida para su estudio en ciudades muy diversas.
2. Diseñar un indicador compuesto que permita identificar cuantitativamente los principales déficits de sostenibilidad que existen en las ciudades.
3. Aplicar ese indicador en una muestra de ciudades que permita, no sólo realizar comparaciones entre ellas, sino también, determinar las políticas a implementar y su orden de prioridad para el establecimiento de una Agenda Urbana de sostenibilidad.
4. Finalmente, estudiar la validez del indicador para evaluar la evolución, en términos de sostenibilidad, de una ciudad en el tiempo. Para ello, tomaremos el caso de estudio de la ciudad de Medellín por los motivos que se explicarán en el capítulo correspondiente.

El cumplimiento de estos objetivos aportaría al campo de estudio de la sostenibilidad urbana, aparte de un marco conceptual compatible con muchas de las propuestas realizadas (Hacking et al., 2008; Tanguay et al. 2010), un indicador que cumple con los principales requisitos que algunos de los principales trabajos en la materia han señalado como necesarios en investigaciones posteriores (Cohen, 2017; Toumi et al., 2017). Asimismo, la técnica de construcción del indicador introduce en la cuantificación de la sostenibilidad urbana la agregación mediante medias generalizadas, lo que permite ofrecer una novedosa respuesta al problema de compensación entre dimensiones, con pruebas realizadas a partir de los datos de la muestra de ciudades seleccionadas. Igualmente, otra novedad resultante de la aplicación de esta técnica es la medición sólo de los déficits de sostenibilidad en vez de los logros, lo que permite establecer un perfil de necesidades y prioridades en la acción de gobierno. Esta novedad, a juicio de quien suscribe, resulta importante en la medida en que puede dar soporte a la evaluación y diagnóstico de situación de la Planificación Estratégica de ciudades realizada desde una perspectiva de sostenibilidad.

Por último, el capítulo final muestra cómo la propuesta de cuantificación que desarrolla este trabajo sirve para evaluar objetivamente programas de gobierno que, a menudo, se elaboran bajo sesgos de naturaleza distinta a la sostenibilidad urbana.

Así, estructuraremos este trabajo del siguiente modo:

En primer lugar, plantearemos un capítulo primero que sirva de contexto para desarrollar la investigación. Así, de una forma muy general, veremos qué se entiende por ciudad, fundamentando más detalladamente por qué las ciudades son los espacios territoriales más relevantes en relación con la consecución de la sostenibilidad global. Posteriormente, en el capítulo segundo, se expondrá la revisión de literatura realizada desde dos perspectivas: la primera, muy genérica y que sirve de contexto, sobre algunos de los trabajos más importantes en relación con la evolución del papel de las ciudades en el objeto de estudio de la economía. La segunda, que es la más importante a efectos de la tesis, se centra en lo relativo al papel de las ciudades como, lo que podríamos denominar, “ejes de sostenibilidad global”. Esta segunda revisión alcanza cronológicamente hasta octubre de 2021, dado que el primer artículo derivado de esta tesis y que sintetiza alguno de sus principales hallazgos, ha sido objeto de publicación en noviembre de dicho año.

Dicha revisión fundamentará el diagnóstico anticipado anteriormente y servirá de punto de partida para establecer las propuestas de los capítulos posteriores, así como la propuesta de sostenibilidad urbana que se defiende en esta tesis.

El capítulo tercero estará dedicado al desarrollo del marco conceptual de sostenibilidad urbana que va a servir de base a la selección de indicadores individuales y a la construcción del indicador sintético propuesto, su funcionamiento y principales propiedades que pueden resultar útiles para la cuantificación, priorización e implementación de políticas urbanas de sostenibilidad, incorporando a la evaluación de la sostenibilidad aspectos tomados de la medición de otro fenómeno multidimensional, cual es la pobreza (Prieto et al., 2016).

El capítulo cuarto abordará la selección de las ciudades que componen la muestra sobre las que se va a probar el indicador. Como veremos en dicho capítulo, la muestra presenta una notable diversidad geográfica, económica,



poblacional y cultural, lo que permite disponer de una amplia visión de conjunto de la situación de sostenibilidad urbana. Asimismo, se presentarán los resultados obtenidos en cada ciudad e indicador, lo que da lugar a un denso, pero ilustrativo detalle del conjunto.

De este capítulo se derivan dos aspectos no menos importantes: el primero de ellos, un análisis descriptivo por subdimensiones que permitirá detectar si existen o no, elementos comunes que sean causa de los problemas de sostenibilidad en las distintas ciudades estudiadas. Este análisis descriptivo se acompaña de técnicas de análisis multivariante que permitirá contrastar y clasificar, mediante análisis de clúster, grupos de ciudades y elementos comunes a los mismos. El segundo, un estudio de los resultados agregados mediante el indicador sintético propuesto y su deconstrucción, el cuál permitirá determinar si existe alguna dimensión que sea responsable, en mayor o menor medida, de la situación de insostenibilidad urbana. En definitiva, de estos dos aspectos se derivará la situación de cada ciudad y la prioridad que debe aplicar a cada uno de los indicadores que determinan sus problemas de insostenibilidad.

Finalmente, en el capítulo quinto, estudiaremos cómo evoluciona el indicador en el tiempo y si es lo suficientemente sensible para reflejar los cambios implementados en una ciudad. Para ello, como hemos anticipado, tomaremos la ciudad de Medellín (Colombia), la cual reúne una serie de características que la hacen atractiva para el análisis, comparando, además, las prioridades que subyacen del estudio de evolución del indicador con los planes de acción de la ciudad, así como la coherencia del conjunto.

## **1. EL CONTEXTO: ¿QUÉ ES UNA CIUDAD Y CUÁL ES SU PAPEL EN RELACIÓN CON LA SOSTENIBILIDAD?**

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) establece en su primera acepción que una ciudad es un “conjunto de edificios y calles, regidos por un ayuntamiento, cuya población densa y numerosa se dedica por lo común a actividades no agrícolas.”

Esa concepción de “agrupación” y de “aglomeración” se observa también en la lengua inglesa. Así, si bien no existe en la cultura anglosajona una autoridad lingüística equivalente a nuestra Real Academia de la Lengua Española (RAE), existen una serie de compilaciones lingüísticas que vienen a representar esa autoridad. Por ejemplo, el Oxford English Dictionary y el Cambridge English Dictionary definen la ciudad como “a large town” o también, en el marco del Reino Unido, “any town in the UK that has a cathedral”. La enciclopedia “Britannica” identifica a la ciudad como: “relatively permanent and highly organized centre of population, of greater size or importance than a town or village. The name *city* is given to certain urban communities by virtue of some legal or conventional distinction that can vary between regions or nations. In most cases, however, the concept of city refers to a particular type of community, the urban community, and its culture, known as “urbanism” ”; lo que podría traducirse como “Centro de población relativamente estable y altamente organizado, de mayor tamaño o importancia que un pueblo o villa”. Podemos afirmar, por tanto, que el mundo occidental —con más o menos uniformidad— percibe la ciudad como una entidad que posee una serie de características fundamentales: es grande, está organizada y se caracteriza por lo urbano, esto es, lo opuesto a lo rural o agrícola.

### **1.1. El papel de la ciudad a lo largo de la Historia**

Platón, en su obra “La República”, establecía en su libro II que la ciudad es una consecuencia de la división del trabajo, el cual, a su vez, es resultado de las diferentes aptitudes naturales de los hombres y de la multiplicidad de las necesidades humanas. Igualmente, en el Libro VIII, señala las formas posibles de organización de la ciudad de cara a conseguir la máxima felicidad de sus ciudadanos otorgándole una función casi ética o moral (citado en Roll, 1938).

La Historia de la Civilización, tal y como hoy se conoce, comenzó en ciudades-estado. Los grandes imperios del pasado se consolidaron sobre la base de la organización política y territorial de una ciudad. Igualmente, la mayoría de los acontecimientos históricos importantes para la humanidad se produjeron en ciudades. Fue en las ciudades donde surgieron las primeras universidades, como la de Salamanca, de donde surgieron ideas que soportan nuestro actual pensamiento económico. Igualmente, en las ciudades se propagaron las ideas de la Reforma en el S. XVI, que provocaron un cambio en el pensamiento económico y político, dando lugar a una especial relevancia de la burguesía, que vendría a jugar un papel esencial en la caída del Antiguo Régimen. La Revolución Francesa, por ejemplo, no ocurrió en una campaña de cien habitantes, ocurrió en París. El motín del té que, con anterioridad al hecho histórico citado, dio lugar a la Revolución de las Trece Colonias, sucedió en Boston, no en una aldea de Maryland. Las ciudades lo determinan todo: la paz, la guerra, el trabajo (Le Corbusier, 1924).

Con el devenir de los tiempos, la ciudad se ha consolidado como la más eficiente de nuestras creaciones en términos de localización y relación (Glaesser, 2011). Si bien es cierto que la densidad de población característica de las ciudades fue la causa fundamental de alguno de los grandes males que ha sufrido la humanidad, como la expansión por contagio de enfermedades a lo largo de la Historia, no es menos cierto que sus soluciones, como los grandes avances médicos, se realizaron, entre otros motivos, por la facilidad con la que podían observarse los focos y estadísticas de ciertas enfermedades<sup>2</sup> (Glaesser, 2011). La idea de imaginar a las grandes ciudades occidentales, algunas de ellas, supuestos paradigmas del desarrollo sostenible, como focos pestilentes de epidemias y pobreza, pero, al mismo tiempo, siendo núcleos de comercio y de avances paulatinos, nos muestra claramente que las ciudades, a lo largo de la Historia, tienden a encontrar la clave de su prosperidad sobre la base de los problemas que ellas mismas manifiestan.

---

<sup>2</sup> En Londres pudo observarse que el cólera tenía sus principales focos en entornos de agua no tratada gracias al recuento del número de casos sobre un plano de la ciudad.

## **1.2. La sostenibilidad como problema global y su focalización en las ciudades.**

Ya en el capítulo introductorio del Informe Brundtland (WCED, 1987) se detallaban algunos de los aspectos más amenazantes del crecimiento económico, cuantificando incluso la deforestación anual del planeta en seis millones de hectáreas al año, exponiendo los peligros para el suelo de la lluvia ácida o la problemática derivada de la emisión de gases de efecto invernadero. Igualmente, se señalaba que es imposible separar los aspectos relativos al desarrollo económico de los aspectos ambientales y cómo el deterioro ambiental tiene un impacto directo en el incremento de la pobreza, en la medida en que dicho deterioro condiciona el desarrollo económico. La sostenibilidad se convierte así, en uno de los principales problemas a los que se enfrenta la humanidad (Bybee, 1991).

Pocos años después, el principio número 8 de la declaración de Río, en 1992, señalaba que, para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas (UNCED, 1992). Así, la Agenda 21 fue diseñada para formar la base de los programas nacionales de desarrollo sostenible (Carter et al., 2000). Profundizando en la preocupación por hacer de la sostenibilidad un elemento transversal al conjunto de las sociedades, el capítulo 28 de dicha declaración, señalaba a las comunidades locales como facilitadores de un proceso de diálogo entre ciudadanos, empresas y organizaciones sociales. Sin embargo, la ausencia de objetivos bien definidos o de indicadores comunes para evaluar el desempeño (Carter et al., 2000) son una de las críticas que pueden explicar que las Agendas 21 Locales se hayan caracterizado como estados de transición hacia la sostenibilidad (Uitermark, 2002), en vez de auténticos programas de sostenibilidad urbana.

Así, las ciudades son el espacio físico en donde se concentran los problemas de sostenibilidad global y, lo que es más preocupante, especialmente en los países que albergan ciudades que van a crecer tanto poblacional como territorialmente (World Bank, 2013).

Como acabamos de ver, las ciudades han jugado un papel muy relevante a lo largo de la historia de la humanidad y, a su vez, han sido los lugares en donde han cristalizado sus grandes problemas. Con la sostenibilidad no ocurre algo diferente.

El concepto de huella ecológica (Wackernagel y Rees, 1996) es bien conocido entre los economistas y representa el impacto humano sobre la Tierra, poniendo en contraste el consumo de recursos naturales con la capacidad productiva de la naturaleza (Moffatt, 2000). Desde esta perspectiva, en 2019 —último año antes de la pandemia de COVID-19 que reflejaba un funcionamiento “ordinario” de la economía mundial— el 29 de julio, la humanidad había utilizado el presupuesto de recursos de la naturaleza para ese año (Global Footprint Network, 2019)<sup>3</sup>. Así, podemos afirmar que el mundo se encuentra en una situación de insostenibilidad global, en donde, como ya se ha señalado, las ciudades juegan un papel fundamental. Ya en el año 2014, la Organización de Naciones Unidas (ONU) señaló en su informe “World Urbanization Prospects”, que el 66% de la población mundial en 2050 vivirá en grandes aglomeraciones urbanas. En su revisión de 2018<sup>4</sup>, eleva el porcentaje al 68,4%. Si tomamos como referencia la población total esperada para ese año de nueve mil millones de personas, eso significa que más de seis mil millones de personas van a vivir concentradas en esas aglomeraciones urbanas. Parece razonable asumir que, si se acepta la idea de que existe una correspondencia entre el grado de concentración de la población, la producción y el consumo de recursos, las ciudades van a jugar un notable papel en términos de sostenibilidad global, especialmente si consideramos a las ciudades como entes metabólicos que consumen recursos y generan residuos.

Kennedy (2007) señalaba que el metabolismo urbano es la suma de todos los procesos técnicos y socio económicos que ocurren en las ciudades, generando crecimiento, producción de energía y eliminación de residuos. Si a los datos sobre metabolismo urbano, señalados en la introducción de esta tesis, los relacionamos con la situación que muestra la metodología de huella ecológica, parece evidente que las ciudades son, una vez más a lo largo de la

---

<sup>3</sup> Disponible en <https://www.overshootday.org/newsroom/press-release-june-2019-spanish/> [consulta: 18/02/2022]

<sup>4</sup> Disponible en <https://digitallibrary.un.org/record/3833745?ln=es> [consulta: 12/03/2022]

Historia, el punto de partida en donde se concentra y se puede empezar a resolver el problema de la sostenibilidad global.

Desde 2009, la mayor parte de la población mundial vive en el ámbito urbano y, como hemos visto en la introducción, más del 80% de la actividad económica mundial tiene lugar en las ciudades —el 60% en las 600 ciudades más productivas— (Gardner, 2016). Asimismo, son responsables del 85% del PIB de los países de renta alta y hasta del 80% del consumo de energía mundial; el 75% del consumo de recursos naturales y el 75% de emisiones de carbono a nivel mundial. Igualmente, para 2030 —año de referencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible—, en los países en desarrollo, el crecimiento de la población se duplicará y el de la superficie edificada lo hará en un 200% (Seto et al., 2011; UN-Habitat, 2016). Este último dato es importante, en la medida en que —como veremos— ciudades como Oslo o Toronto, presentan una tendencia hacia la sostenibilidad muy diferente a ciudades como Minna o Riad.

Es decir, el impacto sobre la sostenibilidad mundial del crecimiento en las ciudades, especialmente en aquellas pertenecientes a países con ingreso medio y bajo, va a ser crítico para la humanidad.

Por tanto, no parece exagerado concluir que el largo camino a recorrer hacia la sostenibilidad global transcurre, fundamentalmente, por identificar y resolver los problemas de sostenibilidad urbana.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA: ¿QUÉ ENTENDEMOS POR SOSTENIBILIDAD URBANA?**

El objetivo del presente capítulo es la justificación del diagnóstico de partida de este trabajo en el sentido de que el marco conceptual de la sostenibilidad urbana, sus dimensiones, la selección de indicadores y la falta de datos suficientes en ciudades de países en desarrollo, constituyen un espacio sobre el que sigue existiendo controversia y sobre el que se puede realizar una propuesta que constituya un avance en relación con esos aspectos.

Esta revisión consta de dos partes diferenciadas:

En la primera se presenta, a modo de introducción, una referencia a algunos de los autores que han abordado el estudio del fenómeno urbano desde la perspectiva económica hasta la definición de Desarrollo Sostenible que aparece en el conocido como Informe Bruntland (WCED, 1987). Así, parece oportuno exponer brevemente algunos de los enfoques más relevantes en relación con las ciudades, que sirva como antecedente en relación con las grandes cuestiones relativas a la sostenibilidad.

En la segunda se realiza un análisis más exhaustivo en relación con el marco conceptual de la sostenibilidad urbana. Así, ubicaremos los primeros estudios sobre la materia, la influencia de la Cumbre de Río y la incorporación de la sostenibilidad urbana al estudio de los asentamientos humanos a partir de Habitat II, analizando además algunas de las aportaciones más interesantes en relación con el enfoque del metabolismo urbano y la Smart City, para finalizar con el marco conceptual de la Nueva Agenda Urbana (UN-Habitat, 2016) y la consideración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en como antecedente inmediato a nuestra concepción de sostenibilidad urbana y el marco conceptual que se propone en esta tesis. En este punto, además, se explicará la selección de las publicaciones revisadas que se han considerado más relevantes, tomando como referencia la metodología PRISMA (Moher et al., 2009). Las aportaciones relativas a los indicadores de sostenibilidad urbana se estudiarán en el capítulo siguiente.

## **2.1. Evolución de la ciudad como objeto de estudio de la Economía hasta 1987 (Informe Bruntland)**

A pesar de que se ha escrito sobre las ciudades con más o menos rigor desde la propia existencia de estas<sup>5</sup> y que su evolución ha sido consustancial a la del propio ser humano<sup>6</sup>, podemos considerar la Economía Urbana como una ciencia relativamente nueva. Los primeros estudios relativos a “dónde” suceden las cosas y el por qué se produce el fenómeno de la aglomeración, fueron estudios de lo que se ha venido en llamar “Teoría de la Localización”. Dichos modelos de localización fueron la respuesta de los economistas de la época para entender el origen de los fenómenos de localización que se habían producido tras la Revolución Industrial.

Así, Von Thünen (1826), Weber (1909) y Predöhl (1925) —citados en Duch Brown, 2011—incorporan la distancia y el coste del transporte como elementos a considerar en el proceso de optimización y por tanto de localización de la empresa. Asumiendo que, en el mundo real, la localización de una empresa depende también de la localización de las demás, Hotelling (1929) y Palander (1935) —citados en Duch Brown, 2011— estudian, además, cómo se compite en ese marco y cuál es el proceso de formación de los precios.

Asimismo, como ha ocurrido en las distintas ramas de la disciplina económica, se van produciendo “alegaciones” a los modelos primitivos. Christaller (1933), Lösch (1940), Isard (1956) y Moses (1958) —citados en Duch Brown, 2011— consideran cuestiones como la sustituibilidad entre el factor “distancia” y el resto de factores, la complejidad orográfica, la minimización del coste derivado de la distancia o las economías de escala.

A partir de mediados del siglo XX, la economía regional “eclosiona” al considerar que, si existen desigualdades entre lugares centrales y secundarios, existirán diferencias entre dotación de infraestructuras y servicios y, en definitiva, desigualdades entre personas en función de su lugar de residencia.

---

<sup>5</sup> Platón, en su obra, “La República” establece en el Libro VIII (citado en Roll, 1938) las formas posibles de organización de la ciudad de cara a conseguir la máxima felicidad de sus ciudadanos.

<sup>6</sup> Aristóteles (citado en Roll, 1938) consideraba que la ciudad es una de las cosas naturales y que el hombre es, por naturaleza, un animal urbano.



En un primer momento, se reconocía la necesaria interdisciplinariedad de esta ciencia. Así, en 1958, Walter Isard crea la Regional Science Association con objeto de coordinar la labor de geógrafos, sociólogos, economistas, ecólogos, juristas y un amplio etcétera. A partir de ese momento, parafraseando al profesor J. A. Schumpeter, son muchos los autores que “se han subido al autobús de la economía regional y urbana”.

Una de las autoras pioneras en relación con el fenómeno urbano moderno fue Jane Jacobs. Economistas como Polèse, Glaesser, Florida o Lucas, han considerado los estudios de Jacobs como hitos en este campo. Lucas, incluso, afirmó que “las ideas que había aportado Jane Jacobs eran tan fundamentales que se merecía el premio Nobel” (citado en Florida, 2009, pp.73.)<sup>7</sup>. Además, estudios como el informe sobre el desarrollo del Banco Mundial “Una nueva Geografía Económica” del año 2009, en el que se aborda el papel de las ciudades al tratar el tema de la densidad económica, citan a Jacobs como precursora de los estudios en Economía Urbana. Conviene, por tanto, detenerse en sus tres principales obras. La primera de ellas, “Muerte y vida de las grandes ciudades” (1967), critica el hecho de que la inversión en remozar barrios o la exclusividad de áreas urbanas a un solo fin, sea este financiero, comercial o residencial, consiste en un proceso pernicioso que denomina “la autodestrucción de la diversidad”. De su primera obra de referencia puede extraerse otra conclusión: el urbanismo de las ciudades no es bueno o malo en sí mismo, sino que depende del uso que persiga. Para ello, establece líneas maestras que permitan configurar espacios urbanos que fomenten la seguridad, el contacto y la comunicación de todos los agentes económicos y sociales en espacios más bien pequeños y, sobre todo, muy heterogéneos.

Como se ha señalado anteriormente, pueden identificarse en esta obra algunas ideas embrionarias de otras —muy reconocidas— posteriores. Así, la idea de la diversidad de usos y la necesidad de disponer de amplias gamas de servicios, en su vertiente empresarial, no es otra que la idea de “clúster” de empresas desarrolladas por autores como Marshall, Camagni o Porter. Igualmente, la necesidad de concentración de población o de “densidad

---

<sup>7</sup> El apunte de Florida se refiere a un correo electrónico de Lucas que, al parecer y según afirma, obtuvo gran repercusión.

económica”, han sido objeto de un profundo análisis en el ya citado informe de desarrollo humano del Banco Mundial (2009).

Su segunda obra, “La economía de las ciudades” (1971), contiene, probablemente, uno de los aspectos más importantes que explican la fuerza motriz del dinamismo urbano: éste no es otro que el “capital humano”. Sin embargo, Jacobs no utiliza este concepto, aunque, como nos recuerda Lucas (1988), realiza una aportación fundamental al explicar la “fuerza” que las personas con talento generan a través de la concentración, ya que la característica más importante que explica el crecimiento económico en las ciudades es la “creatividad” en el mismo sentido que ocurre con el arte o la ciencia. Jacobs introduce la idea de “proceso de sustitución de importaciones”. Así, sostiene que la necesidad provoca la innovación y ésta es la que genera una fuerza motriz de atracción de más mano de obra —al principio— y servicios después, que hace crecer a las ciudades. Realiza un exhaustivo análisis de poblaciones y ciudades en todo el mundo concluyendo que la forma en que se realiza esa “sustitución de importaciones” determina el éxito o el fracaso de las ciudades.

Esa es la idea fundamental de “La economía de las ciudades”, pero es defendida junto a otras que merecen ser detalladas. Así, afirma que el mito de que las ciudades crecen en torno a la agricultura rural es falso y que éste es el error más común en el paradigma económico de los países capitalistas o comunistas. Así, pone como ejemplo a Japón “Si las ciudades japonesas modernas hubieran esperado para crecer a que un superávit de productos rurales soportara tal crecimiento, estarían todavía esperando” (Jacobs, 1971, pp.14).

El último título que aporta Jacobs a la economía urbana es su obra “Las ciudades y la riqueza de las naciones” (1986), título que identifica claramente las intenciones de su autora en torno a lo que ella considera el eje del crecimiento mundial. El crecimiento económico, la prosperidad del mundo, se debe a las ciudades y no a las naciones. Este aspecto, como ya hemos señalado, se revelará en el futuro como un elemento de no poca importancia para entender la agenda de política pública local que ha de abordarse en aras al desarrollo urbano sostenible.

Partiendo de la obra de Adam Smith de similar título, critica la aceptación “sin comentario alguno, de la tautología mercantilista de que las naciones son las entidades fundamentales para comprender la estructura de la vida económica” (Jacobs, 1986, pp.36). Argumenta que “las naciones son entidades políticas y militares, al igual que los bloques de naciones. Pero de esto no se sigue necesariamente que sean al mismo tiempo las entidades básicas y preeminentes de la vida económica o que sean particularmente útiles para penetrar los misterios de la estructura económica (...). Todo lo que tienen en común es el hecho político de la soberanía” (Jacobs, 1986, pp.37).

Esta cuestión es fundamental y ha sido retomada como núcleo de investigación Florida (2009) al dedicar un capítulo concreto a este asunto, afirmando que es la “ciudad el único lugar que importa como unidad económica” (Florida, 2009, pp.50).

En definitiva, si hubiera que resumir la aportación de Jacobs a los fundamentos de la Economía Urbana, podría decirse que pasa, esencialmente, por la identificación de la ciudad como sujeto económico del mundo y la existencia de innovación y talento humano que permita resolver sus problemas como fuerza motriz del progreso de las ciudades.

Las décadas de los sesenta y setenta del siglo veinte representaron para la economía en general y la urbana en particular, la consolidación de la visión formal del análisis económico. Esta metodología, sin embargo, no está exenta de problemas. Así, Hoover (1968) señalaba que “el diseñador de modelos o cualquier otro teórico que trate de abarcar todo, probablemente se verá sumido irreversiblemente en miles de ecuaciones simultáneas, en la búsqueda ingenua de una solución útil o de alguna solución, sin más” (Hoover, 1968, pp.237).

Durante las décadas de los sesenta y setenta, la Economía Urbana trataba de resolver, fundamentalmente, aspectos tales como la localización, las rentas urbanas, el valor del suelo, la estructura espacial, el crecimiento urbano, los transportes, los programas de renovación e incluso cuestiones fiscales. Entre todo este elenco de cuestiones, los problemas relativos al medio ambiente —un aspecto esencial de la sostenibilidad— ocupaban un escaso lugar.

A finales de la década de los sesenta del siglo pasado —a pesar de que la mayoría de la población mundial aun residía en zonas rurales— ya se

adivina que el gran reto de las ciudades consiste en saber afrontar adecuadamente la concentración, el crecimiento urbano, la aglomeración de la población o el uso eficiente de la planificación del territorio (Cain, 1968). Así, años antes, Lampard (1955) ya había señalado que el enfoque poblacional era el más prometedor de todos.

En ese contexto se enmarcan las teorías explicativas del crecimiento urbano, tales como la Teoría del Lugar Central —en donde la ciudad crece como resultado del abastecimiento de bienes y servicios a la región circundante— o la de la base de exportación, que establece que las ciudades crecen como consecuencia de la especialización en sus exportaciones. Esta última teoría, contiene el denominador común de la opinión de muchos autores. Pfontz (1958), había señalado con anterioridad que esa actividad exportadora es el origen y la fuente del crecimiento urbano.

Quizás la idea más intuitiva —y más actual— sobre las causas del crecimiento urbano la aportara Czamanski (1964) al vincular éste con la teoría de la localización industrial y ésta, a su vez, con la atracción de inversiones creadoras de puestos de trabajo como el principal determinante de la expansión de una ciudad. Igualmente, esa capacidad de atracción —aquí reside la novedad— depende de las ventajas y desventajas de localización relativas, tales como las economías externas, las economías de urbanización o la vida socio cultural, cuestiones que, muchos años más tarde, estudiará Florida entre otros. Desde que autores como Ullman (1958) estudiaran la capacidad de atracción de las ciudades no sólo a la inversión, sino también al talento directivo y empresarial, este asunto ha sido recurrente en el objeto de análisis de la Economía Urbana.

Otros autores prestaron su atención a la tasa de crecimiento de la población como causa del crecimiento urbano. En concreto, Lowry (1966) y Muth (1968) establecen que la tasa de crecimiento de población depende, a su vez, de la tasa de inversión de capital y la tasa de progreso tecnológico en un sentido más amplio. A pesar de ello, advierten que dicha capacidad de la ciudad tiene sus límites. Dichos límites son, la tasa de incremento natural de la población, la acumulación de capital de las firmas locales y la propensión de empresarios e innovadores locales a generar condiciones adecuadas para la productividad. Dicho crecimiento, a pesar de tener límites, dispone también de

un multiplicador, a partir de un determinado umbral de tamaño de ciudad, que lo hace auto generador y es la base de su propio crecimiento. Esta idea fue defendida por Pred (1966) y Thompson (1965).

Como se veía anteriormente, el medio ambiente había sido relegado a un plano residual. No obstante, en los primeros años de la década de los setenta, comienzan a aparecer tratados que analizan los problemas medio ambientales, con carácter general, y urbanos en particular. En este sentido, Richardson (1971) apunta que “quizás sea más razonable expresar los objetivos ambientales en términos físicos. De este modo, los objetivos ambientales se refieren o bien a estándares de comportamiento para lograr una cierta reducción de la contaminación o bien a niveles de seguridad en la absorción de la contaminación. Con estos objetivos, que son mucho más fáciles de manejar que la asignación de valores monetarios a los intangibles, el papel del análisis económico consiste en indicar cómo alcanzar estos objetivos del modo más eficaz” (Richardson, 1971, pp. 178). El apunte de Richardson resulta fundamental en la medida en que plantea la relación directa entre la gobernanza y el análisis económico y sugiere el establecimiento de indicadores como elementos de medición de objetivos.

Uno de los hitos para la comprensión del concepto de sostenibilidad, desde una perspectiva global, fue la publicación en 1980 de la “World Conservation Strategy”, auspiciada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP en sus siglas en inglés), el Fondo Mundial para la naturaleza (WWF) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). La magnitud de la evolución del consumo humano, la deforestación, la contaminación y sus daños colaterales —especialmente tangibles en las grandes aglomeraciones urbanas— hacen que sea evidente la necesaria aceptación del concepto “sostenibilidad” que, en aquel momento, se concibe como “conservación natural”. Las líneas maestras de este documento, que fue la base de posteriores cumbres sobre conservación natural, establecían un reconocimiento de que nuestros logros, por sí solos, no eran suficientes de cara a evitar que nuestros ritmos de consumo provoquen un desastre natural con consecuencias para todas las especies vivas del Planeta. Igualmente, se establece que la “conservación” ha de ser el eje de todas las políticas de desarrollo, siendo ambas cuestiones interdependientes. Además,

esta política global, implicará esfuerzos financieros y cambios en las estructuras productivas, lo cual ha sido causa de no pocos conflictos y no escasos fracasos en diversas cumbres ambientales.

En el marco de la World Conservation Strategy, el concepto de sostenibilidad fue introducido por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la Organización de Naciones Unidas como la atención a las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social (WCED, 1987). En 1987 se define por primera vez el desarrollo sostenible como aquel que “satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987).

Otras definiciones de sostenibilidad, en términos globales, han sido aportadas con posterioridad, aunque todas ellas rotan en torno a los conceptos esenciales relacionados en la propuesta liderada por Bruntland. Así, “la capacidad de un sistema para mantener la producción a un nivel aproximadamente mayor o igual que su media histórica, con la aproximación determinada por su nivel histórico de variabilidad” (Lynam and Herdt, 1989); “maximizar el beneficio neto del desarrollo económico, sujeto a mantener los servicios y calidad de los recursos naturales a lo largo del tiempo” (Pearce y Turner, 1990); “el desarrollo que mejora la calidad de vida humana dentro de la actual capacidad de los ecosistemas que la soportan” (UICN, 1991) o, en relación con los ecosistemas naturales, “el equilibrio dinámico entre los inputs y outputs naturales, modificados por eventos externos tales como el cambio climático y los desastres naturales” (Fresco y Kroonenberg, 1992).

## **2.2 Sostenibilidad urbana: evolución**

### **2.2.1. Metodología de revisión.**

Para el desarrollo de este apartado, se han tomado en consideración varias lecturas que fundamentan la propuesta de sostenibilidad urbana que constituye el punto de partida para el resto del análisis. Cohen (2017), realiza una revisión sistemática de las publicaciones de evaluación de sostenibilidad urbana que tomaremos como referencia de partida —sin perjuicio de la obligada lectura de otros trabajos previos muy importantes para entender la evolución del estudio de la sostenibilidad urbana—. Así, los términos de búsqueda en Web of Science han sido “Urban Sustain” (título) e Indicators (temática o título). También se ha introducido el término de búsqueda “Sustainability Assessment” (título). La búsqueda se ha limitado al periodo de tiempo transcurrido entre el 1 de abril de 2017 —para cubrir los meses previos a la publicación del trabajo de Cohen, en noviembre de 2017— y el 31 de octubre de 2021, mes anterior al que aparece la primera publicación fruto de esta tesis.

Asimismo, se ha introducido el término de búsqueda “Sustainability Assessment” en SciELO, Scopus y Google Scholar (título).

El resultado de dicha búsqueda ha dado como resultado 2046 publicaciones de las que se han eliminado las que no tuvieran el formato de “artículo” o “revisión”, obteniendo un número de publicaciones de 1.825. Posteriormente, se han limitado los resultados a los publicados en revistas cuyo objeto de estudio está directamente relacionado con nuestro objeto de estudio, tales como “Sustainability”, “Journal of Cleaner Production”, “Cities”, “Ecological Economics”, “Ecological Indicators”, “Sustainable Cities and Society”, así como aquellas publicaciones que tuvieran más de 10 publicaciones sobre el término de búsqueda, obteniendo 930 resultados. Finalmente, se excluyeron duplicidades, objetos de estudio centrados en la sostenibilidad de un servicio o aspecto concreto de las ciudades, estudios centrados sólo en una ciudad o cuyo resumen y conclusiones no se ajustaban exactamente al aparente objeto de análisis. Tras esa criba final, quedaron 21 publicaciones a examinar.

Posteriormente a esa selección previa, se añaden trabajos que, independientemente de los criterios anteriores, se consideran importantes para fundamentar los aspectos críticos que motivan tanto la evolución de los distintos enfoques que han servido para el análisis de la sostenibilidad urbana, como para justificar la definición de sostenibilidad urbana propuesta: desde publicaciones de Congresos, documentos de Organismos Internacionales o páginas web vinculados a búsquedas previas en Google y que habían servido de fundamento para una primera construcción de la revisión de literatura. El resultado final de los trabajos examinados es de 59, los cuales aparecen resumidos en la siguiente tabla.

El cuadro 2.1 muestra los 43 trabajos que se consideran más relevantes para explicar, desde una perspectiva cronológica, la evolución del ámbito de estudio de la sostenibilidad urbana. En dicho cuadro, se sintetiza toda la información que aparece en las páginas siguientes y contiene las referencias básicas que han servido para fundamentar el marco conceptual de este trabajo en relación con la sostenibilidad urbana en aras de facilitar una mayor claridad expositiva. Muchos de estos trabajos, además, contienen referencias a indicadores y existen otras publicaciones sobre indicadores que dan por establecido un marco conceptual concreto y que, por esa razón, no aparecen en el cuadro, sino que serán citados en el capítulo siguiente referido al establecimiento del indicador que se propone en este trabajo.

Igualmente, conviene considerar que, para fundamentar nuestra propuesta conceptual de sostenibilidad urbana, se han tomado aquellas aportaciones que, desde una perspectiva amplia, han tenido como finalidad alcanzar dicho objetivo. Así, algunos de los estudios más relevantes relacionados con el Programa 21, el enfoque del metabolismo urbano o la Smart City han sido considerados antecedentes relevantes para motivar la propuesta de sostenibilidad urbana que se plantea al final de este capítulo.



**Cuadro 2.1. Principales antecedentes conceptuales en relación con la sostenibilidad urbana (en orden cronológico)**

<u>Publicación</u>	<u>Autor</u>	<u>Título</u>	<u>Año</u>	<u>Principales ideas extraídas para el capítulo</u>
Marine Policy	Otto-Zimmerman	Local implementation of Agenda 21	1994	La gran debilidad de la Agenda 21 es la ausencia de relación entre los mandatos internacionales y las competencias locales para implementarlos <b>Las competencias legislativas en materia ambiental suelen ser de los estados</b>
Landscape and urban planning	Newman	Sustainability and cities: extending the metabolism model	1999	Crítica a la aplicabilidad del concepto de sostenibilidad a la Agenda 21 y otros documentos de Naciones Unidas
European Urban and Regional Studies	Carter et al.	Local Agenda 21: Progress in Portugal	2000	La Agenda 21 fue diseñada para formar la base de los programas nacionales de desarrollo sostenible Su capítulo 28 (de 40) se refiere específicamente al papel de los gobiernos locales introduciendo un diálogo entre con sus ciudadanos, organizaciones locales y empresas privadas. Las entidades locales deben ser "facilitadores", a través de la Agenda Local 21, no proveer un plan predeterminado de acción <b>La Agenda 21 adolece de un plan de acción claro con objetivos bien definidos</b>
Ecological Economics	Moffatt	Ecological Footprints and Sustainable Development	2000	El concepto de huella ecológica sirve para generar impacto de la actividad humana en la Tierra, pero para el estudio del desarrollo sostenible no es completa
European Planning Studies	Uitermark	Agenda 21: The transition to Sustainability	2002	La Agenda 21 es un estado de transición hacia la sostenibilidad
Economía Urbana	Camagni	Economía Urbana	2005	Interrelación entre las tres dimensiones de sostenibilidad (económica, social y ambiental) y aceptación de sostenibilidad débil
Journal of Industrial Ecology	Kennedy et al.	The changing metabolism of cities	2007	Importancia de la influencia del metabolismo urbano en los recursos del entorno Definición de metabolismo urbano
Ecological Economics	Böhninger y Jochem	Measuring the immeasurable—A survey of sustainability indice	2007	Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana
Centre of Regional Science, Vienna University of Technology	Giffinger et al.	Smart Cities-Ranking of European Medium-sized Cities	2007	Conceptualización de la Smart City
Environmental Impact Assessment Review	Hacking y Guthrie.	A framework for clarifying the meaning of Triple Bottom-Line, Integrated, and Sustainability Assesment.	2008	Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana
Journal of Industrial Ecology	Niza et al.	Urban metabolism: methodological advances in urban material flow accounting based on the Lisbon case.	2009	Análisis de flujo de materiales exclusivamente en la ciudad de Lisboa prescindiendo de los municipios del entorno metropolitano  Creación de una matriz muy detallada de flujo de materiales detallando la parte de Lisboa Propuesta de rehabilitación y renovación en edificios, reforzar la estrategia de reciclaje dada la altísima incidencia de materiales no reciclables. Se tomará esta idea <b>en relación con las propuestas de mejora sugeridas en capítulo 4.</b>
Journal of Industrial Ecology	Barles, S.	Urban metabolism of Paris and its region	2009	El análisis de flujo de materiales se adapta bien al ámbito urbano El consumo de recursos y el depósito de los mismos trasciende a una zona mucho más amplia que el propio París Los estudios futuros no sólo deben mostrar los flujos ocultos sino evaluar su incremento o disminución en el futuro
Ecological Indicators	Tanguay et al.	Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators.	2010	Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana
PLoS ONE	Seto et al.	A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion	2011	Terreno que ocuparán las ciudades de países en desarrollo
Environmental Pollution	Kennedy et al.	The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design	2011	Revisión de los primeros estudios de metabolismo urbano y conceptos principales
<a href="https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city">https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city</a>	Cohen, B.	What Exactly Is a Smart City?	2012	Conceptualización de la Smart City
Ecological Indicators	Pinter et al.	Bellagio STAMP: Principles for sustainability assesment and measurement	2012	El punto de partida de cualquier evaluación de sostenibilidad es desarrollar un marco conceptual
World Bank	Hoomweg y Freire	Building sustainability in an urbanizing world. A Partnership Report	2013	Importancia de la ciudad como elemento clave para alcanzar la sostenibilidad global  Las ciudades deben adoptar políticas de desarrollo sostenible. Aún más urgente para las ciudades de países en desarrollo que se están urbanizando rápidamente. Debe definirse qué es una ciudad sostenible integrando las dimensiones económica, social y ambiental así como un plan para conseguirlo. Sostenible, desde el punto de vista de la ingeniería, es un sistema que permanece estable o que cambia lentamente a un ritmo tolerable: ejemplo de ecosistema circular con plantas, herbívoros, carnívoros. Definición de Sostenibilidad Urbana de la Unidad de Gestión Urbana y Resiliencia del Banco Mundial: "comunidades urbanas comprometidas en mejorar el bienestar de sus residentes presentes y futuros integrando aspectos económicos, sociales y ambientales". La interconexión entre los tres pilares es especialmente evidente en las ciudades, dado que estas funcionan como un sistema integrado. La medición de la sostenibilidad urbana es mejor a través del análisis de flujo de materiales que a través de la tradicional huella ecológica. Todas las ciudades deberían medir su flujo de materiales.

## Cuadro 2.1... (Continuación)

Publicación	Autor	Título	Año	Principales ideas extraídas para el capítulo
UNEP	Swilling et al.	City level decoupling: Urban resource flows and the governance of infrastructure transitions	2015	<p>Los retos están en las ciudades, pero la oportunidad de alcanzar la sostenibilidad también.</p> <p>Las soluciones a los retos globales pasan por las ciudades</p> <p>Afectación positiva y negativa a entornos rurales</p> <p>Falta una visión holística de ciudades sostenibles en el futuro.</p> <p>Lugar donde se da la innovación y se puede minimizar el impacto ambiental</p> <p>El foco debe ponerse en el flujo de materiales y como reconfigurar infraestructuras para incrementar la productividad de los recursos y pasar a energías renovables</p> <p>Desvincular el crecimiento urbano del uso de recursos naturales</p> <p>Residuos de la ciudad afectan a áreas más allá de la misma</p> <p>Establece 15 tipos de ciudades en función de sus perfiles metabólicos.</p>
Fundazione Eni Enrico Mattei	Cruciani et al.	Constructing the FEEM Sustainability Index: A Choquet Integral Application.	2013	Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana
PNAS	Kennedy et al.	Energy and material flows of megacities	2015	<p>Sólo 27 ciudades consumen el 9% de toda la energía eléctrica, el 10% de gasolina y generan el 13% de residuos sólidos.</p> <p>Sin embargo existen muchas diferencias en la eficiencia de uso. Por ejemplo, Nueva York es más ineficiente que Tokyo, teniendo esta 34 millones hab (2015)</p>
Libro de Comunicaciones del I Congreso de Ciudades Inteligentes, Madrid 24-25 de marzo de 2015.	Jordá	Por una Smart City eficiente, cambios en la estrategia munic	2015	<p>La Smart City tiene su auge como consecuencia de la respuesta que las empresas tecnológicas dan a la crisis de 2008</p> <p>Fracaso en relación con las expectativas prometidas</p>
Ecological Economics	Pollesch y Dale.	Applications of aggregation theory to sustainability assessment	2015	La sostenibilidad es una aspiración y, por tanto, requiere un proceso para alcanzarla
Journal of Industrial Ecology	Shahrokni et al.	Implementing Smart Urban Metabolism in the Stockholm Royal Seaport: Smart City SRS	2015	<p>El metabolismo urbano es el paradigma pragmático hacia la sostenibilidad urbana. Las TIC deben contribuir notablemente hacia ello.</p> <p>Sus estudios demuestran que los indicadores relativos a porcentaje de energías renovables usadas es adecuado y relacionado con el metabolismo urbano</p> <p>Dificultad de conseguir datos para cada espectro individualizado (edificios, etc)</p>
Revista de Economía Aplicada	Prieto et al.	La pobreza en España desde una perspectiva multidimensional	2016	Idea de multidimensionalidad de la pobreza para aplicar metodología al estudio de la sostenibilidad urbana
Journal of Cleaner Production	Rosado et al.	Urban metabolism profiles. An empirical analysis of the material flow characteristics of three metropolitan areas in Sweden	2016	<p>Análisis de evolución de flujo de materiales de tres ciudades suecas desde 1996 a 2011</p> <p>El desacople de la economía del consumo de materiales ha sido definido como un prerequisite para el desarrollo sostenible</p> <p>Por tanto hay que reducir la necesidad de insumos y los desechos (Newman, 1999)</p> <p>Aparecen algunos estudios de caso</p>
Procedia Environmental Sciences	Davis et al.	Social Urban Metabolism Strategies (SUMS) for Cities	2016	Aspectos fundamentales del metabolismo urbano (energía, agua, materiales y desperdicios de agua, de materiales y de energía)
UN Habitat	Moreno et al.	Urbanization and Development: Emerging Futures. In World Cities Report 2016	2016	<p>Principios rectores de la nueva estrategia urbana</p> <p>Datos de producción en ciudades</p> <p>Terreno que ocuparán las ciudades de países en desarrollo</p> <p>Necesidad de agenda urbana para evitar el incremento de la desigualdad</p> <p>Necesidad de intervención en materia de sostenibilidad ambiental</p> <p>La nueva agenda urbana debe adaptarse a las características de cada ciudad. No existe una "talla única".</p>
Sustainability	Cohen, M.	A Systematic Review of Urban Sustainability Assessment Literature	2017	<p>Necesidad de establecer objetivos y evaluar el progreso de los resultados de sostenibilidad</p> <p>Aunque hay cientos de estudios de sostenibilidad urbana, la selección de indicadores no suelen contar con un marco teórico adecuado</p> <p>La simple agupación por dimensiones puede ser inefectivo y la creación de demasiados sets de indicadores puede ser confuso. Por eso necesitamos el enfoque deductivo vía subdimensiones y la selección de indicadores estandarizados</p> <p>Se han detectado problemáticas entre ciudades que no son comparables, por eso es muy importante determinar un rango de indicadores básicos y luego, en la planificación estratégica, adicionar los específicos de cada ciudad.</p> <p>El estudio de sostenibilidad se orienta hacia la creación de indicadores y marcos (25) frente al estudio del metabolismo urbano (5) en donde, realmente, los principales problemas están detectados</p> <p>La sostenibilidad urbana también se concibe como la integración de aspectos socioecológicos.</p> <p>La mayoría de estudios hasta la fecha se centran en los tres pilares económico, social y ambiental</p> <p>El marco de estudio basado en indicadores es mayoritario y válido para enfoques posteriores, pero a menudo no se fundamenta en sólidos principios de sostenibilidad</p> <p>En 2017 sigue sin haber un consenso sobre cual debe ser el marco de principios de sostenibilidad urbana</p> <p>Estudios futuros deben resolver cómo esas categorías deben ser funcionales a través de la asignación de valores objetivos</p> <p>Recomendaciones finales: Estandarización de términos y conceptos de los estudios de sostenibilidad urbana y testarlos con evidencia empírica. Fundamentar bien los principios de sostenibilidad; incorporar objetivos que permitan monitorizar su evolución</p> <p>Papel de la economía en el concepto de sostenibilidad. Se trata de que el desarrollo sea compatible con la preservación del medio ambiente</p>

## Cuadro 2.1... (Continuación)

<u>Publicación</u>	<u>Autor</u>	<u>Título</u>	<u>Año</u>	<u>Principales ideas extraídas para el capítulo</u>
RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY	Toumi et al.	Assessment of Latin American sustainability	2017	<p>Establecimiento de objetivos como mecanismo para evaluar la sostenibilidad</p> <p>Toma cuatro dimensiones siguiendo la Agenda 21</p> <p>Evaluación entre 1995-2012. Los datos que aportaremos son más modernos.</p>
Ecological Indicators	Pupphachai y Zuidema.	Sustainable indicators: A tool to generate learning and adaptation in sustainable urban development. Ecol. Ind.	2017	Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana
Resources, Conservation & Recycling	Céspedes-Restrepo y Morales-Pinzón	Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis and research perspectives	2018	<p>El enfoque del metabolismo urbano es muy complicado en ciudades de países en desarrollo por la falta de datos</p> <p>Referencias a otros estudios de metabolismo urbano</p> <p>Importancia de la ciudad como elemento clave para alcanzar la sostenibilidad global</p> <p>Si nos ceñimos al concepto metabólico, ninguna ciudad es sostenible porque necesita inputs de fuera y genera residuos, por tanto, conviene centrar el análisis en qué podemos manejar y qué no</p> <p>Necesidad de construir un adecuado marco conceptual</p> <p>Estudios futuros deben profundizar en la medición y el concepto de la sostenibilidad</p>
Sustainable Cities and Society	Feleki et al.	Characterisation of sustainability in urban areas: An analysis of assessment tools with emphasis on European cities	2018	<p>Creer que los tres pilares deben complementarse más pero reconocen que no hay un consenso al respecto.</p> <p>Las categorías más frecuentemente utilizadas coinciden con los indicadores que nosotros tenemos</p> <p>Existen interacciones entre los pilares o dimensiones, por eso nosotros nos centramos en seleccionar los déficits de sostenibilidad</p> <p>Hay mucho que discutir acerca de estándares, valores umbral y marcos de sostenibilidad urbana</p>
Sustainability	Bell y Morse.	Sustainability Indicators Past and Present: What Next?	2018	Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana
Sustainable Cities and Society	Yigitcanlar et al.	Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature	2019	<p>Apenas existe evidencia sobre si la smart city consigue la sostenibilidad</p> <p>El análisis demuestra que el concepto actual de smart city falla a la hora de conseguir ciudades sostenibles</p> <p>Las 3 grandes debilidades por las que las smart cities no producen como resultado ciudades sostenibles son: Excesiva tecnocentricidad, complejidad práctica y conceptualización ad-hoc de las smart cities</p>
Sustainable Cities and Society	Akande et al.	The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe	2019	<p>Referencias a otros estudios e indicadores de sostenibilidad urbana</p> <p>Fallos detectados en otros indicadores: ausencia de definición clara de ranking, criterios de selección de ciudades, fuentes de datos creíbles y homogéneas, peso de las variables.</p> <p>Afirmación de la triple vertiente de la sostenibilidad urbana</p> <p>Señala a la ISO 37120:2014 como indicadores adecuados</p> <p>Estima datos locales a través de datos nacionales o regionales cuando no se tiene los originales</p>
Frontiers in Sustainable Cities	Gonella	The Smart Narrative of a Smart City	2019	<p>La construcción teórica de la smart cities falla por dos cuestiones: describe ciudades demasiado sesgadas hacia la tecnología y no computa el metabolismo urbano</p> <p>Estados estacionarios pero dinámicos en términos de metabolismo urbano son la condición de sostenibilidad</p> <p>Dado que los flujos de energía son realmente el conductor de las actividades urbanas, el uso de aproximaciones para cuantificar el metabolismo urbano es absolutamente obligatorio</p>
Journal of Cleaner Production	Kaur y Garg	Urban sustainability assesment tools: A review	2019	<p>En la actualidad, se ignoran aspectos relativos a la innovación y los negocios (emprendimiento)</p> <p>Uno de los principales déficits en los estudios de sostenibilidad convencionales es que se ignoran aspectos importantes y falta una visión integrada y holística de todo</p>
Journal of Cleaner Production	Feleki et al.	Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning	2020	<p>Crean un sistema para elaborar el perfil de sostenibilidad de una ciudad (ICARUS)</p> <p>Un sistema de indicadores de sostenibilidad urbana es válido si cumple unos caracteres mínimos: estandarizado, metodología común, fácil de entender, reflejan la escala urbana, tiene objetivos o umbrales y evalúa todas las dimensiones. Además, debe proveer una clara diferencia entre los puntos fuertes y débiles de la materia bajo evaluación.</p>
Ecological Indicators	Merino-Saum et al.	Indicators for urban sustainability: Key lessons from a systematic analysis of 67 measurement initiatives	2020	<p>Muchos de los marcos teóricos no tienen una clara aplicabilidad urbana o no están directamente relacionados con la sostenibilidad</p> <p>La Agenda 2030 busca superar el marco conceptual de la Agenda 21 o los objetivos del milenio haciendo especial énfasis en la integración y equilibrio de las diferentes dimensiones del desarrollo sostenible</p> <p>Conviene seleccionar una amplia muestra de indicadores, mejor que una pequeña.</p>

## Cuadro 2.1... (Continuación)

<u>Publicación</u>	<u>Autor</u>	<u>Título</u>	<u>Año</u>	<u>Principales ideas extraídas para el capítulo</u>
Cities	Steiniger et al.	Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process	2020	<p>Existen muchos indicadores, especialmente desde la Agenda 2030. Es importante seleccionar aquellos que puedan relacionarse con dichos objetivos</p> <p>Estados Unidos y otros países ignoraron la Agenda 21, mientras otros como España o Alemania la han intentado implementar</p> <p>El motivo fundamental de la abstención en implementar la Agenda 21 fue la ausencia de indicadores efectivos</p> <p>Ausencia de buenos indicadores de sostenibilidad urbana</p> <p>La Agenda 21 proponía que los países desarrollaran indicadores a nivel local</p> <p>Los indicadores tienen muchas limitaciones porque no pueden demostrar elementos causales. Un indicador con un buen valor puede estar ocultando muchas deficiencias.</p> <p>A menudo los indicadores tienen poca calidad no están estandarizados y hay pocos datos disponibles</p> <p>Aunque el ODS 11 es el único que se refiere exclusivamente a las ciudades, todos los demás también están relacionados con ellas</p> <p>Los indicadores deben ser transparentes, tener valor científico, relevantes sobre el asunto que se mide y tienen que ser relacionables con promoción de políticas</p> <p>Riesgo de ranking es estigmatizar las ciudades mal posicionadas</p> <p>Necesidad de disponer de datos urbanos</p> <p>Hacen un cuadro de compatibilidad de sus indicadores con los ODS. Se toma esa idea para la presentación de nuestra propuesta de indicadores</p>
Ecological Indicators	Sharifi	Urban sustainability assessment: An overview and bibliometric analysis	2021	<p>Idea de sostenibilidad en las ciudades</p> <p>300 artículos sobre sostenibilidad urbana en los últimos años</p> <p>Interés exponencial tras 2015 por la publicación de los ODS y en 2016 por la Nueva Agenda Urbana.</p> <p>En 2020 cae el interés debido a la pandemia</p>
Sustainability	Michalina et al.	Sustainable Urban Development: A review of urban sustainability indicator frameworks	2021	<p>Identifican indicadores clave de sostenibilidad urbana</p> <p>Establecen fundamentos para la creación de un nuevo marco de indicadores de sostenibilidad urbana</p> <p>Defienden la dimensión institucional en el marco conceptual de la sostenibilidad</p> <p>Los indicadores de sostenibilidad son fundamentales para el establecimiento de planes estratégicos</p> <p>Necesidad de un enfoque integrado que no sea desequilibrado en favor de las dimensiones económica y social frente a la ambiental. Muy importante para nuestra creación del concepto.</p> <p>Categorías dentro de las dimensiones</p> <p>La dimensión más evaluada ha sido la ambiental, seguida de la social y la económica. La institucional, la menos evaluada.</p> <p>La dimensión económica se centra en el producto de la ciudad y el empleo.</p> <p>Se deduce que, mientras el marco conceptual esté bien fundamentado, lo importante es ver qué nos dicen los resultados. Existen diversos estudios y propuestas, pero ninguna experimentación con datos tan diversos de ciudades tan distintas.</p> <p>Necesitan que los estudios posteriores presenten un marco de indicadores de sostenibilidad urbana transparente, metodológicamente correcto, claramente justificado y aplicable generalmente</p> <p>En particular, debe resolver: el criterio de selección de áreas temáticas e indicadores; número abordable de indicadores en cada categoría (nosotros lo llamamos subdimensión); la participación de stakeholders en la creación de los marcos, con objetivos e indicadores concretos; la estructura y contenido de los indicadores y metodología de interpretación y evaluación de indicadores.</p>

Fuente: Elaboración propia sobre la revisión de literatura efectuada

### 2.2.2. Revisión de literatura

Aunque el informe Brundtland (WCDE, 1987) es considerado como el primer intento de definir el concepto de sostenibilidad aplicado al desarrollo con carácter global, existen algunos precedentes en relación con la sostenibilidad urbana. Así, podemos situar el primero de ellos en el artículo “The importance of ecological studies as a basis for land use planning” (Cain, S.A., 1968) centrado en la eficiencia del uso del territorio en el planeamiento urbanístico.

Asimismo, el primer documento que de forma global e institucional trata la sostenibilidad urbana fue el “Action Plan for the Human Environment”, publicado en 1973, pero presentado en la conferencia de Naciones Unidas sobre entorno humano, celebrada en Estocolmo en 1972. Este documento con una perspectiva ambiental centrada en asentamientos humanos fue el origen de UN-Habitat (1976), que años después condujo a la celebración de la cumbre de Río (UNCED, 1992) y el compromiso del Programa Agenda 21, del que deriva la Agenda 21 Local.

Una de las consecuencias de la cumbre de Río fue la búsqueda de la sostenibilidad a partir de políticas locales y sobre la base de las dimensiones económica, social, ambiental e institucional (Toumi et al, 2017). Así, surgen los Programas 21 que cada ciudad debería poner en práctica, desde una perspectiva ambiental, económica y social. El capítulo 28 del Programa 21<sup>8</sup> atribuye una especial relevancia a las ciudades —al ser estas un foco de insostenibilidad global— de manera que pretende la implantación de un programa local de sostenibilidad basada en la definición del Informe Brundtland. La novedad del Programa 21 supuso la propuesta, no vinculante, de incorporar al conjunto de los agentes de la ciudad en la toma de decisiones en aras de facilitar la sostenibilidad (Carter et al., 2000).

El Programa 21 reconoce la necesidad de la cooperación internacional para la lucha contra la pobreza, protección y fomento de la salud humana y conservación y gestión de los recursos para el desarrollo como algunos de sus elementos fundamentales, proponiendo que los países desarrollen indicadores a nivel local, pero sin una relación estandarizada de los mismos (Steiniger et al., 2020).

La siguiente aportación importante, desde el punto de vista institucional, fue la declaración de Estambul (1996)<sup>9</sup>, que incorporó la consideración de la sostenibilidad urbana a UN-Habitat, concretamente, a partir de la segunda conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Habitat II, 1996). Cabe señalar, como antecedente determinante para la

---

<sup>8</sup> Disponible en <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm> [consulta: 10/01/2017]

<sup>9</sup> Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/aghab/adeclestambul.html> [consulta: 25/01/2022]

metodología de medición de déficits de sostenibilidad que vamos a seguir en este trabajo, que la primera llamada de atención que realiza la declaración de Estambul es a los modos de producción y consumo “insostenibles”. En otras palabras, una forma de construir sostenibilidad es atajar lo que es “insostenible”. La reflexión parece obvia, pero encierra aspectos críticos que van a ser utilizados en esta tesis. Como veremos más adelante, la medición de la sostenibilidad puede implicar medir lo “inmensurable” (Böhringer y Jochem, 2007; Bell y Morse, 2008). Sin embargo, como ya se indicaba en la declaración de Estambul, sí sabemos que determinadas condiciones de producción y consumo son insostenibles y conducen a la pobreza, el desempleo, la exclusión social, la violencia o la degradación de los recursos ambientales. Es decir, podemos poner límites a partir de los cuáles, determinados indicadores se consideran “insostenibles”.

Por otra parte, la declaración de Estambul vuelve a poner a las ciudades en el centro de la política por la sostenibilidad, en la medida en que señala que “la acción en el plano local se debe orientar y estimular mediante programas locales basados en el Programa 21, el Programa de Hábitat u otros programas equivalentes”

A pesar de que las “Agendas 21 locales” tuvieron su auge a principios del presente siglo, no puede afirmarse que dicho auge haya sido global y sostenido en el tiempo. Así, las experiencias observadas llevan a preguntarse por las causas de la debilidad de este proceso. No es el objetivo de este capítulo —ni siquiera de la presente tesis— profundizar en las mismas, sin embargo, podemos sintetizarlas en las tres siguientes (Otto-Zimmerman, 1994; Carter et al., 2000; Uitermark, 2002; Steiniger et al., 2020):

- Falta de objetivos concretos y bien definidos con indicadores para su seguimiento.
- Excesiva arbitrariedad en la estrategia sostenible urbana y falta de competencias para implementarla.
- Falta de apoyo a su implementación en países altamente contaminantes como Estados Unidos.

Estas causas no pretenden abarcar la totalidad de motivaciones que, a lo largo de los años, han llevado al desuso —salvo excepciones— de las Agendas 21 como metodología para alcanzar la sostenibilidad urbana. Más

bien, pretenden ser un denominador común que permita identificar los errores que deben evitarse de cara a futuras propuestas de desarrollo de ciudad. Ello, junto con la crisis económica que asoló buena parte del mundo occidental a partir del año 2008 y que limitó, en no poca medida, las disponibilidades financieras y presupuestarias de los gobiernos locales, introdujo un nuevo concepto como aparente paradigma de la sostenibilidad, aunque, como veremos, no exento de contrariedades: la “Smart City”.

Jordá (2015) sostiene que el nacimiento de la “Smart City” se debe a la respuesta que las empresas globales de TICs ofrecen a la crisis de 2008 de cara a conseguir nuevos mercados, en concreto, las ciudades. Así, se propone dotar a las ciudades de un soporte tecnológico que gestionaría la ciudad permitiendo mejorar la eficacia en sus procesos.

Según Giffinger et al. (2007), una Smart City es aquella que contempla seis perspectivas de “inteligencia” urbana referidas a la economía, la población, la gobernanza, la movilidad, el medio ambiente y la calidad de vida.

La metodología propuesta por Giffinger et al. (2007) ha sido replicada posteriormente Cohen (2012) en la elaboración de rankings de Smart Cities. En relación con estas clasificaciones, si bien es cierto que tienen la ventaja de poner en el debate público cuestiones fundamentales de economía regional y urbana e, igualmente, pueden suponer un estímulo para los gobernantes y stakeholders; no es menos cierto que pueden suponer un riesgo, en la medida en que aquellas ciudades que no resultan beneficiadas en el ranking, tienden a ocultar sus resultados (Sáez et al, 2020) o a dejar de participar por miedo a ser estigmatizadas (Steiniger et al., 2020). Por otra parte, en función de los indicadores elegidos, el interés político u otras cuestiones, pueden existir resultados divergentes o, en algunos casos, pueden dejarse fuera del objeto de estudio cuestiones importantes a evaluar en el desarrollo a largo plazo, dado que sus resultados son estáticos.

Ilustra lo aquí expuesto el hecho de que, en determinados estudios, por ejemplo, Bogotá aparece como una “Smart City” (Cohen, 2012), mientras que, en otros, aparece como la tercera ciudad más desigual del mundo (Schreiber y Carius, 2016, pp. 297).

En cualquier caso y a pesar de que la vocación de la “Smart City” pareció estar destinada, desde su nacimiento, a la consecución de ciudades

sostenibles, lo cierto es que el devenir pragmático de las ciudades en su búsqueda de la inteligencia urbana no parece haber coincidido con las previsiones realizadas.

Según Jordá (2015), “la etiqueta ha tenido mucho éxito y se ha difundido extensamente, sin embargo, los numerosísimos proyectos que se han promovido a su amparo quedan bastante lejos de las expectativas prometidas” (Jordá, 2015, pp. 7). Jordá señala que el análisis de la cronología de la Smart City nos puede hacer entender las causas de esta decepción con las “expectativas prometidas”.

La realidad de esta situación puede tener un origen más interesado. El hecho de que el negocio de las “Smart Cities” esté creciendo un 14% anualmente desde 2012, desde los 506 billones de dólares en ese año a los 1,3 trillones de dólares en 2019 tenga algo que ver con esto. En las siguientes dos décadas, los gobiernos locales de Estados Unidos van a invertir aproximadamente 41 trillones de dólares para adaptar sus infraestructuras tecnológicas. Si a ello le añadimos que la expectativa de crecimiento poblacional en las ciudades chinas es de 350 millones de personas en los próximos veinte años y que, por ello, la inversión en Smart Cities se esperó que superara los 159 billones de dólares en 2015 y llegará a los 320 billones en 2024 (Transparency Market Research, 2014), podemos entender la “motivación” de la apuesta por la Smart City.

La Smart City podría coadyuvar a la sostenibilidad urbana, pero sin una agenda urbana dirigida por gobiernos transparentes y susceptibles de evaluación, mediante una red objetiva y consensuada de indicadores, tan sólo contribuirá a incrementar la desigualdad entre personas y sociedades a través de la ya existente brecha digital (UN-Habitat, 2016). Confirma esta idea la aportación realizada por Yigitcanlar et al. (2019) al realizar un exhaustivo análisis de literatura existente en relación con la Smart City, y señalar que no puede afirmarse que esta consiga la sostenibilidad urbana, fundamentalmente, por tres razones: excesiva dependencia del punto de vista tecnológico o “tecnocentrismo”, complejidad práctica y conceptualización ad-hoc de las Smart Cities.

Como puede concluirse del “Lisbon Ránking for Smart Sustainable Cities in Europe” (Akande et al., 2019) las variables que más influyen en el resultado



final de dicho ranking tienen más que ver con aspectos ambientales (tratamiento de aguas residuales, concentración de partículas) o incluso económicas (desempleo) que con otras netamente tecnológicas.

En este sentido, Gonella (2019) señala que la construcción teórica de la Smart City falla por dos cuestiones: la primera, en la misma línea que Yigitcanlar et al. (2019), señala que las ciudades se presentan demasiado sesgadas hacia el enfoque tecnológico y la segunda, no computa el metabolismo urbano, siendo este concepto —ya introducido al principio de este trabajo— la condición práctica de sostenibilidad urbana. Así, según Gonella (2019) dado que las actividades humanas en la ciudad son conducidas por flujos de energía, el uso de aproximaciones para cuantificar el metabolismo urbano es fundamental.

La primera comparación del funcionamiento de las ciudades con el de un organismo vivo, introduciendo así el concepto de metabolismo en las ciudades, fue realizada por Wolman (1965) en una hipotética ciudad de un millón de habitantes. Posteriormente, Zucchetto (1975) realiza un estudio de caso en la ciudad de Miami (Florida), presentándose ese mismo año la técnica de estudio del balance entre materia y energía por Newcombe (1975) como metodología válida para estudiar la sostenibilidad de las ciudades, sobre un estudio de caso en la entonces británica ciudad de Hong Kong. A partir de esos trabajos y otros similares aplicados en Tokio (1976) y Bruselas (1977) —citados por Brunner y Rechberger, (2004) y Kennedy et al., (2011)—, otros autores replicaron esa metodología en las décadas siguientes, como Olsen (1982) en la ciudad de Baltimore (USA), Girardet (1990) en algunas ciudades europeas o Huang (1998) en la ciudad taiwanesa de Taipéi.

La relación del enfoque metabólico con la sostenibilidad urbana es fundamental, como también reconoce el Banco Mundial (2013), al señalar que algo sostenible, desde el punto de vista de la ingeniería, es un sistema que permanece estable o que cambia lentamente a un ritmo tolerable, poniendo como ejemplo el ecosistema y su funcionamiento circular respecto a la relación entre las plantas, los herbívoros y carnívoros.

La potencial contribución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a la medición del metabolismo urbano ya había sido señalada por Shahrokni et al. (2015) considerando, igualmente, que el

paradigma práctico para alcanzar la sostenibilidad urbana es el enfoque metabólico. Sin embargo, en su trabajo para la implementación de la medición de flujos para la ciudad de Estocolmo, señala también uno de los principales problemas que suele presentar esta técnica: la falta de datos, lo cual no es un problema menor, especialmente si consideramos que, si esto ya ocurre con ciudades en países desarrollados, es un problema muchísimo mayor en ciudades de países en desarrollo. Por tanto, si bien es cierto que todas las ciudades deberían medir sus flujos de energía y materiales (World Bank, 2013), no es menos cierto que, en la actualidad, aún estamos lejos de ese escenario.

A pesar de lo anterior, desde 1996 hasta 2021 se han realizado varios estudios de análisis de flujos de materiales en distintas ciudades, entre los que destacamos los siguientes. En Suecia: Estocolmo, Gotemburgo o Malmo (Rosado et al., 2016); en Portugal: Lisboa (Niza et al., 2009); en Reino Unido: Londres (BFF, 2002); en Alemania y Austria: Hamburgo y Viena (Hammer y Giljum, 2006); en Francia: París (Barles, 2009) —citados por Rosado et al. (2016)— o en España: Madrid (Naredo y Frías, 2003)... todo ello dejando de lado algunos estudios que han abarcado espacios territoriales más extensos que las propias ciudades, como los realizados por Carpintero et al. (2015) sobre las Comunidades Autónomas españolas e, incluso, a nivel nacional (Carpintero, 2005).

Cabe destacar, igualmente, el estudio realizado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en ciudades de todo el mundo con la clasificación de hasta 15 perfiles metabólicos en distintas ciudades (UNEP, 2013) apreciándose la importancia que, para la evaluación del perfil metabólico de cada ciudad, tienen el uso de la energía, el agua, o la gestión de los residuos, así como la cantidad de emisiones (UNEP, 2013; Davis et al., 2016).

En definitiva, como ya se señalado, estos estudios demuestran que la inmensa mayoría, 75% según UNEP (2013) de los flujos de energía y materiales que se utilizan en el planeta, se concentran en las ciudades extendiendo, además, los efectos perniciosos de este consumo, más allá de su territorio.

Por otra parte, si bien los estudios del metabolismo urbano suponen una aportación fundamental a la sostenibilidad de las ciudades, Newman (1999, 2008) señala que la sostenibilidad no sólo es la reducción del flujo de

materiales, sino el incremento de la calidad de vida humana. Por tanto, Newman introduce una reflexión fundamental en el estudio de la sostenibilidad urbana, pues como señala Céspedes-Restrepo y Morales-Pinzón (2018), si nos ceñimos al concepto metabólico, tan sólo en el flujo de materiales y energía, ninguna ciudad es sostenible, puesto que necesita insumos externos y genera residuos más allá de su territorio. Por tanto, cabe entender la sostenibilidad urbana, admitiendo un intercambio —que implica minimizar el uso de recursos y la generación de residuos— entre capital natural y bienestar económico y social. Camagni (1996) afirma que es necesario el intercambio o “trade-off” entre capital natural y capital económico que conduce a la aceptación del concepto de sostenibilidad débil para entender el progreso de las ciudades.

Así, sostiene que toda investigación sobre sostenibilidad urbana debe tener como referencia, un “arquetipo multidimensional, aunque simplificado, en el cual se puedan reconocer las diferentes funciones de la ciudad” (Camagni, 2005, pp. 205) las cuales, según el autor, son la de suministrar economías de aglomeración y proximidad, accesibilidad e interacción social e integración en red con el mundo exterior.

La sostenibilidad urbana propuesta por el autor pasa por una “una integración sinérgica y coevolución entre los grandes subsistemas de los que la ciudad se compone (económico, social y físico ambiental) que garantiza un nivel no decreciente de bienestar de la población local a largo plazo, sin comprometer las posibilidades de desarrollo de las áreas que la rodean y contribuyendo a la reducción de los efectos nocivos sobre la biosfera” (Camagni, 2005, pp. 228).

Dado que existe una relación positiva entre el uso de materiales y los niveles de bienestar e ingreso (UNEP, 2013), se hace necesario desvincular el desarrollo urbano y la calidad de vida de sus habitantes del consumo de recursos naturales en la mayor medida posible, introduciendo el uso de energías renovables y la economía circular (Raworth, 2018). Se trata de compatibilizar el desarrollo humano (que implicaría los aspectos económicos y sociales de las políticas urbanas) con la sostenibilidad de los recursos (aspecto ambiental) que son necesarios para ese desarrollo. Por tanto, los tres aspectos críticos del desarrollo urbano sostenible son los aspectos o dimensiones económica, social y ambiental (World Bank, 2013).

Así, podríamos resumir estas cuestiones señalando que, si sólo se quiere estudiar la sostenibilidad en términos ambientales, el enfoque metabólico del análisis del flujo de materiales y energía sería suficiente, dejando de lado los problemas que hemos señalado en relación con la falta de datos. Sin embargo, si queremos estudiar la sostenibilidad en un sentido más amplio, es decir, referirnos al desarrollo urbano sostenible, hemos de incorporar no sólo las cuestiones estrictamente ambientales, sino también las relativas al desarrollo económico y social de las personas.

No obstante, a la hora de conceptualizar el marco global de la sostenibilidad, no existe consenso en determinar qué es, exactamente, lo económico, lo social o lo ambiental. En ocasiones, se apuesta por una visión holística de la sostenibilidad (UNEP, 2013; Kaur y Garg, 2019, Feleki et al., 2020) integrando la gobernanza o dimensión institucional como una de las dimensiones implícitas (UNCED, 1992; Michalina et al., 2021). En relación con la gobernanza, cabe señalar que es el medio para la consecución de los fines de toda sociedad. La gobernanza es la que va a provocar, en su caso, que una ciudad se aproxime o aleje de sus objetivos de sostenibilidad. Por esta razón, entendemos que la gobernanza no debe ser considerada una dimensión intrínseca de la sostenibilidad o un fin en sí misma, sino el instrumento que, mediante la implementación de políticas adecuadas en el ámbito económico, social y ambiental, pueda lograr dicho objetivo. Existe un consenso aceptado en las constituciones de los países occidentales de que la gobernanza local debe ser democrática, con gobiernos elegidos mediante sufragio universal, libre, directo y secreto (Carta Europea de Autonomía Local, 1988). Adjetivar la gobernanza como “sostenible”, sólo si, por ejemplo, además de los requisitos señalados, se le añaden cuotas identitarias de cualquier naturaleza, podría implicar el riesgo de confundir conceptos y el establecimiento de una agenda que en nada tiene que ver con la sostenibilidad económica, social o ambiental. A juicio de quien suscribe, cuando un adjetivo se aplica a todo, se corre el riesgo de que dicho adjetivo pierda precisión semántica y difumine, convirtiéndolo en impreciso, el objeto de estudio al que se aplica.

Retomando la cuestión principal, un buen punto de partida puede resultar la definición del Banco Mundial (2013) de sostenibilidad urbana como “comunidades urbanas comprometidas en mejorar el bienestar de sus

residentes presentes y futuros integrando aspectos económicos, sociales y ambientales.” Así, aceptando que la sostenibilidad urbana va a conceptualizarse sobre las tres dimensiones clásicas, este enfoque no va a estar exento de críticas en la medida en que, sin una clara construcción de cada una de las dimensiones, pueden existir interacciones entre las distintas dimensiones (Feleki et al., 2018). Si se acepta esta crítica, parece oportuno señalar que no basta con asignar indicadores a las dimensiones si primero no se conceptualiza claramente qué se entiende por económico, social o ambiental. Para ello, sería bueno adoptar un enfoque deductivo mediante el cual, de lo general a lo particular, se definan subdimensiones que sean parte de las dimensiones generales y, además, guías o marco de selección última de indicadores individuales. La necesidad de una adecuada construcción de un marco conceptual de sostenibilidad, aplicable al contexto urbano y que realmente se refiera a la sostenibilidad, también ha sido remarcada por Merino-Saum et al. (2020) en su revisión de 67 iniciativas de evaluación de la sostenibilidad urbana siendo, en definitiva, la construcción del marco conceptual, el punto de partida de cualquier evaluación de sostenibilidad urbana (Nardo et al., 2008; Pinter et al., 2012).

Además de lo anterior, cualquier marco conceptual de sostenibilidad, no debe dejar de lado el contraste con los principios de la Nueva Agenda Urbana (UN-Habitat, 2016). En su informe sobre las aglomeraciones urbanas, Naciones Unidas (UN-Habitat, 2016) ya se ha planteado que han de adaptarse los objetivos de sostenibilidad global para el año 2030 en términos urbanos y, de hecho, estos existen, pero, paradójicamente, no existen datos comparables de todos ellos en el ámbito urbano a nivel global.

Como ya se ha señalado, desde que la sostenibilidad comenzó a ser una preocupación, ésta se centraba en los países, asignándose a la ciudad un papel secundario o, incluso, irrelevante. De hecho, en los objetivos de desarrollo definidos por Naciones Unidas en el año 2000, se ignoró el enorme proceso de transformación hacia “lo urbano” de manera que sólo se prestó atención a los fenómenos más visibles de pobreza, centrándose en mejorar la calidad de vida de 100 millones de personas residentes en chabolas —objetivo no poco importante— para el año 2020. Este hecho, significó prestar atención a

menos del cinco por ciento del crecimiento poblacional urbano esperado en las ciudades en ese periodo.

La evolución de los hechos hasta el momento presente conduce a una situación de insostenibilidad global en el que es preciso que las ciudades dispongan de un marco teórico y herramientas de análisis cuantitativo que permitan revertir la situación de cada una de esas ciudades. “Esperar un resultado derivado de procesos espontáneos, es un lujo que el mundo y su población no pueden permitirse” (UN-Habitat, 2016, pp. 162). Es el poder público local, adecuadamente coordinado con los poderes públicos nacionales —sobre la base del principio de subsidiariedad— el que ha de guiar el proceso hacia la sostenibilidad. Ello resulta de capital importancia para entender la propuesta metodológica que se planteará más adelante.

Naciones Unidas en su programa UN-Habitat, establece los principios rectores para lo que denomina “una nueva Agenda Urbana” (UN-Habitat, 2016, pp.169) y que al estar relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, permiten ser tomados en consideración por dos razones: en primer lugar, para entender las claves del concepto de sostenibilidad que fundamentan la definición que propondremos y, en segundo lugar, como criterio para la posterior selección de indicadores que verifiquen el grado de cumplimiento de esos hitos.

Los principios rectores de la “Nueva Agenda Urbana” son:

Primero: Asegurar que el nuevo modelo de urbanización contiene mecanismos y procedimientos que protejan y promuevan los derechos humanos y el imperio de la Ley.

Este principio rector parece obvio en las ciudades que pertenecen a países desarrollados y con Estados de Derecho democráticos modernos. No obstante, en países en vías de desarrollo o subdesarrollados, la existencia de seguridad jurídica, la necesidad de la existencia de garantía sobre los títulos de propiedad, la volatilidad de ciertas regulaciones o la igualdad en el acceso a servicios básicos, no son parte del funcionamiento ordinario de estas sociedades o, en el mejor de los casos, lo son tan solo de una reducida parte de las mismas, generalmente, la que posee mayores recursos económicos.

Segundo: Asegurar un equitativo desarrollo urbano y crecimiento inclusivo.

El proceso de desarrollo económico es gradual y las oportunidades y riesgos implícitos al mismo, ocurren también en el ámbito urbano. Así, la equidad social y el crecimiento inclusivo permiten incorporar a más personas con necesidades básicas satisfechas, hacia un proceso común de preocupación por necesidades más elevadas. Una sociedad que en su desarrollo incorpora más hogares a la clase media, pasará de preocuparse no sólo, por ejemplo, del abastecimiento de agua potable en todas las viviendas, sino por la calidad del mismo e, incluso, por la garantía de dicho recurso interesándose por la depuración de aguas residuales o la optimización y reutilización de esa agua. Una sociedad preocupada por un desarrollo inclusivo, pasará gradualmente de preocuparse, por ejemplo, de la disponibilidad de medios de transporte público o privado, a la incidencia sobre el medio ambiente del conjunto de emisiones contaminantes. Evidentemente, esto no ocurre de forma radical ni completamente diferenciada, ni tampoco manifiesta una absoluta independencia entre los distintos niveles de necesidades personales y sociales, pero ilustra en qué medida existen cambios en las necesidades de los habitantes de una sociedad, en tanto que son parte de un desarrollo económico lo suficientemente vertebrado, equitativo e inclusivo.

Tercero: Reforzar el papel de la sociedad civil, participación democrática y fomento de la colaboración.

Este principio rector está referido, principalmente, a la necesidad —ya señalada en el anterior— de promover un desarrollo inclusivo e integrador. El matiz, en este caso, reside en el hecho de que deben protegerse, jurídica e institucionalmente, las vías de participación y el fomento de canales que permitan el reflejo de las necesidades y valoraciones de aquellos grupos minoritarios en razón de su nivel de renta u otros tales como constituir población indígena o grupos históricamente excluidos. Este principio, es especialmente significativo en ciudades con una tradición cosmopolita o aquellas influidas por rápidos cambios sociales derivados de procesos migratorios u otros de análoga naturaleza. En la medida en que este principio sea compatible con la garantía de la igualdad de oportunidades y ante la Ley

de todos los ciudadanos, supone un impulso para garantizar un crecimiento realmente inclusivo de las ciudades.

Cuarto: Promoción de la sostenibilidad ambiental.

La necesidad de incorporar el punto de vista ambiental en el crecimiento urbano resulta capital en la gestión de las ciudades —lo confirmarán los resultados del indicador propuesto—. Ahora bien, por muy restrictiva que pueda ser la normativa ambiental, por muy presente que se halle dicho enfoque en la toma de decisiones cotidiana de los poderes públicos, las decisiones de consumo, ahorro y gestión de residuos —suponiendo la existencia de la adecuada infraestructura para el reciclaje de los mismos— son de carácter individual y por ello es fundamental la conciencia ciudadana en este sentido.

Quinto: Promover innovaciones que faciliten el aprendizaje y compartir el conocimiento.

Parece razonable suponer que, en el ámbito urbano, la inversión en innovación y tecnologías que permitan compartir el conocimiento conducirá a una optimización de las economías de aglomeración. Igualmente, se reconoce que los objetivos de lo que denomina la “agenda urbana” deben ser coherentes con los objetivos de desarrollo sostenible aprobados por dicho organismo. Un análisis de esos objetivos, junto con los principios rectores recientemente expuestos, permitirá extraer una serie de conclusiones o implicaciones a la hora de plantear los fundamentos del marco teórico que, a su vez, servirá de guía para la selección de indicadores que cuantifiquen la propuesta aquí defendida.

El cuadro 2.2 enumera los Objetivos de Desarrollo Sostenible. A continuación, enumeramos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).



## Cuadro 2.2: Objetivos de Desarrollo Sostenible

### OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ONU, 2015)

1	Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo
2	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
3	Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
4	Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos
5	Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas
6	Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos
7	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
8	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
9	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
10	Reducir la desigualdad en y entre los países
11	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
12	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
13	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
14	Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
15	Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad
16	Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas
17	Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en la web de Naciones Unidas

A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de ellos, introduciendo, en algunos casos, una reflexión sobre el papel de las ciudades en su consecución. En el capítulo tercero, el cuadro 3.5 relaciona cada uno de los indicadores seleccionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.

Las implicaciones de este objetivo se concretan en aspectos tales como un nivel mínimo de ingresos por persona y día para el año 2030, cobertura social —médica y educacional—, protección del derecho de propiedad y todos aquellos destinados a un crecimiento económico de carácter inclusivo.

Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

En este caso, se pone la atención en las consecuencias que el cambio climático tiene en términos de presión sobre la disponibilidad de recursos para una población creciente y, de forma tangencial, señala que ese hecho implica el abandono del medio rural lo que, necesariamente, supone un incremento de la aglomeración urbana. Igualmente, señala la necesidad de incrementar la productividad del medio agrícola, productividad que necesita de la tecnología y tecnología que, una vez más, se “crea”, esencialmente, en el medio urbano.

Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

Este objetivo se concreta prácticamente en todos aquellos de carácter sanitario que requieren de una mejora inmediata, tales como la mortalidad infantil, la mortalidad materna, la mortalidad derivada de agentes químicos y contaminación en general, así como otros tales como la reducción de mortalidad en accidentes de tráfico.

Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

Ya no se trata de evitar el analfabetismo, sino de promover la permanencia en el sistema educativo y garantizar la igualdad en su acceso. Constituye un objetivo cualitativo superior destinado a la creación de “capital humano”. Dicho capital humano, va a ser útil en un entorno en donde la formación y tecnificación requiere de dicho capital, esto es, en los entornos urbanos.

Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.

Naciones Unidas considera que la igualdad entre los géneros no es solo un derecho humano fundamental, sino la base necesaria para conseguir un mundo pacífico, próspero y sostenible. Es en los entornos urbanos en donde esa igualdad puede encontrar un mejor escenario para su consecución, como veremos en los resultados presentados en el capítulo cuarto.

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

La gestión integrada de recursos hídricos, así como la eficiencia en su abastecimiento, constituyen algunos de los elementos sobre los que se sostiene este objetivo.

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.

Las ventajas de las economías de urbanización que se producen en las ciudades son aceptadas en toda la doctrina económica, especialmente a la hora de plantear políticas de ahorro energético (Comisión Europea, 2015).

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.

Naciones Unidas plantea que deben mantenerse niveles de crecimiento económico en términos del PIB de, al menos, un 7% anual en los países menos adelantados. Ello implica que, en un mundo en donde los países más desarrollados crecen en entornos del 3% en los períodos altos del ciclo, las tasas de urbanización —asociadas al crecimiento económico en países en desarrollo— van a incrementarse (Polèse, 2009) y, por ende, las necesidades de estos países van a ser diferentes al igual que diferentes van a ser sus condiciones de sostenibilidad.

Por otra parte, en relación con este objetivo, la producción y consumo eficientes de los recursos mundiales, evitando la degradación del medio ambiente, la facilidad en el acceso a servicios educativos y financieros están indisolublemente asociados al ámbito urbano.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

El ritmo de crecimiento y urbanización está generando la necesidad de contar con nuevas inversiones en infraestructuras sostenibles que permitirán a las ciudades ser más resilientes ante el cambio climático e impulsar el crecimiento económico y la estabilidad social. Igualmente, la necesidad de aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando sustancialmente el número de personas que trabajan en el campo de la investigación y el desarrollo son metas propias del ámbito urbano.<sup>10</sup>

Objetivo 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.

Si bien el objetivo está redactado en términos nacionales, parece razonable poner el foco de atención en el ámbito urbano. La aglomeración se produce como consecuencia de los procesos de emigración del campo a la ciudad como consecuencia de la expectativa de unas mejores condiciones de vida en ésta (Polèse, 2009; Glaesser, 2011). Reducir la desigualdad, implica hacer más prósperos a los más pobres, en definitiva, poner el foco de atención de las políticas públicas en los aspectos social y económico. Ahora bien,

---

<sup>10</sup> En este sentido, tanto Florida (2009) como Glaeser (2011) ofrecen ejemplos y argumentos que confirman esta argumentación.

resultaría un error pretender implementar las mismas políticas en diversas ciudades con diversas problemáticas (Un-Habitat, 2016; Calthorpe, 2016).

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

En la relación de metas asociadas al objetivo principal del documento de Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, se establecen la calidad de las viviendas, la accesibilidad al transporte público, la inclusión social y la necesidad de una planificación de cara a conseguir “el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático”, claves para la sostenibilidad urbana y global. De ello puede deducirse que las ciudades deberían contar con un marco competencial en términos de capacidad de gestión pública lo suficientemente amplio como para dirigir las políticas resultantes del proceso de planificación.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

El objetivo consiste en fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar el acceso a los servicios básicos. Asimismo, hacer más y mejores cosas con menos recursos, estableciendo la necesidad de adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro.

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Si bien es cierto que el objetivo es global, las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen su núcleo principal en los asentamientos urbanos<sup>11</sup> y es en ellos en donde cabrá realizar las políticas adecuadas para la consecución de este objetivo.

Objetivo 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

Las ciudades costeras han sido tradicionalmente las grandes contaminadoras de los ecosistemas marinos. Así, la necesidad de “aumentar los conocimientos científicos” o “desarrollar la capacidad de investigación” para

---

<sup>11</sup> La influencia de la actividad humana en el cambio climático es asumida por el grupo de científicos que elaboró en 2007 el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en el seno del Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/> [consulta: 19/08/2017]

la consecución de este objetivo es tarea del capital humano y éste, a su vez, se ubica en las ciudades (Florida, 2009).

Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

Una de las “ventajas” que, según Glaeser, tienen las ciudades, es precisamente la “liberación” de espacio rural y la concentración de esas personas en las aglomeraciones urbanas al no producirse el crecimiento de manera proporcional en el territorio, sino concentrada en un entorno concreto. No obstante, no puede obviarse que el crecimiento de las ciudades también significa la desaparición de los entornos rurales próximos. Cuando se produce la despoblación rural, uno de sus efectos es la reaparición o incremento de especies animales y vegetales que abandonaron esas zonas al poblarse<sup>12</sup>.

Por su parte, Muiño (2016) sostiene que el éxito de la concentración poblacional depende directamente de la disponibilidad de energía abundante y barata que es, precisamente, la que acaba con la biodiversidad mediante la contaminación.

Objetivo 16: Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas.

El objetivo número 16, constituye uno de los referentes éticos (Marina, 2003) del desarrollo sostenible. Es una referencia “elevada” que guía una forma de convivencia entre las personas que habitan el planeta y, a su vez, directamente vinculado a los principios rectores de UN-Habitat arriba citados.

Se plantean metas como “garantizar la adopción de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades a todos los niveles”. Por otra parte, el proceso de emigración y concentración poblacional en las ciudades las hace el lugar determinante para el establecimiento de políticas que hagan que la convivencia sea un éxito o un fracaso.

---

<sup>12</sup> Según el Atlas Forestal de 2007 publicado por el Gobierno Regional de Castilla y León, la despoblación humana en el medio rural ha tenido notables efectos en la recuperación o incremento de población de especies. Se citan como ejemplos que en los últimos 50 años, Castilla y León ha recuperado la superficie forestal perdida en los últimos 5000 años o que, en los últimos 15 años, la población de Oso Pardo, Lobo, Cigüeña Negra o Águila Imperial ha crecido sobre el 40%. Disponible en <http://www.foro.eltiempo.es/efectosdeladespoblacionenelcamposonyaimportantesenzamora> [consulta: 19/08/2017].

Objetivo 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

La propia enunciación del objetivo podría interpretarse como un reconocimiento implícito del fracaso de objetivos de desarrollo anteriores. Revitalizar algo, parece aludir al hecho de que no está “vivo” o, en una interpretación más benevolente, avivar algo que no está en funcionamiento. En este caso, si bien se plantea el objetivo como una alianza entre “los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil” es decir, los elementos clave del proceso de implementación de políticas públicas, se hace mención explícita al liderazgo del sector público, fundamentando así el hecho de que la “sostenibilidad” no se alcanza sola. Es necesario integrar a todos los sectores en juego, pero, a su vez, es necesario saber en qué consiste el juego y ese papel —bajo los principios rectores explicados— debe ser establecido por los poderes públicos bajo la legitimidad que les otorga su representatividad democrática.

Asimismo, el documento señala la necesidad de implementar indicadores que midan el cumplimiento de objetivos y la necesidad de “respetar el liderazgo y el margen normativo de cada país para establecer y aplicar las políticas orientadas a la erradicación de la pobreza y la promoción del desarrollo sostenible”. Esto último es especialmente importante en tanto que asimila el proceso al de la “Directiva” en el marco jurídico de la Unión Europea. En este contexto, sobre los objetivos fijados, cada Estado es libre de aplicar las medidas necesarias para alcanzar en un plazo de tiempo dichos objetivos, si bien es cierto que el Derecho de la Unión Europea se constituye sobre la base de la cesión de una parte de la soberanía nacional a la Unión<sup>13</sup>, circunstancia que no ocurre con las Naciones Unidas.

El paradigma actual en términos del Desarrollo Sostenible, conformado por los principios rectores de la Agenda Urbana (UN-Habitat, 2016) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015), pone de manifiesto la utilidad de establecer mecanismos que permitan evaluar y monitorizar el estado de sostenibilidad urbana a nivel global, confirmando así el diagnóstico señalado en la introducción de este trabajo y que se sustenta en los siguientes hallazgos:

---

<sup>13</sup> Así se reconoce desde la Sentencia COSTA contra ENEL (1964) del entonces Tribunal de Justicia Europeo. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A61964CJ0006> [consulta: 21/08/2018]

Primero: El concepto de sostenibilidad urbana no goza de una definición aceptada universalmente.

Segundo: Existe controversia entre el número de dimensiones que deben constituir el concepto de sostenibilidad o la importancia específica de la dimensión ambiental respecto a las demás (Giffinger et al., 2007; Spaiser et al., 2017).

Tercero: Sin embargo, consideramos que la triple vertiente económica, social y ambiental de la sostenibilidad, tiene suficiente respaldo tanto académico (Böhringer y Jochem, 2007; Cruciani et al., 2013; Pupphachai y Zuidema, 2017; Bell y Morse, 2018) como institucional (European Commission, 1996; World Bank, 2013).

Cuarto: Parece aceptado que la sostenibilidad es una aspiración (Pollesch y Dale, 2015) a la que se llega, como hemos señalado, tras un proceso de cambio impulsado por el poder público y con la cooperación de todos los agentes implicados en el territorio.

Quinto: Si se acepta que la sostenibilidad es un objetivo, parece deseable que ese objetivo sea cuantificable para poder saber si se alcanza o no.

### **2.3. Definición de sostenibilidad urbana y sus principales dimensiones**

Una vez revisado el panorama bibliográfico en relación con la sostenibilidad urbana, es el momento de presentar la forma en que se concibe la sostenibilidad urbana a efectos de esta tesis.

Consideraremos la sostenibilidad urbana como la culminación de un proceso de desarrollo cuantificable mediante el que, desde los poderes públicos, y con la colaboración de los agentes económicos y sociales, se produce una transformación de la ciudad hacia unos objetivos económicos, sociales y ambientales.

A partir de la definición anterior procede aclarar lo que se entiende por las dimensiones económica, social y ambiental a los efectos de este trabajo:

**Dimensión económica:** Hará referencia a las variables que influyen en la sostenibilidad del desarrollo económico a medio y largo plazo, e incluye cuatro subdimensiones. La primera, la renta y su distribución. La segunda, condiciones laborales. La tercera, el desarrollo inteligente (innovación, formación y emprendimiento). Y la cuarta, relativa a la sostenibilidad financiera del sector público local.

A priori, podríamos interpretar que la distribución de la renta o la pobreza existente en las ciudades deberían ser variables de carácter social. No obstante, dado que no se van a sumar de manera directa los aspectos sociales y económicos para evitar el efecto de compensación, las incluiremos en la dimensión económica, precisamente, para que puedan ofrecer una visión real de la renta y su distribución, pues en este caso concreto, la agregación compensatoria no sólo no es problemática, sino que es deseable, por ejemplo, para amortiguar el efecto directo de altos grados de renta per cápita.

**Dimensión social:** Estudiará todos los aspectos que permitan evaluar las condiciones de igualdad de oportunidades, acceso a servicios básicos y calidad de vida de la ciudad.

Según el Banco Mundial (2018), el ámbito social del desarrollo se centra en "poner a las personas primero" en el proceso de desarrollo. La pobreza es algo más que bajos ingresos, es también vulnerabilidad, exclusión, instituciones no responsables, extrema pobreza y exposición a la violencia.

El desarrollo social promueve la inclusión social de los pobres y vulnerables mediante el refuerzo de las personas, construcción de sociedades cohesionadas y resilientes, haciendo que las instituciones sean accesibles y responsables con sus ciudadanos.

Mediante el trabajo con gobiernos, comunidades, sociedad civil, sector privado y marginados, incluyendo discapacitados y comunidades indígenas, el desarrollo social pone las complejas relaciones entre sociedades y estados en funcionamiento.

La evidencia empírica y la experiencia muestran que el desarrollo social promueve el crecimiento económico y mejores políticas, así como mayores estándares de calidad de vida.

Este planteamiento permite establecer una serie de subdimensiones sobre las que se asienta la dimensión social de la sostenibilidad urbana, de



manera análoga a la explicación relativa a la dimensión económica. Por tanto, la situación de vida y atención sanitaria básica, así como el acceso y permanencia en el sistema educativo, en tanto que son los mecanismos más básicos de desarrollo personal e inclusión social y principales elementos contra la pobreza y marginación (Subirats, 2005). Igualmente, se medirá el grado de cohesión social a partir de indicadores que nos permitan conocer en qué medida existe disponibilidad en el acceso a servicios urbanos básicos o, lo que es lo mismo, la habitabilidad del entorno urbano, así como si existe un grado suficiente de responsabilidad institucional que facilite un entorno de seguridad y estabilidad para las personas.

**Dimensión ambiental:** Integrará aquellos aspectos que permitan evaluar en qué medida se produce una utilización eficiente de los recursos en relación con tres grandes subdimensiones: energía, agua y contaminación ambiental, en coherencia con las principales enseñanzas del enfoque metabólico que han sido referidas en las páginas anteriores. Esa utilización eficiente redundará no sólo en la ciudad, sino en el entorno no urbano sobre el que la actividad de la urbe produce efectos. En definitiva, se trata de considerar a una ciudad como una entidad con un metabolismo propio que consume recursos, los transforma y expulsa residuos (Guallart, 2012).

Cuadro 2.3: Dimensiones y subdimensiones de sostenibilidad urbana

<b>Dimensiones</b>	<b>Subdimensiones</b>
Económica	Distribución de la Renta Condiciones laborales Desarrollo Inteligente Sostenibilidad Financiera de la Administración Local
Social	Situación de vida y atención sanitaria básica Acceso y permanencia en el sistema educativo básico Habitabilidad del entorno Responsabilidad institucional
Ambiental	Energía Agua Contaminación Ambiental

Fuente: Elaboración propia.

### **3. ¿CÓMO MEDIR LA SOSTENIBILIDAD URBANA?**

Para responder a la pregunta planteada en este capítulo, y tras el estudio de algunas de las aportaciones más relevantes en relación con los indicadores de sostenibilidad, detallaremos la selección de indicadores individuales que conformarán cada una de las subdimensiones detalladas en el capítulo anterior. Posteriormente, dedicaremos los correspondientes apartados a explicar la construcción del indicador sintético que se propone en este trabajo, tomando como referencia el “Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide” (Nardo et al., 2008). En este punto, cabe detenerse en la exégesis de la normalización y agregación pues, como veremos, las opciones que se proponen respecto a estas dos fases de la construcción del indicador sugieren resultados novedosos con consecuencias prácticas en el estudio de la sostenibilidad urbana, suponiendo, a juicio de quien suscribe, una aportación a la controversia existente en relación con algunos de los principales inconvenientes que presentan los indicadores compuestos o sintéticos (Pollesch y Dale, 2015; Verma y Raghubanshi, 2018).

#### **3.1. La necesidad de indicadores para medir la sostenibilidad urbana**

Los indicadores han sido definidos como una medida del comportamiento de un sistema en términos de atributos significativos y perceptibles (Holling, 1978), o como la forma más simple de reducción de una gran cantidad de datos manteniendo la información esencial (Ott, 1978). También se han definido como la parte observable de un fenómeno que nos permite evaluar alguna parte no observable de dicho fenómeno (Chevalier et al., 1992) o una manera de simplificar una realidad compleja, centrando la atención en ciertos aspectos relevantes, de manera que el número resultante de parámetros sea manejable (Bermejo, 2001).

La introducción de indicadores que permitan evaluar el desempeño de las ciudades en su vertiente económica, social y ambiental es completamente necesaria (Shen et al., 2011; Phillis et al., 2017; Verma y Raghubanshi, 2018; Sharifi, 2021), lo cual ya había sido puesto de manifiesto respecto al concepto general de sostenibilidad en la Cumbre de Río (UNCED, 1992).

El primer “set” de 134 indicadores de sostenibilidad urbana fue publicado por el UN Department of Economic and Social Affairs (UNDESA) en 1996 con el objetivo de evaluar en qué medida las actividades, procesos y patrones humanos afectan positiva o negativamente al desarrollo humano sostenible en el ámbito urbano (King, 2016). Posteriormente, en 2001, también Naciones Unidas, clasificó 58 indicadores en 4 dimensiones: económica, social, ambiental e institucional.

Desde inicios del presente siglo, se han desarrollado multitud de indicadores con el objetivo de promover la sostenibilidad urbana (Briassoulis, 2001; Giffinger et al., 2007; Shen et al., 2011; Mori y Yamashita, 2015; Steiniger et al., 2020).

Existen también indicadores o índices que miden —desde la perspectiva de nuestro marco conceptual— aspectos muy concretos o parciales que no comparten el marco conceptual de sostenibilidad planteado en el capítulo anterior. Nos referimos a los indicadores limitados al estudio de edificaciones, urbanizaciones o aspectos muy concretos dentro de las aglomeraciones urbanas (Rogmans y Ghunaim, 2016) tales como LEED, BREEAM o CASBEE, los cuáles, además, han sido objeto de crítica, en la medida en que tienden a medir sólo los objetivos que persiguen las instituciones que los han desarrollado (Haider et al., 2018).

Otras aportaciones o revisiones en materia de indicadores de sostenibilidad se han enfocado desde una perspectiva conceptual de sostenibilidad urbana más amplia. De entre ellas pueden destacarse<sup>14</sup> el Environmental Sustainability Index (Sands y Podmore, 2000), el Smart City Ranking (Giffinger et al., 2007), el Technology Achievement Index (Cherchye et al., 2006), el European Green City Index (Siemens, 2009), el International Urban Sustainability Indicators List (IUSIL) (Shen et al., 2011), el FEEM Sustainability Index (Cruciani et al., 2013), el Composite Index of Sustainable Development at Local Scale (Salvati y Carlucci, 2014), el Urban Sustainable Framework for India (Panda et al., 2016), el City Prosperity Index (UN-Habitat,

---

<sup>14</sup> Una revisión en profundidad sobre algunos de los indicadores de sostenibilidad urbana existentes, así como algunos de los problemas inherentes a su composición, puede encontrarse en Pollesch y Dale (2015), Cohen (2017), Verma y Raghubanshi (2018), Akande et al. (2019) y Sharifi (2021).

2015), el Sustainable Cities Index (Arcadis, 2016) o el Sustainable Assessment by Fuzzy Evaluation (SAFE) index (Phillis et al., 2017).

Los índices señalados están compuestos por un número muy diferente de indicadores individuales y contienen distintas técnicas de normalización, ponderación y agregación lo que, como veremos en los apartados destinados a estas cuestiones, tiene distintas implicaciones en los resultados finales.

También se ha desarrollado el Sustainable Development Goals index (Kroll, 2015) con el objetivo de evaluar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sin embargo, no ha estado exento de críticas en la medida en que se ha considerado inapropiado tanto el núcleo del marco conceptual —según Spaiser et al. (2017) se agrupan objetivos incompatibles—, como su adecuación para evaluar dicho cumplimiento (Díaz-Sarachaga et al., 2018).

Otros análisis críticos de estos indicadores se han centrado en señalar la ausencia de aspectos específicos de la sostenibilidad urbana como, por ejemplo, la evaluación de la innovación (Kaur y Garg, 2019) o la incorporación de objetivos concretos en materia de equidad (Thomas et al., 2021). Como señalan Verma y Raghubanshi (2018), los principales retos que se derivan de los indicadores de sostenibilidad urbana existentes se refieren a aspectos de carácter interno (intrínsecos a su construcción) y de carácter externo (referidos a la calidad de los datos disponibles, la información resultante y la evaluación de la adecuación del indicador).

Los problemas internos en la construcción, fundamentalmente referidos a la agregación y la asunción de cuotas de compensación entre dimensiones, ya había sido señalada por Böhringer y Jochem (2007) y Cruciani et al. (2013). Asimismo, la necesidad de contar con datos locales, estandarizados para todas las ciudades, así como la de probar el indicador en ciudades, también había sido puesta de manifiesto por autores como Zhang et al. (2015) o Cohen (2017).

En resumen, las revisiones analizadas en relación con los indicadores de sostenibilidad urbana sugieren que es necesario que las investigaciones futuras presenten una construcción transparente y metodológicamente correcta de su marco conceptual, así como objetivos cuantificables, testeo con datos reales y

presentación de información, fácilmente interpretable, que constituya una guía para la aplicación de políticas de sostenibilidad. Las conclusiones de estos estudios parecen confirmar, al menos, una parte del diagnóstico de partida de este trabajo.

Precisamente, en relación con la interpretación de información obtenida de los indicadores como guía para la aplicación de políticas de sostenibilidad (World Bank, 2013; Cohen, 2017; Steiniger et al., 2020) conviene preguntarse si la evaluación de la sostenibilidad como algo mensurable (Böhringer y Jochem, 2007) resulta fácilmente interpretable o, en otras palabras, si ofrece un mensaje claro en términos de orientación de políticas públicas de sostenibilidad urbana.

Esta cuestión encuentra su fundamento, en la medida en que un indicador compuesto por indicadores individuales que agregan valor al total, en el sentido de “mayor valor, más sostenibilidad”, puede conducir a la “trampa interpretativa” de considerar como prioritarios aquellos indicadores que mejores valores ofrecen al total. Ello es así, porque si la ciudad ya ofrece buenos resultados en un indicador concreto, la idea de centrar las políticas de sostenibilidad en las áreas en donde ya existe una “ventaja comparativa de ciudad” puede resultar altamente tentadora para los responsables de los gobiernos urbanos olvidando, precisamente, aquellas áreas en donde la ciudad presenta peores resultados y que deberían ser la prioridad de la agenda pública en materia de sostenibilidad urbana.

Incluso si se salvara esta “trampa interpretativa”, suponiendo que los responsables de la ejecución de las políticas locales en materia de sostenibilidad van a centrarse precisamente en los valores menos “favorecedores”, la posibilidad de una agregación compensatoria entre “buenos” y “malos” resultados, puede seguir generando una información confusa sobre los problemas reales de una ciudad (Bennich et al., 2021).

La construcción del indicador que a continuación se presenta en este capítulo, se basa en una idea diametralmente opuesta y novedosa en la evaluación de la sostenibilidad urbana. Así, el indicador sintético va a considerar solamente aquellos indicadores individuales que presenten un “déficit de sostenibilidad” en los términos que se explicarán en el apartado de

normalización. Este planteamiento puede ayudar a conseguir una estrategia coherente que elimine las compensaciones entre indicadores —al considerar sólo los déficits de sostenibilidad, ningún valor “sostenible” va a efectuar una compensación “per sé” de una carencia o déficit de sostenibilidad— tal y como demandan algunos de los trabajos más recientes en este campo (Bennich et al., 2021).

Por otra parte, como veremos en el apartado de agregación, el indicador introduce una técnica también novedosa en este campo, cual es la media generalizada, que contiene unas propiedades muy interesantes que pueden considerarse una aportación a la controversia entre agregación compensatoria o no compensatoria entre dimensiones.

### **3.2. Selección de indicadores y base de datos**

La inadecuada selección de indicadores que permitan el seguimiento de la sostenibilidad urbana ya fue criticada por algunos investigadores a principios del presente siglo (Briassoulis, 2001; Seabrooke et al., 2004). Asimismo, también se argumentaba que la falta de consenso en los indicadores seleccionados ha causado confusión en los "policy makers" (Legrand et al., 2007) resaltando la ausencia de estándares y métodos universalmente aceptados para seleccionar indicadores de sostenibilidad urbana (Kahn, 2006).

Como ya se ha visto, en la actualidad existen diversas propuestas de indicadores simples y compuestos para evaluar la sostenibilidad urbana. Sin embargo, hasta la fecha, no existe una base de datos que contenga indicadores estandarizados con igual metodología para todas las ciudades del mundo y que, además, disponga de una base de datos plena para ciudades diversas poblacional, económica y geográficamente.

No obstante, puede obtenerse información en UN SDG indicators<sup>15</sup>, en UNECE-ITU Smart Sustainable City indicators<sup>16</sup> y también a través del World

---

<sup>15</sup> Disponible en <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/> [consulta: 01/03/2020]

<sup>16</sup> Disponible en <https://unece.org/housing/sustainable-smart-cities> [consulta: 01/03/2020]

Council on City Data y la ISO 37120:2014<sup>17</sup> entre otras bases de indicadores y datos que suelen centrarse en áreas concretas, bien geográficas o bien temáticas (bases de datos de OCDE, Organización Internacional del Trabajo, etc.)

Partiendo del hecho de que ninguna base de indicadores y datos cumple con los requisitos necesarios para una evaluación plena de sostenibilidad urbana, cabe considerar que la UN SDG indicators a pesar de que contiene 249 indicadores, no dispone de la misma amplitud de información en términos de datos urbanos por lo que puede resultar prácticamente inmanejable (Shemelev y Shemeleva, 2018). Los indicadores contenidos en UNECE-ITU se consideran mejor equilibrados y disponibles para muchas ciudades. Sin embargo, la disponibilidad de datos para todas ellas también es menor que la deseada. Por su parte, aunque ha recibido alguna crítica por considerar que contiene más indicadores ambientales y sociales que económicos (Shemelev y Shemeleva, 2018), ISO 37120:2014 contiene tanto una definición completamente estandarizada de indicadores, como una base de datos más amplia y disponible públicamente hasta mayo de 2019.

En relación con la supuesta desproporción de indicadores a favor de los aspectos sociales y ambientales, la selección de indicadores individuales que se propone a continuación está fundamentada en el marco teórico expuesto en el capítulo anterior, por lo que es éste el que va a servir de guía para seleccionar los mejores indicadores de entre los disponibles. Si bien es cierto que esta técnica tiene la ventaja de continuar el argumento deductivo de construir el concepto de sostenibilidad urbana desde “lo general” a “lo particular”, no es menos cierto que existen aspectos que deberían ser evaluados y que no pueden serlo al no existir información global al respecto. En otras palabras, pueden existir indicadores mejores que los seleccionados, pero la selección se hace de entre los disponibles a la fecha, de los que se ha podido disponer de datos o elementos para su estimación y que reúnen los requisitos que señalamos a continuación (Mori Y Christodoulou, 2012):

---

<sup>17</sup> Disponible en <https://www.dataforcities.org/> [Última Consulta: 01/03/2022]. ISO 37120:2014 no es un documento público y fue obtenido mediante licencia expedida al autor. Store order: OP-138165 de 25 de abril de 2016.

Primero: Deben evaluar el impacto que la ciudad tiene en el entorno (como, por ejemplo, la generación de residuos, la contaminación del aire o la cantidad de agua residual tratada).

Segundo: Cada indicador debe pertenecer a una de las tres dimensiones, de manera que, en su conjunto, permitan abarcar la visión multidimensional de la sostenibilidad, esto es, económica, social y ambiental.

Tercero: Deben ser aplicables a ciudades con distintos niveles de desarrollo o ingreso.

Cuarto: Deben ser indicadores que, aun pudiendo aplicarse a otros ámbitos territoriales, describan adecuadamente los entornos urbanos.

Quinto: Debe considerar los problemas de agregación y no sustituibilidad entre valores de modo que pueda permitir una evaluación de sostenibilidad “débil” y sostenibilidad “fuerte”. Es decir, deben ser indicadores que permitan realizar una evaluación de cada dimensión —económica, social y ambiental— de manera que puedan estudiarse las interacciones existentes entre cada una de ellas o la influencia que cada una de ellas, por separado, tienen en la sostenibilidad global.

En las páginas siguientes, se ofrece un resumen de indicadores que ayudan a ilustrar la abundante temática en este campo y cómo existen aspectos comunes en todos ellos. Por comodidad para el lector, destacamos los indicadores que se consideran más ilustrativos y que reflejan cómo, desde los estudios destinados a la evaluación de la Smart City (Giffinger et al., 2007; Cohen, 2012) hasta aquellos que han tenido como objeto la evaluación de indicadores de sostenibilidad en distintas ciudades (Shen et al., 2011), la gran mayoría de ellos evalúan aspectos muy similares. Así, bajo la adecuada estandarización que ofrece ISO 37120:2014, pueden ser de ayuda para la evaluación de la sostenibilidad urbana o, en los términos que se proponen en este trabajo, de los déficits de sostenibilidad urbana.



Cuadro 3.1: Indicadores de Smart City para la sostenibilidad (Giffinger et al.,2007)

Economía Inteligente		
FACTORES	INDICADORES	NIVEL ESTADÍSTICO
Espíritu innovador	Gasto en I+D en % de PIB	Regional
	Tasa de empleo en sectores intensivos en capital	Regional
	Solicitudes de Patente por habitante	Regional
Emprendimiento	Tasa de autoempleo	Local
	Nuevos negocios registrados	Local
Marcas registradas e imagen económica	Importancia como centro en la toma de decisiones	Regional
Productividad	PIB por persona empleada	Local
Flexibilidad del mercado laboral	Tasa de desempleo	Regional
	Proporción de empleo a tiempo parcial	Local
Conectividad internacional	Empresas con sede central en la ciudad	Local
	Transporte aéreo de pasajeros	Regional
	Transporte aéreo de carga comercial	Regional
Personas inteligentes		
FACTORES	INDICADORES	NIVEL ESTADÍSTICO
Nivel de cualificación	Importancia como centro de capital humano	Regional
	Población calificada en niveles 5-6 ISCED	Local
	Habilidades en lenguas extranjeras	Nacional
Afinidad al aprendizaje en el largo plazo	Préstamo de libros por residente	Local
	Participación en aprendizaje a lo largo de toda la vida	Regional
	Participación en cursos de idiomas	Nacional
Pluralidad social y étnica	Proporción de extranjeros	Local
	Proporción de extranjeros nacionalizados	Local
Flexibilidad	Percepción de conseguir un nuevo trabajo	Nacional
Creatividad	Proporción de personas trabajando en industrias creativas	Nacional
Cosmopolitismo/ Grado de apertura mental	Votantes que participan en elecciones europeas	Local
	Ambiente favorable a la inmigración (actitudes frente a ella)	Nacional
	Conocimiento acerca de la UE	Nacional
Participación en la vida pública	Votantes que participan en elecciones municipales	Local
	Participación en voluntariado	Nacional
Gobernanza inteligente		
FACTORES	INDICADORES	NIVEL ESTADÍSTICO
Participación en procesos de decisión	Representantes municipales por residente	Local
	Actividad política de los habitantes	Nacional
	Importancia de la política para los habitantes	Nacional
	Proporción de representantes municipales femeninas	Local
Servicios públicos y sociales	Gasto municipal por residente en poder adquisitivo estándar	Local
	Proporción de niños en escuelas infantiles	Local
	Satisfacción con la calidad de los colegios	Nacional
Gobernanza transparente	Satisfacción con la transparencia de la burocracia	Nacional
	Satisfacción con la lucha contra la corrupción	Nacional

Cuadro 3.1... (continuación)

Movilidad inteligente		
FACTORES	INDICADORES	NIVEL ESTADÍSTICO DISPONIBLE
Accesibilidad local	Red de transporte público por habitante	Local
	Satisfacción con el acceso a transporte público	Nacional
	Satisfacción con la calidad del transporte público	Nacional
Accesibilidad internacional	Accesibilidad internacional	Regional
Disponibilidad de infraestructura de TIC	Ordenadores por unidad familiar	Nacional
	Acceso a internet de banda ancha por unidad familiar	Nacional
Sostenibilidad, Innovación y seguridad en sistemas de transporte	Porcentaje de movilidad verde (vehículos no motorizados individuales)	Local
	Seguridad del tráfico	Local
	Uso de coches económicos	Nacional
Medio Ambiente inteligente		
FACTORES	INDICADORES	NIVEL ESTADÍSTICO DISPONIBLE
Atractivo de las condiciones naturales	Horas de sol	Local
	Proporción de espacio verde	Local
Polución	Niveles de Ozono	Local
	Nivel de partículas	Local
	Enfermedades crónicas respiratorias por habitante	Regional
Protección ambiental	Esfuerzos individuales en protección de la naturaleza	Nacional
	Opinión sobre la protección natural	Nacional
Gestión de recursos sostenible	Uso eficiente del agua (uso por PIB)	Local
	Uso eficiente de la electricidad (uso por PIB)	Local
Calidad de vida inteligente		
FACTORES	INDICADORES	NIVEL ESTADÍSTICO DISPONIBLE
Oferta cultural	Visitas al cine por habitante	Local
	Visitas a museos por habitante	Local
	Visitas al teatro por habitante	Local
Condiciones sanitarias	Esperanza de vida	Local
	Camas de hospital por habitante	Local
	Médicos por habitante	Local
	Satisfacción con la calidad del sistema sanitario	Nacional
Seguridad personal	Tasa de criminalidad	Local
	Tasa de mortalidad por asalto	Regional
	Satisfacción con la seguridad personal	Nacional
Calidad de la vivienda	Porcentaje de vivienda satisfaciendo estándares mínimos de calidad	Local
	Metros cuadrados de vivienda por habitante	Local
	Satisfacción con la situación personal en materia de vivienda	Nacional
Oferta educacional	Número de estudiantes en proporción a la población total	Local
	Satisfacción con el acceso al sistema educativo	Nacional
	Satisfacción con la calidad del sistema educativo	Nacional
Atractivo turístico	Importancia como centro turístico	Regional
	Pernoctaciones por año por residentes	Local
Cohesión social	Percepción individual del riesgo de pobreza	Nacional
	Tasa de pobreza	Nacional

Fuente: Elaboración propia a partir del documento original.

Cuadro 3.2: Indicadores de Sostenibilidad de Smart City Wheel para la sostenibilidad (Cohen, 2012)

Dimensión	Área de trabajo	Indicador	Descripción	
Medio Ambiente	Edificios inteligentes	Edificios con certificación de sostenibilidad	Número de edificios con certificación LEED o BREAM u otros	
		Hogares inteligentes	Porcentaje de edificios comerciales o industriales con "metros inteligentes"	
			Porcentaje de edificios comerciales con sistemas de automatización de edificio	
	Gestión de recursos	Energía	Porcentaje de hogares con "metros inteligentes"	
			Porcentaje total de energía derivada de recursos renovables	
			Total de energía residencial usada por cabeza	
		Huella de carbono	Porcentaje de red municipal que cumple todos los requisitos de red inteligente: 2 vías; controles automatizados para direccionar cortes; información en tiempo real para consumidores; distribución de licencias o permisos y supports net metering	
			Gas invernadero emitido a la atmósfera medido en toneladas por cabeza	
			Calidad del aire	Partículas finas en suspensión menores de 2.5 µg/m3.
			Generación de residuos	Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados
	Consumo de agua	Residuos sólidos recogidos por cabeza en kilos		
		Porcentaje de edificios comerciales con sistemas inteligentes de consumo de agua		
	Planeamiento urbanístico sostenible	Planeamiento de resiliencia frente al clima	Agua consumida por cabeza en litros por día	
			¿Tiene la ciudad un plan o estrategia de planeamiento de resiliencia frente al cambio climático? Si/No	
		Densidad	Densidad de población (medias de densidad en áreas de censo equivalentes a un metro)	
Eficiencia del transporte	Transporte de energía limpia	Espacio Verde por cabeza	Áreas verdes por 100.000 habitantes	
		Kilómetros de carriles bici por 100.000 hab		
		Número de bicicletas compartidas por cabeza		
		Número de vehículos compartidos por cabeza		
Movilidad	Acceso multi modal	Transporte público	Número de estaciones de carga eléctrica dentro de la ciudad	
		Tarjetas inteligentes	Número de viajes en transporte público por cabeza	
	Infraestructura tecnológica	Acceso a información en tiempo real	Porcentaje de transporte no motorizados respecto del total de viajes	
			Sistemas de tarifas integradas para transporte público	
			Porcentaje del total de ingresos de transporte público obtenidos por sistema de tarjetas inteligentes unificadas	
Gobernanza	Servicios online	Procedimientos online	Existencia de tarifas basadas en la demanda (precios variables en carriles de pago, plazas de aparcamiento) Si/No	
		Pagos electrónicos de beneficencia	Porcentaje de semáforos conectados a sistema de gestión de tráfico en tiempo real	
	Infraestructura	Cobertura de banda ancha	Cobertura WiFi	Número de servicios de transporte público que ofrecen información en tiempo real al público: 1 punto para cada categoría de tránsito (bus, metro, tren regional...) y modalidades compartidas (coche compartido, bici compartida) con 5 como máximo
			Sensorización	Disponibilidad de transporte multimodal con al menos tres servicios integrados
		Operaciones integradas de seguridad y salud	Datos públicos	Porcentaje de servicios administrativos que pueden ser tramitados por los ciudadanos vía app o web
			Aplicaciones	Existencia de pagos electrónicos a ciudadanos (seguridad social, paro...)
	Economía	Emprendimiento & Innovación	Nuevas aperturas	Número de accesos wifi por km cuadrado
			I+D	Porcentaje de clientes domésticos y comerciales con velocidad de descarga de internet de al menos 2 Mbit/s
			Niveles de empleabilidad	Porcentaje de clientes domésticos y comerciales con velocidad de descarga de internet de al menos 1 gigabit/s
	Personas	Inclusión	Grado de penetración de Smart Phone	Número de infraestructuras con sensores instalados. 1 punto por cada uno: tráfico, transporte público, calidad del aire, parking, basuras, Agua, alumbrado público
Compromiso cívico			Número de servicios integrados en un centro único de operaciones bajo régimen de datos en tiempo real. 1 punto por cada uno: ambulancia, servicios de emergencia o desastre, bomberos, policía, tiempo, tráfico, calidad del aire	
Educación		Educación Secundaria	Uso de datos públicos	
		Educación Universitaria	Número de aplicaciones de Iphone basadas en datos públicos	
Creatividad		Immigrantes nacidos fuera del país	Existencia de una política oficial de protección de datos confidenciales de los ciudadanos	
		Urban living lab	Número de nuevos emprendimientos al año	
		Empleos en industria creativa	Porcentaje de PIB invertido en I+D por el sector privado	
Calidad de vida		Cultura y bienestar	Indice de Gini	Porcentaje de personas empleadas a tiempo completo
			Ranking de calidad de vida	Índice de innovación de ciudades
			Inversión en cultura	Producto Regional Bruto por cabeza (en \$ salvo en la UE que se mide en €)
	Seguridad	Criminalidad	Porcentaje de Producto Regional Bruto basado en exportaciones tecnológicas	
		Tecnología para la prevención de criminalidad	Número de eventos internacionales celebrados	
	Salud	Historial de salud particular	Tasa de criminalidad por cien mil habitantes	
		Esperanza de vida	Número de tecnologías de apoyo a la prevención del delito, 1 punto por cada una de las siguientes: cámaras en tiempo real, aplicaciones de taxi, tecnologías de software de predicción de delitos	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recogidos en el trabajo original.

Cuadro 3.3: Indicadores International Urban Sustainability Indicators List (Shen et al., 2011)

Dimensión	Categoría	Nomenclatura	Indicador	
Medio Ambiente	Asentamiento geográficamente equilibrado (En1)	En 1-1	Crecimiento poblacional	
		En 1-2	Asentamientos bajo planeamiento	
	Agua dulce (En 2)	En 2-1	Proporción de recursos de agua utilizados	
		En 2-2	Uso intensivo de agua por las actividades económicas	
		En 2-3	Presencia de coliformes fecales en agua dulce	
		En 2-4	Demanda bioquímica de oxígeno en masas de agua	
	Agua residual (En3)	En 3-1	Porcentaje de población urbana atendida con recogida de aguas residuales	
		En 3-2	Porcentaje de agua residual que no recibe tratamiento primario/secundario/terciario	
	Calidad de aire y atmósfera (En 4)	En 4-1	Número de veces que se exceden los valores límite de polución	
		En 4-2	Existencia y nivel de implantación de planes de gestión de calidad del aire	
		En 4-3	Emisión de gases invernadero	
		En 4-4	Consumo de sustancias que eliminan la capa de ozono	
	Contaminación acústica (En 5)	En 5-1	Porcentaje de población expuesta a niveles de alto ruido ambiental en el largo plazo	
		En 5-2	Niveles de ruido en áreas seleccionadas	
		En 5-3	Existencia y nivel de implantación de planes de control del ruido	
	Uso sostenible de la tierra (En 6)	En 6-1	Suelo urbano o urbanizable (artificial surfaces) como porcentaje del suelo municipal	
		En 6-2	Extensión de tierras abandonadas y contaminadas	
		En 6-3	Número de habitantes por kilómetro cuadrado	
		En 6-4	Parte de nueva edificación sobre suelo virgen y parte de nueva edificación sobre suelo abandonado o contaminado en tanto por ciento al año	
		En 6-5	Rehabilitación de terreno urbano: a) Renovación o conversión de edificios en ruina, b) Redesarrollo de suelo abandonado para nuevos usos urbanos, c) Limpieza de suelo	
		En 6-6	Área protegida como porcentaje del total de suelo municipal	
		En 6-7	Suelo afectado por desertización	
		En 6-8	Suelo bajo agricultura orgánica	
		En 6-9	Proporción de suelo bajo bosques	
	Gestión de residuos (En 7)	En 7-1	Porcentaje de población urbana con recogida regular de residuos	
		En 7-2	Porcentaje de residuos sólidos vertidos en vertedero controlado/incinerado o quemado en cielo abierto/ depositado en vertedero a cielo abierto/reciclado/otros	
		En 7-3	Residuos sólidos totales generados por cabeza	
		En 7-4	Generación de residuos tóxicos	
		En 7-5	Tratamiento y depósito de residuos	
		En 7-6	Gestión de residuos radioactivos	
	Efectivo y silencioso sistema de transporte (En 8)	En 8-1	Tiempo de transporte	
		En 8-2	Modos de transporte	
		En 8-3	Intensidad de energía del transporte	
	Mecanismos para preparar e implementar planes ambientales (En 9)	En 9-1	Planes locales medioambientales	
		En 9-2	Última fecha de aprobación de un Plan Maestro	
	Biodiversidad (En 10)	En 10-1	Proporción de área terrestre protegida	
		En 10-2	Efectividad en la gestión de áreas protegidas	
		En 10-3	Área de ecosistemas clave seleccionada	
		En 10-4	Fragmentación de hábitats	
		En 10-5	Cambio en estatus de especies amenazadas	
		En 10-6	Abundancia de especies clave seleccionadas	
		En 10-7	Abundancia de especies invasivas	
	Económica	Patrones de producción y consumo (Ec 1)	Ec 1-1	Consumo material
			Ec 1-2	Intensidad material de la economía
			Ec 1-3	Consumo material doméstico
			Ec 1-4	Consumo anual de energía, total y por categorías principales
			Ec 1-5	Proporción de energías renovables en el total de uso de energía
Ec 1-6			Intensidad de uso de energía, total y por actividad económica	
Desarrollo económico (Ec 2)		Ec 2-1	Desempeño macroeconómico: PIB/hab; Ahorro Bruto; Proporción de la inversión en el PIB; Ahorro neto como porcentaje del ingreso nacional bruto; Tasa de inflación.	
		Ec 2-2	Empleo: Ratio Empleo/Población; Empleo vulnerable; Productividad laboral y coste laboral unitario; Proporción de mujeres con empleo retribuido en sectores no agrícolas	
		Ec 2-3	Tecnologías de la información y la comunicación: Usuarios de internet por cada 100.000 hab; Líneas de teléfono fijo por cada 100.000 hab; Suscriptores de líneas de telefonía móvil por cada 100.000 hab	
		Ec 2-4	Investigación y desarrollo: Gasto bruto doméstico en Investigación y desarrollo como porcentaje del PIB	
		Ec 2-5	Turismo: Aportación del turismo al PIB	
Finanzas públicas (Ec 3)		Ec 3-1	Ratio de endeudamiento	
		Ec 3-2	Impuestos recaudados como porcentaje del total de ingresos	
		Ec 3-3	Ingresos propios como porcentaje del total de ingresos	
		Ec 3-4	Gasto de capital como porcentaje del total de gasto	
Agua (Ec 4)		Ec 4-1	Precio del agua	
		Ec 4-2	Consumo doméstico de agua por cabeza	
Fuerza de las micro y pequeñas empresas (Ec 5)		Ec 5-1	Empleo informal	

Cuadro 3.3... (continuación)

Dimensión	Categoría	Nomenclatura	Indicador
Social	Acceso a la energía (So 1)	So 1-1	Porcentaje de la población local con servicio eléctrico autorizado
		So 1-2	Uso total de energía eléctrica por cabeza
		So 1-3	Número y duración de interrupciones eléctricas por año y consumidor
	Acceso al agua (So 2)	So 2-1	Porcentaje de la población local con acceso a servicio de agua potable
		So 2-2	Número de interrupciones en el servicio de agua
	Educación (So 3)	So 3-1	Porcentaje de niños completando educación primaria y secundaria
		So 3-2	Porcentaje de niños en edad escolar matriculados en el colegio (por género)
		So 3-3	Alumnos/profesor ratio
	Salud (So 4)	So 4-1	Mortalidad: Por debajo de cinco años; Tasa de mortalidad; Esperanza de vida al nacer; Esperanza de vida saludable al nacer
		So 4-2	Condiciones del sistema de salud: Porcentaje de población con acceso a cuidados sanitarios primarios; Tasa de uso de anticonceptivos; Inmunización contra las enfermedades infecciosas infantiles
		So 4-3	Estatus nutricional: Estatus nutricional de los niños
		So 4-4	Estatus sanitario y riesgos: Mortalidad por enfermedades graves como Sida, Malaria o Tuberculosis; Consumo de tabaco; Tasa de suicidio
	Seguridad (So 5)	So 5-1	Número de homicidios por cada 100.000 habitantes
		So 5-2	Número de funcionarios de policía por cada 100.000 habitantes
		So 5-3	Ratio de criminalidad violenta por 100.000 habitantes
	Fuego y respuesta de emergencia (So 6)	So 6-1	Número de bomberos por cada 100.000 habitantes
		So 6-2	Número de muertes por fuego por cada 100.000 habitantes
		So 6-3	Tiempo de respuesta del servicio de extinción de incendios desde la primera llamada
	Pobreza (So 7)	So 7-1	Ingreso de pobreza: Proporción de población viviendo bajo el umbral de pobreza nacional; Proporción de población bajo 1 dólar/día
		So 7-2	Desigualdad de ingreso: Ratio de proporción que supone el quintil de mayores y menores ingresos en la nación
	Transporte (So 8)	So 8-1	Km del sistema de transporte por cada 100.000 habitantes
		So 8-2	Número anual de viajes de transporte público por cabeza
		So 8-3	Conectividad de aerolíneas comerciales
		So 8-4	Velocidad media de viaje en vías principales durante las horas punta
		So 8-5	Accidentes letales por cada 100.000 habitantes
		So 8-6	Número de viajes diarios y tiempo tardado por persona y por tipo de viaje y por modo de transporte
		So 8-7	Distancia media total recorrida por persona y por tipo de viaje y modo de transporte
		So 8-8	Modo de transporte usado por los niños para viajar entre la casa y el colegio
	Peligros naturales (So 9)	So 9-1	Porcentaje de población viviendo en áreas con propensión al riesgo de desastre natural
		So 9-2	Pérdidas humanas y materiales causadas por desastres naturales
So 9-3		Instrumentos de prevención y mitigación de desastres	
Vivienda adecuada (So 10)	So 10-1	Estructuras duraderas	
	So 10-2	Sobrealglomeración en la vivienda	
	So 10-3	Derecho a vivienda adecuada	
	So 10-4	Precio de la vivienda y renta respecto del ingreso	
Refugio (So 11)	So 11-1	Porcentaje de población local viviendo en chabolas	
	So 11-2	Porcentaje del espacio urbano ocupado por chabolas respecto del espacio urbano total y poblacional	
Seguridad de la propiedad (So 12)	So 12-1	Tenencia segura	
	So 12-2	Viviendas autorizadas (legales)	
	So 12-3	Desahucios	
Acceso al crédito (So 13)	So 13-1	Financiación de la vivienda	
Acceso al terreno (So 14)	So 14-1	Precio de la tierra respecto de los ingresos	
Promoción de la integración social y apoyo a grupos desfavorecidos (So 15)	So 15-1	Familias pobres	
Cultura (So 16)	So 16-1	Número de establecimientos culturales por cada 100.000 habitantes	
	So 16-2	Gastos locales en cultura como porcentaje del presupuesto municipal	
Recreación (So 17)	So 17-1	Metros cuadrados de oferta de espacio para esparcimiento por cabeza	
	So 17-2	Gastos locales en esparcimiento público como porcentaje del presupuesto municipal	
Disponibilidad de áreas verdes y servicios locales (So 18)	So 18-1	Acceso de los ciudadanos a áreas verdes públicas y servicios básicos	
Gobernanza	Compromiso y participación ciudadana (Go 1)	Go 1-1	Participación ciudadana
		Go 1-2	Participación en elecciones
		Go 1-3	Asociacionismo civil
	Transparencia, cuentas públicas y gobernanza eficiente (Go 2)	Go 2-1	Transparencia y contabilidad
	Gobierno (Go 3)	Go 3-1	Corrupción
		Go 3-2	Porcentaje de población que ha tenido que pagar sobornos
Gestión sostenible de las autoridades y negocios (Go 4)	Go 4-1	Proporción de organizaciones públicas y privadas que siguen procedimientos de gestión ambiental y social	

Fuente: Elaboración propia a partir del documento original.

Cuadro 3.4: Indicadores ISO 37120:2014

Dimensión	Indicadores núcleo	Indicadores de apoyo
Economía	Tasa de desempleo de la ciudad Valor estimado de las propiedades comerciales e industriales respecto del valor estimado total de todas las propiedades (porcentaje) Porcentaje de población pobre	Porcentaje de población con empleo a tiempo completo Tasa de desempleo juvenil Número de negocios por cada 100.000 habitantes Número de nuevas patentes al año por cada 100.000 habitantes
Educación	Porcentaje de población femenina matriculada en Centros Escolares respecto a la población femenina en edad escolar Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos) Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos) Relación entre estudiantes de primaria por profesor	Porcentaje de población masculina matriculada en Centros Escolares respecto a la población masculina en edad escolar Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar Número de titulados en grados universitarios (educación terciaria) por cada 100.000 habitantes
Energía	Energía eléctrica doméstica total por cápita (Kwh/año) Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado Consumo eléctrico de edificios públicos por año (Kwh/m2) Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	Energía eléctrica usada per cápita (kWh/año) Número medio de cortes de suministro eléctrico por consumidor y por año Duración media (en horas) de cortes de suministro eléctrico
Medio Ambiente	Concentración de partículas (PM2.5) Concentración de partículas (PM 10) Emisiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas per cápita	Concentración de dióxido de nitrógeno Concentración de dióxido de sulfuro Concentración de ozono Contaminación acústica Porcentaje de cambio en el número de especies nativas
Situación económica	Ratio de deuda respecto a recursos propios	Gasto de capital (inversión en inmovilizado) respecto al total de gasto Porcentaje de recursos propios respecto del total de recursos  Recaudación de impuestos respecto del total de impuestos reconocidos
Respuesta a situaciones de emergencia	Número de bomberos por cada cien mil habitantes Número de decesos atribuidos a incendios por cada cien mil habitantes Número de decesos atribuidos a desastres naturales por cada cien mil habitantes	Número de voluntarios y bomberos a tiempo parcial por cada cien mil habitantes Respuesta del servicio de bomberos desde la llamada inicial
Gobernanza	Porcentaje de votantes en las últimas elecciones municipales (respecto del total del censo) Porcentaje de mujeres concejales respecto del total de concejales	Porcentaje de personal femenino de la administración local Número de condenas por corrupción por 100.000 habitantes Número de concejales elegidos por cien mil habitantes Número de votantes registrados (censados) respecto del total de población con derecho a voto
Salud	Esperanza de vida Número de camas de hospital por cien mil habitantes Número de médicos por cien mil habitantes Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	Número de enfermeras y comadronas por cien mil habitantes Número de médicos de salud mental por cada cien mil habitantes Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes
Esparcimiento		Metros cuadrados de espacio público cubierto de esparcimiento per cápita Metros cuadrados de espacio público al aire libre de esparcimiento per cápita
Seguridad	Número de agentes de policía por cien mil habitantes Número de homicidios por cien mil habitantes	Delitos contra la propiedad por cien mil habitantes Tiempo de respuesta de la policía desde la llamada inicial Tasa de criminalidad por cien mil habitantes
Calidad de vivienda	Porcentaje de la población urbana viviendo en chabolas o similares	Número de "sin techo" por cada cien mil habitantes Porcentaje de familias que existen sin título de registro de la propiedad
Residuos sólidos	Porcentaje de población con servicios de recogida de residuos sólidos Total de residuos sólidos recogidos por habitante Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	Porcentaje de residuos sólidos que son depositados en vertederos controlados Porcentaje de residuos sólidos que son depositados en incineradora Porcentaje de residuos sólidos que son quemados al aire libre Porcentaje de residuos sólidos que son depositados en vertedero al aire libre Porcentaje de residuos sólidos que son depositados de otras maneras Residuos peligrosos generados por habitante Porcentaje de residuos peligrosos que son reciclados
Telecomunicaciones e innovación	Número de conexiones de internet por cien mil habitantes  Número de conexiones de telefonía móvil por cien mil habitantes	Número de conexiones de telefonía fija por cien mil habitantes
Transporte	Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cien mil habitantes (metro, trenes en la ciudad) Kilómetros del sistema público de transporte de pequeña capacidad por cien mil habitantes (bus, tranvías) Número de viajes en transporte público por habitante Número de automóviles por habitante	Porcentaje de trabajadores que usan un medio de transporte al trabajo distinto del vehículo personal Número de vehículos motorizados de dos ruedas por habitante Kilómetros de carril bici por cien mil habitantes Accidentes de tráfico por cien mil habitantes Conectividad aérea de líneas comerciales
Urbanismo	Hectáreas de zonas verdes por cien mil habitantes	Número de árboles plantados al año por cien mil habitantes Porcentaje de la ciudad ocupada por asentamientos informales (ilegales o aleales, sin título de propiedad) Ratio de empleos por hogar
Aguas residuales	Porcentaje de población urbana con servicio de recogida de aguas residuales Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento primario Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento secundario Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	
Agua y saneamiento	Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable Porcentaje de población con acceso continuado a agua potable de calidad Porcentaje de población con acceso a sanitarios de calidad  Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	Consumo total de agua por habitante (litros/día) Media de horas al año de cortes de agua por vivienda Porcentaje de pérdidas de agua

Fuente: Elaboración propia a partir del documento original obtenido mediante licencia especial de ISO. Store order: OP-138165 de 25 de abril de 2016.

De todos ellos, consideramos que la relación de indicadores que mejor se ajusta al propósito de estandarización, amplitud de datos y diversidad de ciudades es la establecida en ISO 37120:2014. Sin embargo, hay que señalar que no provee juicio de valor u objetivo numérico alguno para dichos indicadores. Esa es, precisamente, una de las cuestiones a las que es necesario dar una respuesta a la hora de construir el indicador sintético (Thomas et al., 2021).

Si bien es cierto que ISO 37120:2014 contiene una visión que abarca muchos elementos de la ciudad, se tomarán aquellos indicadores que mejor se ajustan a la definición de cada subdimensión. Así, se agruparán todas las categorías establecidas por el documento ISO en cada una de las subdimensiones que integran las tres dimensiones: económica, ambiental y social.

Antes de enumerar el conjunto de indicadores seleccionados, procede explicar por qué cada uno de ellos se integrará en la dimensión económica, social o ambiental y, más concretamente, en cada una de las subdimensiones que, a su vez, definen las tres grandes dimensiones.

Descartaremos seleccionar indicadores de gobernanza puesto que, como ya se ha argumentado anteriormente, ésta se considera el elemento motriz del proceso hacia la sostenibilidad, no un indicador en sí mismo. Conforme a nuestra propuesta metodológica, será el resultado —obtenido a partir de los restantes indicadores— el que determinará si la gobernanza es o no exitosa, en la medida en que la ciudad sea o no sostenible.

Como puede verse en el cuadro 3.5, este documento contiene indicadores denominados “núcleo” y otros considerados “de apoyo”. A la hora de seleccionar indicadores para construir un indicador sintético general, no realizaremos tal distinción, sino que, se tomarán o no, en función de la información que aporten a cada subdimensión.

Por último, hay que señalar que la exclusión de indicadores obedecerá, en algunos casos, a razones de necesidad de síntesis y, en otros, por escasez de datos enviados por las ciudades a ISO o bien porque tras la investigación en otras fuentes, no se han podido obtener. Sin perjuicio de la estimación, por razones de certeza estadística, se han evitado indicadores en donde hubiera

que estimar más de diez valores sobre el total de las ciudades que componen la muestra, salvo en el caso del Índice de Gini, cuya información resulta esencial en el marco de la subdimensión “Distribución de la Renta”.

Por otra parte, además, existen ciudades en donde ciertos indicadores son prácticamente desconocidos. Así, por ejemplo, el concepto de “contaminación acústica” en ciudades del mundo en vías de desarrollo es un concepto que, culturalmente, resulta secundario<sup>18</sup>, mientras que, en Europa, el derecho al descanso resulta ser de la más alta protección. De hecho, el “derecho al respeto del domicilio” entendido como el derecho a disfrutar no sólo del espacio físico, sino a disfrutarlo con “tranquilidad”, ha sido definido como un derecho fundamental por la jurisprudencia europea<sup>19</sup>.

Sobre la base de los argumentos que acaban de señalarse, los indicadores seleccionados son:

### 3.2.1. Dimensión económica

#### 3.2.1.1. *Distribución de la renta*

3.2.1.1.1. *PIB per cápita de la ciudad*: Identifica el nivel de renta existente, en términos de paridad de poder adquisitivo, dividida por el total de habitantes de la ciudad.

3.2.1.1.2. *Índice de Gini*: En el documento ISO no aparece dentro de ninguna dimensión, sino como un “profile indicator”, siendo el más aceptado de los indicadores de distribución de renta existentes.

3.2.1.1.3. *Porcentaje de población pobre existente en la ciudad*: Está directamente relacionado con el primero de los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas. Podría considerarse dentro de la dimensión

---

<sup>18</sup> La experiencia del autor tras varios años residiendo o visitando ciudades de Iberoamérica y África, además de muchas conversaciones con lugareños sobre esta cuestión, soportan esta reflexión.

<sup>19</sup> Sentencia del Tribunal Europeo de Derechos Humanos de Estrasburgo (Sección 4ª) de 16 de noviembre de 2004. Asunto Moreno Gómez contra el Reino de España.



“social” al estar relacionado con las condiciones de igualdad de una sociedad. No obstante, se toma dentro de esta dimensión en la medida en que refleja, de forma directa, el estado económico más primario de una ciudad. Para su cálculo se tomará en el numerador, el número de personas viviendo bajo el umbral de la pobreza relativa definida en cada país y en el denominador, la población total, expresando el conjunto en porcentaje.

### 3.2.1.2. *Condiciones laborales*

3.2.1.2.1. *Tasa de desempleo de la ciudad:* Se medirá como “el número de residentes en la ciudad<sup>20</sup> que estando en situación de desempleo están buscando trabajo, dividido por el total de la fuerza de trabajo<sup>21</sup>”.

3.2.1.2.2. *Tasa de desempleo juvenil:* Se medirá igual que la anterior, pero considerando la población entre 16 y 24 años. Ofrece una buena señal de la permanencia o no de población joven en la ciudad, dado que el desempleo es un factor determinante a la hora de emigrar o no. Igualmente, relacionado con el perfil de formación ofrecido en la ciudad, puede mostrar si la oferta educativa de la ciudad es coherente con su perfil productivo o no.

3.2.1.2.3. *Porcentaje de población con empleo a tiempo completo:* Dicho indicador, según el propio documento, “muestra la salud económica de la ciudad y el éxito de su política económica”. Así, se tomará en el numerador el conjunto de población trabajadora durante al menos 35 horas semanales, dividido por el total de la población de la ciudad expresado todo ello en porcentaje. Es un indicador significativo en tanto que mide la calidad del empleo y el reconocimiento de las condiciones reales de la fuerza de trabajo. Ello es así, dado que los trabajos a tiempo parcial podrían revelar, en algunos casos, fraude a los sistemas públicos de seguridad social, en los países que cuenten con dicho sistema.

---

<sup>20</sup> En donde existan registros solventes, habrá de entenderse estos como los “empadronados”.

<sup>21</sup> La suma del total de personas empleadas y desempleadas que son legalmente elegibles para trabajar.

### 3.2.1.3. *Desarrollo inteligente*

3.2.1.3.1. *Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes*: Ofrece información sobre la cantidad de población con los máximos estándares educativos y su cálculo se expresa como el número de titulados superiores (educación terciaria) residentes, dividido por el total de población y multiplicado por cien mil. Su resultado tiene una incidencia directa en la productividad de todo el sistema económico.

3.2.1.3.2. *Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes*: Refleja de forma directa el carácter emprendedor de la ciudad. Para su cálculo, se tomará el número de nuevas patentes registradas por residentes y sociedades registradas en la ciudad dividido por el total de población y multiplicado por 100.000. Según el documento de ISO 37120:2014, dichos registros se obtendrán de las oficinas de patentes de los gobiernos, referidas al nivel territorial deseado.

3.2.1.3.3. *Número de negocios por cada cien mil habitantes*: Representa una información relevante respecto del sistema productivo de la ciudad. Se tomará como la división entre el total de negocios (empresas de todo tipo o sociedades) por el total de población multiplicado por 100.000.

### 3.2.1.4. *Sostenibilidad financiera de la administración local*

3.2.1.4.1. *Ratio de deuda respecto a recursos propios*: Ofrece información suficiente que evaluará la capacidad de la ciudad para hacer frente a las necesidades económicas que se requieran para su camino hacia la sostenibilidad urbana. Su cálculo se determinará tomando en el numerador el total de costes de deuda a corto y largo plazo en todos sus conceptos — referidos a un ejercicio económico— dividido por el total de recursos propios. Por recursos propios de la ciudad se entienden todos aquellos derivados de la imposición directa o, en su caso, indirecta de la ciudad, así como tasas, precios públicos o cualquier otra exacción aprobada por el órgano responsable del gobierno de la ciudad, excluyendo, en todo caso, las transferencias que se

reciban de otros órganos administrativos superiores o la participación en tributos de los mismos.

3.2.1.4.2. *Gasto de capital respecto al total del gasto*: Refleja la capacidad de gasto en inversión, que constituye una de las claves del desarrollo económico de una ciudad. Se calcula como el gasto de esta naturaleza respecto al total de gasto en el periodo de un año, expresado todo ello en porcentaje.

3.2.1.4.3. *Recaudación de impuestos respecto del total de impuestos reconocidos*: Lo primero que hay que señalar es que la traducción se hace conforme a la normativa de hacienda y contabilidad pública española para las administraciones locales<sup>22</sup>. En este sentido, cabe señalar que el indicador muestra el grado de voluntad de los ciudadanos a pagar los impuestos locales, así como la efectividad de sus sistemas de recaudación. Se calculará en porcentaje tomando en el numerador el total de tasas, impuestos y precios públicos efectivamente recaudados en el período, respecto al total de tasas, impuestos y precios públicos liquidados o reconocidos.

### 3.2.2. Dimensión social

#### 3.2.2.1. *Situación de vida y atención sanitaria básica*

3.2.2.1.1. *Esperanza de vida*: Está relacionada con las condiciones de salud de la población y es parte integral del nivel de desarrollo humano. La esperanza de vida en el nacimiento mide la calidad general de vida de un país y por ello, debe ser considerado un indicador significativo. Se calculará como la media de años que vivirán las personas nacidas en un determinado año. Su incremento reflejará una mejora de las condiciones de vida del país o la ciudad en cuestión.

---

<sup>22</sup> Texto Refundido de la Ley de Haciendas Locales, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo y Orden HAP/1781/2013, de 20 de setiembre, por la que se aprueba la Instrucción del modelo normal de contabilidad local, respectivamente.

3.2.2.1.2. *Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes*: Refleja las condiciones de estrés, presión o salud mental de una determinada población. Es un dato significativamente importante, dado que no necesariamente está asociado a peores condiciones de vida o de desarrollo, sino que puede reflejar algún tipo de “mal” endémico de la ciudad, susceptible de ser estudiado y afrontado.

3.2.2.1.3. *Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos*: Identifica las condiciones de salubridad y desarrollo de una ciudad. No obstante, dicho indicador no es una ratio en términos estrictos, sino una probabilidad de vida de un niño nacido en un año determinado, de sobrevivir más de cinco años. Esa probabilidad se tomará sobre la base de los datos obtenidos de censos demográficos o registros públicos.

3.2.2.1.4. *Número de camas de hospital por cien mil habitantes*: Revela la suficiencia o no de infraestructura hospitalaria para atender las necesidades de la población. El indicador, conforme a lo establecido en el documento ISO, deberá contar con los datos relativos a camas de todos los servicios hospitalarios públicos y privados<sup>23</sup> dividido por el total de población de la ciudad, multiplicado por cien mil.

3.2.2.1.5. *Número de médicos por cada cien mil habitantes*: La disponibilidad de médicos refleja la fortaleza del sistema de salud de la ciudad. Se considerará “médico” a todo aquel graduado en medicina — independientemente de la especialidad— cuyo lugar de trabajo está en la ciudad. Asimismo, el indicador se construye tomando el total de médicos dividido por el total de población de la ciudad, multiplicado por cien mil. Cabe señalar que el dato no tiene por qué ser redundante respecto del número de camas puesto que las camas se refieren a la infraestructura y los facultativos a la fortaleza del sistema de salud.

---

<sup>23</sup> Se excluirán camas destinadas a estancias que no requieran de hospitalización, camas para el personal o familiares de pacientes ingresados.

### 3.2.2.2. *Acceso y permanencia en el sistema educativo básico*

3.2.2.2.1. *Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar.* Evalúa en qué medida se garantiza el derecho a la educación de niñas y mujeres, calculándose como el número total de niñas matriculadas en centros escolares públicos y privados, respecto al número total de niñas en edad escolar y multiplicado por cien.

3.2.2.2.2. *Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos).*

3.2.2.2.3. *Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos).*

En conjunto, estos dos indicadores analizan el número de alumnos que finalizan los estudios primarios o secundarios, según el caso, dividido por el número total de alumnos que pertenecen al sistema educativo, esto es, inscritos en ese período formativo. Cabe aclarar que se considera tanto educación pública como privada. Igualmente, el documento ISO aclara que la metodología está adaptada a la utilizada por la UNESCO.

3.2.2.2.4. *Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar.* Revelará información sobre la capacidad de acceso de la población en edad escolar al sistema educativo. Este dato se cuantificará tomando en el numerador el total de población en edad escolar matriculada en centros públicos y privados, respecto del total de población en edad escolar, expresado todo ello en porcentaje.

### 3.2.2.3. *Habitabilidad del entorno*

3.2.2.3.1. *Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado:* El documento ISO señala que “el porcentaje de residentes con conexión legal a la red eléctrica adquiere especial relevancia en las ciudades de las regiones menos desarrolladas del planeta, en tanto que refleja condiciones de sostenibilidad, resiliencia, productividad económica y salud.” El indicador se

calculará como el número de personas residentes en la ciudad con conexión legal a la red eléctrica dividido por el total de la población y multiplicado por cien.

3.2.2.3.2. *Porcentaje de población con servicios de recogida de residuos sólidos*: Se entiende por el documento ISO como un indicador de “salud, limpieza y calidad de vida” aparte de ser un servicio básico. Se calcula como el número de personas dentro de la ciudad que tienen acceso al servicio de recogida de residuos sólidos, dividido por el total de población y expresado como porcentaje.

3.2.2.3.3. *Porcentaje de población urbana con acceso al servicio de recogida de aguas residuales*: Está íntimamente ligado a los objetivos de desarrollo sostenible. Dicho indicador, se calcula como el número de personas dentro de la ciudad que tienen acceso al servicio citado, dividido por el total de población y expresado como porcentaje.

3.2.2.3.4. *Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable*: Se calcula como el número de personas que están conectadas a una red de suministro de agua de esta naturaleza sin importar la calidad, pérdidas de red o cantidad consumida.

#### 3.2.2.4. *Responsabilidad institucional*

3.2.2.4.1. *Número de bomberos por cada cien mil habitantes*: Tomará solamente el número de bomberos profesionales a tiempo completo — excluyendo aquel personal destinado a la prevención o labores administrativas— dividido por el total de la población de la ciudad multiplicado por cien mil. Según refleja el documento, en muchos lugares, las estadísticas muestran este número por mil habitantes, de modo que deberá adaptarse el dato obtenido mediante una sencilla operación matemática.

3.2.2.4.2. *Número de homicidios por cada cien mil habitantes*: Incluirá tanto los intencionados como no intencionados, causados por otra persona.

3.2.2.4.3. *Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes:* Incluirá todo tipo de delitos referidos a la sustracción ilegal de propiedades de otras personas sin incluir violencia o amenaza.

3.2.2.4.4. *Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes:* Se define como todo acto criminal que incluye violencia o amenaza, tales como asesinatos, agresiones sexuales, robos y asaltos.

3.2.2.4.5. *Número de accidentes de tráfico por cien mil habitantes:* Cabe considerar solamente los ocurridos en el marco del tráfico urbano. Su inclusión en la dimensión social se justifica por su relación directa con la seguridad y la existencia tanto de conciencia colectiva como normas y presencia institucional. En los países en vías de desarrollo, cuando la población de las grandes concentraciones urbanas comienza a tener acceso a medios privados de transporte, junto con un deficiente sistema público y una carencia de seguimiento de las más elementales normas de tráfico, las muertes diarias en la red viaria de la ciudad son uno de los principales problemas a los que se enfrenta la población y el gobierno municipal.

### 3.2.3. Dimensión ambiental

#### 3.2.3.1. *Energía*

3.2.3.1.1. *Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía:* Se entiende por “fuente renovable” la energía geotérmica, solar, eólica, hidráulica, mareas y olas, así como los combustibles derivados de biomasa. El indicador tomará este dato dividido por el total de la energía consumida expresándose en porcentaje. El documento ISO aclara que, en el caso de la energía geotérmica, se considerará la entalpía del calor geotérmico, mientras el resto, se considerará la energía eléctrica equivalente.

3.2.3.1.2. *Energía eléctrica consumida por habitante (kWh/año):* Se obtiene incluyendo el total de consumo eléctrico en kWh con fines residenciales

y no residenciales, dividido por el total de la población de la ciudad, expresándose el dato en porcentaje.

3.2.3.1.3. *Número de kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cien mil habitantes*: Refleja la capacidad del sistema público de transporte para satisfacer las necesidades de movilidad de los habitantes de una determinada ciudad, ahorrando, dada la eficiencia producida, consumo de energía. Por “alta capacidad” se entenderá el sistema de metro o trenes excluyendo el sistema de autobuses urbanos (colectivos) y tranvías. Para su cálculo se tomarán los kilómetros existentes en el numerador, dividido por el total de los habitantes de la ciudad y multiplicado por cien mil.

### 3.2.3.2. *Agua*

3.2.3.2.1. *Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento*: Se calculará como el total de aguas residuales que se evacuan por el sistema de alcantarillado sin tratamiento alguno, dividido por el total de agua suministrada y recogida —sin contar las pérdidas por fugas o similares— en la ciudad, expresado todo ello en porcentaje.

3.2.3.2.2. *Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario*: Constituirá el total de aguas residuales evacuadas bajo tratamiento terciario, dividido por el total de agua suministrada y recogida en la ciudad, expresado igualmente en porcentaje. Cabe aclarar que, por tratamiento terciario, se entenderá no sólo al tratamiento que separa residuos sólidos del agua —tratamiento primario—, o el consistente en eliminar contaminantes del agua que aun permanezcan en ésta tras el tratamiento primario, sino un siguiente nivel de depuración que elimine partículas difíciles que aun subsistan tras el tratamiento secundario. Puede ser una extensión de aquel, destinado a reducir sustancias que demandan oxígeno en el agua o técnicas químicas de separación tales como adsorción carbónica, precipitación, membranas de alta capacidad de filtrado, intercambio iónico, tratamientos con cloro u ósmosis inversa. Ha de entenderse —como se explica en el documento ISO— que el



tratamiento terciario es el de mayor calidad en términos de depuración de aguas residuales.

A la hora de construir un indicador sintético que evalúe correctamente la calidad del tratamiento de las aguas residuales en cada ciudad cabe seleccionar, por una parte, el indicador “porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento” y, por otra, el “porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario”, de modo que conoceremos así los dos extremos que permiten perfilar esa calidad.

3.2.3.2.3. *Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día):* Número de litros por día para uso doméstico consumidos, dividido por el número total de habitantes de la ciudad. Por uso doméstico se considera todo aquel que no tiene propósito comercial o industrial.

### 3.2.3.3. *Contaminación ambiental*

3.2.3.3.1. *Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados:* Tomará en el numerador el total de residuos sólidos recogidos por los servicios de limpieza, expresados en toneladas, dividido por el total de residuos sólidos recogidos y expresados en porcentaje. Los residuos sólidos incluirán los derivados de los hogares, comercio, jardinería, industrias o servicios municipales, excepto los residuos sólidos provenientes del servicio de depuración y tratamiento de aguas residuales, así como construcciones y demoliciones municipales.

3.2.3.3.2. *Recogida de residuos sólidos por habitante:* Se calculará tomando los residuos sólidos totales recogidos en la ciudad, medidos en toneladas, dividido por la población total.

3.2.3.3.3. *Concentración de partículas PM 2.5:* Se obtiene como la masa total de partículas cuyo diámetro sea menor o igual a 2,5 micrones, dividido por el volumen total de la muestra de aire. El resultado debe ser expresado en microgramos por metro cúbico. El método para su medición deberá consistir en tomar aire del ambiente a flujo constante dentro de un depósito donde la

partícula se separa por inercia en una o más partes del diámetro máximo citado.

3.2.3.3.4. *Emisiones de gases de efecto invernadero*: Su reducción está directamente relacionada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y es el instrumento fundamental para mitigar el cambio climático. En este sentido, cabe señalar que si bien es cierto que la mayor capacidad legislativa para la reducción de estas emisiones, es propia de niveles de gobierno superiores al ámbito local, tanto las asociaciones de gobiernos locales —en la medida en que son un elemento de presión política nada desdeñable— así como los propios ayuntamientos a través de sus ordenanzas locales pueden incidir, a través de una política fiscal adecuada o, incluso, de restricción a la movilidad de vehículos, en dichas emisiones<sup>24</sup>. El indicador se construirá tomando en el numerador el total de emisiones de efecto invernadero (unidades de dióxido de carbono equivalentes) generadas en un año concreto, incluyendo aquellas emisiones indirectas fuera de los límites de la ciudad, dividido por el total de la población. El resultado se expresará como las emisiones totales de gases de efecto invernadero por habitante, en toneladas. Asimismo, dichas emisiones serán medidas conforme a los estándares del Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC en sus siglas en inglés), incluyendo emisiones procedentes de fuentes inmuebles, móviles, Residuos y Procesos Industriales.

Así, los 40 indicadores seleccionados para cada una de las subdimensiones y dimensiones y su relación con los ODS, son los siguientes:

---

<sup>24</sup> Las ciudades españolas de más de 50.000 habitantes tienen la obligación legal de establecer Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). En otras ciudades iberoamericanas, como Medellín, se ha establecido la Zona Urbana de Aire Protegido (ZUAP).

Cuadro 3.5: Indicadores de sostenibilidad urbana seleccionados y relación con los ODS

Dimensión	Subdimensión	Indicadores	ODS
Económica	Distribución de la renta	Producto de la ciudad por habitante	1/8/9/11
		Porcentaje de población pobre	1
		Índice de Gini	10/11
	Condiciones laborales	Tasa de desempleo de la ciudad	8
		Tasa de desempleo juvenil	1/8
		Porcentaje de población con empleo a tiempo completo	8
	Desarrollo inteligente	Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes	4/8/10
		Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes	8/9
		Número de negocios por cada cien mil habitantes	8/9
	Sostenibilidad financiera de la administración local	Ratio de deuda respecto a recursos propios	17
Gasto de capital respecto al total del gasto		9	
Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos		1/16/17	
Social	Situación de vida y atención sanitaria básica	Esperanza de vida	2
		Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	3
		Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	2/3
		Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes	3/11
		Número de médicos por cada cien mil habitantes	3/5/11
	Acceso y permanencia en el sistema educativo básico	Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar	3/4/5/10/11
		Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos)	1/4/10/11
		Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos)	1/4/10/11
		Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar	4/10
	Habitabilidad del entorno	Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	1/7/9/11
		Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	1/12
		Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales	1/11/14
		Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	1/3/6/11/15
	Responsabilidad institucional	Número de bomberos por cada cien mil habitantes	3/11
		Número de homicidios por cada cien mil habitantes	16
Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes		10/11/16	
Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes		16	
Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes		11/16	
Ambiental	Energía	Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	7/9/11/13
		Energía eléctrica consumida por habitantes (kWh/año)	7/11/12
		Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	9/11
	Agua	Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	1/16/11/14/15
		Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	6/11/14/15
		Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	6/11/12
	Contaminación ambiental	Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	11/12/14
		Recogida de residuos sólidos por habitante	15
		Concentración de partículas (PM 2.5)	3/11
		Emissiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante.	9/11/12/13

Fuente: Elaboración propia.

Una manera de comprobar que la selección de indicadores es adecuada, consiste en comparar los aquí elegidos con los que componen algunos de los principales indicadores sintéticos o relación de indicadores de sostenibilidad y que han sido citados al principio de este capítulo.

Cuadro 3.6: Indicadores de la dimensión económica

Indicador individual (fila)/Otros indicadores compuestos (columna)	IUSIL (Shen et al.)	Smart City Ranking (Giffinger et al.)	Technology Achievement Index (Cherchye et al.)	Environmental Sustainability Index (Wendling et al.)	Composite Index of sustainable development at local scale (Salvati y Carlucci)	Urban sustainable framework for India (Panda et al.)	City Prosperity Index (Wong)	FPEEM Sustainability Index (Cruciani et al.)
	Producto de la ciudad por habitante	X				X		
Porcentaje de población pobre	X	X				X	X	
Índice de Gini	X					X	X	
Tasa de desempleo de la ciudad	X	X			X	X	X	
Tasa de desempleo juvenil					X		X	
Porcentaje de población con empleo a tiempo completo		X						
Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes			X		X		X	
Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes		X	X					
Número de negocios por cada cien mil habitantes		X						
Ratio de deuda respecto a recursos propios	X						X	X
Gasto de capital respecto al total del gasto	X							X
Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	X							

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.7: Indicadores de la dimensión social

Indicador individual (fila)/Otros indicadores compuestos (columna)	IUSIL (Shen et al.)	Smart City Ranking (Giffinger et al.)	Technology Achievement Index (Cherchye et al.)	Environmental Sustainability Index (Wendling et al.)	Composite Index of sustainable development at local scale (Salvati y Carlucci)	Urban sustainable framework for India (Panda et al.)	City Prosperity Index (Wong)	FPEEM Sustainability Index (Cruciani et al.)
	Esperanza de vida	X	X					X
Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	X							
Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	X					X	X	
Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes		X				X		
Número de médicos por cada cien mil habitantes		X					X	
Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina	X					X		
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos)	X					X		
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos)	X					X		
Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar	X							
Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	X					X	X	X
Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	X					X		
Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales	X			X		X	X	
Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	X					X	X	
Número de bomberos por cada cien mil habitantes	X					X		
Número de homicidios por cada cien mil habitantes	X	X					X	
Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes							X	
Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	X	X			X	X		
Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes	X						X	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3.8: Indicadores de la dimensión ambiental

Dimensión Ambiental	Indicador individual (fila)/Otros indicadores compuestos (columna)	IUSIL (Shen et al.)	Smart City Ranking (Griffinger et al.)	Technology Achievement Index (Cherchye et al.)	Environmental Sustainability Index (Wendling et al.)	Composite Index of sustainable development at local scale (Salvati y Carlucci)	Urban sustainable framework for India (Panda et al.)	City Prosperity Index (Wong)	FEEM Sustainability Index (Cruciani et al.)
	Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	X							X
	Energía eléctrica consumida por habitantes (kWh/año)	X	X	X					
	Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	X						X	
	Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	X			X				
	Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario				X				
	Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	X	X		X		X	X	X
	Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	X						X	
	Recogida de residuos sólidos por habitante	X						X	
	Concentración de partículas (PM 2.5)		X		X			X	
Emissiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante	X			X			X	X	

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en los cuadros anteriores, todos los indicadores seleccionados dentro del marco de la ISO 37120:2014 son parte, en mayor o menor medida, de otros indicadores sintéticos que han evaluado conceptos significativos de sostenibilidad urbana.

Los datos contenidos en ISO 37120:2014 han sido utilizados en estudios de ámbito urbano publicados en revistas indexadas (Lehner et al., 2018; Pineo et al., 2019). De igual manera, sus indicadores han sido objeto de consideración por Akande et al. (2019) o Steiniger et al. (2020).

Así, los datos a los que se ha tenido acceso a través de la web abierta hasta mayo de 2019, se caracterizan por ser globalmente estandarizados de conformidad con la norma ISO 37120:2014 y auditados externamente, según se cita expresamente en la página web del World Council on City Data<sup>25</sup>. Otras fuentes de información han sido la base de datos metropolitanos de la OCDE, la base de datos del Banco Mundial, la base de datos de la Organización Internacional del Trabajo, la aplicación de McKinsey sobre datos urbanos (sólo para PIB/hab) y otras publicaciones o recursos electrónicos.

Como hemos señalado anteriormente, ninguna de las bases de datos es lo suficientemente amplia como para ofrecer la información completa que se

<sup>25</sup> <https://www.dataforcities.org/iso-37120> [consulta: 03/03/2022]

requiere para la amplitud de la muestra e indicadores que se propone. En total, 40 indicadores en 50 ciudades suponen 2.000 datos, algunos de los cuales, han tenido que ser estimados.

El problema de los valores perdidos se ha resuelto partiendo del supuesto de que nos encontramos ante valores “Missing Completely At Random” (MCAR), esto es, valores cuya ausencia no es intencionada por parte de la fuente de datos, y que, en promedio, serán parecidos al de ciudades similares que sí reportan dicha información (Nardo et al., 2008). Dada la naturaleza de los datos (Little y Rubin, 2002), las estimaciones se plantearán, en primer lugar, tomando una fuente externa a la propia ISO 37120:2014 o bien sobre la media de ciudades del mismo país, o con valores de ciudades similares (Hot Deck Imputation). Subsidiariamente, si se dispone del valor del indicador de una administración o ente territorial inmediatamente superior al urbano, se tomará éste<sup>26</sup>.

El anexo digital (formato Excel) a este trabajo contiene todos los datos utilizados, su fuente, año y, en su caso, estimación. Los datos que han sido estimados aparecen con la casilla en color verde.

De modo más abreviado, el cuadro 3.9 muestra la fuente principal de información, así como el número de valores perdidos por indicador que han requerido de estimación.

Cuadro 3.9. Número de valores perdidos objeto de estimación

<b>Indicador individual</b>	<b>Número de valores perdidos y estimados</b>
Producto de la ciudad por habitante	7
Porcentaje de población pobre	6
Índice de Gini	14
Tasa de desempleo de la ciudad	3
Tasa de desempleo juvenil	8
Porcentaje de población con empleo a tiempo completo	9
Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes	7
Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes	7
Número de negocios por cada cien mil habitantes	5
Ratio de deuda respecto a recursos propios	3
Gasto de capital respecto al total del gasto	5
Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	10

<sup>26</sup> El apartado 4.3 del capítulo siguiente muestra cada uno de los valores obtenidos, así como su valor normalizado.

Cuadro 3.9... (continuación)

Indicador individual	Número de valores perdidos y estimados
Esperanza de vida	0
Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	2
Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	1
Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes	2
Número de médicos por cien mil habitantes	4
Porcentaje de población femenina matriculada en Centros Escolares respecto a la población femenina en edad escolar	2
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos)	5
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos)	5
Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar	2
Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	3
Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	0
Porcentaje de población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	1
Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	0
Número de bomberos por cada cien mil habitantes	1
Número de homicidios por cada cien mil habitantes	1
Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes	0
Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	0
Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes	2
Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	9
Energía eléctrica consumida por habitante (kWh/año)	1
Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	1
Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	0
Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	1
Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	0
Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	1
Recogida de residuos sólidos por habitante	0
Concentración de partículas (PM 2.5)	2
Emisiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante	3

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Elaboración del indicador sintético de sostenibilidad urbana**

#### 3.3.1. Aspectos teóricos previos para la construcción de un indicador sintético

Según el “Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide” (Nardo et al., 2008), la construcción de todo indicador sintético pasa por una serie de etapas. Igualmente, se señala que un indicador sintético debería medir conceptos multidimensionales que no pueden ser recogidos por un solo indicador. De manera ilustrativa, uno de los ejemplos que se señalan es precisamente la sostenibilidad, sometida al mismo rango que otros conceptos como la “competitividad”, la “industrialización”, la “integración de mercados”, etc. ¿Cuáles son los pros y los contras de los indicadores sintéticos?

Un indicador sintético deficientemente construido “puede ofrecer líneas políticas de acción engañosas o simplistas conclusiones. Pueden ser utilizados de forma fraudulenta para dar soporte a una línea de acción política previamente definida si no se construye de forma transparente. Dicha transparencia o, mejor dicho, su ausencia, pueden conducir a un erróneo diagnóstico y por tanto afectar a la solución de los problemas. Igualmente, la selección de indicadores que lo componen y sus “pesos” pueden estar sujetos a discusiones políticas” (Nardo et al., 2008, pp. 13-14).

Las ventajas, no obstante, son también importantes, tales como la fácil interpretación de los hechos de forma más clara que un amplio espectro de indicadores simples, la sencilla lectura de la evolución de los países, la incorporación de multitud de variables que serían confusas si no se agregasen o la fácil interpretación del público en general.

Así, en aras a garantizar la transparencia de la metodología, las fuentes y lo que técnicamente se conoce como “metadato”, procede seguir los siguientes pasos, si bien no todos son preceptivos en función de los objetivos últimos del indicador:



Primero: Marco teórico.

El marco teórico que, en nuestro caso, ya se ha planteado en los dos apartados anteriores, permite obtener las bases para la selección de indicadores desde un punto de vista cuantitativo —no muchos, no pocos— y cualitativo —para que los “no muchos” sean suficientemente representativos— y poder así realizar un análisis coherente con el objeto de estudio. Asimismo, deben detallarse los subgrupos que procedan. Esto es especialmente importante en la definición de un marco teórico multidimensional como es la sostenibilidad urbana.

Segundo: Selección de variables.

El indicador debe poseer validez analítica, cobertura geográfica adecuada y relación directa con el objeto de estudio. La utilización de indicadores aproximados debe ser considerada cuando los datos no existan. En este caso, la implicación de expertos y los denominados “stakeholders” debe ser considerada, especialmente, como señala el documento, porque “usar los datos disponibles no significa que sean datos suficientes” (Nardo et al., 2008, pp. 23).

Tercero: Imputación de datos no existentes.

Este paso tiene relación con el anterior, pero con un sesgo diferente; así, ha de entenderse que este punto se refiere a aquellos casos en que el dato buscado ni siquiera pueda encontrarse en el análisis de la ciudad y, por tanto, sea necesaria su estimación mediante las técnicas estadísticas que se sugieren en el propio documento, en función del tipo de imposibilidad para conocer cada valor.

Cuarto: Análisis multivariante.

En ocasiones, el análisis de indicadores individualmente considerados puede omitir las relaciones existentes entre ellos. La naturaleza de los datos necesita ser considerada en términos de correlación, especialmente a la hora de realizar ponderaciones y agregaciones. En nuestro indicador omitiremos este aspecto ya que todos los indicadores seleccionados se consideran relevantes independientemente de si existe o no correlación entre ellos.

#### Quinto: Normalización.

Es fundamental antes de agregar datos, considerarlos en términos homogéneos. Así, existen distintas técnicas de agregación tales como la estandarización; el método “max-min”; la asignación de valores sobre estándares, etc. Cabe añadir que, con carácter previo a la agregación, todos los indicadores deben seguir la misma dirección, es decir, una estructura homogénea de significado en términos positivos (cuanto más, mejor) o en términos negativos (cuanto más, peor).

#### Sexto: Ponderación y agregación.

La ponderación de cada uno de los componentes en el conjunto del indicador puede tener una incidencia significativa en su resultado, por ello, existen distintas técnicas de ponderación y agregación. Sobre este asunto, existen diferentes aproximaciones; así, una decisión importante a tomar cuando se construye un indicador sintético pasa por la elección de los pesos que se atribuyen a cada criterio (Greco et al, 2019). Este es un tema controvertido porque tiene una gran influencia en los valores y la interpretación de los índices. En la literatura, hay diferentes aproximaciones a la ponderación. En muchos casos, los pesos se eligen para neutralizar el problema de la doble contabilización, ya que puede existir colinealidad en los indicadores básicos (Freudenberg, 2003; Nardo et al., 2008) o, directamente, se elige no asignar ponderación alguna o resaltar específicamente alguno de los indicadores.

Respecto a la agregación, especialmente en materia de sostenibilidad, el problema fundamental a abordar es el derivado de la compensación o no compensación entre dimensiones que trataremos en el apartado correspondiente.

#### Séptimo: Análisis de incertidumbre y sensibilidad.

A la hora de seleccionar indicadores, los juicios de valor constituyen una parte inevitable de ese proceso. Así, un buen análisis de incertidumbre y sensibilidad, pueden ayudar a construir un indicador sintético fiable y transparente.

Octavo: Análisis de datos y deconstrucción del indicador.

Los indicadores sintéticos, pueden ser “desmontados” en aras a entender el análisis y observar las posibles correlaciones entre la información que contiene el indicador, así como determinar la importancia relativa de cada uno de los subcomponentes del indicador sintético.

Noveno: Relaciones con otros indicadores.

Los indicadores sintéticos, a menudo, ofrecen mediciones que están relacionadas con fenómenos muy bien conocidos. Asimismo, conviene señalar que los indicadores sintéticos suelen estar correlacionados con alguno de los indicadores que contienen, pudiendo conducir, en esos casos, a un doble cómputo no deseado.

Décimo: Visualización de resultados.

El indicador sintético debe ser presentado de forma clara al responsable de la toma de decisiones, de modo que los gráficos, números y textos sean coherentes.

### 3.3.2. Construcción del indicador aplicado a la sostenibilidad urbana

#### 3.3.2.1. *Consideraciones previas*

Como acaba de verse, un indicador sintético tiene distintas formas de construcción que van a diferenciarse, fundamentalmente, por la técnica de normalización y agregación por la que optemos. Por tanto, a la hora de elegir un método de normalización y agregación, cabe plantearse para qué queremos el indicador sintético. Así, en nuestro caso, la finalidad de construir un indicador sintético va mucho más allá de poder elaborar rankings de ciudades.

El objetivo será “medir” la situación de las ciudades en términos de sostenibilidad urbana, para identificar dónde se encuentran las principales carencias de las ciudades, a partir de la distancia existente respecto a un umbral preestablecido de sostenibilidad. Esto permitirá deducir cuál debe ser la agenda urbana, es decir, qué políticas concretas deben aplicarse para corregir esas carencias o déficits de sostenibilidad y poder establecer un marco sobre el

que desarrollar un plan estratégico o, en su caso, tener un criterio para evaluar los planes existentes desde la perspectiva de la sostenibilidad urbana.

En definitiva, no se pretende aportar un indicador más de sostenibilidad, sino un indicador que identifique dónde están los déficits de sostenibilidad o, por decirlo con otras palabras, un indicador de insostenibilidad. Ello es así en tanto que ya existen indicadores de sostenibilidad urbana que pudieran no ofrecer una visión global del problema, bien por la falta de datos de ciudades diversas de todo el mundo (Kühner et al., 2021) o bien porque el espectro de ciudades estudiado es más bien pequeño (Shen et al., 2011).

La crítica que pesa sobre los indicadores compuestos o sintéticos es, habitualmente, su falta de transparencia. Así, propondremos una técnica de normalización y agregación transparente y descomponible en términos dimensionales, adoptada de la metodología de medición de la pobreza (Prieto et al., 2016) que, al igual que la sostenibilidad, posee una estructura multidimensional.

Es importante reiterar, dado que este punto es clave para entender el resto de la propuesta, que con esta técnica se cambia el enfoque de saber cuán sostenible es una ciudad —siempre puede serlo más— por el de conocer dónde están los problemas concretos o déficits de sostenibilidad y saber así, qué políticas públicas aplicar en función de la gravedad del problema detectado y cuantificado. Gracias a la cuantificación, no sólo va a conocerse cuántos problemas existen, es decir, cuantos indicadores no alcanzan el umbral de sostenibilidad predeterminado, sino también la magnitud de cada problema, lo que dará lugar a que los responsables políticos puedan disponer de un argumento técnico para priorizar políticas públicas en aras a la sostenibilidad de la ciudad.

Antes de continuar con la técnica de normalización y agregación, hay que detenerse en dos conceptos fundamentales para entender la metodología propuesta: el concepto de umbral y el concepto de carencia.

Por umbral entenderemos aquel valor límite que diferencia lo aceptable en términos de sostenibilidad, respecto de lo inaceptable o insostenible para cada indicador simple considerado. Un valor aceptable no tiene por qué ser el paradigma de sostenibilidad, pues como decíamos anteriormente, siempre puede serlo más —se pueden tener más médicos por cada cien mil habitantes,

menos emisiones de partículas PM 2.5 o más porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables— pero, sin embargo, un valor inaceptable o insostenible, indica claramente dónde existe un déficit de sostenibilidad que es necesario afrontar. Obviamente, estos valores están sujetos a discrecionalidad y pueden ser modificables en el tiempo. Para minimizar esta circunstancia, ha de procurarse que los valores umbral sean objeto de consenso. Así, el valor umbral se puede establecer siguiendo criterios de organizaciones internacionales como Naciones Unidas o la Unión Europea, estudios de reconocido prestigio o valores medianos absolutos, reducidos o ampliados, en relación con una muestra de ciudades.

Por carencia o déficit entenderemos aquel valor situado por debajo del umbral establecido, que muestra que el indicador presenta insostenibilidad en la ciudad objeto de estudio. Cuanto más lejos esté el valor respecto del umbral, más insostenible será esa ciudad desde la perspectiva de ese indicador concreto. En este caso, sí interesa conocer exactamente cuán insostenible es una ciudad para establecer prioridades en la agenda urbana. Obviamente, las comparaciones se establecerán sobre los valores normalizados.

En definitiva, esta técnica va a traer aparejadas dos grandes ventajas ya esbozadas anteriormente, pero que conviene resumir en este punto: va a permitir identificar cuáles son los principales problemas de sostenibilidad urbana —considerando una muestra representativa de ciudades a nivel global— y, por otra parte, va a medir la magnitud de los problemas en términos de sostenibilidad —considerando cada ciudad—, de manera que se podrá establecer una prioridad objetiva de acción por parte de cada gobierno urbano para corregir los problemas de insostenibilidad.

### 3.3.2.2. *Normalización*

La notación que utilizaremos para la construcción del indicador es la siguiente:

Sea  $x_{ijkl}$  el valor del indicador individual  $l$ , en la subdimensión  $k$  de la dimensión  $j$  en la ciudad  $i$ .

Sea  $z_{jkl}$  el valor del umbral mínimo de sostenibilidad definido en el indicador individual  $I$ , en la subdimensión  $k$  de la dimensión  $j$ .

Sea la función “g” definida como:

$$g_{ijkl}^{\alpha} = I_{\{x_{ijkl} < z_{jkl}\}} \left(1 - \frac{x_{ijkl}}{z_{jkl}}\right)^{\alpha} \text{ con } \alpha \geq 0 \quad y \quad 0 \leq g_{ijkl}^{\alpha} \leq 1, \quad \text{en}$$

donde  $I$  va a tomar solamente dos valores, 1 y 0, en función de si no llega a un umbral definido para cada indicador  $z_{jkl}$  de sostenibilidad o si lo supera; así:

$$I_{\{x_{ijkl} < z_{jkl}\}} = \begin{cases} 1 & x_{ijkl} < z_{jkl} \\ 0 & x_{ijkl} \geq z_{jkl} \end{cases}$$

A partir de ahí, en función del valor que tome  $\alpha$ , podemos decidir, para los casos de incumplimiento, cuánto queremos ponderar —en términos de penalización— la distancia al umbral de sostenibilidad de cada variable.

Si  $\alpha$  toma el valor 0, todos los valores de la función  $g$  quedarán reducidos a 0 ó 1, lo que supone que no existe ponderación en el incumplimiento; es decir, en el momento en que no se alcanza el umbral de sostenibilidad, se califica como 1; así:

$$g_{ijkl}^0 = I_{\{x_{ijkl} < z_{jkl}\}} \left(1 - \frac{x_{ijkl}}{z_{jkl}}\right)^0 \Rightarrow g_{ijkl}^0 = I_{\{x_{ijkl} < z_{jkl}\}}$$

En definitiva, si  $\alpha=0$ , es igual de “mal resultado” estar cerca del umbral que lejos del mismo. Ello hace que, aplicado a nuestro estudio, se pierda sensibilidad a la hora de priorizar variables que están más lejos del umbral, sobre otras que están más cerca.

Ocurre algo similar si  $\alpha=2,3,4\dots n$ . En estos casos, cuanto mayor sea el valor de  $\alpha$ , menos importancia relativa tendrá una determinada distancia respecto al umbral. Por tanto, en términos de sensibilidad del indicador, la mejor selección posible es que  $\alpha$  tome el valor 1, de modo que el valor resultante de la expresión  $\left(1 - \frac{x_{ijkl}}{z_{jkl}}\right)^1$  no vea disminuido su valor original.

Cabe señalar que, con carácter previo a la normalización y como se ha adelantado anteriormente, procede transformar los resultados originales de aquellos indicadores cuyo mayor valor significa un peor resultado, para que

exista una coherencia en todos ellos. Así, por ejemplo, el indicador “número de bomberos por cada cien mil habitantes” es directamente proporcional, en la medida en que cuanto mayor sea el valor, mejor calificación tendrá el indicador, no requiriendo ningún tipo de transformación previa a la normalización. Sin embargo, en el indicador “accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes”, cuanto mayor es el valor del indicador, peor es la calificación en términos de sostenibilidad, por lo que deberemos transformar el indicador como “no accidentados de tráfico mortales por cada cien mil habitantes” transformando cada valor y el umbral de sostenibilidad.

Veámoslo con más claridad tomando como ejemplo dos indicadores, uno de proporcionalidad directa (cuanto mayor valor, mejor resultado) y otro de proporcionalidad inversa (cuanto mayor valor, peor resultado).

Ejemplo 1: Sea el indicador “porcentaje de residuos sólidos que son reciclados”. En este caso se ha tomado como umbral el valor 55%. Así, aquellas ciudades que presenten valores por encima de ese umbral, se considerará que presentan un valor sostenible, mientras que las que están por debajo presentarán lo que denominamos “carencia” o “déficit” en términos de sostenibilidad.

Aplicando la función  $g_{ijkl}^\alpha$  para el caso que nos ocupa, veamos qué ocurre con la ciudad de Vaughan (65,77%) y la de Ahmedabad (24,47%).

Para Vaughan:  $g_{Vaugham,3,3,1}^1 = 0 \left(1 - \frac{65,77}{50}\right)^1 = 0$ , puesto que el valor de  $I_{\{x_{ijkl} < z_{ijkl}\}} = \begin{cases} 1 & x_{ijkl} < z_{ijkl} \\ 0 & x_{ijkl} \geq z_{ijkl} \end{cases}$ , es 0 al ser el valor mostrado, superior al valor umbral.

Sin embargo, en Ahmedabad:  $g_{Ahmedabad,3,3,1}^1 = 1 \left(1 - \frac{24,47}{50}\right)^1 = 0,51$ , dado que el parámetro de transformación  $I_{\{x_{ijkl} < z_{ijkl}\}} = \begin{cases} 1 & x_{ijkl} < z_{ijkl} \\ 0 & x_{ijkl} \geq z_{ijkl} \end{cases}$  toma el valor 1 al ser el valor mostrado por la ciudad inferior al valor umbral.

Ejemplo 2: Sea el indicador “concentración de partículas PM 2.5” con un umbral de sostenibilidad de  $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Como sabemos, cuanto mayor sea este valor, peor será el resultado en términos de sostenibilidad. Por tanto, debemos hacer una transformación previa que invierta el sentido de la proporcionalidad. En este caso, considerando las dos ciudades del ejemplo 1, Vaughan presenta un valor de  $9,20\mu\text{g}/\text{m}^3$  y Ahmedabad, de  $35,57\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Para que la proporcionalidad sea directa, haremos la siguiente transformación: si el umbral de deficiencia es 25, todos los valores quedarán referenciados respecto a ese valor, de modo que obtenemos el valor inverso de cada ciudad; así, Vaughan tomará el valor  $25/9,20$  y Ahmedabad  $25/35,57$ , esto es, 2,72 y 0,70 respectivamente. Igualmente, el propio umbral, al convertirse en la referencia, pasa a valer 1. Obviamente, en los indicadores medidos en porcentaje o en términos de cien mil habitantes, la transformación —incluyendo el valor umbral— se hace restando respecto de 100.000 el valor obtenido. En definitiva, las transformaciones de aquellos umbrales que no tienen un límite se hacen con la referencia para obtener su inverso, mientras que los que tienen un tope, bien por ser una proporción o bien por estar identificados en límites de población, restaremos el valor original respecto de esos límites.

Una vez obtenidos los valores en sentido directo, podemos aplicar la función de normalización:

Para Vaughan:  $g_{Vaugham,3,3,4}^1 = 0 \left(1 - \frac{2,72}{1}\right)^1 = 0$  puesto que el valor de  $I_{\{x_{ijkl} < z_{jkl}\}} = \begin{cases} 1 & x_{ijkl} < z_{jkl} \\ 0 & x_{ijkl} \geq z_{jkl} \end{cases}$ , es 0 al ser el valor mostrado, superior al valor umbral.

Sin embargo, en Ahmedabad:  $g_{Ahmedabad,3,3,4}^1 = 1 \left(1 - \frac{0,70}{1}\right)^1 = 0,3$  dado que el parámetro de transformación  $I_{\{x_{ijkl} < z_{jkl}\}} = \begin{cases} 1 & x_{ijkl} < z_{jkl} \\ 0 & x_{ijkl} \geq z_{jkl} \end{cases}$  toma el valor 1 al ser el valor mostrado por la ciudad inferior al valor umbral.



### 3.3.2.3. *Agregación*

Una cuestión que genera no pocos problemas en materia de agregación de indicadores compuestos de sostenibilidad es la compensación entre dimensiones, es decir, la posibilidad de compensar cualquier déficit en una dimensión con un superávit en otra (Nardo et al., 2008; Tarabusi y Guarini, 2013). En este punto, es importante señalar que sólo se consideran para la agregación los indicadores básicos con déficit y, por tanto, no se va a compensar un buen desempeño en un indicador por encima del valor umbral u objetivo con un mal desempeño en otro indicador por debajo de dicho valor. Por lo tanto, independientemente de la técnica de agregación, la compensación sólo podrá existir entre aquellos valores que estén “mal”, es decir, por debajo del objetivo de sostenibilidad, lo que no es una compensación formal en términos de “buen resultado de PIB/hab compensa mal resultado de emisiones de gases de efecto invernadero”.

Existen diferentes técnicas de agregación para construir un indicador sintético (Nardo y Munda, 2005; Gan et al, 2017). Las opciones de agregación que se aplican habitualmente pasan por aplicar medias aritméticas o geométricas de modo que, al final, la agregación se reduce a dos opciones (Greco et al, 2019): agregación compensatoria o no compensatoria. La primera implica la aceptación de una compensación entre sus variables, como sucede con la media aritmética; mientras que la segunda no la permite, como ocurre con el enfoque máximo o multi-criterio desarrollado en Munda y Nardo (2009). Sin embargo, hay estrategias mixtas que pueden utilizar una combinación de los dos (Mazziotta y Pareto, 2018). En el ámbito de la sostenibilidad, la agregación no compensatoria entre dimensiones implicaría un enfoque de "sostenibilidad fuerte" (Díaz-Balteiro y Romero, 2004; Mori y Christodoulou, 2012; Ziemba, 2019).

Nuestra propuesta de agregación pasa por utilizar un enfoque paso a paso con diferentes tipos de medias generalizadas<sup>27</sup> que van desde la compensación total, utilizando medias aritméticas<sup>28</sup> en la agregación de indicadores individuales y subdimensiones, hasta una agregación parcialmente compensatoria usada en la agregación final entre dimensiones. Esta función ajustada al desequilibrio, como la llamaron Tarabusi y Guarini (2013), produce resultados muy consistentes, como lo demuestran las pruebas de robustez realizadas que veremos más adelante. La agregación utilizando medias generalizadas ofrece una solución intermedia entre compensación y no compensación exenta de discrecionalidad.

La agregación se realiza en tres etapas que corresponden a los tres niveles del marco conceptual de la sostenibilidad urbana. En la primera etapa, los indicadores se agregan hasta el nivel de subdimensión. Esto se hace promediando entre indicadores para obtener índices de subdimensión de modo que construimos el indicador de subdimensiones aceptando que existe compensación pues, tal y como las hemos definido, concurren indicadores de diversa naturaleza que son susceptibles de compensación sin que ello reste representatividad al valor de la subdimensión.

A continuación, en la segunda etapa, el valor de cada subdimensión se promedia para obtener valores de dimensión, admitiendo también compensación entre ellas. Por último, para obtener el índice global, se toma el valor de los tres índices específicos de cada dimensión. Considerando que los promedios o medias aritméticas son medias generalizadas de grado uno, podemos decir que, en cada etapa, se utiliza una media generalizada. Específicamente, procedemos en un proceso secuencial de la siguiente manera. En el primer paso, para una ciudad  $i$ , dimensión  $j$  y subdimensión  $k$ , los indicadores normalizados se agregan en un índice de *subdimensión*,  $I_{ijk}$ , es decir:

---

<sup>27</sup>La media generalizada es una función de agregación que se ha utilizado en diferentes campos relacionados con el bienestar. Sin embargo, en nuestro entorno, su aplicación en el campo de la pobreza multidimensional es especialmente interesante (véase, por ejemplo, Sen y Annad (1997) y Lasso de la Vega et al (2008).

<sup>28</sup> La media aritmética es un subtipo de media generalizada de grado 1.

$$I_{ijk} = \sum_{l \in L_{jk}} w_{jkl} g_{ijkl}$$

donde  $w_{jkl} > 0$  es el peso asociado al indicador  $l \in L_{jk}$  con  $\sum_{l \in L_{jk}} w_{jkl} = 1$ . En otras palabras,  $I_{ijk}$  es el valor medio de la brecha normalizada entre todos los indicadores de una subdimensión dada, en la que cualquier ciudad no es sostenible. Por lo tanto,  $I_{ijk}$  proporciona información sobre la profundidad de la no sostenibilidad en una subdimensión específica.

En un segundo paso, se obtiene un índice de dimensión como la media ponderada de los índices de subdimensión de una dimensión dada; es decir, para cada ciudad  $i$  y dimensión  $j$ , el índice dimensional se obtiene como:

$$I_{ij} = \sum_{k \in K_j} w_{jk} I_{ijk}$$

donde  $w_{jk} > 0$  es el peso asociado a la subdimensión  $k \in K_j$  con  $\sum_{k \in K_j} w_{jk} = 1$ . Del mismo modo  $I_{ij}$  expresará la media ponderada de la brecha normalizada de una dimensión, es decir, de la profundidad de la no sostenibilidad en una dimensión específica.

Finalmente, en el tercer paso, se obtiene un índice global, al que llamaremos Índice de No Sostenibilidad Urbana (*UNSI*),<sup>29</sup> agregando mediante medias generalizadas las dimensiones obtenidas anteriormente. Así, el *UNSI* de la ciudad  $i$  se obtiene de la siguiente manera:

$$UNSI_i = \left( \sum_{j=1}^3 w_j I_{ij}^\gamma \right)^{1/\gamma}, \gamma \geq 1$$

donde  $w_j$  es el peso asociado a la dimensión  $j = 1, \dots, 3$ , con  $\sum_{j=1}^3 w_j = 1$ . Esta función es idéntica a la media aritmética si  $\gamma = 1$ , a la media geométrica si  $\gamma \rightarrow 0$  y el máximo de  $I_{ij}$  si  $\gamma \rightarrow +\infty$

---

<sup>29</sup> Acrónimo en inglés de Urban Non Sustainability Index.

A continuación, señalaremos algunas propiedades<sup>30</sup> del indicador sintético que se propone. En primer lugar, el *UNSI* está limitado entre 0 y 1. El valor 0 significa que todos y cada uno de los indicadores individuales considerados están por encima de los umbrales de sostenibilidad y, por tanto, la ciudad estaría en un estado de sostenibilidad, en la medida en que no cambien los valores umbral considerados para cada indicador. Si obtiene el valor 1, significa que todos los indicadores individuales no alcanzan los valores umbral considerados y que la ciudad es absolutamente insostenible. Por tanto, cuanto más próxima a cero se encuentre la ciudad, menos problemas de sostenibilidad deberá afrontar y cuanto más cerca de uno se halle, en peor situación se encontrará. En definitiva, el *UNSI* detecta no solo la existencia de no sostenibilidad, sino también su intensidad.

Otra propiedad es que el *UNSI* no es decreciente respecto del parámetro  $\gamma$ . Por tanto, cuando  $\gamma > 1$ , dadas dos ciudades con la misma suma de índices dimensionales, cuanto mayor sea la diferencia entre los respectivos índices dimensionales, mayor será el valor *UNSI*, es decir, se produce una penalización hacia el peor valor dimensional.

Quizá la propiedad más interesante del *UNSI* es que otorga diferentes niveles de compensación entre dimensiones en función del parámetro  $\gamma$ . Así, cuanto mayor es  $\gamma$ , mayor es la no compensación.

Siguiendo a Chakravarty y Majumder (2005), una transformación equivalente ordinal de *UNSI* es

$$UNSI_i^t = \sum_{j=1}^3 w_j I_{ij}^\gamma, \gamma \geq 1$$

De esta manera, mediante la suma ponderada de los valores de los índices dimensionales, pero elevando cada uno a la potencia  $\gamma$ , obtenemos la contribución de cada dimensión al *UNSI*.

---

<sup>30</sup>Otras propiedades de las medias generalizadas pueden encontrarse en Anand y Sen (1997), Ruíz (2011), Lasso de Vega y Urrutia (2011) y Chakravarty (2017)

Así, la contribución de la dimensión  $j$  a la insostenibilidad de la ciudad  $i$  podría ser estimada como:

$$C_{ij} = \frac{w_j I_{ij}^\gamma}{\sum_{j=1}^3 w_j I_{ij}^\gamma}, \gamma \geq 1$$

La deconstrucción del *UNSI* por dimensiones es una propiedad muy atractiva, ya que una dimensión con una alta contribución merecerá atención prioritaria en materia de políticas públicas urbanas en un contexto de recursos limitados para afrontar todos los problemas. En definitiva, el *UNSI* es un indicador sintético, pero que permite ser desagregado de manera transparente para poder afrontar prioridades en materia de políticas de sostenibilidad urbana.

#### 3.3.2.4. Ponderación

Otro de los elementos críticos que requieren de una decisión cuando se construye un indicador sintético, es la elección de pesos atribuidos a cada indicador (Greco et al, 2019). Este es un tema controvertido porque tiene una gran influencia en los valores y la interpretación de los índices. Como se indicó en el apartado general de pasos para la construcción de un indicador sintético, existen diferentes enfoques para la ponderación. Así, conviene recordar que, en algunos casos, los pesos se eligen para neutralizar el problema del doble conteo buscando evitar el efecto de la colinealidad en los indicadores básicos o para asignar mayor importancia a algún valor concreto.

En nuestro caso, se aplican pesos iguales a las dimensiones, a las subdimensiones de cada dimensión y a los indicadores básicos de cada subdimensión. Por lo tanto,  $w_j = \frac{1}{3}$  ;  $w_{jk} = \frac{1}{\#K_j}$ , siendo  $\#K_j$  el número de subdimensiones en  $K_j$  y  $w_{jkl} = \frac{1}{\#L_{jk}}$  donde  $\#L_{jk}$  es el número de indicadores en  $L_{jk}$ . Al final, como podemos ver, tanto las subdimensiones como los indicadores básicos no se ponderan por igual. Esto se debe al diferente número de subdimensiones en cada dimensión y al diferente número de indicadores individuales en cada subdimensión.

#### **4. APLICACIÓN DEL INDICADOR A LA MUESTRA DE CIUDADES**

Tras la exposición de los aspectos teóricos del indicador, en este capítulo veremos su funcionamiento práctico. Para ello, dedicamos los dos primeros apartados a explicar los motivos de la selección de ciudades y a presentar los umbrales de sostenibilidad, los cuales sirven como elemento clave en la normalización.

Posteriormente, a pesar de la extensión que pueda suponer, consideramos oportuno observar los resultados obtenidos en cada ciudad y en cada indicador de una manera gráfica. Esta perspectiva aporta una visión intuitiva sobre las diferencias existentes en las ciudades, tanto desde un enfoque “sin filtros”, esto es, sin centrarnos en los déficits de sostenibilidad; como desde un enfoque normalizado en donde vamos a poder observar los déficits de la muestra de ciudades en cada uno de los indicadores. La presentación de esos gráficos va acompañada de comentarios que pueden resultar de ayuda para la interpretación de los resultados. El objetivo de este apartado no es sólo mostrar los resultados de manera transparente, sino que, además, el lector pueda extraer sus primeras conclusiones sobre la situación global de las ciudades en términos de sostenibilidad.

A continuación, se muestra un análisis conjunto dimensión por dimensión, con especial atención al comportamiento de las subdimensiones, en donde podremos extraer las primeras conclusiones sobre las ventajas del análisis propuesto. Igualmente, mediante técnicas de análisis multivariante, presentaremos una caracterización o clasificación de ciudades en contraste con el análisis descriptivo realizado en este apartado. Por una parte, este análisis confirmará si la descripción “intuitiva” que ofrecen los resultados es válida y, por otra, si existen grupos de ciudades claramente diferenciados y qué causas pueden ser las determinantes de dicha diferenciación.

Finalmente, mostraremos los resultados del indicador en su conjunto, con especial relevancia a los aspectos técnicos de la agregación, para descubrir el papel que juega la dimensión ambiental en el conjunto de la sostenibilidad y compararemos los resultados con algunas de las aportaciones realizadas en este campo.

#### **4.1. La selección de ciudades**

Como han señalado otros trabajos en este campo (Cohen, 2017; Steiniger et al., 2020), cualquier propuesta de un modelo de evaluación o cuantificación de sostenibilidad urbana, debería ser probado en una muestra significativa de ciudades. Existen diversos criterios para seleccionar una muestra de ciudades suficientemente diversa. Así, un criterio podría pasar por seleccionar la ciudad capital —clave por economías de aglomeración y centro administrativo— y la siguiente ciudad más poblada de cada país. Otro criterio válido, podría basarse en seleccionar ciudades que obedecieran a una escala de tamaños de ciudad basados en su población (Shen et al., 2017); esto es, ciudad pequeña (menos de 500.000 habitantes), ciudad mediana (entre 500.000 y 1.000.000 de habitantes), ciudad grande (entre 1.000.000 y 3.000.000 de habitantes), super ciudad (entre 3.000.000 y 10.000.000 de habitantes) y megaciudad (más de 10.000.000 de habitantes).

No obstante, la ausencia de datos a nivel global de ciudades de todo el mundo hace imposible tomar plenamente cualquiera de estos criterios, especialmente, en las ciudades de países poco desarrollados o en vías de desarrollo. Así, aunque podrían llegar a conseguirse algunos de los indicadores simples seleccionados, para ciudades pertenecientes a países que tienen buenos servicios de estadística desagregados a nivel local, se estarían obviando aquellas ciudades que van a jugar un papel fundamental en términos demográficos, económicos, sociales y ambientales en los próximos años. Ello es así, en tanto que las ciudades de África, Asia y de Iberoamérica —como ya se ha señalado al inicio de este trabajo— van a protagonizar la concentración urbana y demográfica del futuro y, por ello, es esencial conocer a qué problemas se enfrentan hoy esas ciudades para poder anticipar posibles soluciones encaminadas hacia la sostenibilidad.

En definitiva, se trata de no caer en la trampa de obtener una muestra de ciudades que permita realizar un ranking de ciudades que “compiten” en la misma escala de necesidades urbanas por ser demasiado parecidas. Si pretende realizarse una muestra que sea representativa de las distintas problemáticas urbanas, han de incluirse ciudades de todos los niveles de

desarrollo humano, de todos los ámbitos geográficos y —cabe reconocer su influencia— de diferentes civilizaciones o ámbitos culturales.

Una de las ventajas de ISO37120:2014 es que, además de la tan demandada estandarización de indicadores y una base de datos más amplia y diversa —aunque no exenta de muchas ausencias en indicadores y ciudades importantes<sup>31</sup>— que los de otras fuentes, contiene, además, una amplia relación de más de cien ciudades que se han sumado al proceso de estandarización. Por tanto, tomaremos una muestra de cuarenta y ocho ciudades pertenecientes a ISO 37120:2014 y le añadiremos la ciudad de Medellín (Colombia), ciudad que servirá de base para estudiar la evolución temporal del indicador en el capítulo final y la ciudad de Moscú (Federación Rusa), en la medida en que así se completa geográficamente un área del planeta para el que no había otras ciudades disponibles en ISO 37120:2014.

Las ciudades elegidas de ISO 37120:2014 lo han sido bajo unos criterios que reflejen diversidad suficiente y que se concretan en los siguientes:

- Que sean ciudades distribuidas por todo el globo.
- Que tengan distintos niveles de desarrollo humano.
- Que tengan población correspondiente a la escala descrita en los párrafos precedentes.

Además de a Moscú y Medellín, se enviaron solicitudes de información sobre los indicadores seleccionados a las siguientes ciudades: Nueva York; Tokio; Nagasaki; Shenzhen; Bangkok; París; Copenhague y Singapur. De ellas, sólo han contestado con datos suficientes para incluirlas en la muestra Medellín y Moscú. Por su parte, Nagasaki; Shenzhen; Bangkok; París; Copenhague y Singapur se han remitido a la información estadística nacional existente en el país. Nueva York y Tokio, no han contestado.

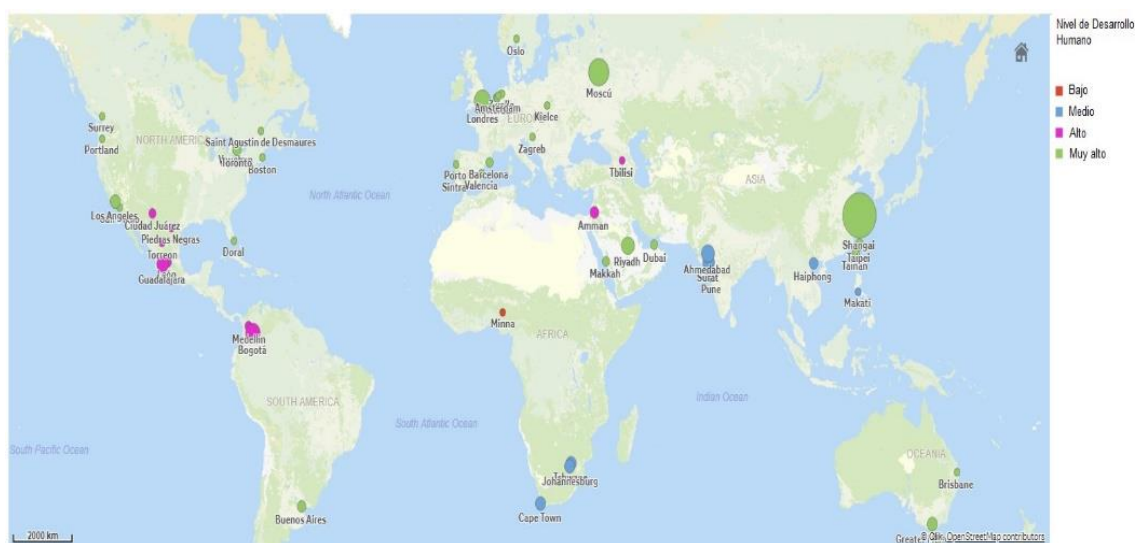
---

<sup>31</sup> Disponible hasta mayo de 2019 en la web del World Council on City Data <https://www.dataforcities.org>



Las ciudades seleccionadas —desde una perspectiva de nivel de desarrollo humano— son las que aparecen en la siguiente imagen.

Imagen 4.1: Tipología y distribución geográfica de ciudades por nivel de desarrollo humano



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 4.1 puede observarse que las ciudades seleccionadas son diversas desde varios puntos de vista. Así, contiene una ciudad con nivel de desarrollo humano bajo —según la clasificación del Banco Mundial a los países a los que pertenecen—, ocho con niveles de desarrollo humano medio, nueve con niveles de desarrollo humano alto y treinta y dos con niveles de desarrollo humano muy alto. Obviamente, habría sido ideal una muestra con idéntico número de ciudades por cada nivel de desarrollo humano, pero la disponibilidad de datos ha condicionado notablemente dicha elección.

La distribución geográfica resulta ser más equilibrada, si bien es cierto que resulta mejorable, en la medida en que existen, especialmente en los casos de México, India o Sudáfrica, más de una ciudad pertenecientes al mismo país, cuando lo ideal sería tener una mayor diversidad de países representados. Una vez más, la problemática de la obtención de datos en países en desarrollo vuelve a condicionar la muestra. No obstante, como veremos, las ciudades pertenecientes a los mismos países no ofrecen resultados demasiado parecidos en algunos casos.

Por último, la muestra sí refleja ciudades con distintos niveles de población: desde Saint Agustín de Desmaures con menos de veinte mil habitantes, hasta Shanghái con más de veinticuatro millones.

El cuadro 4.1 ilustra las ciudades seleccionadas.

Cuadro 4.1: Selección de ciudades

Ciudad	Habitantes	País
Ahmedabad	6.374.470 (2017)	India
Amán	2.584.600 (2014)	Jordania
Ámsterdam	834.713 (2016)	Países Bajos
Barcelona	1.611.822 (2013)	España
Bogotá	8.181.047 (2018)	Colombia
Boston	672.840 (2016)	Estados Unidos de América
Brisbane	1.184.215 (2015)	Australia
Buenos Aires	3.059.122 (2016)	Argentina
Ciudad del Cabo	4.004.793 (2016)	Sudáfrica
Ciudad Juárez	1.391.180 (2015)	México
Doral	51.382 (2016)	Estados Unidos de América
Dubái	2.327.350 (2014)	Emiratos Árabes Unidos
Gran Melbourne	4.529.496 (2015)	Australia
Guadalajara	4.924.026 (2016)	México
Haiphong	1.925.217 (2013)	Vietnam
Johannesburgo	4.949.347 (2016)	Sudáfrica
Kielce	197.704 (2016)	Polonia
La Haya	519.988 (2016)	Países Bajos
La Meca	1.919.909 (2014)	Arabia Saudí
León	1.514.077 (2014)	México
Londres	8.538.700 (2016)	Reino Unido
Los Ángeles	4.041.707 (2017)	Estados Unidos de América
Makati	529.039 (2010)	Filipinas
Medellín	2.549.550 (2017)	Colombia
Minna	255.631 (2014)	Nigeria
Moscú	12.443.566 (2017)	Federación Rusa
Oakville	194.000 (2017)	Canadá
Oporto	214.329 (2016)	Portugal
Oslo	658.390 (2016)	Noruega
Piedras Negras	163.595 (2015)	México
Portland	639.863 (2016)	Estados Unidos de América
Pune	5.574.000 (2014)	India
Riad	6.506.700 (2016)	Arabia Saudí
Rotterdam	618.357 (2014)	Países Bajos
San Agustín de Desmaures	19.369 (2017)	Canadá
San Diego	530.490 (2014)	Estados Unidos de América
Shanghái	24.151.500 (2014)	China
Sintra	382.521 (2015)	Portugal
Surat	5.326.690 (2015)	India
Surrey	526.293 (2016)	Canadá
Tainan	1.886.033 (2016)	Taiwán
Taipéi	2.695.704 (2016)	Taiwán
Tiflis	1.113.000 (2016)	Georgia
Toronto	2.808.503 (2014)	Canadá
Torreón	679.288 (2015)	México
Tshwane	3.275.152 (2016)	Sudáfrica
Valencia	787.266 (2015)	España
Vaughan	306.233 (2016)	Canadá
Zagreb	790.017 (2011)	Croacia
Zwolle	124.896 (2016)	Países Bajos

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Los umbrales de sostenibilidad

Como veíamos en las consideraciones previas a la explicación metodológica del indicador, un umbral de sostenibilidad es aquel valor límite que diferencia lo aceptable, respecto de lo inaceptable o insostenible para cada indicador simple considerado.

Los cuadros siguientes muestran los umbrales propuestos y la razón que motiva su elección.

Cuadro 4.2: Umbrales de sostenibilidad de la dimensión económica

Indicador	Umbral de sostenibilidad	Argumento
Producto de la ciudad por habitante	9.489USD/hab	60% del ingreso mediano mundial de PIB per cápita. Coincide con el 60% del ingreso mediano de los países clasificados como "ingreso medio alto" por el Banco Mundial y se aproxima bastante al 100% de los países clasificados como "ingreso mediano bajo"
Porcentaje de población pobre	8,50%	El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) n°1 establece, para 2030, la reducción de la pobreza relativa en un 50%. A la fecha, puede considerarse el 60% de la mediana como una reducción que obliga en mayor medida a los peor situados
Índice de Gini	0,4	Naciones Unidas considera 0,4 como un umbral de desigualdad moderada
Tasa de desempleo de la ciudad	6,17	Mediana. Según la OIT la media del desempleo en el mundo se sitúa en un próximo 5,5
Tasa de desempleo juvenil	11,86	Mediana. Según la OIT la media del desempleo juvenil en el mundo se sitúa en 13%
Porcentaje de población con empleo a tiempo completo	37,80%	Mediana. Parece una referencia sólida en la medida en que no es deseable según la OIT pues, en la mayoría de los casos, el empleo a tiempo parcial esconde baja calidad
Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes	26.800	Mediana. Valor similar a Unión Europea en población entre 15 y 64 años
Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes	5,33	60% de la mediana
Número de negocios por cada cien mil habitantes	3.000	60% de la mediana
Ratio de deuda respecto a recursos propios	60%	Analogía con los criterios de convergencia de la Unión Monetaria
Gasto de capital respecto al total del gasto	14,57%	Mediana. El dato es compatible con la estructura deseable del presupuesto local
Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	80%	Umbral aplicado en la Administración Local en España

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.3: Umbrales de sostenibilidad de la dimensión social

Indicador	Umbral de sostenibilidad	Argumento
Esperanza de vida	80,7	Media de los países pertenecientes a la OCDE
Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	4,8	60% de la mediana
Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	3,5	Media de los países pertenecientes a la OCDE
Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes	470	Media de los países pertenecientes a la OCDE
Número de médicos por cien mil habitantes	350	Media de los países pertenecientes a la OCDE
Porcentaje de población femenina matriculada en Centros Escolares respecto a la población femenina en edad escolar	99%	El ODS n° 4 es la total escolarización femenina para 2030. A la fecha, se mantiene un punto porcentual de margen. También existe relación con el ODS n° 5 de igualdad de género
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos)	98%	El ODS n° 4 es que todos los niños tengan educación primaria en 2030. Dadas las actuales tasas de abandono de la educación primaria, se mantiene el objetivo en el 98%
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos)	97%	El ODS n° 4 es que todos los niños tengan educación secundaria en 2030. Dadas las actuales tasas de abandono de la educación secundaria —aún mayores que la primaria—, se mantiene el objetivo en el 97%
Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar	99%	El ODS n° 4 es que todos los niños tengan educación primaria y secundaria en 2030. Si han de finalizar, parece obvio que primero habrán de estar matriculados en el sistema. Este objetivo es para

**Cuadro 4.3... (continuación)**

Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	99%	El ODS n°7 es el acceso universal a servicios básicos en 2030. Se mantiene 99% para 2020
Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	98%	El ODS n°11 es el acceso universal a servicios básicos en 2030. Se mantiene 99% para 2020
Porcentaje de población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	99%	El ODS n°6 es el acceso universal a servicios básicos en 2030. Se mantiene 99% para 2020
Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	99%	El ODS n°6 es el acceso universal a servicios básicos en 2030. Se mantiene 99% para 2020
Número de bomberos por cada cien mil habitantes	100	Consenso internacional oscila entre 1 y 6 por mil
Número de homicidios por cada cien mil habitantes	1,3	60% de la mediana
Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes	682	60% de la mediana
Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	252	60% de la mediana
Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes	1,6	El ODS n° 3.6 es reducir los accidentes de tráfico mortales un 50% ya en 2020

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 4.4: Umbrales de sostenibilidad de la dimensión ambiental**

Indicador	Umbral de sostenibilidad	Argumento
Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	27%	La UE ha revisado este objetivo hasta el 32% para 2030. Con anterioridad a 2018 el objetivo era de 27%. Dado que los datos son de 2018 y anteriores, se mantiene este valor como objetivo. Los ODS, aunque señalan que ha de aumentarse considerablemente, no ofrecen ningún valor en concreto.
Energía eléctrica consumida por habitante (kWh/año)	3523 (kWh/año)	Mediana menos el 27%. La UE señala que ha de mejorarse la eficiencia energética un 32,5% para 2030, revisando el objetivo del 27% que había en 2018. Por la misma razón que en el indicador anterior, se mantiene el umbral en 27%.
Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	1,54	Mediana menos el 50%. Dada la diversidad de tamaños de las ciudades y su diferente densidad de población, se mantiene un objetivo muy bajo.
Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	0	No es sostenible que las ciudades no tengan el más mínimo filtro de tratamiento de aguas residuales.
Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	90%	El objetivo de sostenibilidad ambiental debería ser el 100%. No obstante, dado que la sostenibilidad es un proceso (con un primer hito de consenso en 2030), consideramos que el 90% es un objetivo plausible con los datos de 2018 y anteriores.
Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	100l/persona/día	Existe debate entre 50l y 100l, siendo 100l la postura mayoritaria.
Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	50%	El objetivo de la UE es 55% para 2025 y 65% para 2035. Por tanto, consideramos plausible el 50% con los datos de 2018 y anteriores.
Recogida de residuos sólidos por habitante	0,16	Mediana reducida un 55%. Si suponemos que el objetivo es reciclar un 55% y lo que se recicla no se desecha, parece razonable asumirlo como criterio de reducción del valor mediano.
Concentración de partículas (PM 2.5)	25µg/m3 24 horas media.	Según la Organización Mundial de la Salud.
Emissiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante	2,87	Mediana reducida en un 40%. Si bien la exigencia de la UE es respecto a los datos de 1990, lo tomamos como válido en la medida en que es un objetivo que es más exigente con quien peor está.

Fuente: Elaboración propia.

Llamaremos “carencia significativa” a aquella que, normalizando con la metodología indicada, supere el valor de 0,005 de modo que, al redondear en dos decimales, aparezca, como mínimo, 0,01. La aclaración es necesaria, puesto que existen valores de indicadores tan próximos al umbral de sostenibilidad que, aun siendo carencias, el redondeo proporciona el valor 0,00. Así, por ejemplo, la ciudad de Rotterdam presenta un valor en el indicador “accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes” de 1,62; el cual, una vez puesto en sentido positivo, se convierte en 99.998,38 y el umbral — realizada la misma operación— está definido en 99.998,40.

Al normalizar con la función  $g_{Rotterdam,2,4,5}^1 = 1 \left( 1 - \frac{99.998,38}{99.998,40} \right)^1$ , obtenemos el valor 0,0000002.

Por otra parte, llamaremos “carencias principales” a aquellas cuyo valor del indicador se encuentran a mayor distancia del umbral objetivo previamente definido y, por tanto, más próxima a uno respecto a otros indicadores en la misma ciudad.

### **4.3. Resultados, análisis descriptivo y normalización de cada indicador**

A continuación, presentaremos los valores, indicador por indicador, con unas breves notas explicativas sobre los aspectos más relevantes de cada uno. Al final de cada indicador, mostraremos dos gráficos: uno con los valores del indicador en cada ciudad y otro con los resultados normalizados que nos permitirán identificar cómo se muestra el indicador en términos de lo que hemos denominado carencias o déficits de sostenibilidad. Ha de advertirse que algunas carencias no significativas —en su valor normalizado— se mostrarán con el valor “0,00” en el gráfico. Ello es así por la razón explicada en la sección precedente.

#### 4.3.1. Dimensión Económica

##### 4.3.1.1. *Subdimensión Distribución de la Renta*

La subdimensión distribución de la renta, se compone de tres variables: Producto interior bruto de la ciudad por habitante, Porcentaje de población pobre e Índice de Gini.

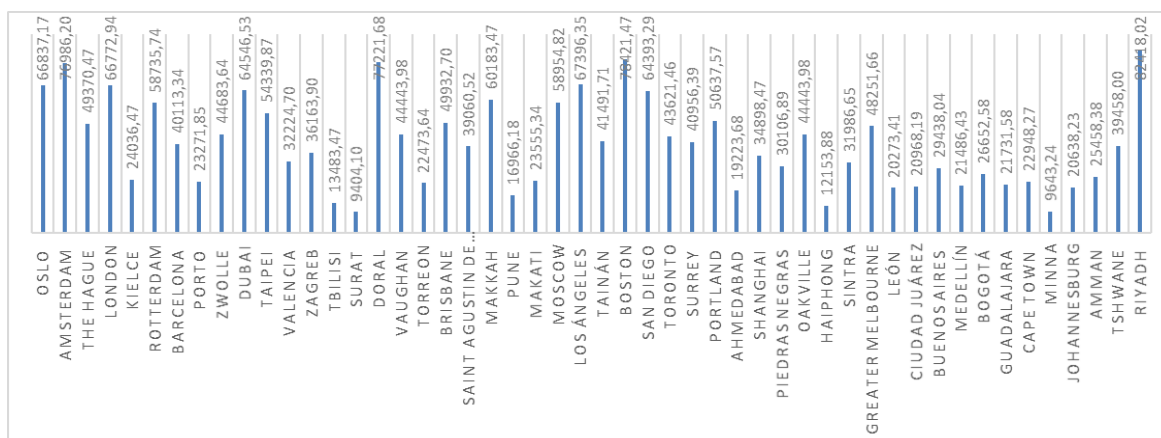
##### 4.3.1.1.1. *Producto Interior Bruto de la ciudad por habitante (PIB/hab)*

Lo primero que puede observarse en la muestra es que existen notables desigualdades en sus valores. Así, Riad ofrece el valor más alto, seguido de Boston, Doral, Ámsterdam y Los Ángeles. Salvo Riad, todas ellas son ciudades situadas en América del Norte y Europa. Las ciudades con menor valor se sitúan en India (tres de las seis con menos renta por habitante), África y Asia, salvo el caso de Tiflis. Las diferencias absolutas pueden resultar tan significativas como que Riad posee un valor casi diez veces superior al que presenta Surat.

Por otra parte, en general, existen pocas diferencias en el PIB per cápita de las ciudades que pertenecen a un mismo país. Sin embargo, en algunos casos las diferencias son más marcadas, siendo la capitalidad el motivo

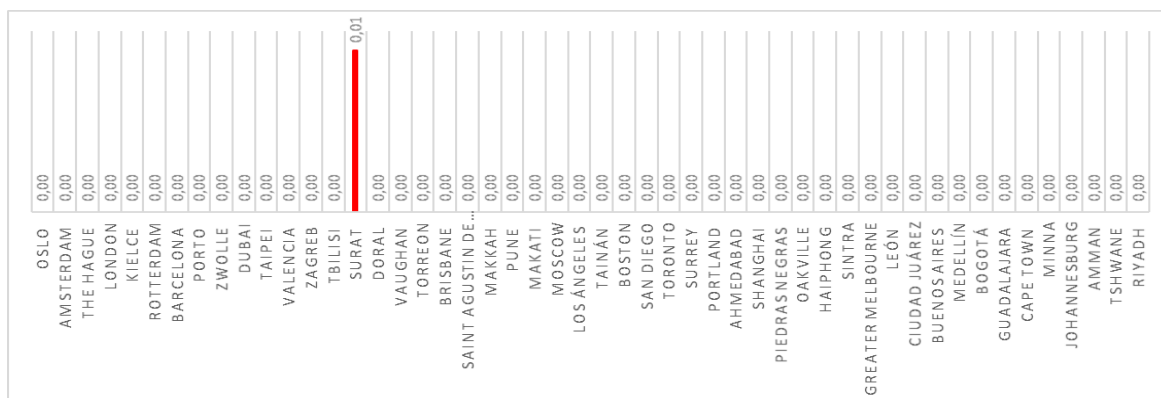
aparente, en la medida en que, salvo excepciones, las capitales presentan mayores valores. Así, puede observarse cómo en Arabia Saudí, el PIB/hab de Riad, supera en más de un 37% al de La Meca. Esto puede ser debido a que Riad es la capital y principal centro financiero, mientras que La Meca, siendo la ciudad más importante del mundo islámico, no parece progresar al mismo ritmo que Riad. De manera similar, en los Países Bajos, las ciudades vecinas de Rotterdam, Ámsterdam y La Haya —conforman el Área Metropolitana de Randstadt, junto con Utrecht—, también presentan diferencias notables, siendo el PIB/hab de la capital, Ámsterdam (76.986,20\$) muy superior al de La Haya (49.370,47\$) o Rotterdam (58.735,74\$). El caso más especial es el de Sudáfrica, cuya capital (Pretoria/Tshwane) lo es sólo del poder ejecutivo, compartiendo capitalidad con Ciudad del Cabo, sede del poder legislativo y Bloemfontein, sede del poder judicial. Así, puede observarse como el PIB/hab de Tshwane casi duplica al de Johannesburgo —ciudad contigua— o al de Ciudad del Cabo.

Gráfico 4.1: Producto Interior Bruto de la Ciudad por habitante (PIB/hab)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de McKinsey Urban World App y otros.

Gráfico 4.2: Producto Interior Bruto de la Ciudad por habitante (PIB/hab) con valores normalizados.



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.1.2. Porcentaje de población pobre relativa

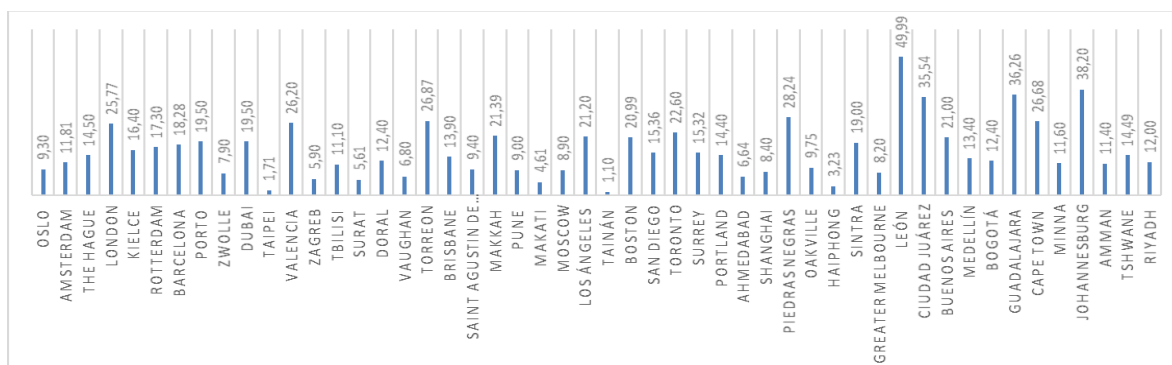
Una primera observación de la muestra sugiere que las ciudades con mayor porcentaje de pobreza relativa se hayan situadas en Centroamérica y Sudáfrica. Por otra parte, existen ciudades como Melbourne u Oslo, que presentan bajos niveles de pobreza relativa y que, además, ofrecen elevados valores en términos de PIB/hab. El análisis conjunto de ambas variables ofrece una primera —y más completa— idea de cómo se conforma lo que hemos denominado “subdimensión de distribución de la renta”. Si bien es cierto que todas las variables explican en mayor o menor medida el conjunto de las subdimensiones, en este caso, el modo en que unas variables se interrelacionan con las otras es especialmente trascendente para entender el conjunto.

A su vez, los valores señalan que ciudades como Taipéi, Tainan, Haiphong o Surat, son ciudades con muy escasa pobreza relativa en el marco de países que no ocupan los primeros niveles en términos de desarrollo económico, mientras que ciudades como Los Ángeles, muestran valores muy elevados de pobreza relativa que contrastan con los valores en términos de PIB/hab, lo cual pone de manifiesto que existen amplios sectores de la sociedad que son “relativamente” pobres en ciudades “desarrolladas”. Su renta, en términos absolutos, es alta, pero para muchas personas, resulta insuficiente para poder disponer de servicios básicos en determinados entornos urbanos, lo que evidencia una mala distribución, como se verá en el caso de Los Ángeles. Esta realidad puede resultar invisible considerando solamente los valores



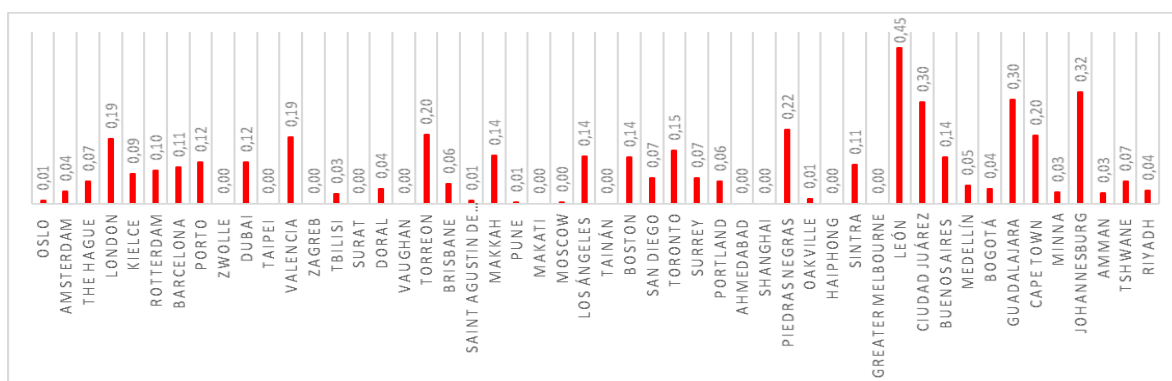
absolutos de PIB/hab u otras variables relacionadas con la renta media de las ciudades.

Gráfico 4.3: Porcentaje de población pobre relativa



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.4: Porcentaje de población pobre relativa con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

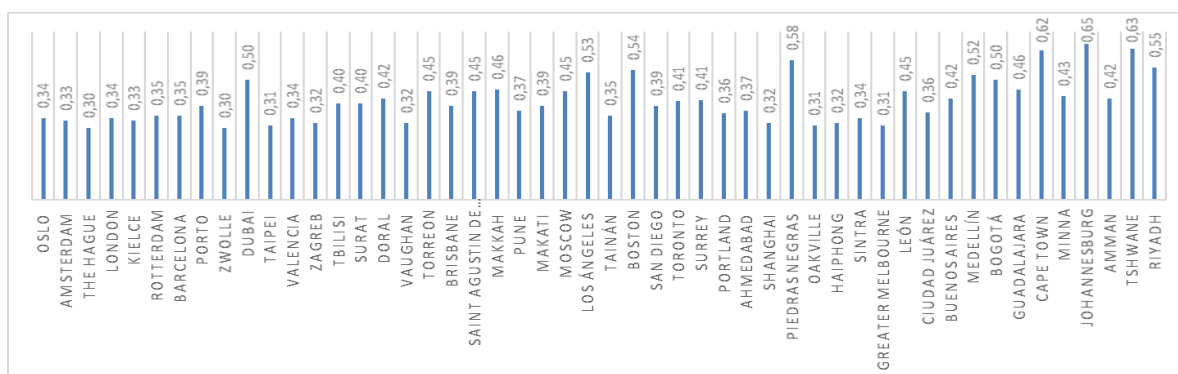
#### 4.3.1.1.3. Índice de Gini

Puede observarse que las ciudades sudafricanas y mejicanas ofrecen los peores valores, lo que, en consonancia con el resto de variables de esta subdimensión, dibuja un mal panorama para estas ciudades. En general, las ciudades con mayor PIB per cápita son las ciudades con menor nivel de desigualdad existiendo, de hecho, una leve correlación negativa entre ambas variables<sup>32</sup>. Sin embargo, cabe hacer especial mención al hecho de que existen ciudades pertenecientes a países con PIB per cápita elevado, que presentan también valores muy altos de desigualdad, tales como Saint Agustín de Desmaures, Los Ángeles, Boston o Portland. Igualmente, los valores de esta variable permiten conocer la realidad de la distribución de la renta al incorporar un enfoque que no siempre tiene el mismo sentido que los valores de “PIB/hab”

<sup>32</sup> Coeficiente de correlación de Pearson de -0.221

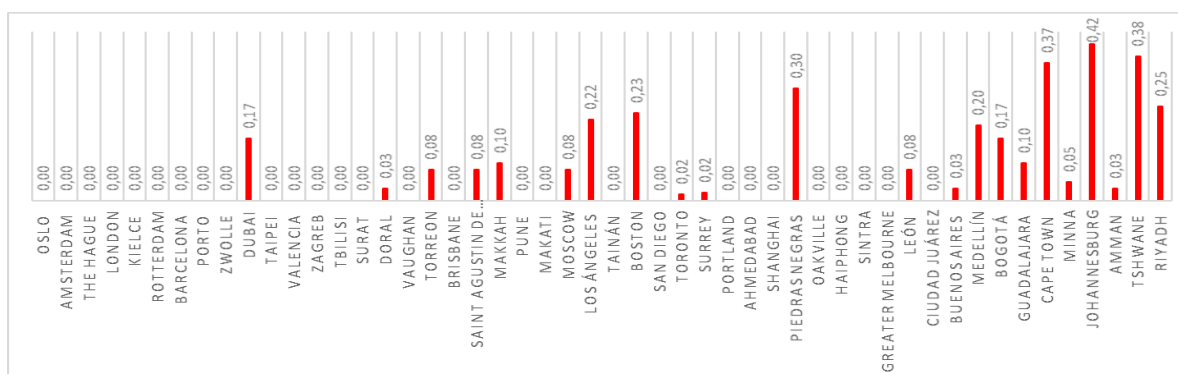
o “pobreza relativa”. Existen, eso sí, diferencias de más de tres décimas entre ciudades como Johannesburgo y La Haya; Tshwane y Zwolle que, a priori, parecería coherente con la idea de que el crecimiento económico corrige por sí solo la desigualdad, pero, igualmente, existen diferencias de más de dos décimas entre la desigualdad en Boston y Haiphong o Los Ángeles y Zagreb que, sin duda, ponen en cuestión la certeza de la anterior afirmación. En definitiva, se plasma —también en el mundo urbano— la vieja discusión iniciada por Kuznets sobre las relaciones entre crecimiento económico y desigualdad.

Gráfico 4.5: Índice de Gini



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.6: Índice de Gini con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.2. Subdimensión Condiciones Laborales

La subdimensión “condiciones laborales” integra las variables tasa de desempleo de la ciudad, tasa de desempleo juvenil y porcentaje de población con empleo a tiempo completo.

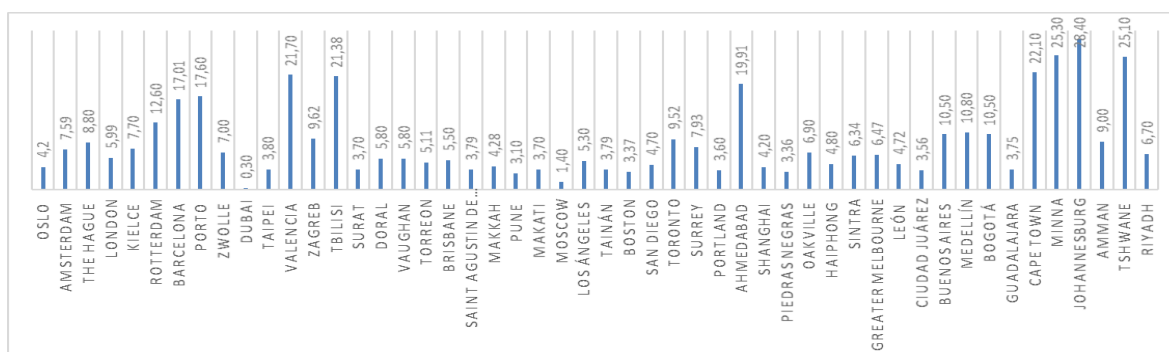
#### 4.3.1.2.1. Tasa de desempleo de la ciudad

Puede observarse que las ciudades sudafricanas son las peor situadas en el conjunto de la muestra. Además, el valor se agrava considerando que la “informalidad” en el empleo existente en países africanos, asiáticos e iberoamericanos es superior a la existente en países de otras áreas geográficas<sup>33</sup>. Así, de considerarse como desempleadas a aquellas personas que trabajan en la informalidad por salarios o ganancias míseras, las tasas de desempleo de esas ciudades serían aún mayores. Ello se explica en la medida en que, de existir protección social a través de seguros de desempleo, esos empleos informales y sus condiciones laborales, probablemente, no tendrían cabida en el mercado laboral de esas ciudades.

Destacan también los valores de Valencia, Barcelona y Oporto. Si bien es cierto que el desempleo fluctúa conforme a los períodos de recesión/crecimiento propios del ciclo económico, ha de tomarse en consideración la influencia que sobre estas cifras tiene la legislación laboral<sup>34</sup> así como su estructura productiva.

Más allá de estos aspectos, cabe señalar que las ciudades norteamericanas y del norte de Europa son las que presentan valores más reducidos de desempleo lo que sugiere que, desde el punto de vista de las oportunidades de trabajo, poseen un mayor atractivo que el resto de ciudades que componen la muestra.

Gráfico 4.7: Tasa de desempleo

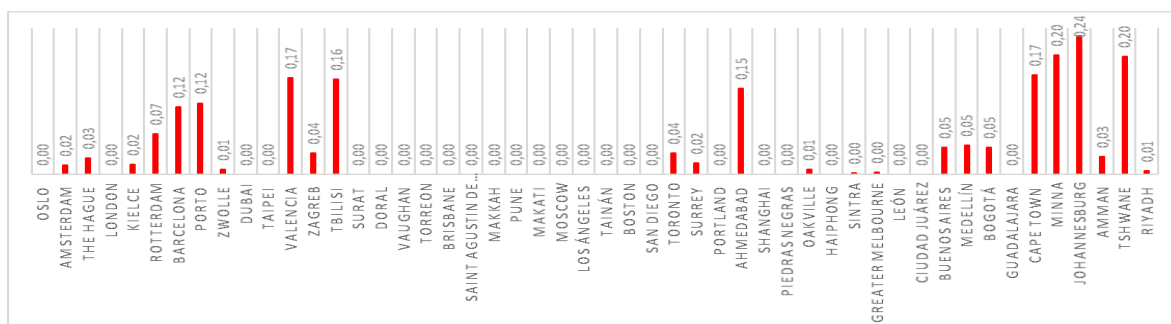


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

<sup>33</sup> Disponible en [https://www.wto.org/spanish/res\\_s/booksp\\_s/jobs\\_devel\\_countries\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/jobs_devel_countries_s.pdf) [consulta: 10/07/2019]

<sup>34</sup> Disponible en [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2012/02/11/economia/1328943385\\_850215.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2012/02/11/economia/1328943385_850215.html) [consulta: 10/07/2019]

Gráfico 4.8: Tasa de desempleo con valores normalizados



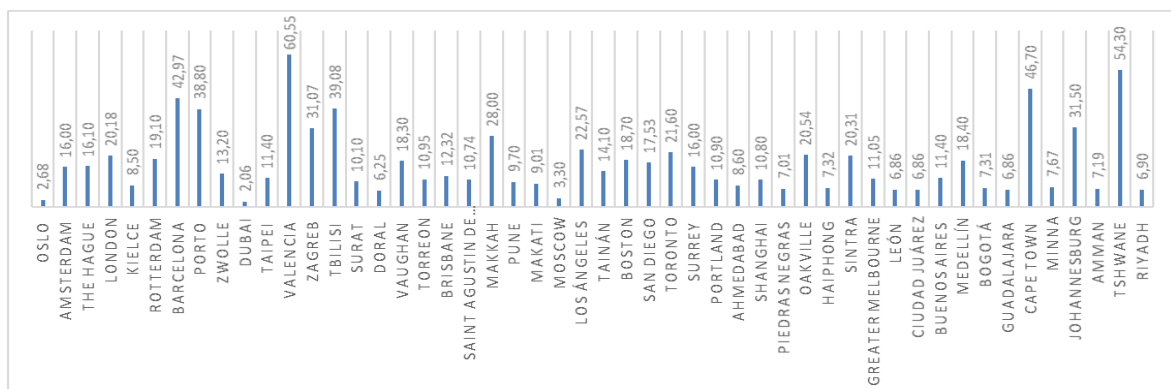
Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.2.2. Tasa de desempleo juvenil

De la misma manera que ocurre con la tasa de desempleo, en la tasa de desempleo juvenil, las ciudades que peores valores muestran son las sudafricanas. Igualmente, lo señalado respecto a la informalidad en el empleo en la variable anterior es de aplicación para el desempleo juvenil. Sin embargo, en el análisis de esta variable existe una singularidad: las ciudades del sur de Europa presentan muy altos valores de desempleo juvenil. Así, en ciudades como Oporto, la tasa de desempleo juvenil duplica a la ya elevada tasa de desempleo total, mientras que, en Barcelona o Valencia, el desempleo juvenil casi triplica al desempleo total.

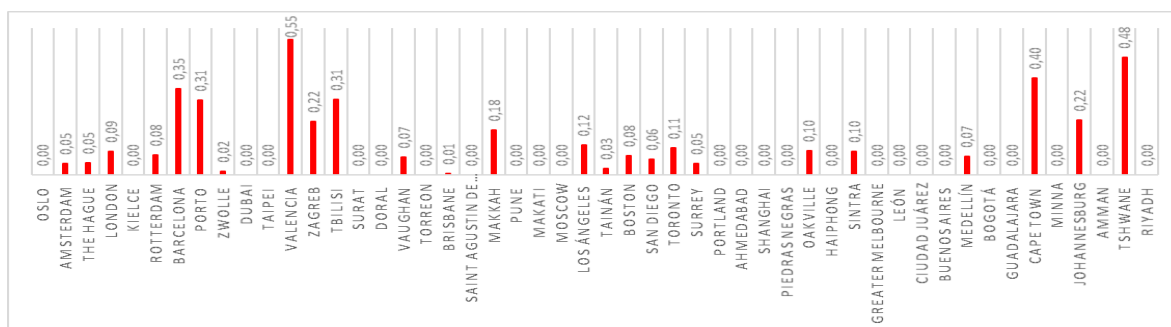
Por último, cabe señalar que existen peores valores de desempleo juvenil que desempleo total en todas las ciudades salvo en algunas como Oslo, Amán, Ahmedabad, Minna o Bogotá. La ciudad que ofrece el peor valor resulta ser Valencia con un resultado que es veintidós veces superior al de Oslo.

Gráfico 4.9: Tasa de desempleo juvenil



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.10: Tasa de desempleo juvenil con valores normalizados

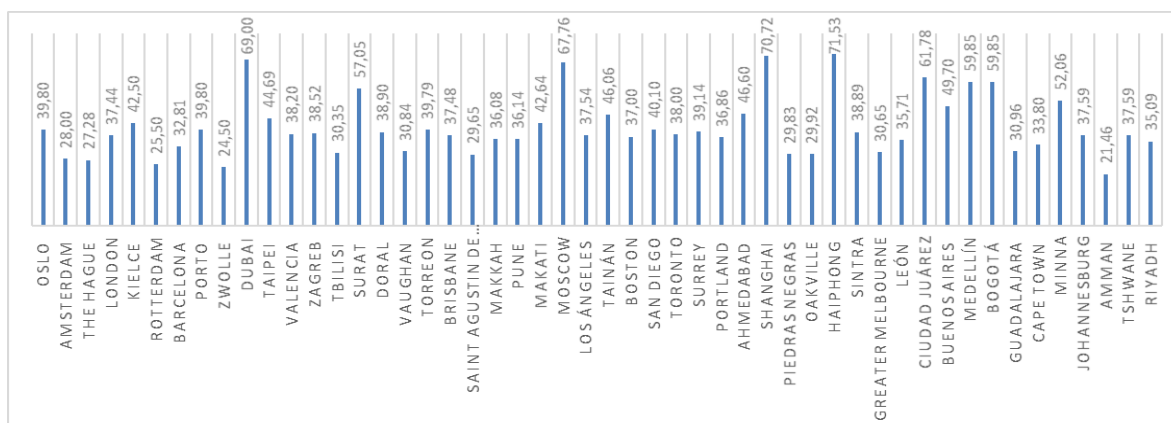


Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.2.3. Porcentaje de población con empleo a tiempo completo

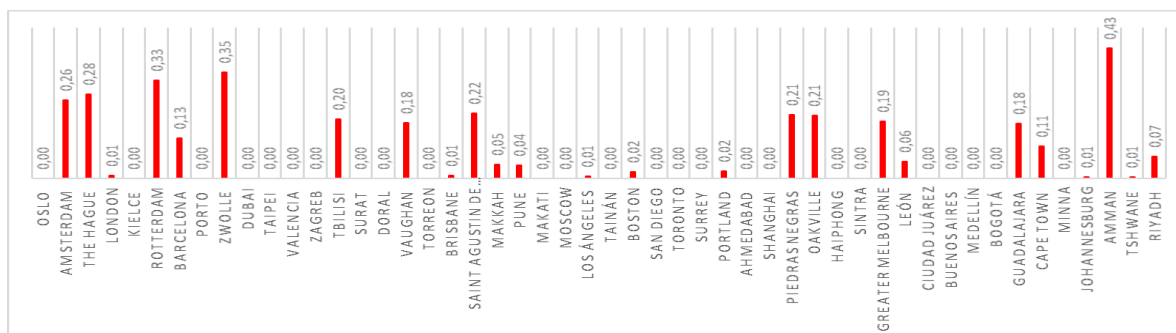
La mayoría de las ciudades tienen un porcentaje de población con empleo a tiempo completo que no supera el cuarenta por ciento. Este comportamiento general contrasta con el de Moscú, Shanghái, Minna, Johannesburgo, Dubái, Medellín o Bogotá, con tasas por encima del 60 por ciento. El hecho de que los países más ricos presenten en sus ciudades tasas de empleo a tiempo completo muy por debajo del cincuenta por ciento, puede ser objeto de interpretaciones muy diferentes. Así, en casos como Oslo, en donde el desempleo y el PIB/cápita ofrecen muy buenos valores, puede ser sintomático de calidad de vida o libertad y conciliación de horarios mientras que, en otros, como Valencia, pudiera esconder una escasa calidad o precariedad en el poco empleo existente.

Gráfico 4.11: Porcentaje de población con empleo a tiempo completo



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.12: Porcentaje de población con empleo a tiempo completo con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

Uno de los indicadores deseables para evaluar esta subdimensión, sería el de “informalidad en el empleo”, pues existen países que tienen una alta tasa de precariedad derivada de empleos de baja calidad que operan al margen de la legislación laboral y de cualquier beneficio derivado de un Estado social básico. Así, por ejemplo, el empleo informal en Colombia se calcula para 2019 como un 44,29%, es decir, existen 44 personas empleadas de cada 100 que trabajan en condiciones precarias y que llegados a la edad de jubilación, no van a gozar de ninguna prestación por jubilación.<sup>35</sup> Lamentablemente, no disponemos de estos datos para el conjunto de las ciudades de la muestra, pero la reflexión ilustra sobre lo importante que es considerar la petición a los países de incorporación de estadísticas locales homogéneas.

#### 4.3.1.3. Subdimensión Desarrollo Inteligente

La subdimensión denominada “desarrollo inteligente” está constituida por las siguientes variables (todas ellas en tanto por cien mil habitantes): Número de titulados en grados universitarios, número de nuevas patentes al año y número de negocios existentes en la ciudad.

##### 4.3.1.3.1. Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes

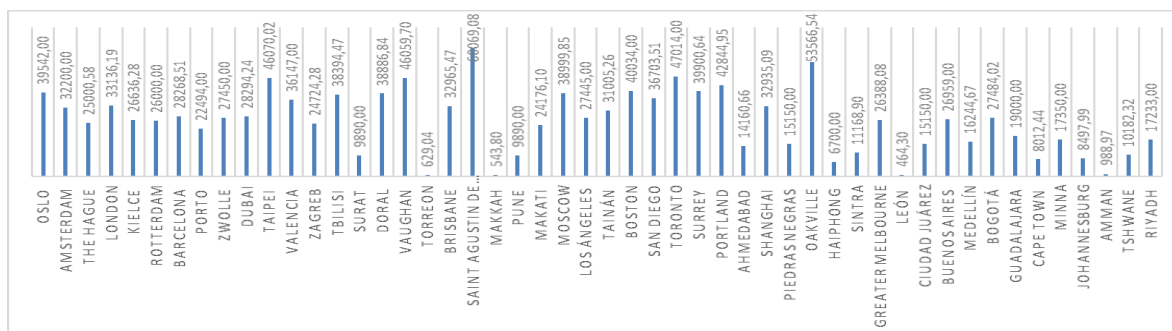
Con carácter general, los valores parecen consistentes con el nivel de desarrollo económico de los países a los que pertenecen las ciudades

<sup>35</sup> Plan de Gestión del Área Metropolitana del Vallé de Aburrá 2020-2023. (Pag 242).

seleccionadas. Ello se explica, en la medida en que, probablemente, la presente variable es la que en mejor medida representa el nivel de capital humano existente en cada territorio. Así, destaca el elevado número de titulados universitarios de todas las ciudades canadienses —los mayores de toda la muestra— seguidos por las ciudades europeas y estadounidenses y la ciudad taiwanesa de Taipéi. Ese liderazgo en formación de capital humano es complementado con el hecho de que muchas de esas ciudades poseen, además, las universidades mejor valoradas. Este hecho, constituye todo un valor añadido fundamental a la hora de considerar su futuro desarrollo en la medida en que, además, van a ser centros de atracción de capital humano (Florida, 2009). Por otra parte, las ciudades indias y sudafricanas disponen de pocos universitarios con relación a su alta población.

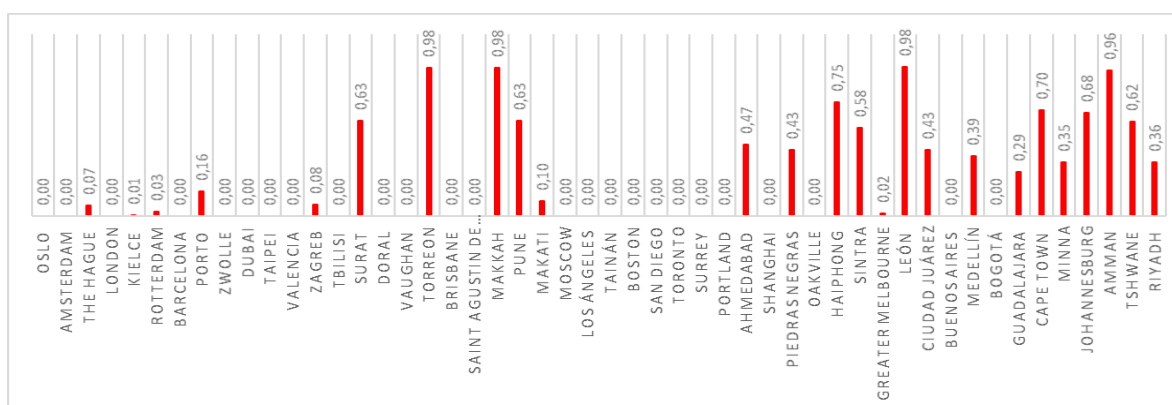
Por último, llaman la atención similitudes entre ciudades aparentemente muy distintas, como Los Ángeles o Melbourne con Bogotá. Otro hecho sobre el que cabe llamar la atención es el elevado número de titulados universitarios de Valencia o Barcelona, que no parece consistente con las tasas de desempleo juvenil o desempleo general de dichas ciudades, en la medida en que la formación de capital humano trae consigo mayores tasas de ocupación y empleo. Sin embargo, conviene volver a traer a colación la relación entre la estructura productiva de un país —o ciudad— y el perfil de sus enseñanzas superiores. Igualmente, esta aparente contradicción, dejaría de serlo en los casos en que se produzcan altas tasas de abandono en los estudios superiores que podrían hacer compatibles un número elevado de titulados universitarios y altas tasas de desempleo juvenil. En estos casos, sería preciso evaluar la flexibilidad de la oferta educativa y su adecuación a las necesidades productivas de cada entorno urbano.

Gráfico 4.13: Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.14: Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.3.2. Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes

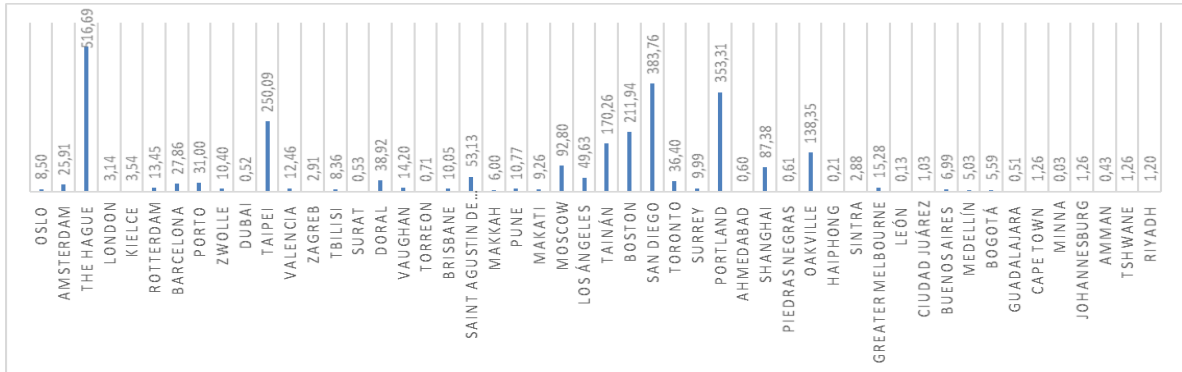
Con la excepción de La Haya, que ocupa el primer lugar en número de nuevas patentes al año, las ciudades punteras en innovación están ubicadas en el continente norteamericano, concretamente, en Estados Unidos, destacando San Diego, Portland y Boston. Ocupan un lugar predominante también, las ciudades de Taipéi y Shanghái, lo cual es coherente con la situación privilegiada que, tanto Estados Unidos como Taiwán y China, tienen en el liderazgo innovador.

Por su parte, las ciudades europeas —salvo el citado caso de La Haya— quedan relegadas a un segundo plano, mientras que las ciudades africanas y latinoamericanas, ocupan los últimos lugares en materia de innovación, lo que ofrece una visión nítida de los lugares del mundo más pujantes y los que deben realizar mucho trabajo para revertir la situación.



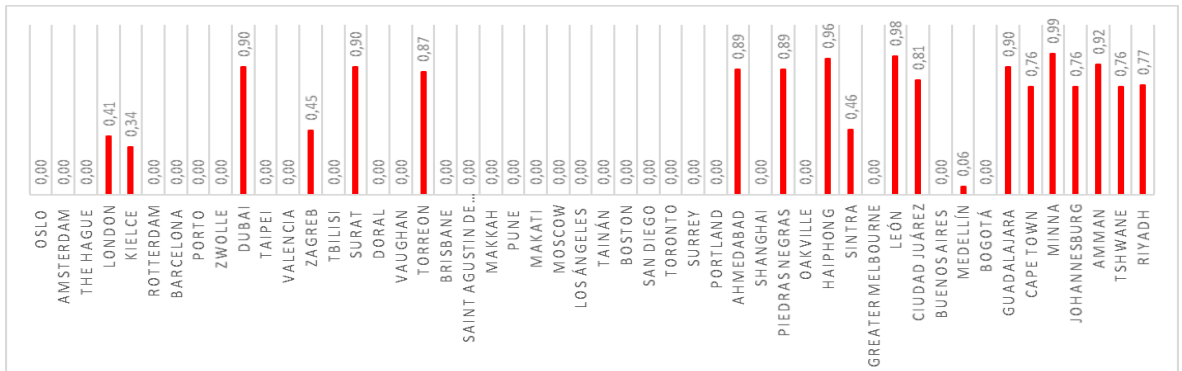
Las diferencias totales son abrumadoras, hasta el punto de que en La Haya exista un nivel de nuevas patentes seiscientas veces superior al de ciudades como Riad o Ciudad del Cabo. Esto no parece ser fruto de la casualidad, sino de uno o varios factores entre los que pueden estar aquellos de carácter institucional, religioso, cultural o normativo.

Gráfico 4.15: Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.16: Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.3.2. Número de negocios por cada cien mil habitantes

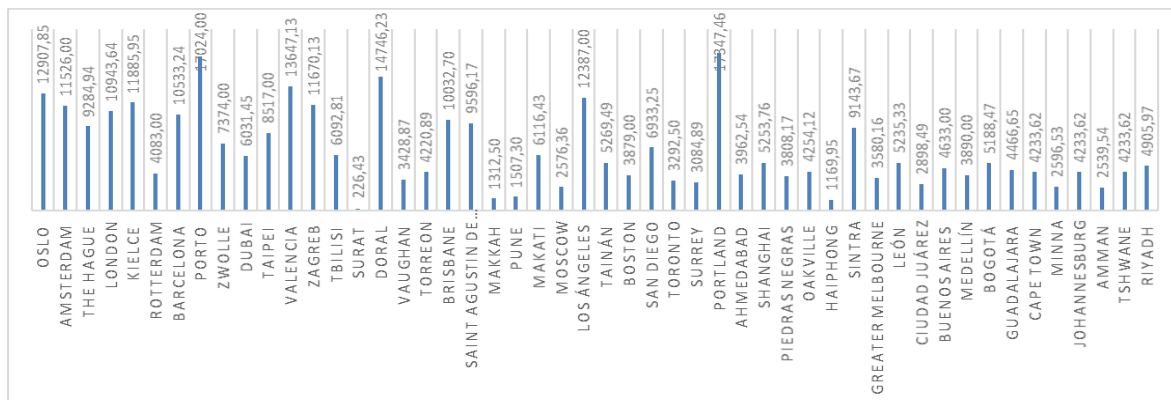
Las ciudades norteamericanas lideran el ranking de existencia de negocios lo que, unido a su capacidad innovadora, las convierte en los lugares adecuados para la creación de empresas y la generación de riqueza. No obstante, respecto a esta variable, las ciudades europeas ocupan también lugares muy destacados. Así, ciudades como Oporto, Oslo, Ámsterdam o Kielce presentan niveles muy parecidos a los de las ciudades norteamericanas.

Igualmente, las ciudades españolas de Barcelona y Valencia ofrecen unos buenos resultados lo que, comparado con el valor de empleo y empleo juvenil, resulta aparentemente contradictorio salvo que se trate de pequeños negocios con escasa creación de empleo o de nuevos emprendedores que en el mismo año que han iniciado una actividad, la han cerrado y se han dado de alta como demandantes de empleo.

Las ciudades iberoamericanas ofrecen mejores resultados en esta variable, lo cual es sintomático de un cierto dinamismo emergente, que es coherente con la situación de esos países. No obstante, aspectos como la alta informalidad en el empleo o la debilidad de las monedas de algunos de esos países, pesan sobre el desarrollo futuro de dichas ciudades.

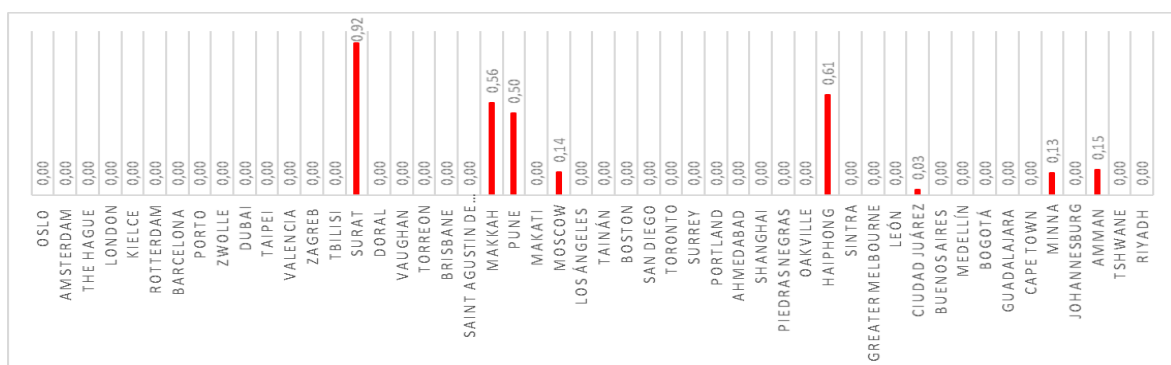
Por último, las ciudades indias y africanas cierran la muestra con unos resultados muy poco esperanzadores.

Gráfico 4.17: Número de negocios por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.18: Número de negocios por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.4. Subdimensión sostenibilidad financiera de la Administración

##### Local

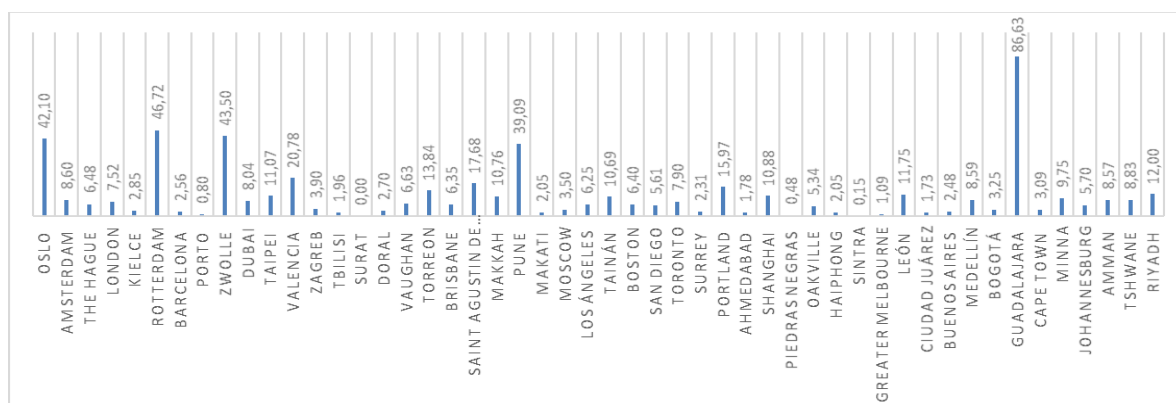
La subdimensión “sostenibilidad financiera de la administración local” está constituida por las variables siguientes: ratio de deuda respecto a los recursos propios, gasto de capital respecto al total del gasto y recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos.

##### 4.3.1.4.1. Ratio de deuda respecto a recursos propios

Salvo el atípico caso de Guadalajara, las ciudades parecen generar el suficiente volumen de recursos como para que el endeudamiento no lastre sus posibilidades financieras de actuación en sus políticas públicas. Por su parte, ciudades europeas como Oslo, Rotterdam o Valencia, se caracterizan por tener un nivel de endeudamiento respecto a sus recursos propios significativamente superior a otras ciudades de sus mismas características. Hay que considerar que el indicador no evalúa el total de la deuda, sino su proporción respecto a recursos propios, lo que puede implicar que esas ciudades disponen de un volumen de recursos “no propios” tales como transferencias nacionales o regionales, que les permiten ofrecer una elevada calidad en los servicios públicos.

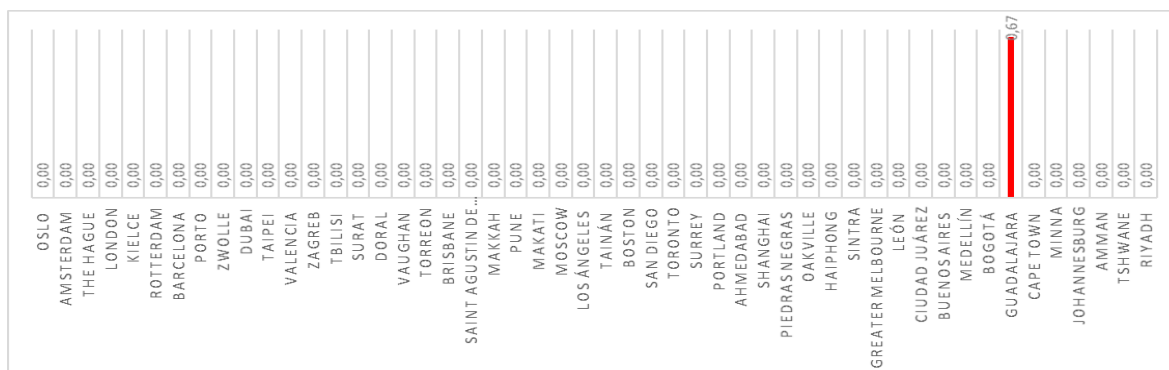
Otras ciudades que disponen de elevados recursos propios tienen poco endeudamiento relativo, como son las ciudades de Bogotá, Medellín o Ciudad Juárez. Ello resulta positivo, en la medida en que dispondrán de recursos para poder afrontar planes de desarrollo con relativa facilidad.

Gráfico 4.19: Ratio de deuda respecto a recursos propios



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.20: Ratio de deuda respecto a recursos propios con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

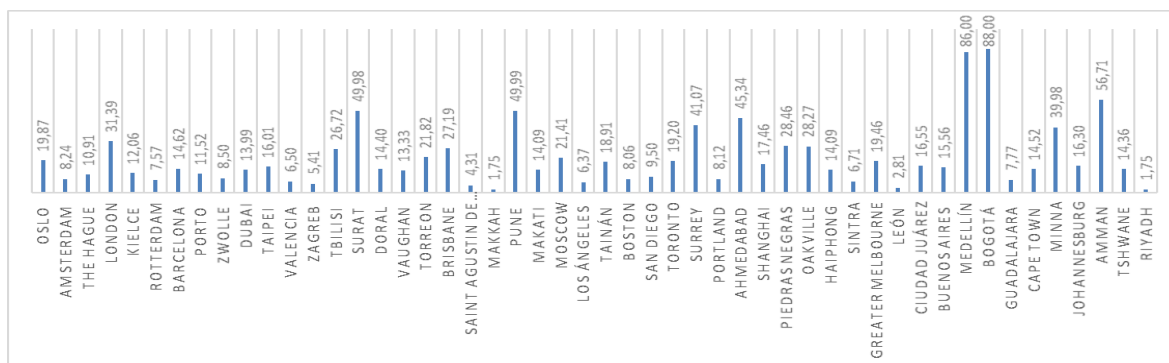
#### 4.3.1.4.2. Gasto de capital respecto al total del gasto

Lo primero que cabe destacar del conjunto de la muestra, es el enorme esfuerzo inversor de las dos ciudades colombianas. Puede observarse como, en términos de gasto de capital relativo, casi triplica el gasto que hacen ciudades como Londres. Si bien es cierto que el nivel de desarrollo e infraestructuras de las ciudades europeas es notablemente superior, el valor de Medellín y Bogotá invita a pensar que ambas están en la senda adecuada en términos cuantitativos.

En menor medida, ocurre lo mismo con las ciudades indias. Así, Pune, Surat y Ahmedabad ofrecen niveles de gasto de capital relativo muy superior al gasto medio de la muestra, lo cual es especialmente meritorio si observamos su nivel de endeudamiento respecto a recursos propios del gráfico 10, especialmente en las ciudades de Ahmedabad y, sobre todo, Surat.

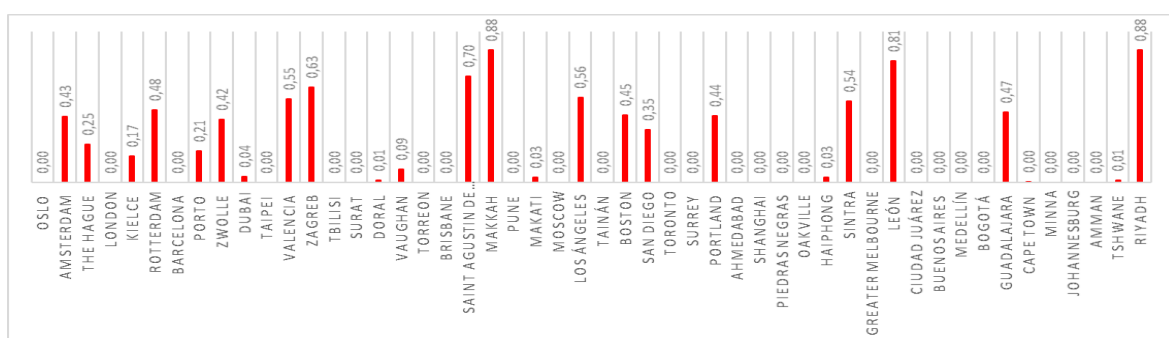
Cabe destacar también las diferencias observadas en el ámbito árabe, pues las ciudades saudíes ofrecen valores notablemente inferiores a Dubái o la ciudad jordana de Amán. Por último, destaca el bajo nivel de gasto de capital de las ciudades estadounidenses.

Gráfico 4.21: Gasto de capital respecto al total del gasto



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.22: Gasto de capital respecto al total del gasto con valores normalizados



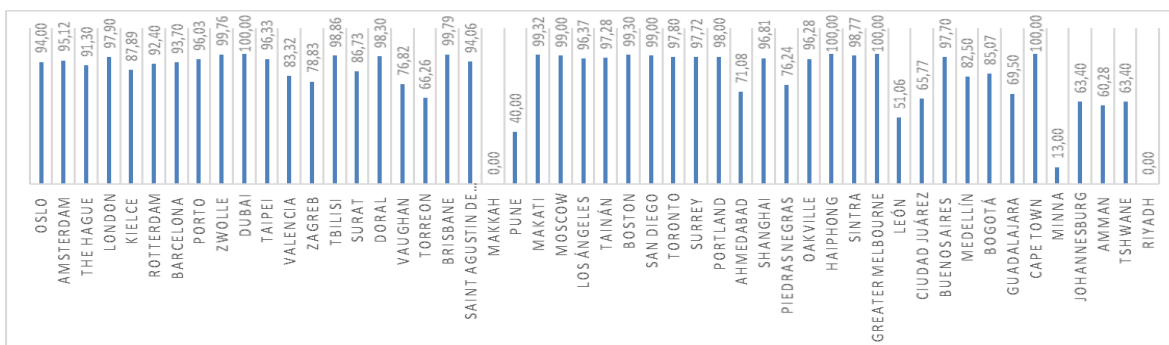
Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.1.4.3. Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos

Lo primero que destaca en el conjunto de valores es el elevado éxito de los sistemas de recaudación de impuestos locales. El hecho de que el veinticinco por ciento más bajo de los valores se sitúe en 74,95 ilustra claramente dicha afirmación. Igualmente, el hecho de que el veinticinco por ciento de ciudades supere el 98,41 de éxito en la recaudación de sus propios tributos, indica hasta qué punto la muestra es homogénea. A pesar de lo anterior, existen ciudades que reportan valores sustancialmente bajos en comparación con los niveles medios. Así, Pune; León y Minna con valores de cuarenta, cincuenta y uno y trece por ciento respectivamente, muestran unas escasas posibilidades de acción con recursos propios dado el escaso volumen de cobranza de sus administraciones tributarias.

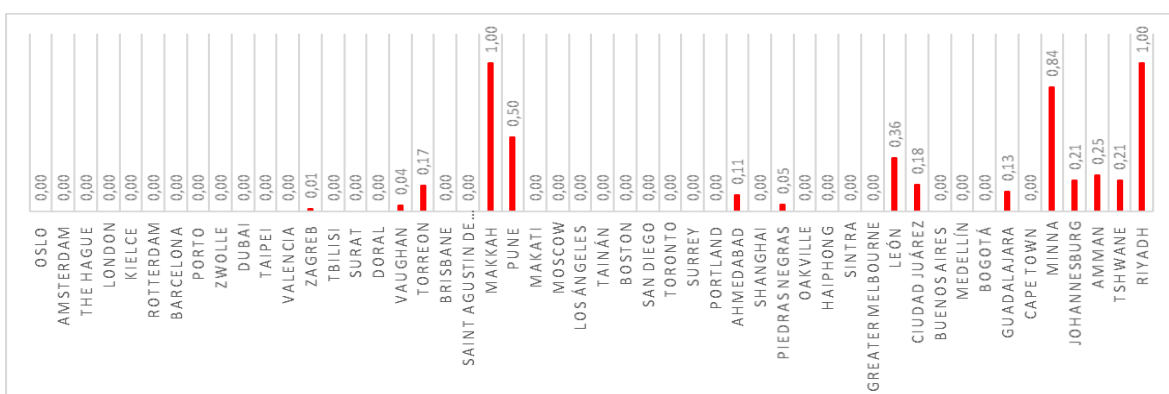
Por último, en el ámbito de los países desarrollados, destacan los escasos valores relativos de Portland o Vaughan.

Gráfico 4.23: Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.24: Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

### 4.3.2. Dimensión Social

#### 4.3.2.1. Subdimensión situación de vida y atención sanitaria básica

La subdimensión “situación de vida y atención sanitaria básica” se compone de cinco variables: esperanza de vida; tasa de suicidios por cada cien mil habitantes; número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos; número de camas de hospital por cada cien mil habitantes y número de médicos por cada cien mil habitantes.

##### 4.3.2.1.1. Esperanza de vida

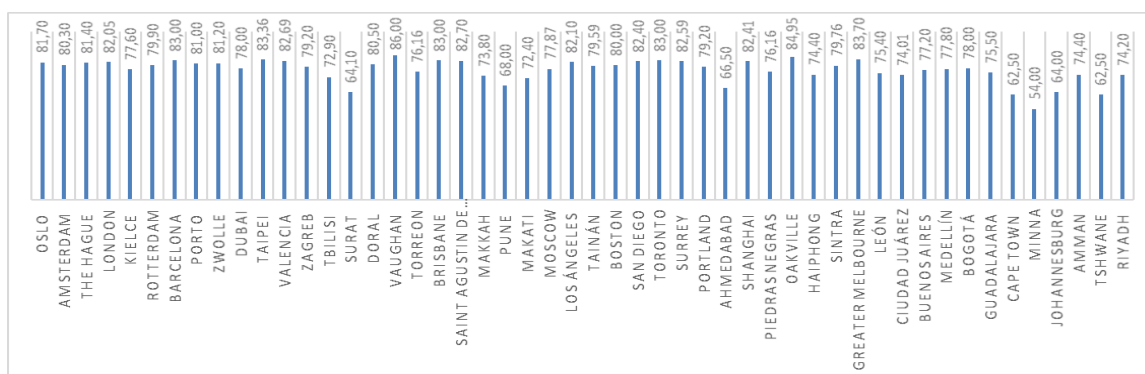
Si bien las ciudades seleccionadas presentan unos valores superiores a la esperanza de vida media mundial<sup>36</sup>, existen aún diferencias muy importantes

<sup>36</sup> Disponible en <https://data.worldbank.org/indicador/SP.DYN.LE00.IN> [consulta: 27/11/19]

entre ciudades como Minna —con valores propios de países europeos en la primera mitad del siglo XX<sup>37</sup>— o las ciudades indias y sudafricanas, con respecto a los valores que hoy presentan las ciudades europeas y americanas.

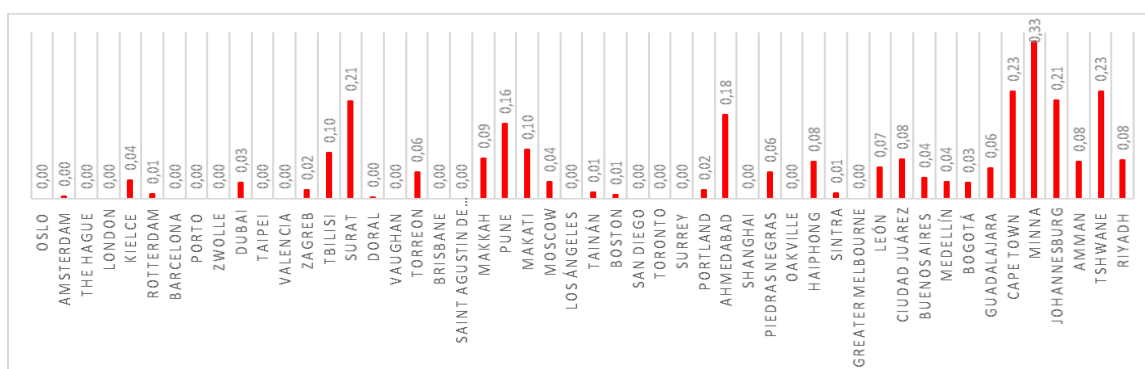
Dentro de estos dos continentes, a su vez, puede observarse una diferencia sustancial entre las ciudades del Norte y Oeste europeos, en donde se superan con claridad los 80 años de vida al nacer, respecto a las del este de Europa que, si bien se acercan, no alcanzan esa cifra. Ocurre lo mismo con las ciudades americanas, en donde las situadas en el Norte superan la edad de 80 años, mientras que las del Sur de dicho continente, si bien presentan cifras por lo general cercanas, no la superan.

Gráfico 4.25: Esperanza de vida



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.26: Esperanza de vida con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.1.2. Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes

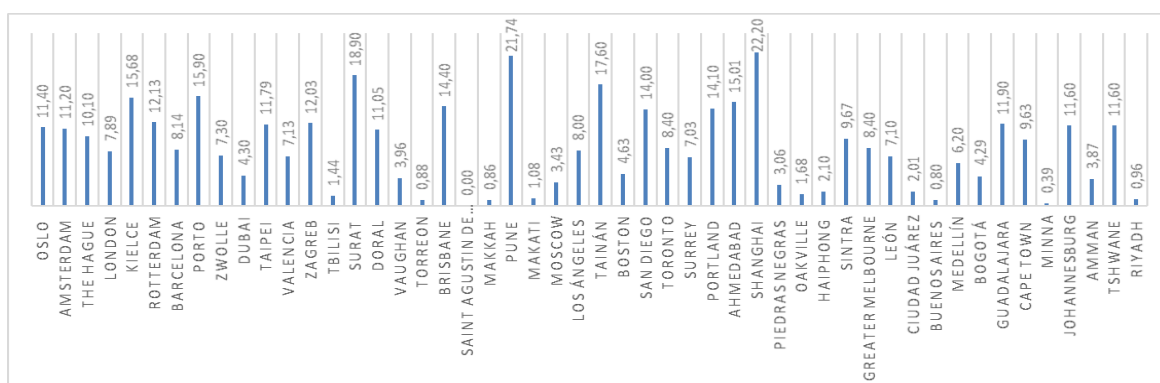
Lo primero que destaca en la muestra es la diversidad de valores que presenta. Así, el valor máximo de la ciudad china de Shanghái es —aparte del

<sup>37</sup> Disponible en [https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DT\\_2006\\_11.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DT_2006_11.pdf) [consulta: 27/11/19]

valor cero de Saint Agustín de Desmaures— veintitrés veces superior al de Minna. Salvo el caso de la ciudad canadiense ya citada, los valores sugieren que aquellas ciudades con un determinado componente religioso<sup>38</sup> en su acervo cultural (islámico o cristiano) tales como Riad; Minna; Makati; La Meca; Torreón o Buenos Aires son las que presentan unas cifras más bajas. Sin embargo, no deben interpretarse esta afirmación como la existencia de una relación causa-efecto entre ambos componentes, pues existen múltiples causas que inciden en el suicidio. Lo que sí puede afirmarse, es que el suicidio es la cuarta causa de muerte entre jóvenes de 15 a 19 años y que, además, el 77% se produce en países de ingresos bajos y medianos. Estos datos deberían hacer llegar a conclusiones contundentes sobre si la atención de los medios de comunicación, las campañas institucionales y el discurso político en general, está correctamente orientado a lo que supone la causa de una de cada cien muertes a nivel mundial.<sup>39</sup>

Por último, llama la atención que ciudades europeas, con entornos socio económicos supuestamente más favorables, mantienen perfiles similares o, incluso, superiores respecto de esta variable. Así, Oporto, Kielce, Oslo o La Haya, presentan cifras iguales o superiores a los de ciudades como Johannesburgo, Tshwane o Ciudad del Cabo.

Gráfico 4.27: Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

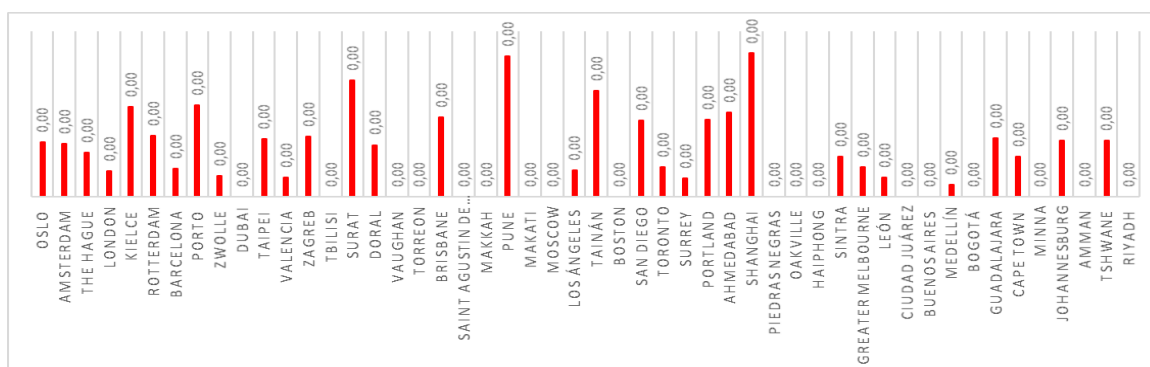
<sup>38</sup> Disponible en

[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/136083/9789275318508\\_spa.pdf;jsessionid=E5588B8FF22A9EB34BD852471AB56347?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/136083/9789275318508_spa.pdf;jsessionid=E5588B8FF22A9EB34BD852471AB56347?sequence=1) [consulta 6/02/2020]

<sup>39</sup> Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide> [consulta 26/11/2021]



Gráfico 4.28: Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.1.3. Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos

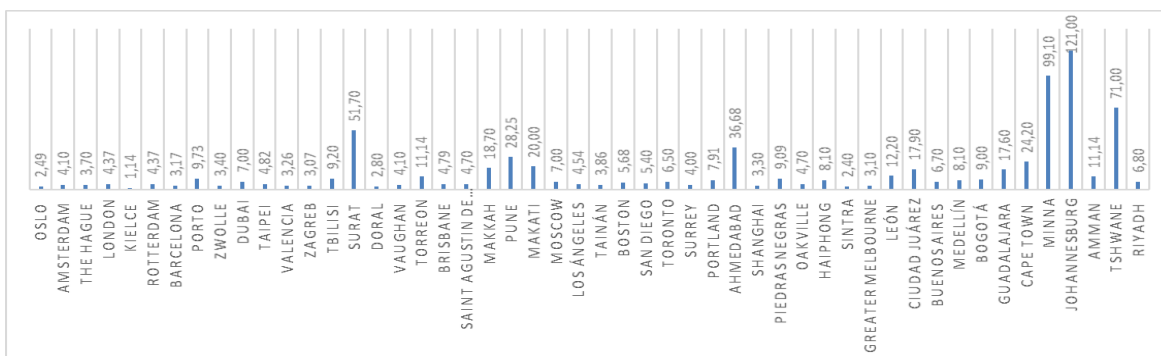
Con carácter general, la muestra presenta valores por debajo de 10 por cada mil. Así, treinta y seis de las cincuenta ciudades están por debajo de ese valor. Sin embargo, una vez más, los resultados más desalentadores vienen de la mano de las ciudades africanas, liderando la muestra Johannesburgo, seguida de Minna y Tshwane. Además, cabe señalar que los valores de las ciudades de Johannesburgo y Tshwane, son sustancialmente peores que los valores de Sudáfrica<sup>40</sup> lo que sugiere que las condiciones de urbanización de estas ciudades son insalubres y no favorecen el desarrollo de la vida humana o bien, la existencia de focos de extrema pobreza que generan esta mortalidad infantil.

Por su parte, las ciudades mexicanas ofrecen valores por encima de diez por cada mil. Así, Ciudad Juárez o Guadalajara prácticamente duplican a los de Medellín o Bogotá.

Destacan, igualmente, China y Taiwán que, con valores por debajo de 5 decesos por cada mil nacimientos vivos, están a la altura de ciudades como Oslo, Doral o Sintra. En Portugal existe una gran divergencia entre los resultados facilitados. Así, Oporto triplica el valor de Sintra.

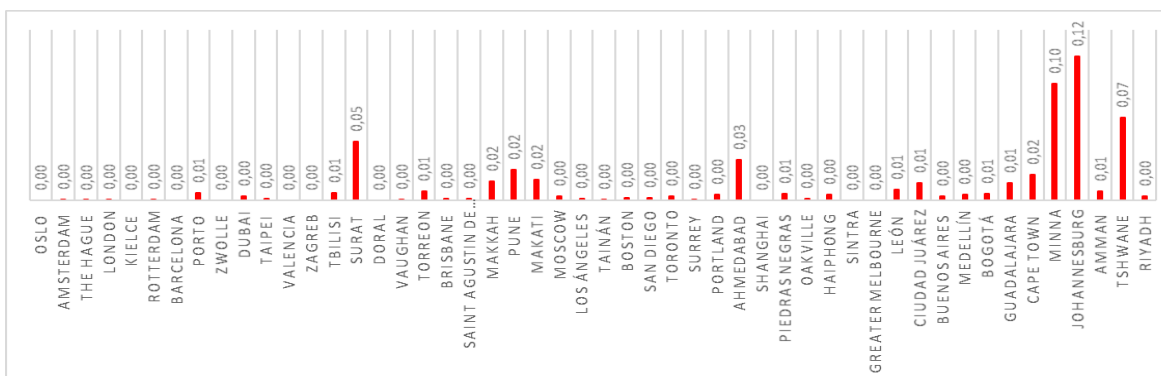
<sup>40</sup> Disponible en <https://data.worldbank.org/indicador/SH.DYN.MORT?end=2018&locations=ZA&start=1960> [consulta: 29/11/2019]

Gráfico 4.29: Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.30: Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

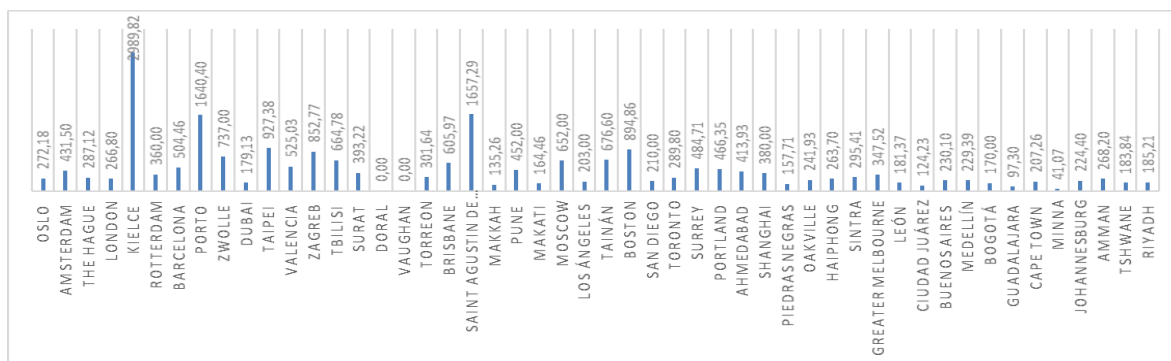
#### 4.3.2.1.4. Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes

Con carácter general, los mayores valores se presentan en ciudades europeas, aunque, a diferencia de otras variables, estas ciudades son las situadas al este de Europa como Kielce y Zagreb. Por su parte, Kielce alberga un centro de tratamiento específico contra el cáncer cuya área de influencia es notablemente superior al de la propia ciudad, lo cual, podría ser la explicación de ese valor tan atípico en relación con el resto de los valores de la muestra.

Cabe resaltar que, a diferencia de otras variables, no encontramos grandes diferencias entre los valores del norte y el sur de América. Así, por ejemplo, Medellín ofrece un valor similar o incluso superior a ciudades como San Diego, si bien es cierto que, con carácter general, siguen prevaleciendo los valores ofrecidos por las ciudades del Norte.

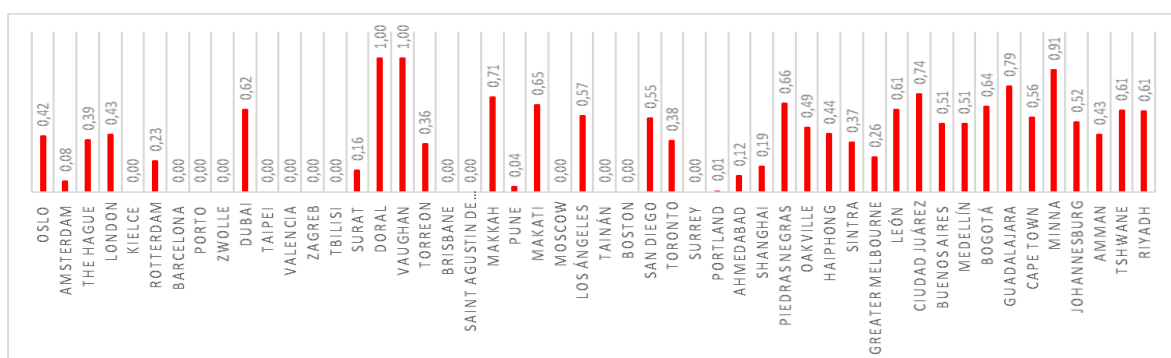
Las ciudades que peores resultados presentan, son Minna, Guadalajara y La Meca.

Gráfico 4.31: Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.32: Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

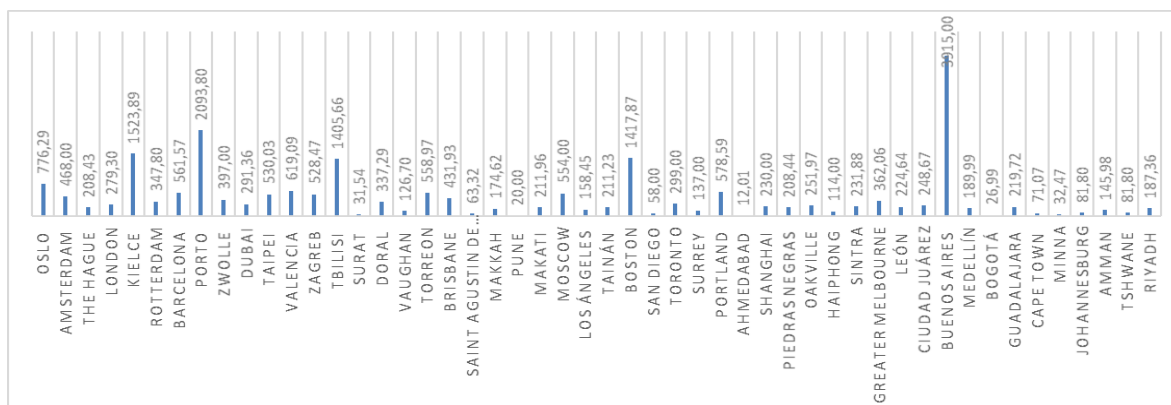
#### 4.3.2.1.5. Número de médicos por cada cien mil habitantes

Los valores de la muestra señalan notables diferencias dentro de las mismas áreas geográficas que, en otros casos, muestran valores más similares. Puede observarse que, en Europa, existen diferencias muy notables entre ciudades como Oslo y La Haya. Igualmente, Oporto presentaba el triple de mortalidad infantil que Sintra y, sin embargo, ofrece un valor diez veces superior en médicos por cada cien mil habitantes a la de esta última.

Destaca en el continente americano el valor de Buenos Aires que, no solo supera en más de diez veces al de ciudades como Doral o Toronto, sino que triplica el de ciudades tan destacadas como Boston y lidera la muestra. Cabe señalar que, en Estados Unidos, existen ciudades como San Diego que ofrecen valores inferiores a los de las ciudades sudafricanas.

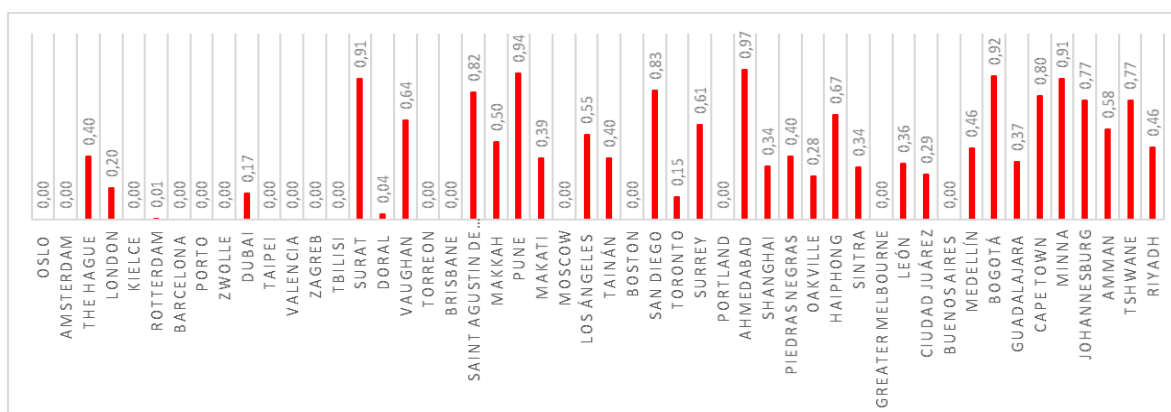
Los peores valores los ofrecen las ciudades indias con valores incluso inferiores a los de Minna y las ciudades sudafricanas que, en esta variable, vuelven a situarse en los últimos puestos de la muestra.

Gráfico 4.33: Número de médicos por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.34: Número de médicos por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.2. Subdimensión acceso y permanencia en el sistema educativo básico

La subdimensión “acceso y permanencia en el sistema educativo básico” se compone de cuatro variables: Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar, Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria, Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria y Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar.

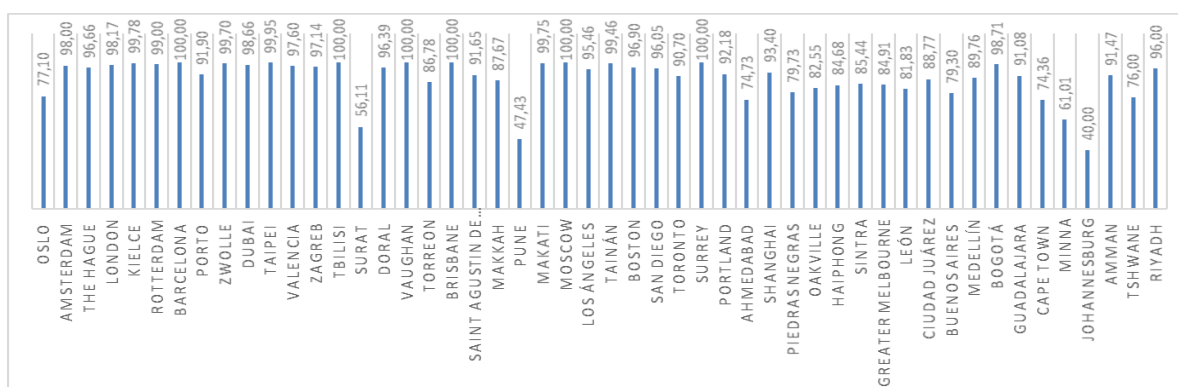
#### 4.3.2.2.1. Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar

Si bien la tónica general es que existe una notable escolarización femenina, se encuentran ciudades que presentan una muy baja tasa de escolarización y, por tanto, constituyen un foco de desigualdad en términos del sexo de las personas. Esas ciudades son Surat, Pune, Minna y Johannesburgo. No obstante —en el caso de Minna no tenemos más ciudades del mismo país para hacer comparaciones—, existen diferencias notables entre ciudades de los mismos países e, incluso, ciudades prácticamente limítrofes. Así, Johannesburgo presenta un valor del 40%, mientras que Tshwane ofrece un valor de un 76%. Igualmente, ocurre que Pune y Surat con 47,43% y 56,11% respectivamente, están en torno a 20 puntos porcentuales por debajo de Ahmedabad. Considerando que todos los valores provienen de la misma fuente, parece razonable sugerir que existen ciudades que constituyen auténticos focos en los que es preciso poner atención en términos de evitar una barrera educativa en el acceso a la educación de las niñas.

Por otra parte, existen ciudades de mayoría musulmana como Amán, Riad o Dubái que ofrecen valores prácticamente idénticos al de ciudades como Londres, Ámsterdam o Doral. Adicionalmente, en relación con las ciudades occidentales, destaca el bajo valor de Oslo, que no llega ni al 80%.

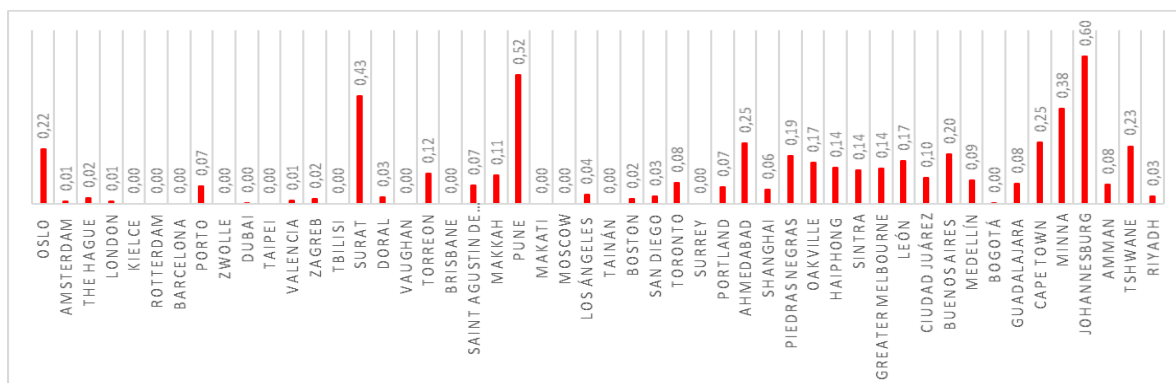
Finalmente, son las ciudades asiáticas y algunas ciudades sudamericanas, las que muestran unos valores que son ciertamente mejorables.

Gráfico 4.35: Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.36: Porcentaje de población femenina matriculada en centros escolares respecto a la población femenina en edad escolar con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

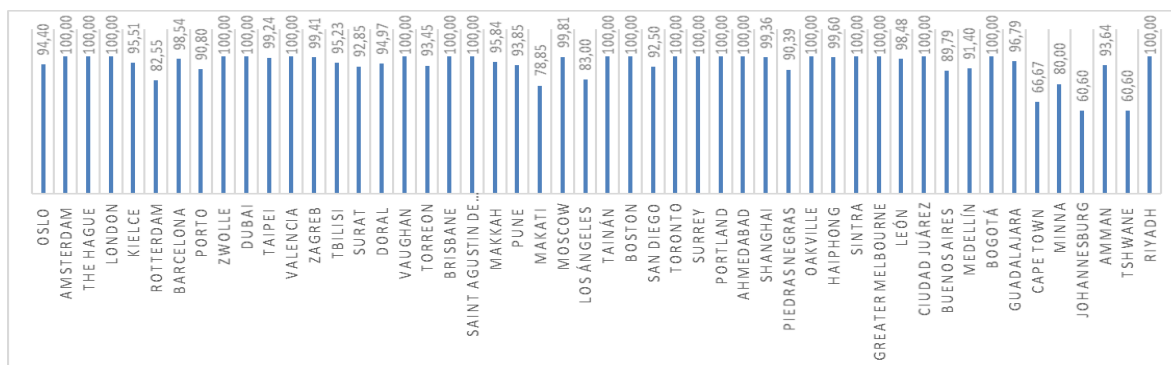
#### 4.3.2.2.2. *Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria*

Puede comprobarse que casi la mitad de la muestra alcanza el 100% de la también denominada “tasa de supervivencia en educación primaria”. Así, veintiuna de las cincuenta ciudades seleccionadas presentan el mejor valor posible, estando estas ciudades situadas, mayoritariamente, en el continente Europeo y Norteamérica. Dichas áreas geográficas presentan, no obstante, algunas excepciones como Rotterdam o Los Ángeles cuyos valores no llegan al 90% lo cual, en este contexto, resulta un muy mal resultado.

Las ciudades que presentan unos valores de menor supervivencia en la educación primaria y, por tanto, menor posibilidad de inclusión educativa, son las ciudades sudafricanas —con valores por debajo del 70%—, Minna y Makati.

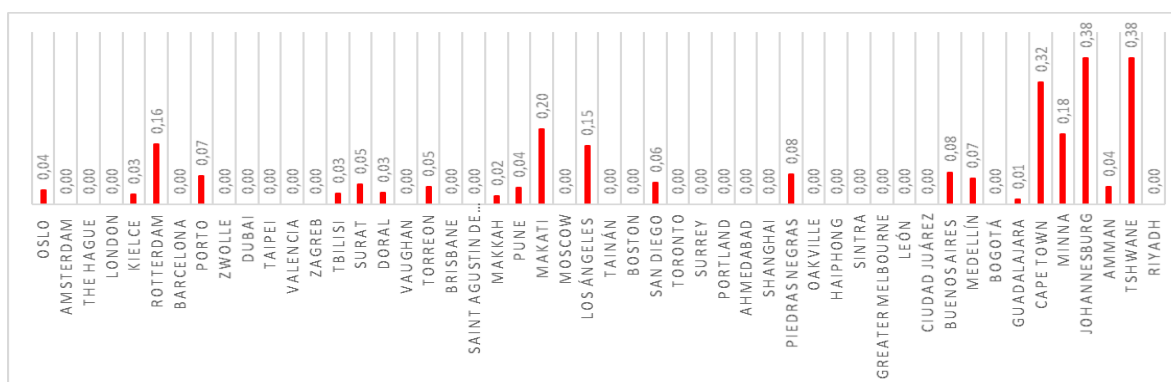
Respecto al continente sudamericano, si bien es cierto que la gran mayoría de ciudades no alcanza el 100% en el indicador, los valores oscilan en torno al 90%.

Gráfico 4.37: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.38: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.2.3. Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria

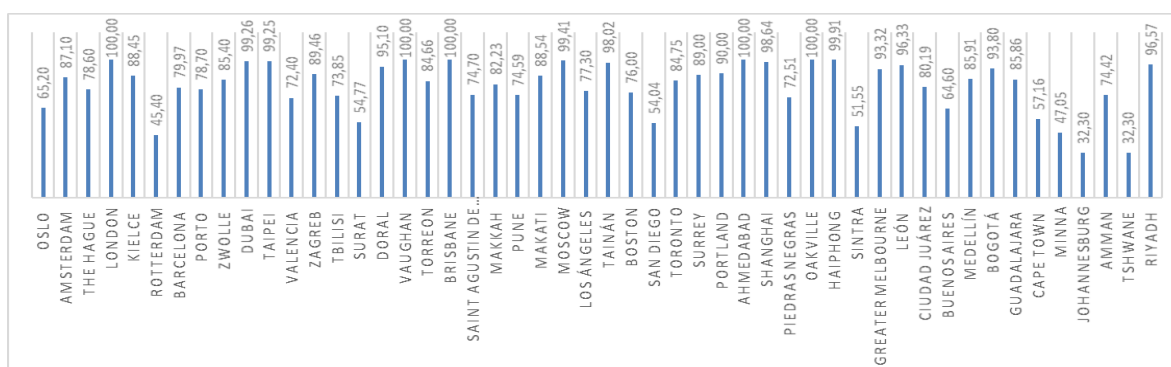
A diferencia del indicador anterior, las diferencias en la “tasa de supervivencia en educación secundaria” son mucho más significativas entre las ciudades. Así, tan solo cinco ciudades alcanzan el 100%, existiendo una gran diversidad geográfica en este caso puesto que sólo Vaughan y Oakville pertenecen al mismo territorio. El resto, Londres, Ahmedabad y Brisbane, pertenecen a áreas geográficas claramente diferenciadas.

En este indicador, destacan especialmente las diferencias existentes en ciudades pertenecientes a los mismos países, lo que ratifica nuestra idea central de la investigación, relativa a la importancia capital de las ciudades como objeto de estudio en el desarrollo sostenible, en la medida en que existen diferencias entre ellas que no son perceptibles considerando los resultados del país al que pertenecen. Así, San Diego muestra una muy baja supervivencia en educación secundaria respecto a ciudades “vecinas” como Doral o Portland. En

Europa ocurre lo mismo, Sintra muestra un decepcionante 51,55% frente a Oporto que está 27 puntos por encima. Igualmente, Rotterdam presenta un 45,40% muy por debajo del 78,60% de La Haya pero, además, es un valor inferior al de ciudades como Minna.

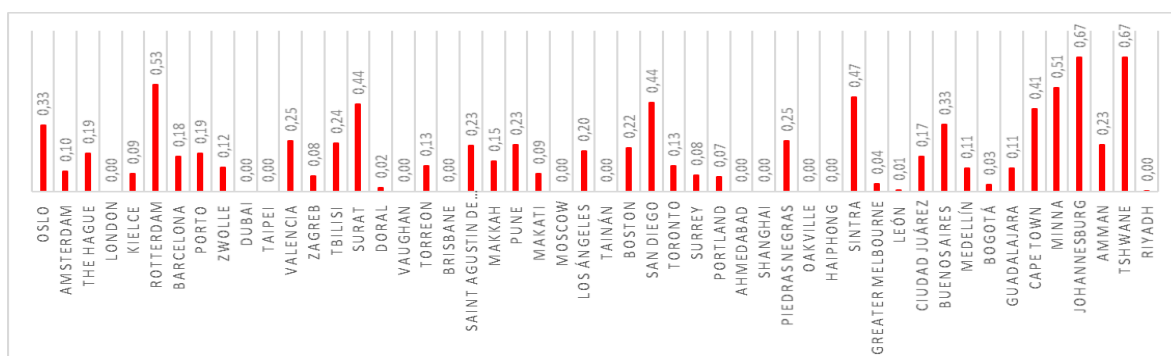
Por último, cabe destacar que las ciudades sudafricanas, una vez más, presentan los valores más bajos de la muestra.

Gráfico 4.39: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.40: Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.2.4. Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar

Las ciudades que mejores valores presentan —considerando que el veinticinco por ciento más alto comienza en un 98,3250— son las ciudades de China, Taiwán, Europa y Norteamérica. Cabe señalar que, si comparamos los valores globales de este indicador con los del indicador referido a la inclusión femenina en el sistema educativo, podríamos concluir que existe una mayor inclusividad femenina en los ámbitos urbanos dado que se presentan mejores

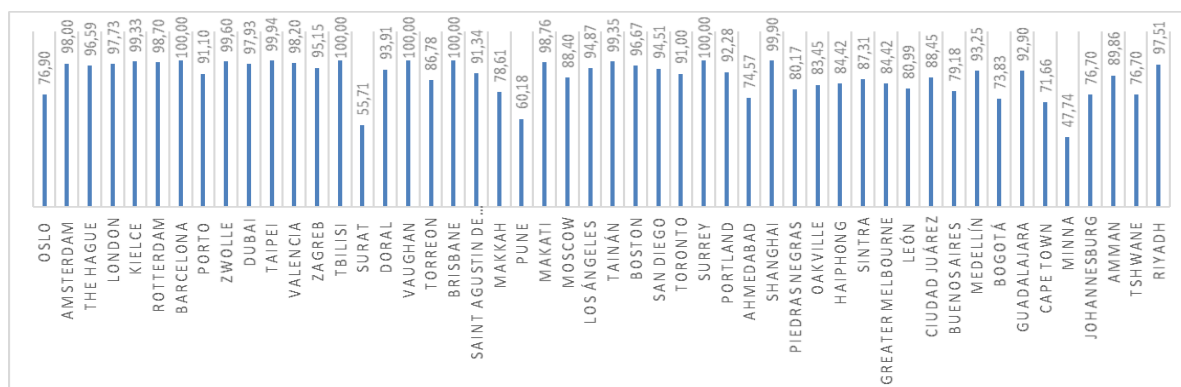


resultados cuando el indicador se refiere a la población femenina matriculada respecto a la población femenina en edad escolar que el mismo indicador referido a la población total. En definitiva, los valores sugieren que los entornos urbanos —salvo algunas excepciones como Minna y Johannesburgo— son adecuados para garantizar la igualdad de acceso a la educación de las niñas, lo cual está directamente relacionado con el objetivo de desarrollo sostenible número cinco.

Por otra parte, centrando ya nuestra atención en la inclusividad educativa total, las ciudades indias, Minna y las ciudades sudafricanas presentan valores muy negativos destacando la existencia de grandes diferencias entre las ciudades indias.

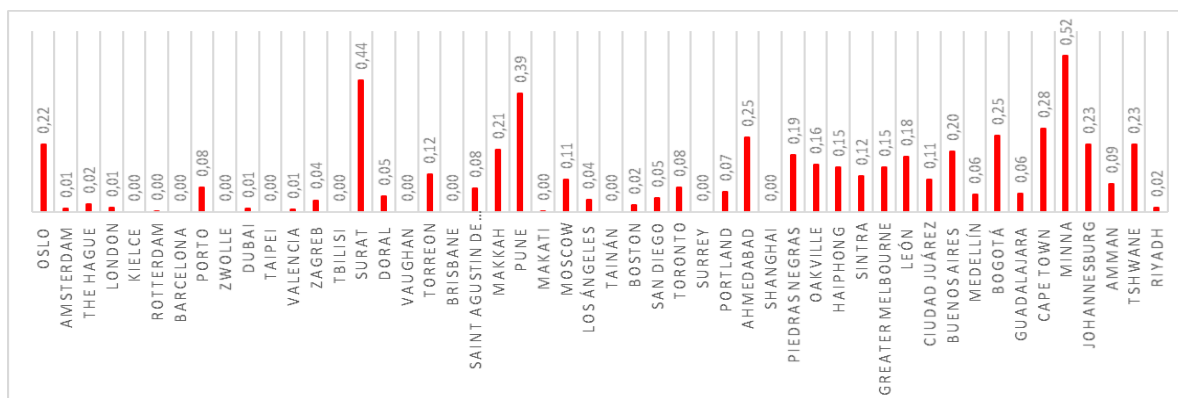
Por último, las ciudades sudamericanas presentan también notables diferencias entre ellas, como demuestra el hecho de que sus valores aparecen en los más bajos de la muestra. Así, destacan las diferencias de más de veinte puntos entre Medellín y Bogotá, que podría estar sugiriendo un aumento de la exclusión social en esta última. Un fenómeno similar ocurre entre las ciudades de Piedras Negras y Guadalajara, ambas en México, con una diferencia en favor de la segunda de más de doce puntos porcentuales.

Gráfico 4.41: Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.42: Porcentaje de población matriculada en centros escolares respecto a la población en edad escolar con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

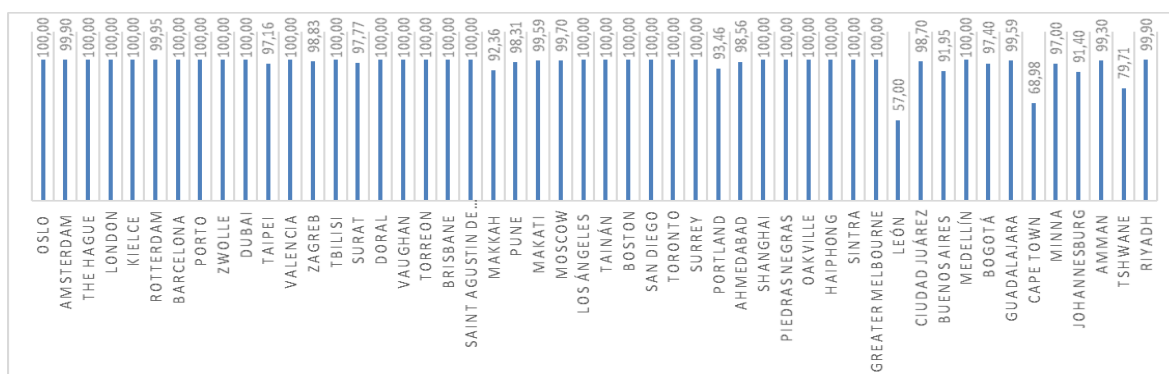
#### 4.3.2.3. Subdimensión habitabilidad del entorno

Se compone de cuatro variables: Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado, Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos Porcentaje de población con servicio de aguas residuales y Porcentaje de población con servicio de agua potable.

##### 4.3.2.3.1. Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado

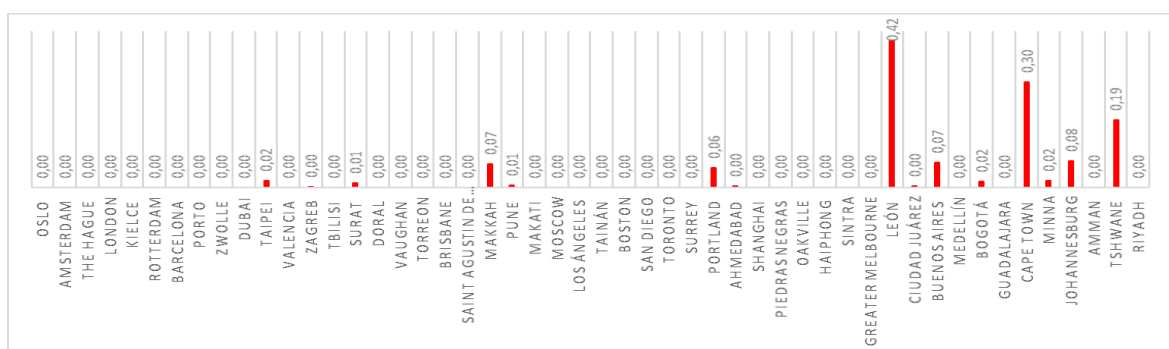
Dado que, en conjunto, las ciudades ofrecen muy buenos resultados— menos las que se indican a continuación todas están por encima del noventa por ciento—, procede resaltar aquellas que peores valores muestran. Así, León, Ciudad del Cabo y Tshwane, con valores de 57, 68,98 y 79,71 respectivamente, presentan un valor muy bajo. Cabe señalar que, además, estas ciudades están muy alejadas de los porcentajes que ofrecen ciudades situadas en los mismos países. Así, el caso de León es significativo en la medida en que se sitúa a casi la mitad de cobertura del servicio eléctrico autorizado a sus habitantes que Piedras Negras o Torreón. Incluso en Sudáfrica, cuyas ciudades vienen mostrando muy malos resultados en su conjunto, presenta diferencias significativas entre Ciudad del Cabo y Tshwane respecto a Johannesburgo que dispone de un valor superior al noventa por ciento.

Gráfico 4.43: Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.44: Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.3.2. Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos

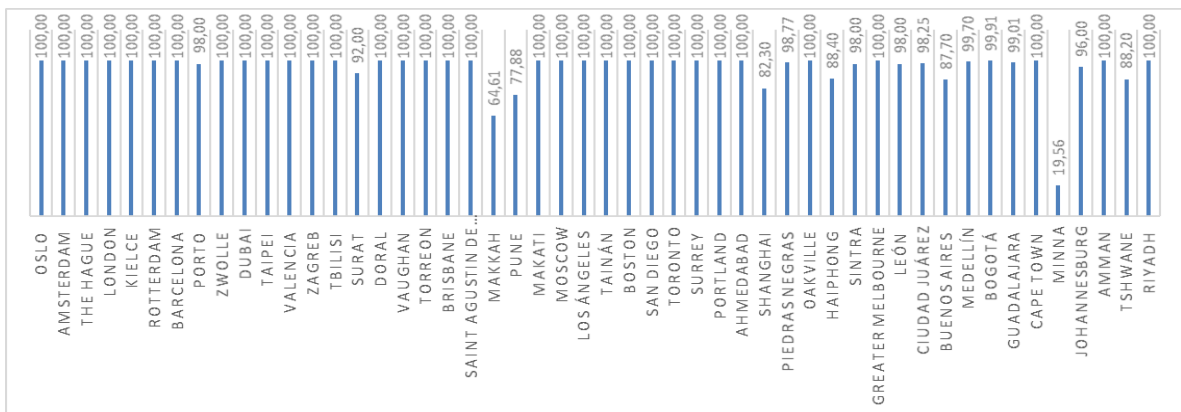
Lo primero que puede observarse en el gráfico son los buenos valores en términos de cobertura de población con servicio de recogida de residuos sólidos, en la medida en que treinta y tres de las cincuenta ciudades disponen de un 100% de dicha cobertura. Sin embargo, llama la atención el valor ofrecido por Minna, que supone que apenas el veinte por ciento de población dispone de servicio de recogida de residuos sólidos, lo que sugiere que la ciudad no cuenta con las condiciones sanitarias mínimas valor que, por otra parte, es coherente con los ofrecidos en términos de esperanza de vida y los relativos al eje de situación sanitaria y condiciones de vida.

La siguiente ciudad que ofrece peores valores —aunque a una muy notable distancia de Minna— es La Meca con un 64,61%, muy por debajo de la ciudad también Saudí de Riad. Una vez más, observamos la importancia del análisis de ciertos indicadores desde una perspectiva urbana, en la medida en

que revelan diferencias que el valor nacional no puede ofrecer. Las ciudades indias de Pune y Surat tampoco alcanzan el 100% de cobertura en el servicio, al contrario que Ahmedabad, si bien las diferencias entre ellas no son tan sustanciales como en el caso saudí. Un perfil similar al de India, es el que ofrecen las ciudades sudafricanas con diferencias no demasiado notables entre dos ciudades (Tshwane y Johannesburgo) y con una ciudad al 100% de cobertura.

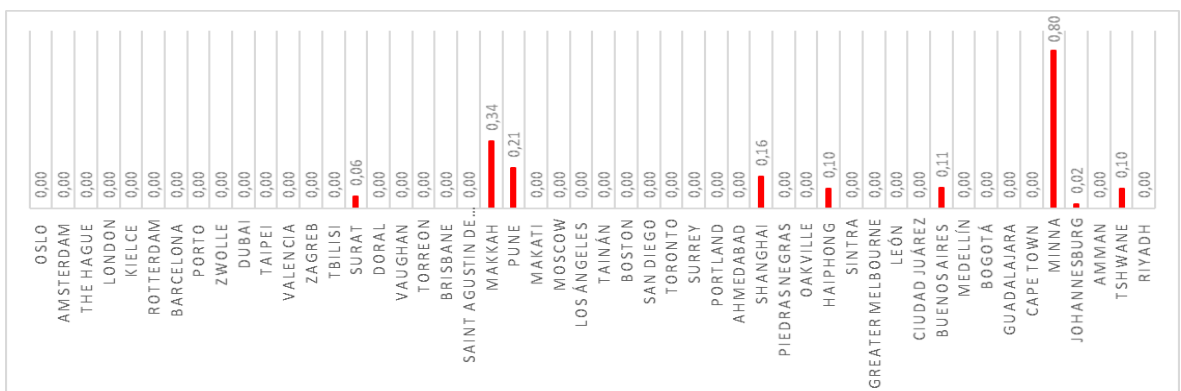
Por su parte, puede observarse que las ciudades sudamericanas, si bien ofrecen valores altos, aún deben mejorar en este servicio, especialmente Buenos Aires.

Gráfico 4.45: Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.46: Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.3.3. Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales

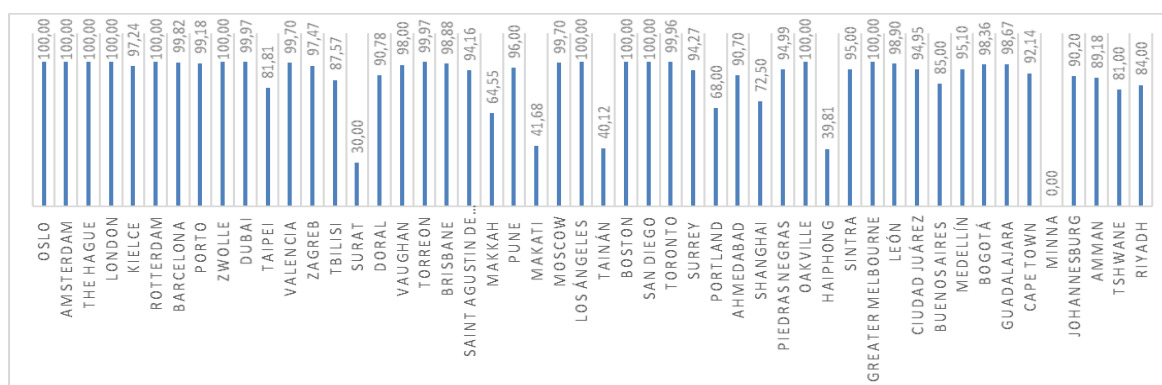
En relación con el servicio de recogida de aguas residuales (alcantarillado), se observa que las ciudades con mejor cobertura están situadas en América del Norte y Europa, a excepción de Gran Melbourne. Ciertamente, aunque hay excepciones, como Portland, que no llega si quiera al setenta por ciento.

Por su parte, las ciudades del sudeste asiático —con buenos resultados en otros indicadores— ofrecen valores relativamente bajos. No obstante, si consideramos la inmensa emigración del campo a la ciudad que ha existido en los últimos treinta años, parece razonable inferir que las condiciones urbanas óptimas no han precedido a la llegada de nuevos habitantes.

Igualmente, cabe destacar los casos de las ciudades indias de Pune (19%) y Surat (30%) muy alejados del 90,70% de Ahmedabad.

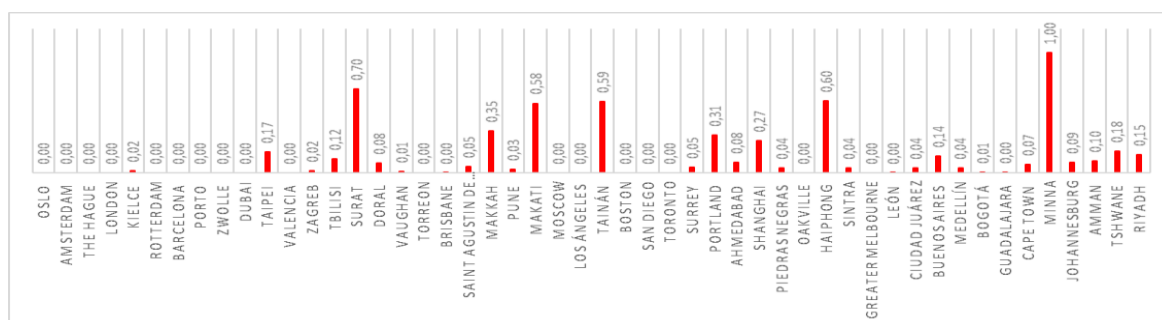
Por último, el peor valor de todos lo ofrece Minna cuyo sistema de recogida de aguas residuales es, literalmente, inexistente.

Gráfico 4.47: Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.48: Porcentaje de población con servicio de recogida de aguas residuales con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

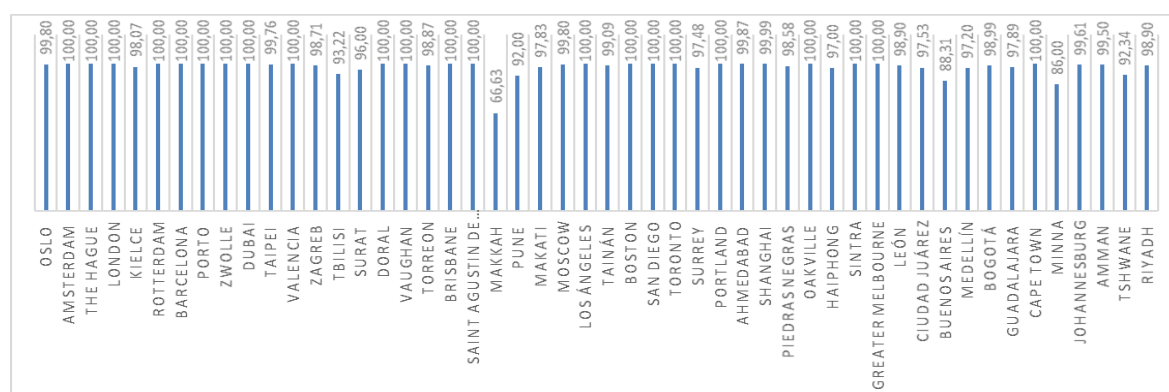
#### 4.3.2.3.4. Población con servicio de abastecimiento de agua potable

El último de los indicadores que compone la subdimensión “habitabilidad del entorno” ofrece unos valores bastante similares entre todas las ciudades. De las cincuenta ciudades que componen la muestra, cuarenta y cuatro disponen de abastecimiento de agua potable para entre el 95% y el 100% de la población, lo cual es un valor objetivamente bueno.

Sin embargo, existen ciudades cuya salubridad —como consecuencia de la baja cobertura de este servicio esencial— está puesta en entredicho. Así, La Meca apenas supera el 66% y Buenos Aires, aunque ofrece un valor del 88,31%, está lejos del 100% ideal y, a su vez, ofrece un valor muy bajo comparado con otros indicadores del presente eje y de la dimensión social de la sostenibilidad urbana.

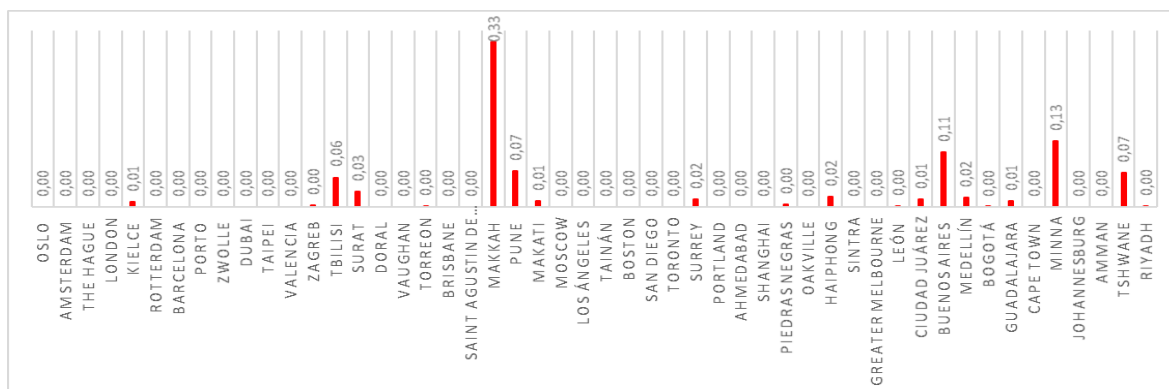
El caso contrario le ocurre a Minna que, ofreciendo los valores más bajos en términos de habitabilidad del entorno, sin embargo, muestra un 86% de abastecimiento de agua potable lo cual es un valor mediocre respecto al resto de ciudades, pero no tanto si lo consideramos en relación el resto de las variables estudiadas en esta ciudad.

Gráfico 4.49: Porcentaje de población con servicio de abastecimiento de agua potable



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.50: Porcentaje de población con servicio de abastecimiento de agua potable con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.4. Subdimensión responsabilidad institucional

La última de las subdimensiones relativas a la dimensión social de la sostenibilidad urbana se compone de cinco variables, todas ellas expresadas en términos de cien mil habitantes: Número de bomberos, Número de homicidios, Delitos contra la propiedad, Tasa de criminalidad y Accidentes de tráfico mortales.

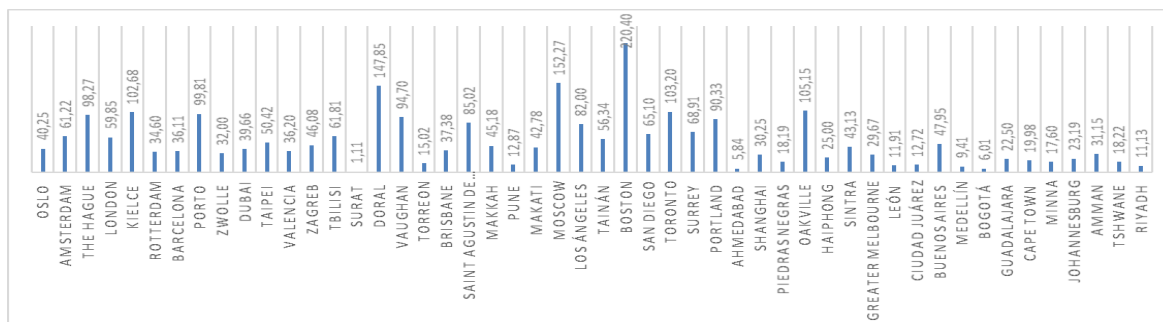
##### 4.3.2.4.1. Número de bomberos por cada cien mil habitantes

Lo más destacable de los valores de la presente muestra son las diferencias significativas entre ellos, así como la ausencia de un patrón o algún tipo de similitud en función de la proximidad geográfica o analogías económicas de las ciudades. Así, puede observarse que Boston, con 220,40 bomberos por cada cien mil habitantes, casi triplica a Los Ángeles y duplica a Toronto.

Las ciudades que superan los 100 bomberos por cada cien mil habitantes son Boston, Moscú, Doral, Oakville, Toronto y Kielce. Por debajo de esta cifra, encontramos que las ciudades europeas, al igual que en las ciudades de Estados Unidos y Canadá, existen notables diferencias en los valores de la presente variable. Así, Oporto duplica en efectivos a Oslo, ciudad que ofrece un valor bajo similar al de ciudades tan poco parecidas a ella como Dubái, Buenos Aires, Sintra o Valencia.

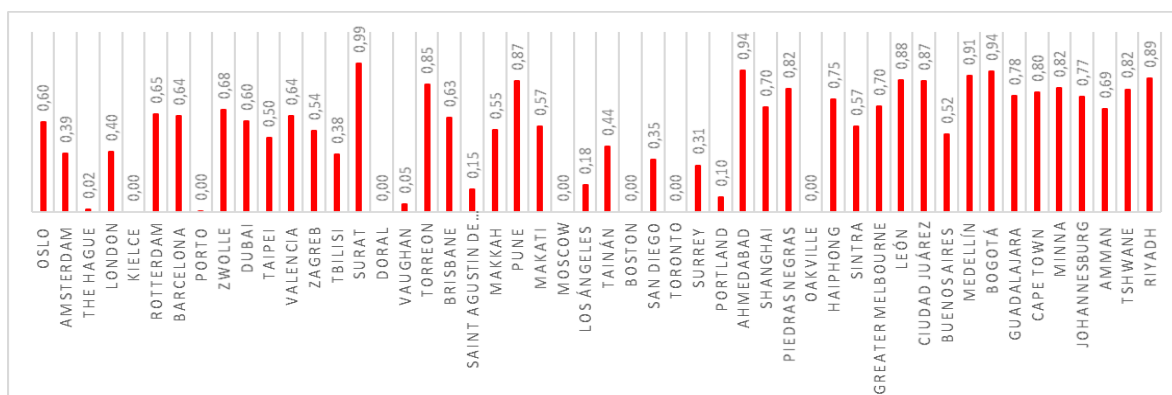
Finalmente, los valores de las ciudades sudamericanas, indias y sudafricanas reflejan la escasa presencia institucional en un servicio de seguridad tan básico como el que representa el indicador que aquí se analiza.

Gráfico 4.51: Número de bomberos por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.52: Número de bomberos por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.4.2. Número de homicidios por cada cien mil habitantes

En el estudio de la variable que nos ocupa destaca, fundamentalmente, la clara diferencia entre las ciudades situadas en el centro-sur de América y las sudafricanas con las del resto del planeta.

El valor más alto de homicidios por cada cien mil habitantes lo ofrece Ciudad del Cabo que es el doble del de Johannesburgo que, a su vez, duplica casi el de Tshwane, lo que, considerando que estas tres ciudades están entre las seis con más homicidios de la muestra, no deja de ser significativo.

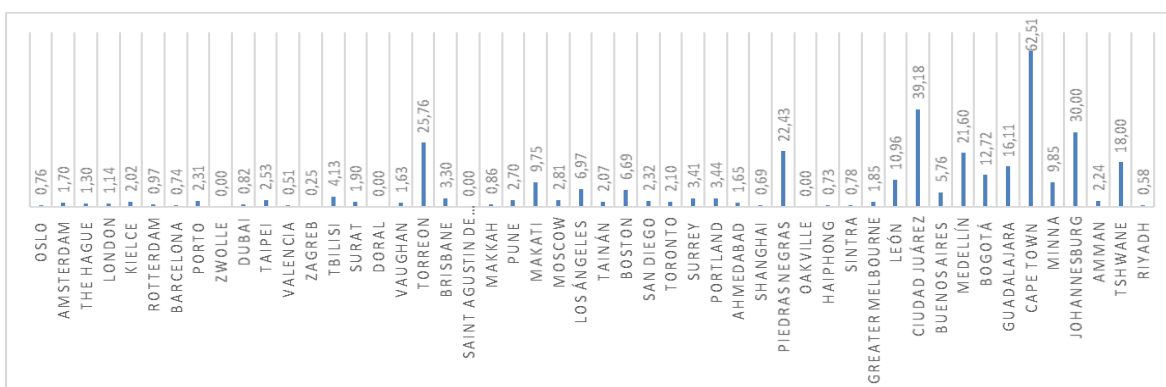
Otro país que destaca en el número de homicidios es México, cuyas ciudades presentes en la muestra se sitúan entre las diez con peores valores.



Concretamente, Ciudad Juárez es la segunda ciudad con más homicidios de todas las estudiadas.

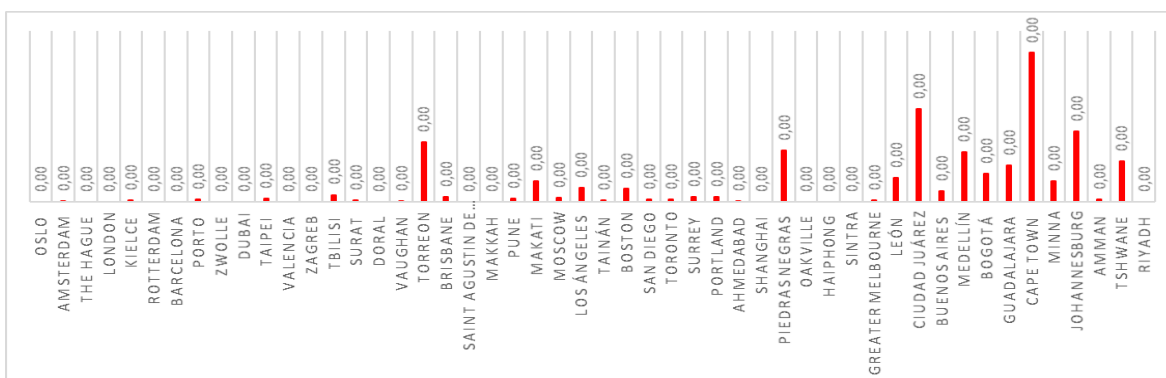
En definitiva, encontramos dos grupos de ciudades con unos valores muy elevados y otro grupo de ciudades con valores muy bajos. Prueba de ello, es que el 75% de las ciudades de la muestra, están por debajo de 7,66 homicidios por cada cien mil habitantes lo cual, comparado con las cifras citadas más arriba, refrenda claramente la existencia de esos dos grupos.

Gráfico 4.53: Número de homicidios por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.54: Número de homicidios por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.2.4.3. Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes

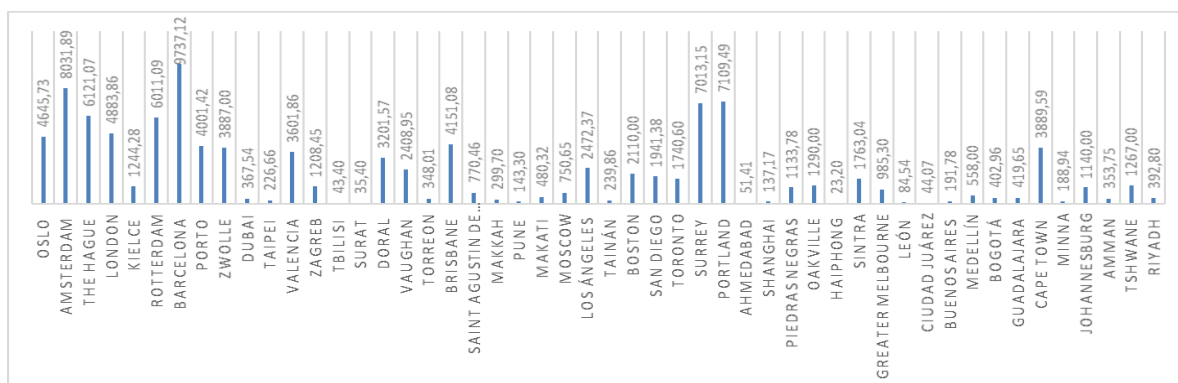
Una de las primeras características que llaman la atención en la distribución de los valores de este indicador es la alta delincuencia contra la propiedad en ciudades con bajo número de homicidios y, en sentido inverso, el alto número de homicidios en las ciudades que presentan un bajo número de delitos contra la propiedad.

En esta variable, las ciudades europeas y norteamericanas lideran la muestra —de hecho, a excepción de Ciudad del Cabo, todas las ciudades pertenecen a estas áreas— con notables diferencias respecto a ciudades que, a priori, podrían sugerir igualmente un alto número de delitos contra la propiedad. Así, Barcelona con 9.737,12 delitos contra la propiedad tiene un registro veinticuatro veces superior al de Bogotá con 402,96. Este hecho puede conducir a investigar en qué medida se están denunciando ese tipo de delitos en Bogotá u otras ciudades que presentan valores aparentemente bajos, así como la confianza ciudadana en sus respectivas fuerzas de seguridad. No obstante, ese análisis trasciende a nuestra investigación. En todo caso, Barcelona y Ámsterdam, con más de 8.000 delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes, evidencian una falta de eficacia institucional bastante notable a la hora de proteger la propiedad de los ciudadanos.

Cabe señalar, no obstante, que existen ciudades europeas y norteamericanas con relativamente buenos niveles de prosperidad económica y que presentan una baja delincuencia contra la propiedad de las que el ejemplo más significativo es Toronto, con más de 40.000 dólares de renta por habitante y en torno a 1.700 delitos contra la propiedad registrados por cada cien mil habitantes.

La correlación entre ambas variables no es especialmente significativa<sup>41</sup>, lo que hace que deban tomarse como objeto de estudio aquellas ciudades que, disponiendo de buenos niveles de prosperidad económica, poseen un bajo nivel de delitos contra la propiedad.

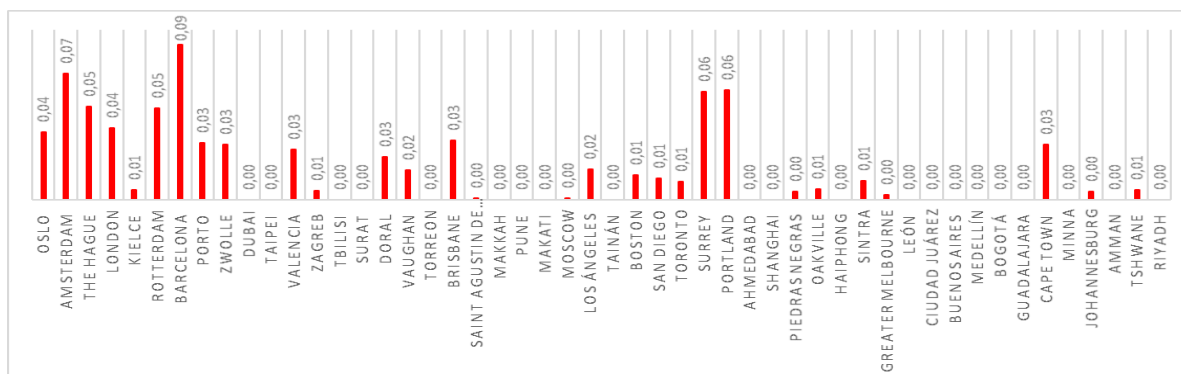
Gráfico 4.55: Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

<sup>41</sup> La correlación entre ambas variables es (Pearson) de 0,564 y de 0,702 (Spearman)

Gráfico 4.56: Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

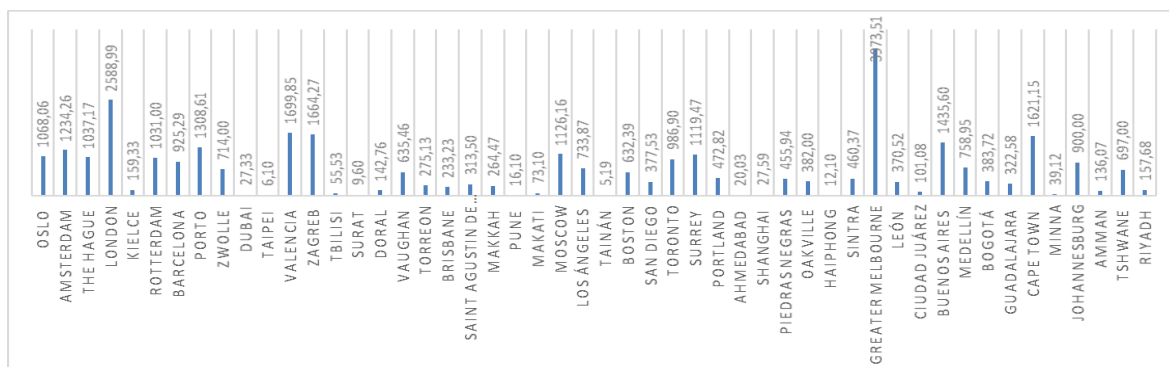
#### 4.3.2.4.4. Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes

Los valores de la presente variable presentan un perfil nada similar a los de cualquiera de las otras que componen el eje de la responsabilidad institucional.

Las ciudades que presentan una peor tasa de criminalidad son Gran Melbourne y Londres con valores muy por encima del resto. Cabe señalar que las ciudades con alta tasa de criminalidad no están concentradas en áreas geográficas o con un perfil socio económico similar, como demuestran Valencia, Ciudad del Cabo, Los Ángeles, Zagreb o Buenos Aires, aparte de las ya citadas Gran Melbourne y Londres. Igualmente, la tasa de criminalidad, al identificarse también mediante denuncias registradas, merece el mismo comentario respecto a los delitos contra la propiedad en términos de confianza ciudadana en el funcionamiento de la protección institucional.

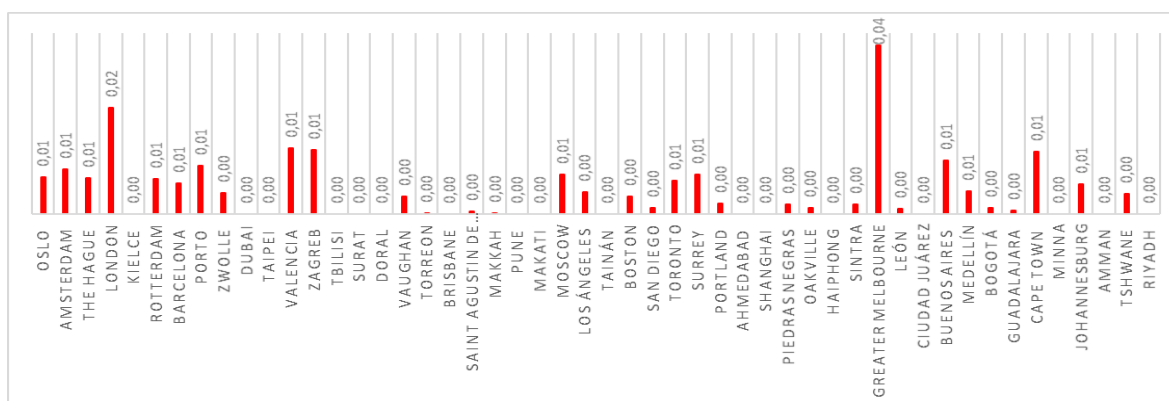
Por último, destaca la muy baja tasa de criminalidad de las ciudades del sudeste asiático, caracterizadas por un sistema institucional altamente represivo sobre las conductas criminales (Tainan, con 5,19 delitos con violencia por cada cien mil habitantes es la más baja de toda la muestra) así como las ciudades indias, especialmente Surat.

Gráfico 4.57: Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.58: Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

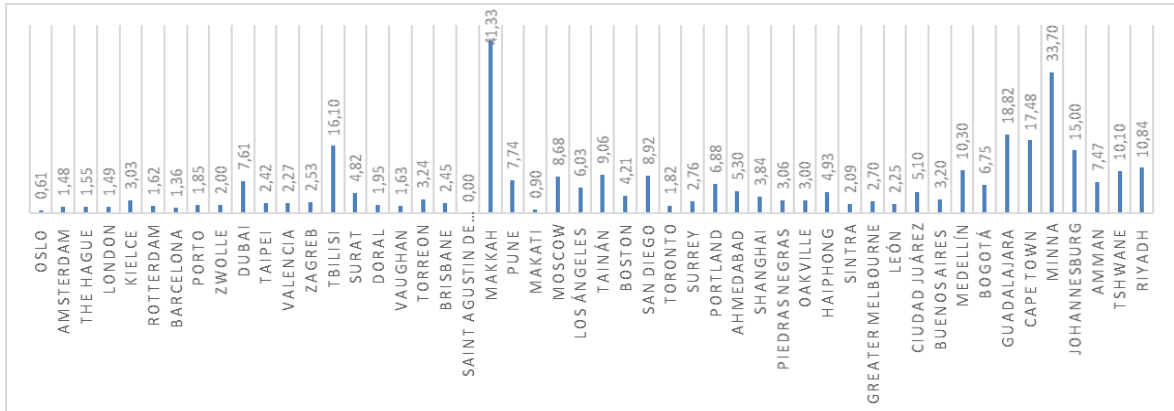
#### 4.3.2.4.5. Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes

En general, los valores totales son bastante homogéneos, como prueba que el 75% de las ciudades presenten un valor inferior a 8 accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes, que el 50% de las mismas esté por debajo de 4 o que el 25% de ellas sea menor que 2. Este valor hace que aquellas ciudades como La Meca (41,33), Minna (33,70), Guadalajara (18,82) o Tiflis (16,10) destaquen muy negativamente y evidencien un problema de seguridad vial muy notable para sus ciudadanos sobre el que las instituciones están demostrando un notable fracaso a la hora de actuar o bien, directamente, una clara ausencia de actuación.

Si bien es cierto que todas las ciudades —a excepción de Makati— que presentan mejores valores son europeas o norteamericanas, existen ciudades como Torreón, Surat, Piedras Negras, Gran Melbourne, León o Buenos Aires, que se acercan bastante a ese grupo y que —independientemente de otros

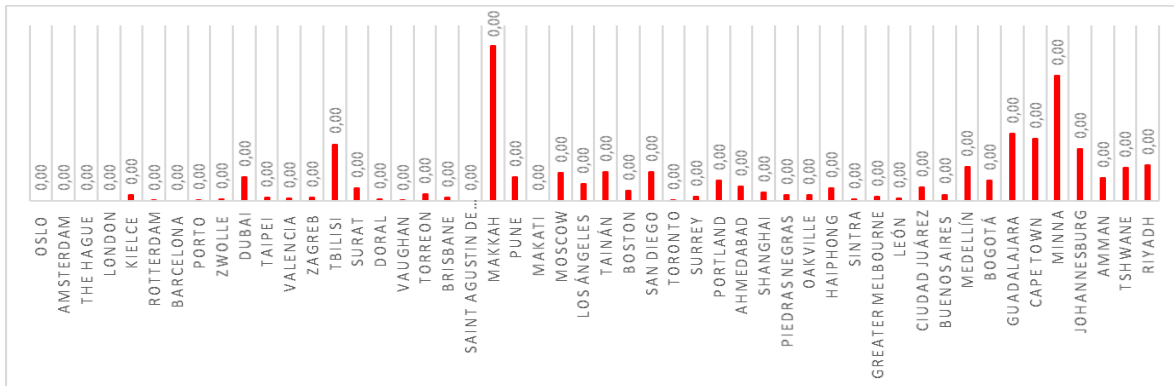
problemas asociados a la movilidad— están resultando eficaces en términos de seguridad vial.

Gráfico 4.59: Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.60: Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

### 4.3.3. Dimensión Ambiental

#### 4.3.3.1. Subdimensión energía

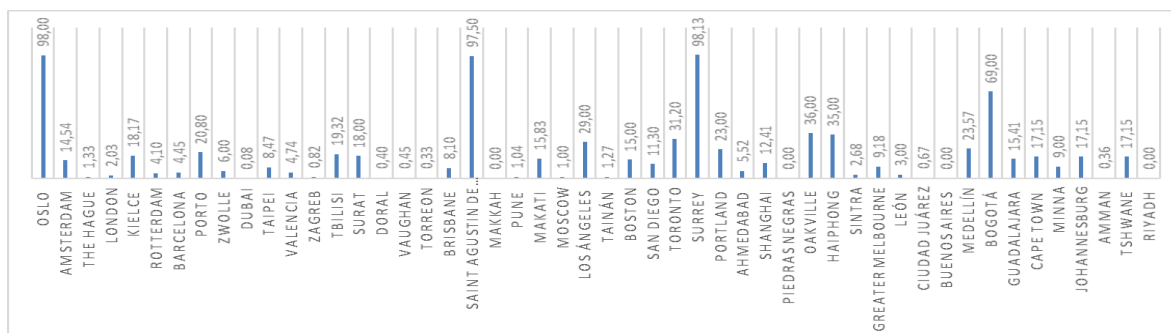
La primera de las subdimensiones de la dimensión ambiental contiene los siguientes indicadores: Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía, Energía eléctrica consumida por habitante (kWh/año) y Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes.

##### 4.3.3.1.1. Porcentaje de consumo de energía eléctrica derivado de fuentes renovables respecto al total de consumo de energía

Oslo, Surrey y Saint Agustin de Desmaures destacan notablemente respecto al resto de ciudades que —salvo el caso de Bogotá— no superan ninguna el 40%. De hecho, más de la mitad de las ciudades de la muestra, no llegan al 10% de un indicador que es un fiel reflejo de lo que se entiende por sostenibilidad ambiental, en la medida en que la no renovación de recursos en el consumo de energía implica una forma de producción extractiva respecto de dichos recursos y, por ende, finita.

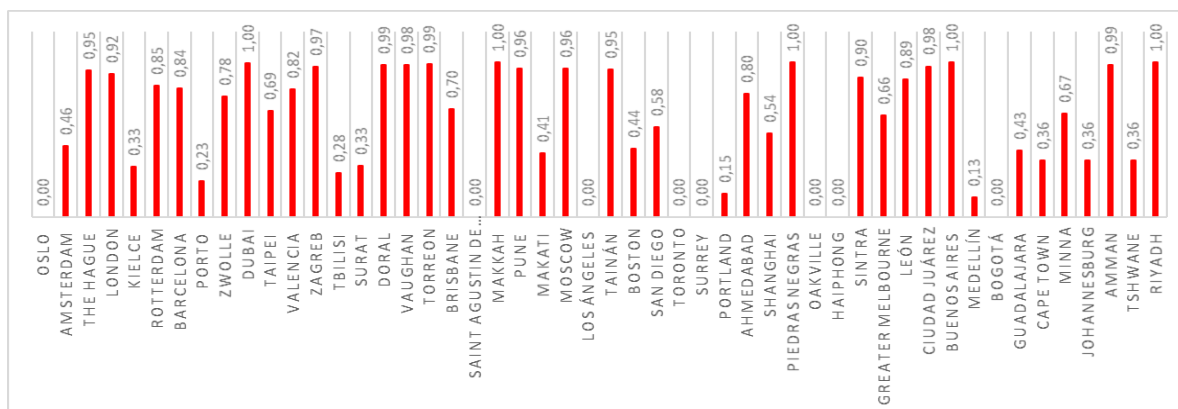
El hecho de que ciudades pertenecientes a países o zonas económicas altamente industrializadas como Barcelona, Shanghái, Moscú o Los Ángeles presenten valores tan bajos de este indicador, evidencia que las ciudades tienen mucho recorrido en materia de sostenibilidad ambiental. El análisis de los datos en su conjunto confirmará este extremo, como luego se verá.

Gráfico 4.61: Porcentaje de consumo de energía eléctrica derivado de fuentes renovables respecto al total de consumo de energía



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.62: Porcentaje de consumo de energía eléctrica derivado de fuentes renovables respecto al total de consumo de energía con valores normalizados

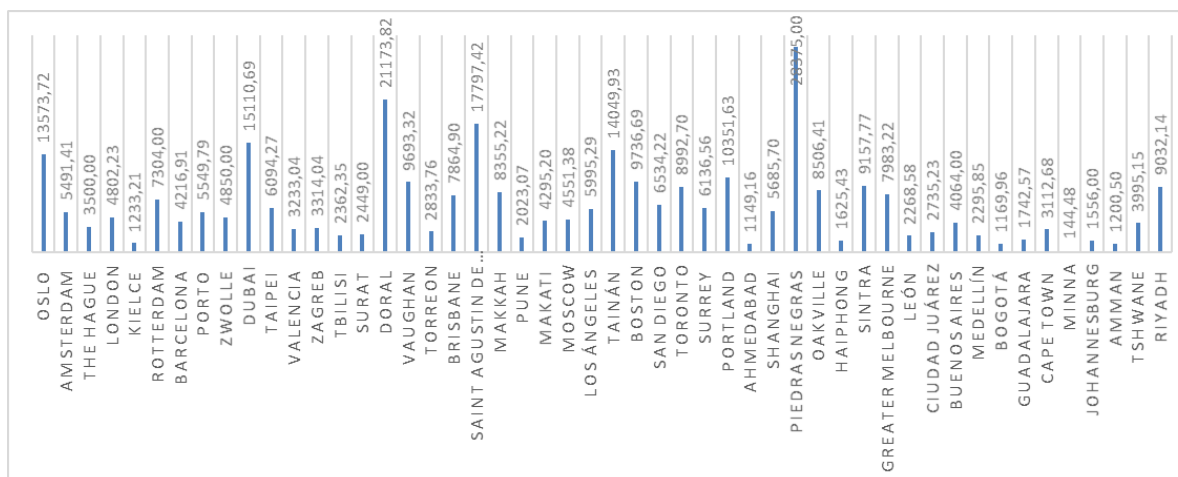


Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.1.2. Energía eléctrica consumida por habitante

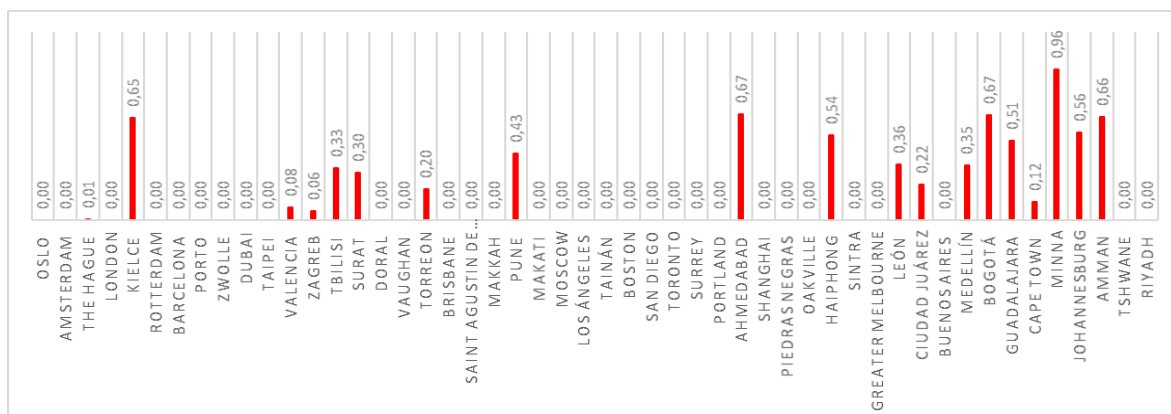
Las ciudades con mejores indicadores de desempeño económico y las situadas en zonas del planeta con climas más extremos son las que mayores valores presentan de toda la muestra. Así, Oslo, Dubai, Doral, Portland, Saint Agustín de Desmaures o Tainan son algunos ejemplos. Destaca de manera especial la ciudad mejicana de Piedras Negras, pues si bien dispone de un clima especialmente caluroso en los veranos del hemisferio norte, ofrece un valor atípicamente elevado. Quizás, la presencia de dos centrales termoeléctricas en la ciudad, expliquen total o parcialmente lo anormal de ese valor, especialmente, si lo comparamos con otros valores de ciudades también mejicanas como Guadalajara o León.

Gráfico 4.63: Energía eléctrica consumida por habitante



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.64: Energía eléctrica consumida por habitante con valores normalizados

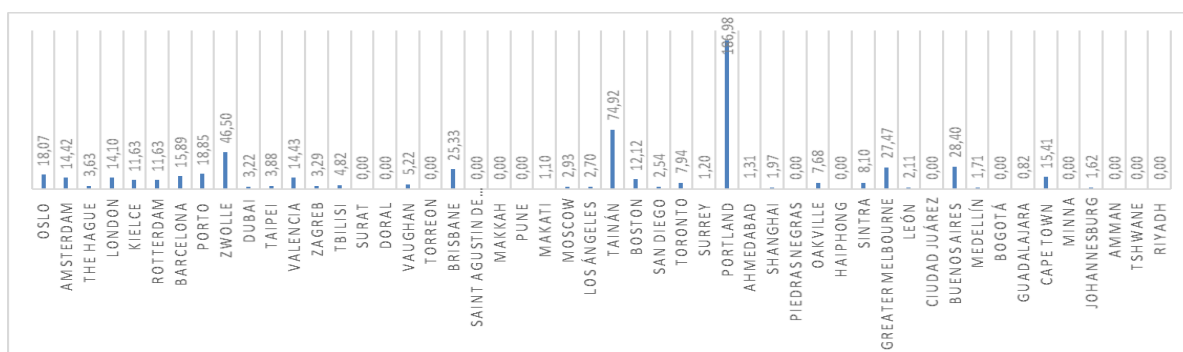


Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.1.3. Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes

Salvo el valor atípico de la ciudad de Portland, el resto de ciudades que presentan mejores valores son europeas. Por su parte, las ciudades con nula presencia de sistemas de transporte de alta capacidad están situadas en África, India y América Central o del Sur. Algunas de esas ciudades presentan, además, enormes problemas de movilidad, lo que supone una necesaria priorización de este problema en la agenda de políticas públicas de la ciudad. Un ejemplo de lo que aquí se plantea es la ciudad de Bogotá que, tras años de colapso en la movilidad —a pesar de la adopción de medidas de transporte público más eficaces como el denominado Transmilenio— ha adjudicado recientemente las obras para la construcción de un metro en superficie —el elevado nivel freático de Bogotá impide la opción subterránea— emulando el modelo de Medellín, que mejorará sustancialmente este problema.

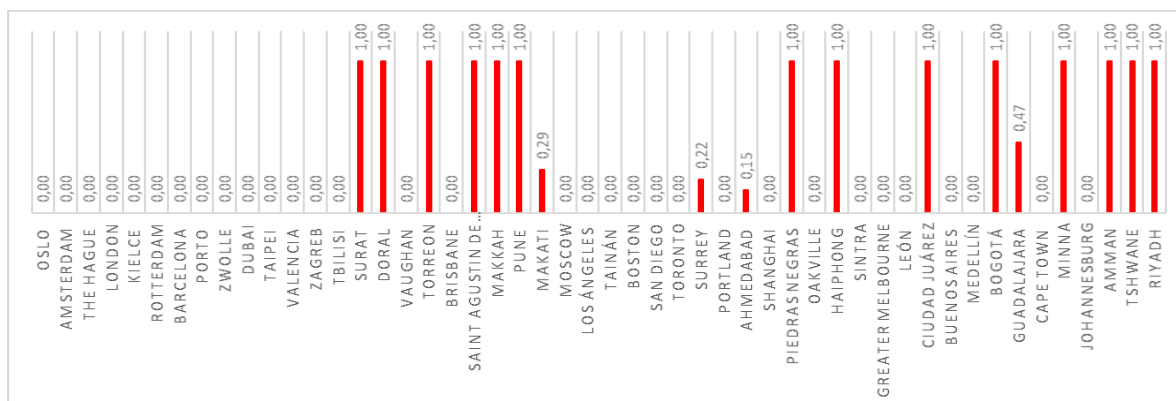
Gráfico 4.65: Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.



Gráfico 4.66: Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.2. Subdimensión agua

La subdimensión “agua” va a contemplar los siguientes indicadores: Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento, Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario y Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día).

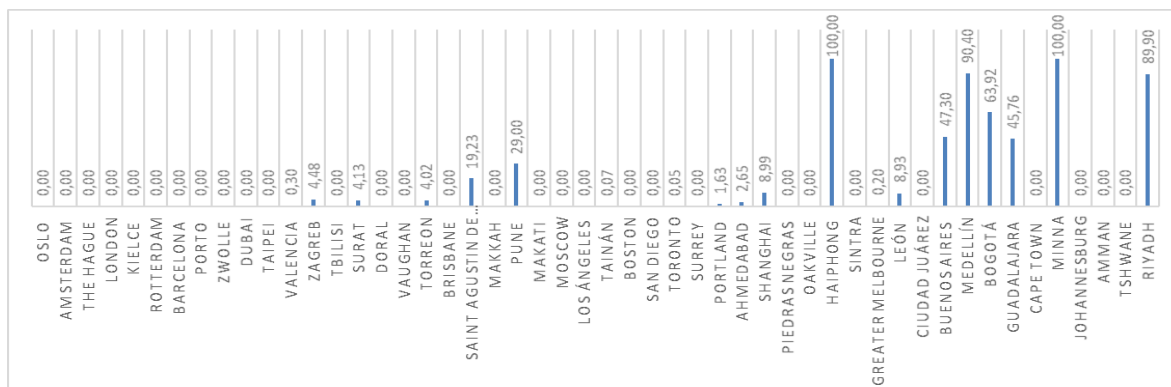
##### 4.3.3.2.1. Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento

El gráfico es realmente ilustrativo sobre lo diferente que es la situación de las ciudades en términos de contaminación de aguas. En el mismo, puede observarse cómo el 60% de las ciudades tratan más del 95% de las aguas residuales; el 5% restante corresponde a ciudades asiáticas como Haiphong, africanas como Minna o suramericanas. Cabe señalar que Medellín, con el 90,40% está en proceso de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales<sup>42</sup> situada en su Área Metropolitana, que reducirá sustancialmente esa cifra. El caso de Arabia Saudí es paradójico en la medida en que una de sus ciudades, Riad, tiene casi el 90% de aguas residuales sin tratamiento, mientras que La Meca, trata la totalidad de dichas aguas. Ocurre algo similar si se observan los valores de Pune, respecto de Ahmedabad o Surat.

<sup>42</sup> Información suministrada por la alcaldía mediante correo electrónico de fecha septiembre de 2018 y comprobada fehacientemente por el autor.

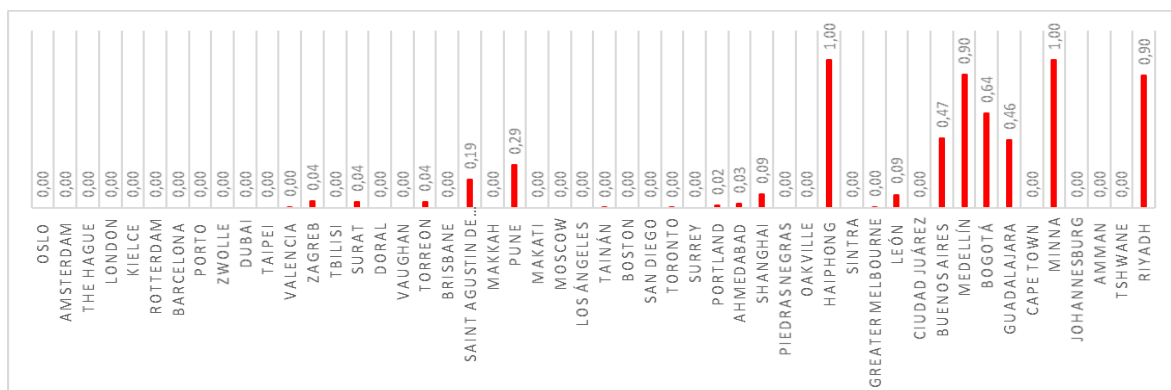
Por último, cabe destacar que la ciudad de Saint Agustin de Desmaures, con casi un 20% de aguas residuales sin tratamiento alguno, constituye una excepción en las ciudades de Norteamérica y Europa.

Gráfico 4.67: Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.68: Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento con valores normalizados



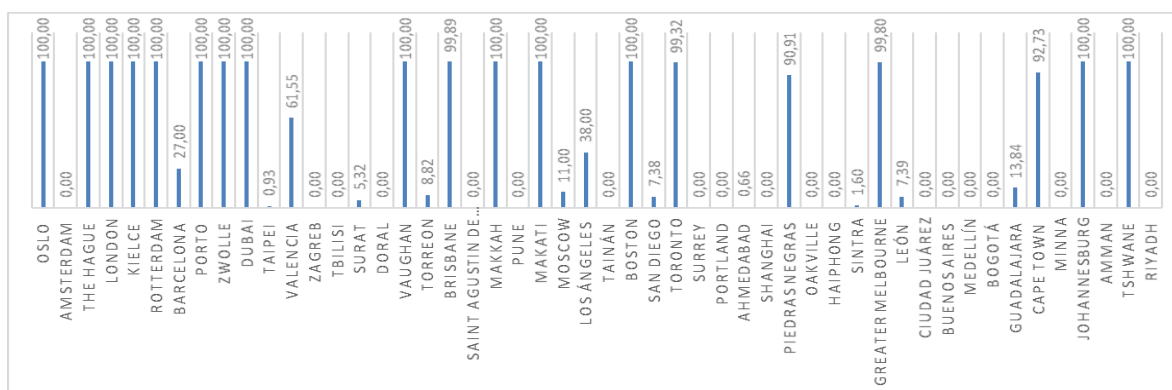
Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.2.2. Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario

Puede observarse que, a diferencia de otros indicadores, las ciudades sudafricanas comparten los mejores valores de la muestra junto con ciudades norteamericanas y europeas. Lo mismo ocurre con ciudades como Makati o Piedras Negras, con valores muy elevados. Observando la muestra, no existen lo que podríamos denominar “término medio”, pues salvo ciudades como Valencia, Barcelona o Los Ángeles, la inmensa mayoría de ciudades, o supera el 90% de aguas residuales sometidas a tratamiento terciario o se quedan en valores muy por debajo del 15%.

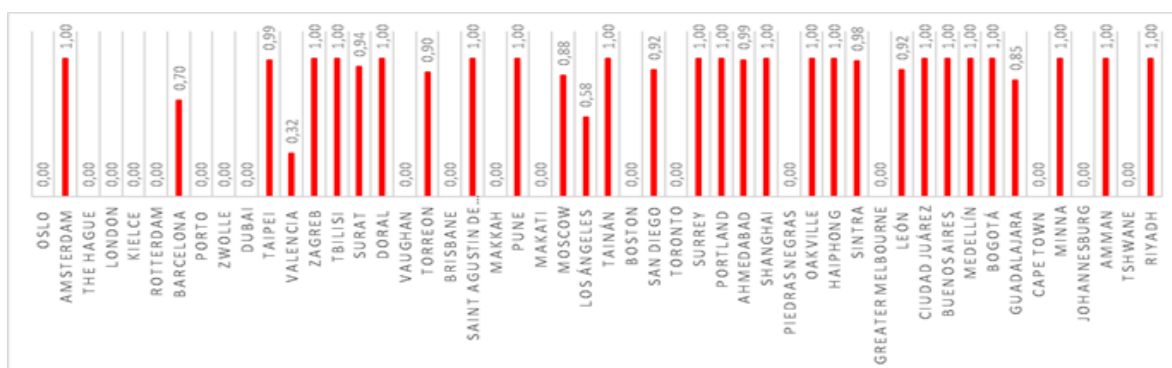
El presente indicador nos muestra hasta qué punto ciudades que conforman una gran conurbanización como Rotterdam, Ámsterdam y La Haya, presentan valores diferentes. Así, Ámsterdam no tiene un sistema de depuración de aguas con tratamiento terciario mientras que La Haya y Rotterdam alcanzan el 100%. El mismo fenómeno ocurre en ciudades distintas dentro del mismo país, como puede observarse en Estados Unidos de América o México.

Gráfico 4.69: Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.70: Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

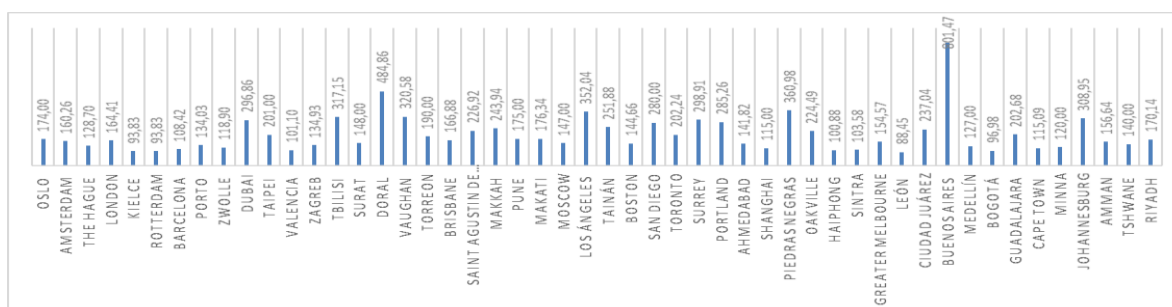
#### 4.3.3.2.3. Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)

Las ciudades que más agua por habitante consumen están situadas, generalmente, en las zonas más cálidas del planeta, salvo el atípico valor ofrecido por Buenos Aires que no está situada en dicha zona y León, que ofrece un valor muy pequeño estando situado en una zona de clima cálido.

Con carácter general, podría decirse que el valor medio o valores próximos a ese valor medio —201 litros/hab— es compartido por ciudades de

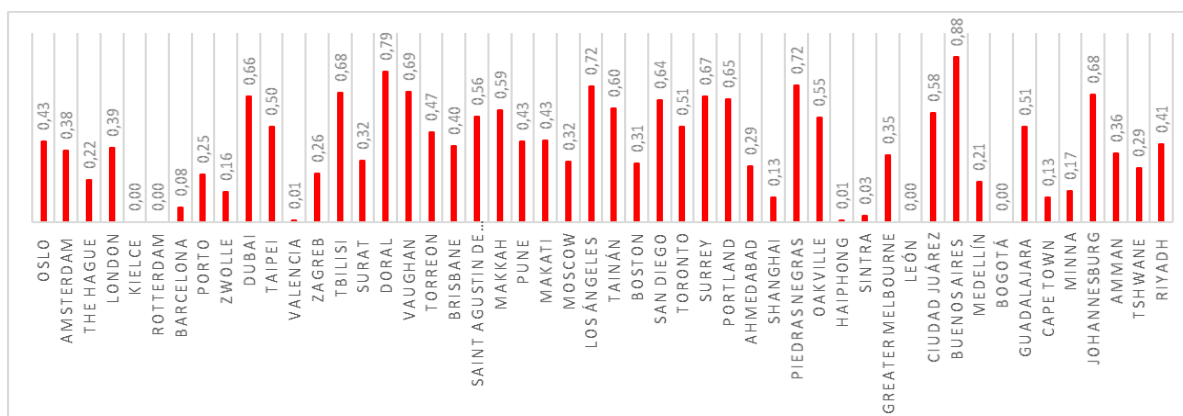
muy diversa tipología. Así, Taipéi, Guadalajara o Toronto representan climas, culturas y estructuras urbana muy diferentes. Ello sugiere que, a pesar de que la climatología o las características físicas de la ciudad pueden tener alguna influencia en el valor del indicador —se observa que las ciudades situadas en climas fríos también presentan menos consumos por habitante—, existe margen para poder influir y “educar” en el uso de un recurso tan escaso y vital como el agua potable.

Gráfico 4.71: Consumo de agua doméstica por habitante



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.72: Consumo de agua doméstica por habitante con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.3. Subdimensión contaminación ambiental

La última de las subdimensiones de la dimensión ambiental de la sostenibilidad urbana está constituido por cuatro indicadores: Porcentaje de residuos que son reciclados, Recogida de residuos sólidos por habitante, Concentración de partículas PM2.5 y Emisiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante.

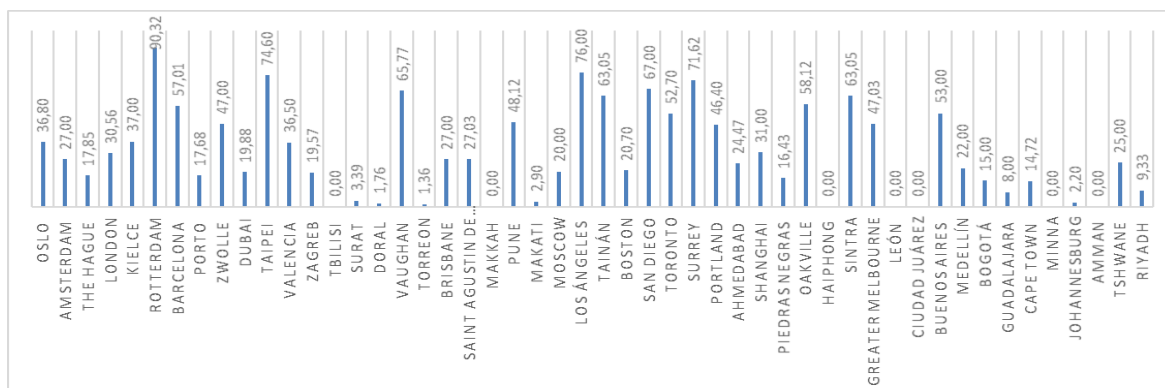
#### 4.3.3.3.1. Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados

El gráfico muestra una gran diversidad de resultados. Así, las ciudades que mejores valores presentan están situadas en Europa y Norteamérica, además de Buenos Aires y las ciudades de China y Taiwán. Sin embargo, existen notables excepciones dentro de esos mismos países, como ocurre con Oporto, que presenta un valor muy bajo en el marco de los ofrecidos por esos países y comparado con el que ofrece su vecina Sintra.

Igualmente, en Norteamérica, ciudades como Doral presentan valores cercanos a cero, o Boston con un bajo 20%, que resulta estar casi cuatro veces por debajo de Los Ángeles en materia de reciclaje.

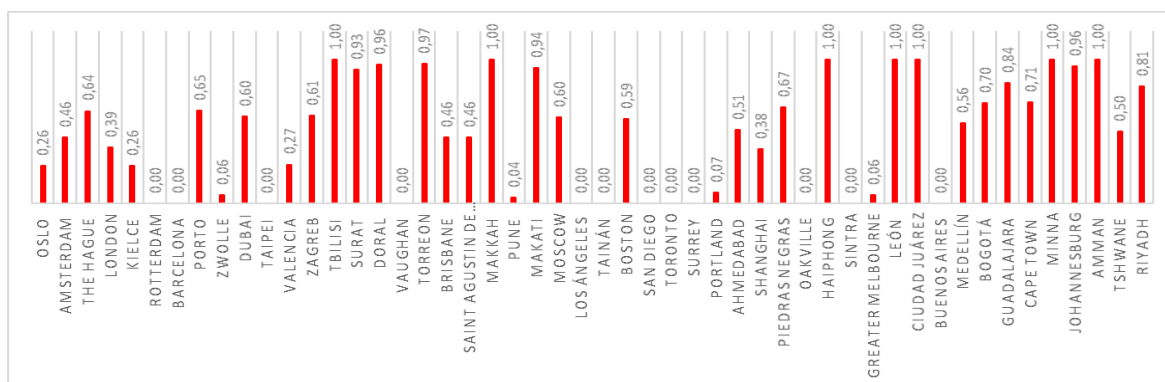
Por su parte, las ciudades centroamericanas y sudamericanas —con la ya citada excepción de Buenos Aires— presentan valores muy bajos, aunque mejores que las situadas en África o India.

Gráfico 4.73: Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.74: Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados con valores normalizados



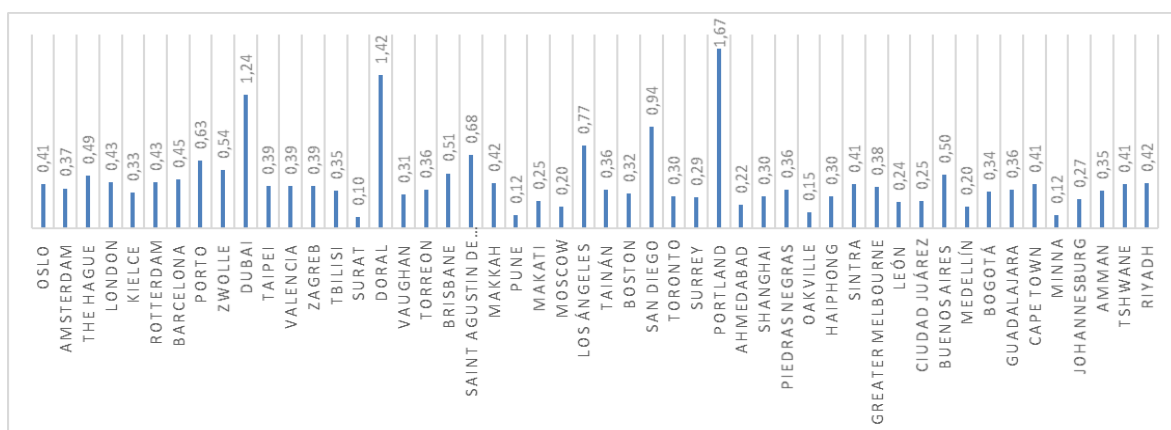
Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.3.2. Recogida de residuos sólidos por habitante

El conjunto de las ciudades de la muestra presenta valores similares a primera vista con tres grandes excepciones: Portland, Doral y Dubái. De esas tres ciudades, dos son estadounidenses y las tres pertenecen a países con elevada renta per cápita. Las tres siguientes ciudades: San Diego, Los Ángeles y San Agustín de Desmaures, están situadas en Estados Unidos y Canadá de modo que los valores sugieren dónde se concentran las mayores tasas de generación de residuos sólidos.

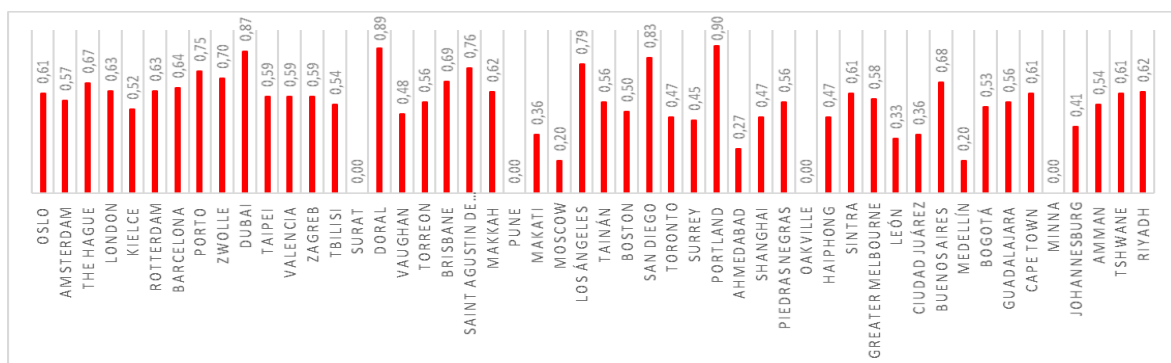
Igualmente, la inmensa mayoría de las ciudades con peores valores son norteamericanas y europeas. Del mismo modo, la mayoría de ellas con menores tasas de generación de residuos sólidos, pertenecen a países con menor nivel de renta. No obstante, existen casos que merecen especial atención, como las ciudades de Moscú y Surrey que con 0,20 y 0,29 toneladas de residuos por habitante/año destacan al presentar, por lo general, buenos indicadores económicos y una menor generación de residuos.

Gráfico 4.75: Recogida de residuos sólidos por habitante



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.76: Recogida de residuos sólidos por habitante con valores normalizados

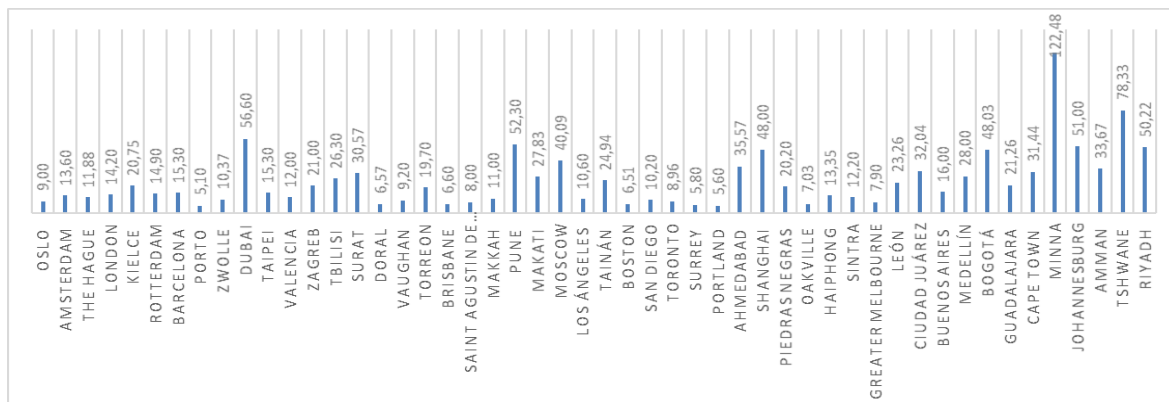


Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.3.3 Concentración de partículas (PM 2.5)

El hecho de que el valor de la ciudad con mayor concentración de partículas (Minna) sea veinticuatro veces superior al de la ciudad con menor valor (Oporto) ilustra sobre las diferencias existentes en la muestra. Asimismo, los valores son coherentes con la información ofrecida por la Organización Mundial de la Salud<sup>43</sup> en relación con el hecho de que las mayores concentraciones de partículas se producen en los países más pobres. Cabe añadir que los resultados sugieren que también ofrecen valores muy altos aquellas ciudades cuya actividad económica está relacionada con la extracción de petróleo. Si dividimos las ciudades objeto de estudio en dos grandes bloques, observamos que en el primero de ellos, el comprendido por las ciudades con mayores concentraciones de partículas finas, se hallan Minna, Tshwane, Pune o Johannesburgo, mientras que en el de las ciudades con menores valores, destacan Oporto, Portland, Surrey, Boston, Doral, Brisbane u Oakville; todas ellas pertenecientes a países ricos.

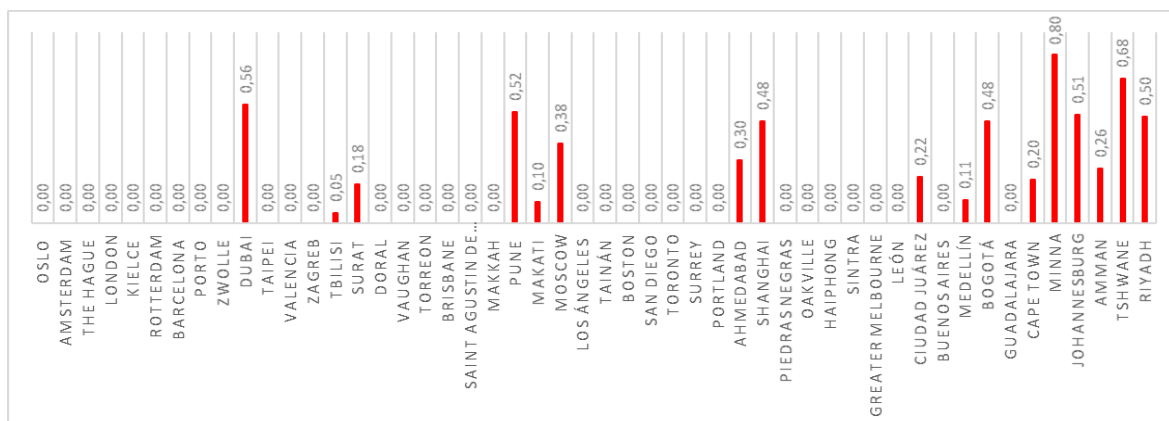
Gráfico 4.77: Concentración de partículas PM 2.5



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

<sup>43</sup> Disponible en [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) [consulta: 22/10/2021]

Gráfico 4.78: Concentración de partículas PM 2.5 con valores normalizados



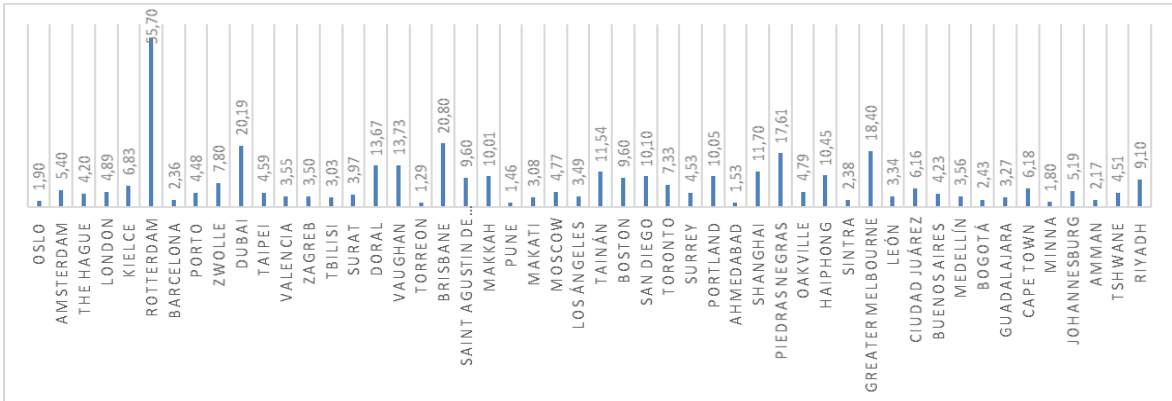
Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### 4.3.3.3.4. Emisiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante

A pesar de que los valores de la muestra son muy variados, podemos establecer algunas agrupaciones. Así, observamos que el primer grupo de ciudades estaría conformado por aquellas que no superan las 3,32 toneladas de emisiones, el segundo grupo por aquellas entre 3,32 y 4,78 toneladas de emisiones, el tercero por aquellas entre 4,78 y 10,02 y el cuarto grupo por aquellas que superen este último valor de emisiones de gases de efecto de invernadero. Por tanto, cabe poner el foco de atención en aquellas ciudades que superan con mucho ese valor. Así, Rotterdam quintuplica ese valor máximo, Brisbane lo duplica y Gran Melbourne casi también lo duplica. Puede observarse que, en esta variable de contaminación ambiental, no ocurre lo mismo que la anterior, sino que, precisamente, las ciudades pertenecientes a los países con un mayor desarrollo económico son las que mayor perjuicio ambiental están ocasionando.

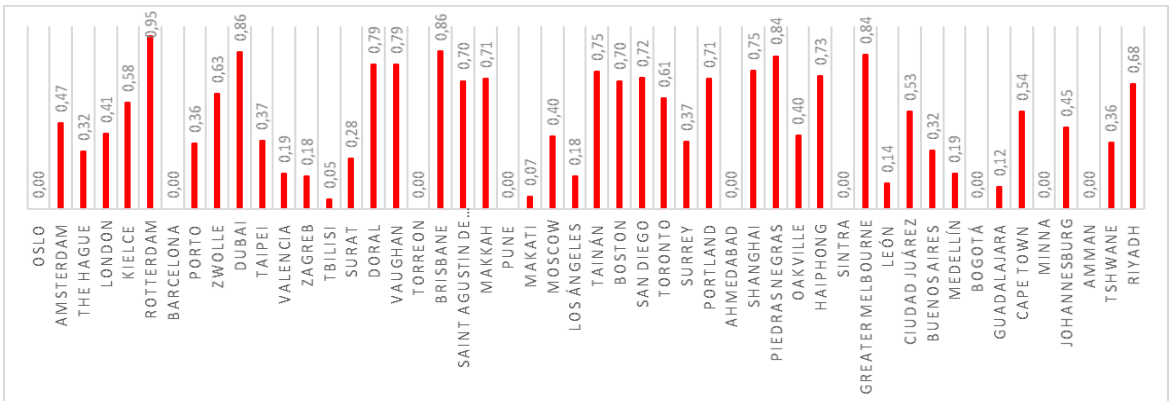


Gráfico 4.79: Emisiones de gases de efecto invernadero



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de World Council on City Data y otros.

Gráfico 4.80: Emisiones de gases de efecto invernadero con valores normalizados



Fuente: Elaboración propia aplicando normalización a datos originales.

#### **4.4. Discusión de resultados del indicador sintético por subdimensiones**

En los cuadros que utilizaremos para ilustrar los resultados, presentamos las ciudades por el orden obtenido con los valores agregados hasta el primer nivel, es decir, subdimensión. Posteriormente, podremos agregar todas las subdimensiones y disponer así del resultado de cada dimensión antes de la agregación final del UNSI. Conviene recordar en este punto, que tanto la agregación para alcanzar un valor de subdimensión, como la realizada para alcanzar un valor de dimensión, se realiza mediante la media aritmética. En este caso, cualquier “compensación” que pudiera producirse es muy relativa, ya que se produce sólo en aquellos casos en que existen indicadores con valor 0 y que, por ello, tienen un efecto de atenuación a través del denominador en la media aritmética. Este efecto se disminuye notablemente al elevar el grado de agregación, pues si bien existen muchas ciudades con varios indicadores sin déficit de sostenibilidad, el número de subdimensiones sin carencia alguna se reduce drásticamente. Por otra parte, la subdimensión es un nivel construido sobre la base de indicadores que evalúan distintos aspectos de un fenómeno concreto. Por esta razón, la atenuación de un valor por el efecto de otro no es un efecto necesariamente pernicioso, en la medida en que puede describir adecuadamente una determinada realidad.

En todo caso, es preciso resaltar que, en ninguno de los niveles de agregación considerados, y especialmente en el nivel agregado final (UNSI), existe compensación o “trade-off” al que se refiere la literatura en este campo. Ello es así, porque ningún valor “bueno” compensa un valor “malo”. Por poner un ejemplo, un incremento del PIB/hab que ya se considera que está en niveles aceptables, nunca va a poder compensar un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero, como consecuencia de la técnica de normalización utilizada que sólo va a considerar los déficits de sostenibilidad.

Los resultados obtenidos en la muestra de ciudades, por subdimensiones, son los siguientes<sup>44</sup>:

---

<sup>44</sup> Al final de cada dimensión el lector puede encontrar todos los valores agrupados por ciudades e indicadores para facilitar el seguimiento de los comentarios realizados.

#### 4.4.1. Dimensión económica

Cuadro 4.5: Resultados de la agregación en la dimensión económica (por subdimensiones)

Ciudad	Distribución de la renta	Condiciones laborales	Desarrollo inteligente	Sostenibilidad financiera de la Administración Local	Posición Dimensión Económica	Ciudad	Distribución de la renta	Condiciones laborales	Desarrollo inteligente	Sostenibilidad financiera de la Administración Local	Posición Dimensión Económica
Taipéi	0	0	0	0	1	Boston	0,12	0,03	0	0,15	26
Shanghái	0	0	0	0	2	Oporto	0,04	0,14	0,05	0,07	27
Oslo	0	0	0	0	3	San Agustín de Desmaures	0,03	0,07	0	0,23	28
Tainan	0	0,01	0	0	4	Los Ángeles	0,12	0,04	0	0,19	29
Brisbane	0,02	0	0	0	5	Rotterdam	0,03	0,16	0,01	0,16	30
Doral	0,03	0	0	0	6	Dubái	0,1	0	0,3	0,01	31
Makati	0	0	0,03	0,01	7	Zagreb	0	0,08	0,18	0,21	32
Surrey	0,03	0,02	0	0	8	Valencia	0,06	0,24	0	0,18	33
Gran Melbourne	0	0,06	0,01	0	9	Ahmedabad	0	0,05	0,45	0,04	34
Buenos Aires	0,06	0,02	0	0	10	Pune	0	0,01	0,38	0,17	35
Moscú	0,03	0	0,05	0	11	Ciudad Juárez	0,1	0	0,43	0,06	36
Bogotá	0,07	0,02	0	0	12	Sintra	0,04	0,03	0,35	0,18	37
Toronto	0,06	0,05	0	0	13	Piedras Negras	0,17	0,07	0,44	0,02	38
Oakville	0	0,1	0	0	14	Torreón	0,09	0	0,61	0,06	39
Vaughan	0	0,09	0	0,04	15	Haiphong	0	0	0,77	0,01	40
San Diego	0,02	0,02	0	0,12	16	Surat	0	0	0,82	0	41
Portland	0,02	0,01	0	0,15	17	Minna	0,03	0,07	0,49	0,28	42
Kielce	0,03	0,01	0,11	0,06	18	Ciudad del Cabo	0,19	0,22	0,49	0	43
Tiflis	0,01	0,22	0	0	19	Tshwane	0,15	0,23	0,46	0,07	44
Londres	0,06	0,03	0,14	0	20	Ámán	0,02	0,15	0,68	0,08	45
Barcelona	0,04	0,2	0	0	21	Johannesburgo	0,25	0,16	0,48	0,07	46
La Haya	0,02	0,12	0,02	0,08	22	Guadalajara	0,13	0,06	0,4	0,42	47
Ámsterdam	0,01	0,11	0	0,14	23	Riad	0,1	0,03	0,38	0,63	48
Zwolle	0	0,13	0	0,14	24	León	0,18	0,02	0,65	0,39	49
Medellín	0,08	0,04	0,15	0	25	La Meca	0,08	0,08	0,51	0,63	50

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.5 puede observarse que la subdimensión denominada “desarrollo inteligente” es la que presenta valores más altos en el conjunto total de ciudades, seguido de “sostenibilidad financiera de la administración local”, “condiciones de empleo” y “distribución de la renta”. De hecho, el indicador que presenta un valor medio de déficit de sostenibilidad más elevado es el relativo al número de nuevas patentes por cada cien mil habitantes seguido del número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes (ver cuadro 4.6). Esta observación de los datos pone de manifiesto la importancia de tomar en consideración aspectos relativos a la capacidad de emprendimiento e innovación que nuestro indicador considera en la subdimensión “desarrollo inteligente” y que venía siendo demandada, entre otros, por Kaur y Garg (2019).

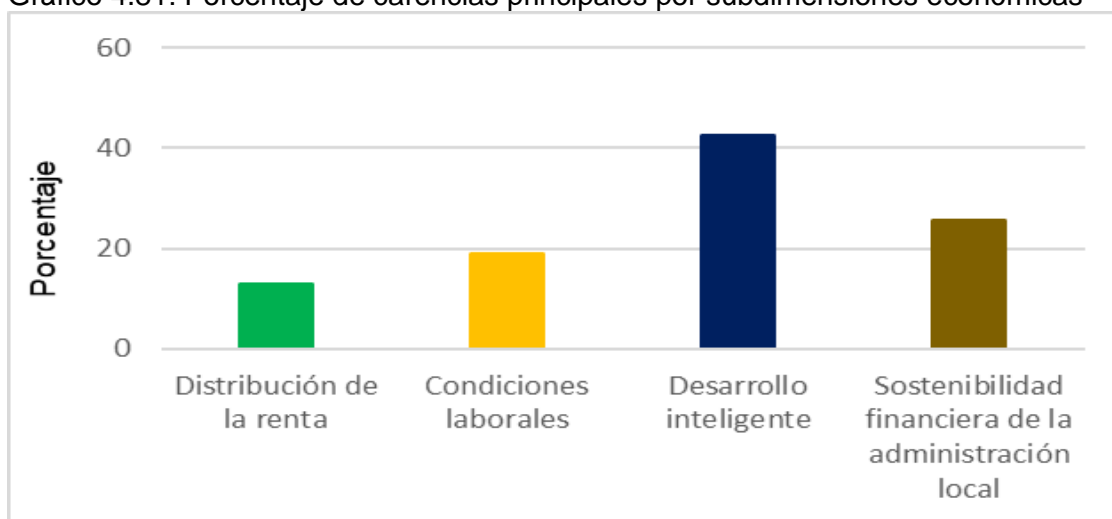
Cuadro 4.6: Valor medio de los déficits de sostenibilidad económica por indicador

Indicador individual	Valor medio de los déficits
Producto de la ciudad por habitante	0,00
Porcentaje de población pobre	0,09
Índice de Gini	0,07
Tasa de desempleo de la ciudad	0,04
Tasa de desempleo juvenil	0,08
Porcentaje de población con empleo a tiempo completo	0,07
Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes	0,23
Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes	0,30
Número de negocios por cada cien mil habitantes	0,06
Ratio de deuda respecto a recursos propios	0,01
Gasto de capital respecto al total del gasto	0,19
Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	0,10

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 4.81 muestra el porcentaje de carencias principales de cada subdimensión, es decir, en qué subdimensión se produce el valor más elevado (peor) de cada uno de los indicadores considerados en toda la dimensión económica.

Gráfico 4.81: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones económicas



Fuente: Elaboración propia.

Puede comprobarse que de las cuarenta y siete ciudades que presentan alguna carencia significativa en cualquiera de las subdimensiones que componen la dimensión económica —tres de ellas alcanzan los umbrales en

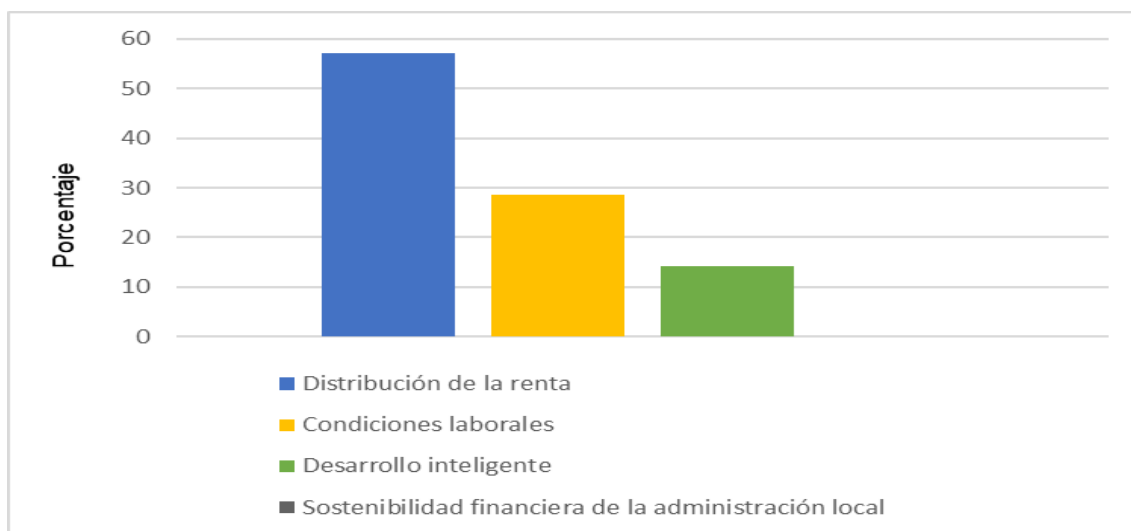
todos los indicadores de esta dimensión—, el 42,6% de ellas lo hace en la subdimensión desarrollo inteligente como carencia principal, el 25,6% en la subdimensión sostenibilidad financiera de la administración local, el 19% en la subdimensión condiciones laborales y, por último, el 12,8% en la subdimensión distribución de la renta. Como acabamos de señalar, la dimensión económica presenta la singularidad de ser la única en que tres ciudades —Taipeí, Shanghái y Oslo— no presentan carencias significativas a nivel agregado en ninguna de las subdimensiones. Igualmente, dentro de cada una de estas subdimensiones, existen ciudades que tampoco presentan carencias significativas en alguno de sus indicadores. Así, en la subdimensión distribución de la renta, hay diez ciudades que no presentan carencias significativas y, de las que sí las presentan, el 65% lo hace en el indicador porcentaje de población pobre como carencia principal, seguida del índice de Gini y el PIB/hab. En la subdimensión condiciones laborales, once ciudades no presentan carencias significativas y en las que sí lo hacen, es la tasa de desempleo juvenil la que se presenta como carencia principal en un 43,59% de las ciudades seguida de la tasa de desempleo y el porcentaje de población con empleo a tiempo completo.

La subdimensión desarrollo inteligente contiene una singularidad y es que, como hemos visto, es la que mayores carencias principales presenta en el conjunto de la dimensión económica. Sin embargo, resulta ser la que menos ciudades con carencias significativas ofrece. Así, veintidós ciudades no presentan ninguna carencia significativa, pero las que lo hacen, son las mayores de toda la dimensión. Por último, en la subdimensión de sostenibilidad financiera de la administración local, dieciocho ciudades no presentan carencias significativas y en las que sí lo hacen, el gasto de capital sobre el total del gasto es la carencia principal en un 62,5% de ellas, constituyendo el tercer valor medio más elevado de toda la dimensión.

Igualmente, los datos sugieren que la carencia principal varía cuánto mejor o peor es la posición de la ciudad en su ordenación en ranking. Así, entre las diez mejores clasificadas, tres de ellas, como acabamos de ver, cumplen con todos los indicadores de sostenibilidad económica no mostrando carencias significativas en ninguna de las subdimensiones. Igualmente, ninguna de las diez ciudades presenta fallos en todas las subdimensiones, siendo la

distribución de la renta la carencia principal en cuatro de ellas, así como las condiciones del empleo en dos. Tan solo una de ellas —Makati— presenta al desarrollo inteligente como carencia principal.

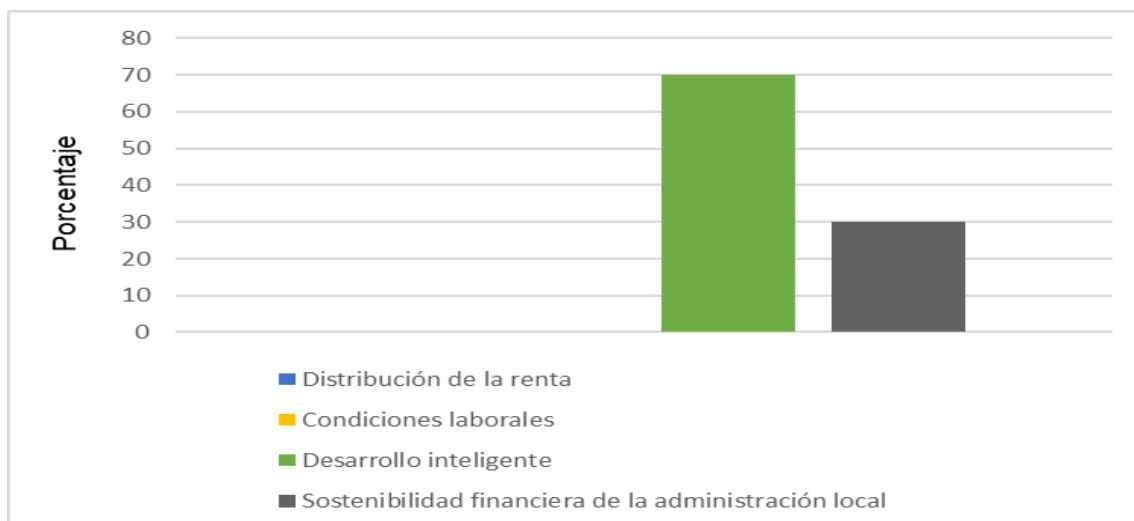
Gráfico 4.82: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones económicas en las diez primeras ciudades del ranking



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en las diez ciudades peor clasificadas, el 80% de ellas presentan carencias en todos y cada uno de los indicadores de las subdimensiones de la dimensión económica, salvo Surat y Ciudad del Cabo observándose, además, que la insuficiencia de desarrollo inteligente se halla presente en el 100% de ellas, siendo carencia principal en siete, mientras que la sostenibilidad financiera de la administración local, lo es en tres. A su vez, la variable de mayor influencia en los malos resultados de la subdimensión desarrollo inteligente es el número de nuevas patentes y los titulados universitarios.

Gráfico 4.83: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones económicas en las diez últimas ciudades del ranking

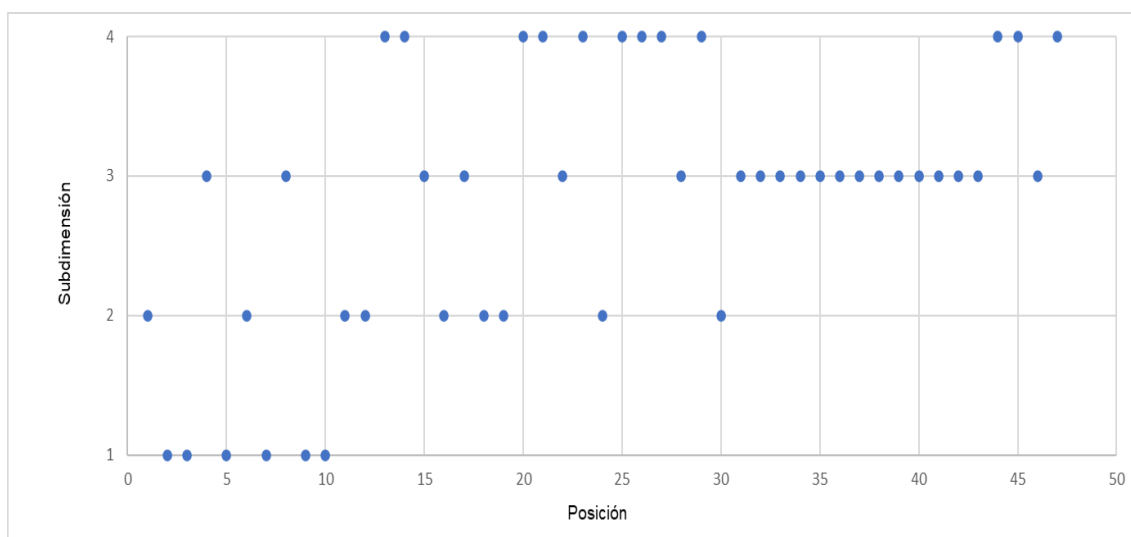


Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, los datos sugieren que, cuanto menos preocupante es la situación en términos de sostenibilidad económica, los problemas están más relacionados con la distribución de la renta existente en el territorio urbano que con cualquiera de las otras causas, mientras que, cuanto peor es la clasificación, es el desarrollo inteligente o, lo que es lo mismo, la falta de innovación, emprendimiento y de capital humano cualificado, la causa principal de insostenibilidad, siendo muy pequeña o casi nula, la incidencia de la distribución de la renta y las condiciones del empleo.

El siguiente gráfico muestra la relación existente entre la “carencia principal” y la posición en el ranking de cada ciudad, en donde el número 1 representa “distribución de la renta”, el 2 “condiciones del empleo”, el 3 “desarrollo inteligente” y el 4 “sostenibilidad financiera de la administración local”.

Gráfico 4.84: Relación ranking- carencia principal (subdimensiones económicas 1 a 4)



Fuente: Elaboración propia.

Como hemos visto sobre la base de los datos, se observan tres grupos o conjuntos de ciudades. Ahora bien, ¿resultarían los mismos grupos de ciudades si estableciéramos un análisis con técnicas multivariantes? Para resolver esta cuestión, realizaremos un análisis<sup>45</sup> consistente en el establecimiento previo de un modelo mediante análisis factorial (Peña, 2002). Elegimos esta técnica en la medida en que va a permitir crear una nueva variable que resuma al menos el 70-75% de la varianza total, de manera que, con esa variable, podremos observar cuántos grupos existen y, lo que es más importante, si esos grupos son o no similares a los que se deducen del análisis meramente descriptivo.

#### Análisis Factorial y Clasificación por Clústeres (dimensión económica)

Para poder aplicar el análisis factorial, hemos de conocer si existe o no una correlación entre los datos que permita determinar la adecuación de dicho análisis. Así, bajo la hipótesis de que la matriz de correlaciones es la identidad, el test de Esfericidad de Bartlett (sig 0,000) nos permite rechazar dicha hipótesis. Igualmente, la alta comunalidad de cada variable confirma la

---

<sup>45</sup> Para la realización del análisis clúster y el factorial de caracterización previa se ha utilizado el software SPSS Statistics versión 25.



adecuación del análisis factorial. Asimismo, el indicador de adecuación simple Kaiser-Meyer-Olkin ofrece un valor de 0,47.

Cuadro 4.7: Comunalidad de los indicadores de la dimensión económica

Indicador	Inicial	Extracción
Producto de la ciudad por habitante	1	0,749
Porcentaje de población pobre	1	0,678
Índice de Gini	1	0,563
Tasa de Desempleo	1	0,837
Tasa de Desempleo juvenil	1	0,819
Porcentaje de población con empleo a tiempo completo	1	0,688
Número de titulados en grados universitarios por cada cien mil habitantes	1	0,788
Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes	1	0,773
Número de negocios por cada cien mil habitantes	1	0,869
Ratio de deuda respecto a recursos propios	1	0,682
Gasto de capital respecto al total del gasto	1	0,722
Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	1	0,778

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en SPSS

Los resultados del análisis factorial son los siguientes:

El FACTOR1 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de población pobre” y valores altos de “Número de nuevas patentes al año por cada cien mil habitantes”.

El FACTOR2 está relacionado con valores altos de “Producto de la ciudad por habitante” y valores altos de “Número de negocios por cada cien mil habitantes”.

El FACTOR3 está relacionado con valores altos de “Tasa de Desempleo” y valores altos de “Tasa de Desempleo juvenil”.

El FACTOR4 está relacionado con valores altos de “Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos”.

El FACTOR5 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de población con empleo a tiempo completo”.

Estos cinco factores explican casi el 75% de la varianza total (74,6%) por lo que lo consideramos válido para el análisis. El cuadro 4.8 muestra los resultados del análisis.

Cuadro 4.8: Varianza total explicada (dimensión económica)

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,864	23,871	23,871
2	2,204	18,365	42,235
3	1,655	13,791	56,026
4	1,198	9,984	66,011
5	1,026	8,548	74,558
6	0,922	7,686	82,244
7	0,658	5,48	87,725
8	0,562	4,684	92,408
9	0,378	3,154	95,562
10	0,287	2,39	97,952
11	0,131	1,093	99,045
12	0,115	0,955	100

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en SPSS

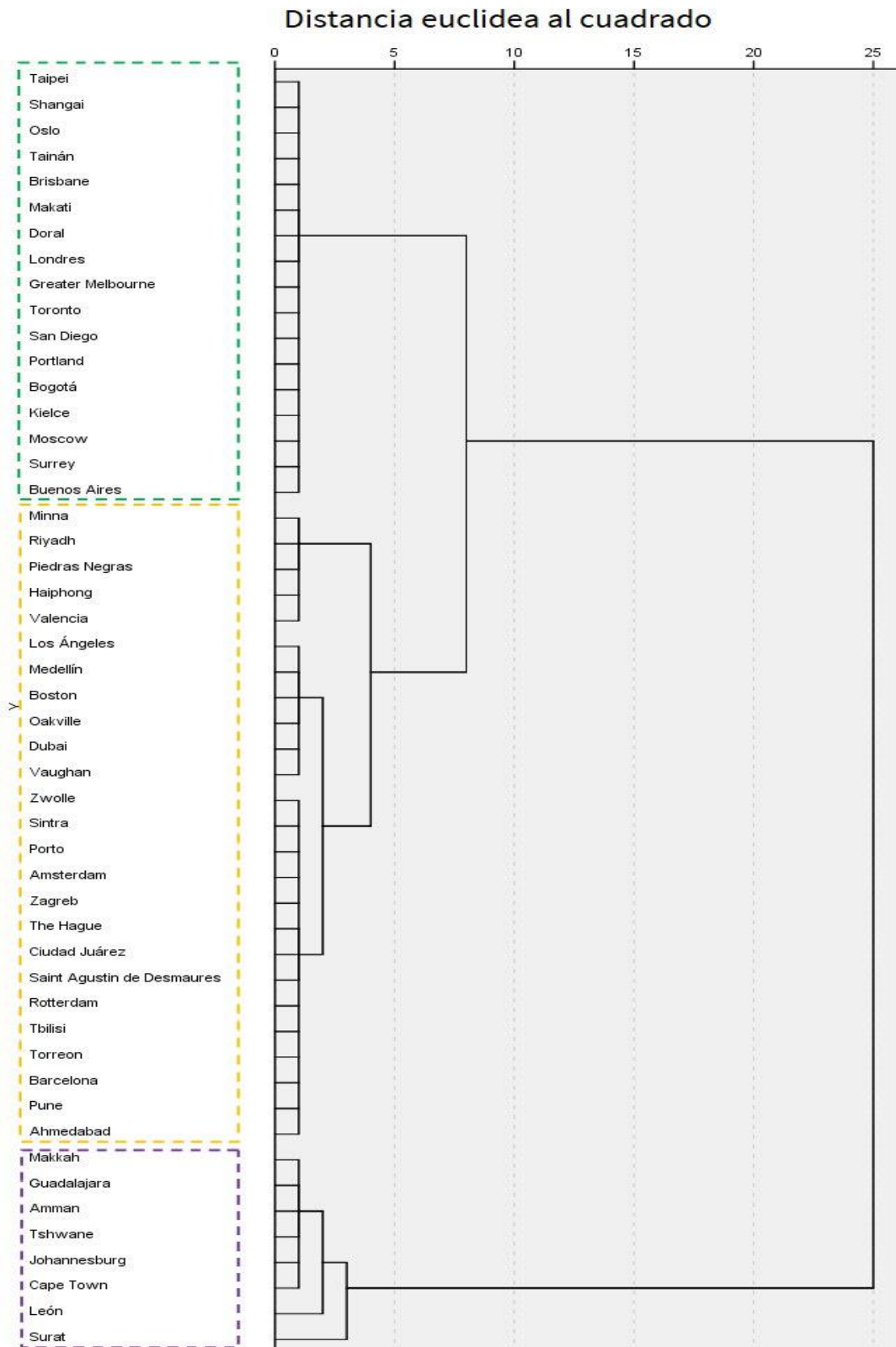
Con estos resultados, puede elaborarse un nuevo indicador que “resume” toda la información y sobre el que podemos aplicar, en primer lugar, un análisis clúster jerarquizado para observar si existen esos grupos. Dado que el software utilizado permite hacer fácilmente comparaciones entre distintos métodos de agrupación, compararemos el enlace promedio entre grupos y el método de Ward para comprobar si existen diferencias visuales muy notables o no.

El nuevo indicador, al que denominaremos ISE (Indicador Sintético Económico), se construye como sigue:

$$\text{ISE} = \text{FACTOR1} * \text{RaizCuadrada}(2,864) + \text{FACTOR2} * \text{RaizCuadrada}(2,204) + \text{FACTOR3} * \text{RaizCuadrada}(1,655) + \text{FACTOR4} * \text{RaizCuadrada}(1,198) + \text{FACTOR5} * \text{RaizCuadrada}(1,026)$$

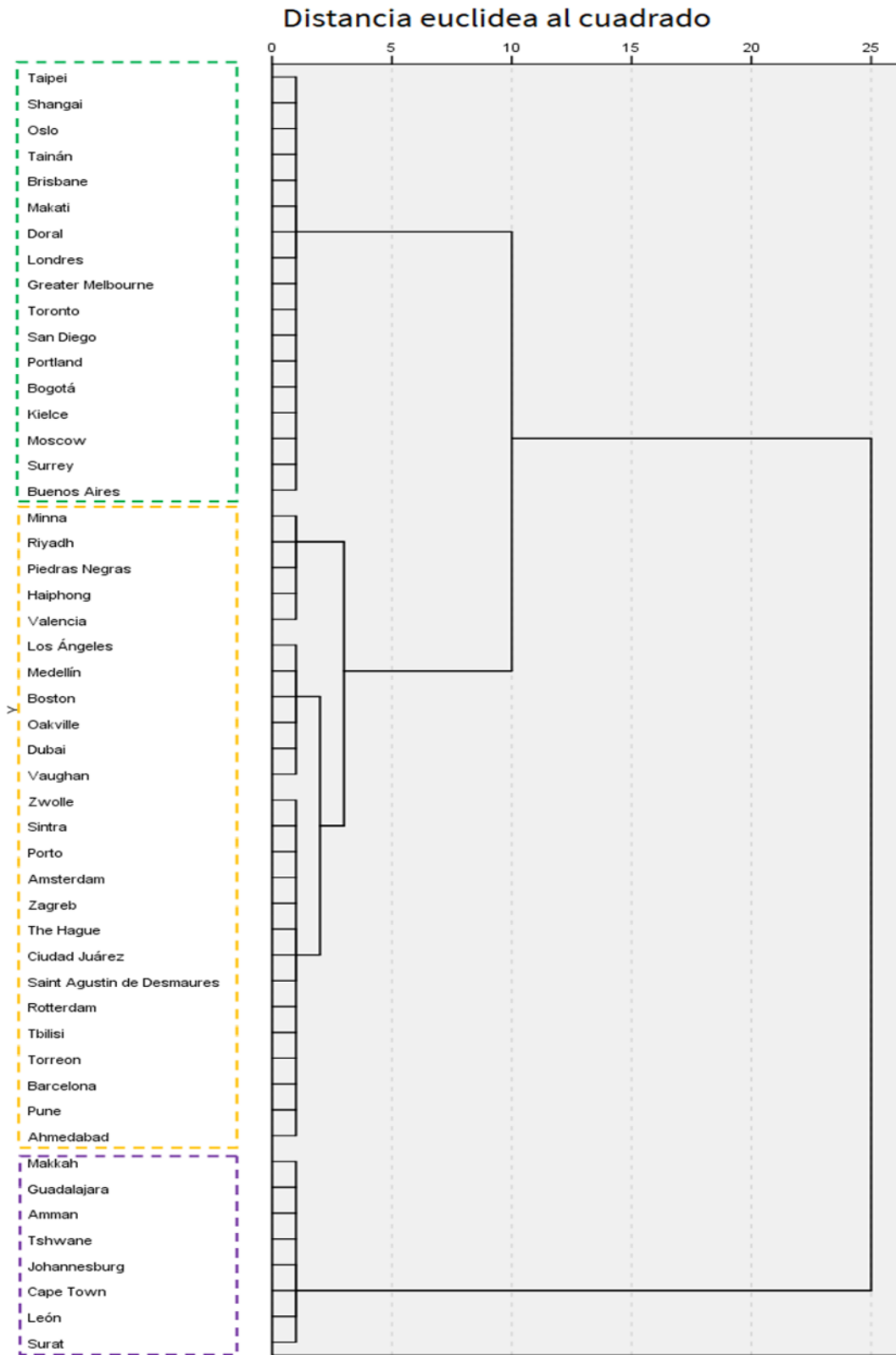
Sobre este modelo, las imágenes 4.85 y 4.86 nos permiten visualizar si existen o no diferencias entre ambos métodos de agrupación.

Gráfico 4.85: Dendrograma con método de agrupación enlace promedio entre grupos (dimensión económica)



Fuente: Elaboración propia editando imagen obtenida en SPSS

Gráfico 4.86: Dendograma con método de agrupación de enlace de Ward (dimensión económica)



Fuente: Elaboración propia editando imagen obtenida en SPSS

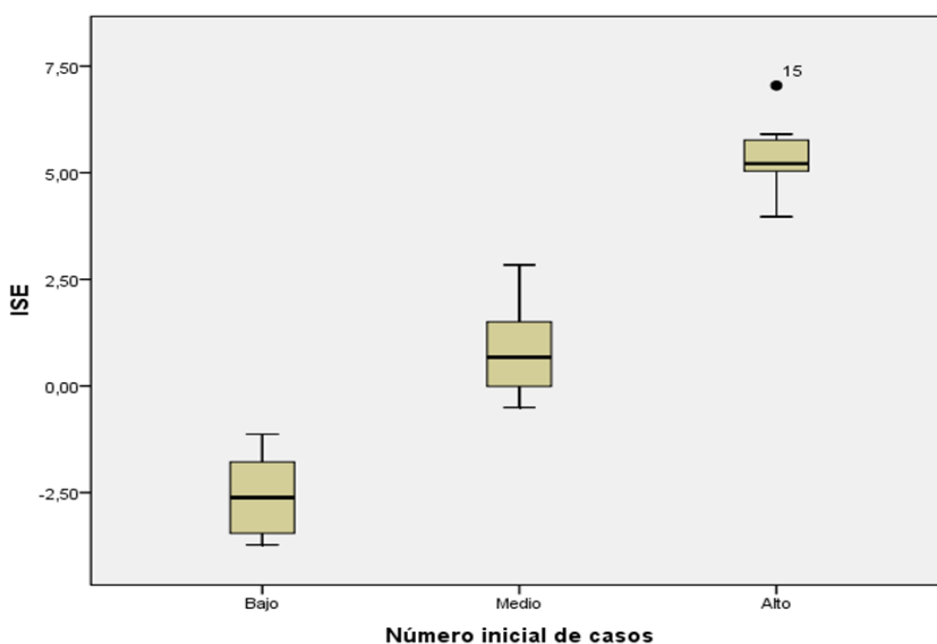
Como puede observarse, independientemente del método de agrupación elegido, sin sobrepasar la distancia euclídea al cuadrado de 5, visualmente podemos identificar claramente tres grupos de ciudades.

Para confirmar la robustez del análisis, tomaremos un análisis clúster no jerarquizado, también denominado, análisis de k-medias, cuya diferencia reside en que le asignamos el número de grupos de manera predeterminada —en este caso, tres— y el programa clasifica automáticamente cada unidad basándose en la homogeneidad interna de cada grupo y la mayor diferencia posible con los otros. Así, el análisis realizado en SPSS ofrece los siguientes resultados:

En primer lugar, se confirma la existencia de los tres grupos entorno al valor medio del nuevo modelo ISE resultante del análisis factorial. El primero de ellos, agrupado en torno al valor medio (-2,55) con 23 ciudades, el segundo, agrupado en torno al valor medio (0,83) con 19 ciudades y el último grupo, agrupado en torno al valor medio (5,38) con 8 ciudades.

La figura 4.1 representa esa agrupación mediante un diagrama de caja, el cual permite confirmar que, efectivamente, existen tres grupos de ciudades claramente agrupados entre sí y diferenciadas de las demás.

Figura 4.1: Diagrama de caja de grupos de ciudades (dimensión económica)



Fuente: Elaboración propia con programa SPSS.

Tan sólo existe un valor atípico, representado por Surat, que presenta valores en la dimensión económica similares a los de ese grupo. No obstante, su “hecho diferencial” consiste en que es la única ciudad de toda la muestra que no llega al umbral mínimo de renta per cápita.

Finalmente, cabe recordar que el presente análisis viene motivado por la necesidad de confirmar si las primeras conclusiones derivadas de la explicación meramente descriptiva de los resultados de la dimensión económica, son o no consistentes con los de la clasificación por clústeres.

En primer lugar, puede afirmarse que de las imágenes 4.85 y 4.86 se deduce que las 10 primeras ciudades clasificadas por resultados de menos déficits de sostenibilidad económica, es decir, Taipéi, Shanghái, Oslo, Tainán, Brisbane, Doral, Makati, Surrey; Gran Melbourne y Buenos Aires (ver cuadro 4.5) se encuentran también en el primer grupo de ciudades de ambos dendogramas. Ocurre lo mismo con el grupo de 8 ciudades agrupadas con peores resultados por el análisis clúster. Así, Ciudad del Cabo, Tshwane, Amán, Johannesburgo, Guadalajara, Riad, León y la Meca coinciden exactamente con las ciudades peores clasificadas en términos de déficits de sostenibilidad.

En definitiva, el análisis factorial y la posterior agrupación por clústeres de ciudades, sugieren que las conclusiones derivadas del análisis descriptivo son consistentes y permiten inferir que las ciudades con peores resultados comparten problemas en relación con los indicadores que conforman la subdimensión del desarrollo inteligente y la subdimensión sostenibilidad financiera de la administración local, mientras que las ciudades con menores déficits de sostenibilidad presentan problemas comunes en términos de la subdimensión distribución de la renta y condiciones de empleo.

Tabla 4. 1: Valores de indicadores y ciudades (dimensión económica)

	Distribución de la renta			Condiciones laborales			Desarrollo inteligente			Sostenibilidad financiera de la administración local			
	PI/hab	Población pobre	Índice de Gini	Desempleo	Desempleo juvenil	Población con empleo a tiempo completo	Títulos universitarios	Nuevas patentes	Número de negocios	Deuda respecto recursos propios	Gasto de capital respecto al total del gasto	Recaudación de impuestos respecto al total de impuestos reconocidos	
Oslo	0.0000	0.0087	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Amsterdam	0.0000	0.0362	0.0000	0.0151	0.0470	0.2593	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4345	0.0000	0.0000
La Haya	0.0000	0.0656	0.0000	0.0280	0.0481	0.2783	0.0671	0.0000	0.0000	0.0000	0.2512	0.0000	0.0000
Londres	0.0000	0.1887	0.0000	0.0000	0.0944	0.0095	0.0000	0.4109	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Kelce	0.0000	0.0863	0.0000	0.0163	0.0000	0.0000	0.0061	0.0000	0.0000	0.0000	0.1723	0.0000	0.0000
Rotterdam	0.0000	0.0962	0.0000	0.0685	0.0821	0.3254	0.0289	0.0000	0.0000	0.0000	0.4804	0.0000	0.0000
Barcelona	0.0000	0.1069	0.0000	0.1155	0.3530	0.1320	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Oporto	0.0000	0.1202	0.0000	0.0088	0.0152	0.3519	0.1607	0.0000	0.0000	0.0000	0.2093	0.0000	0.0000
Zwolle	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9024	0.0000	0.0000	0.4166	0.0000	0.0000
Dubai	0.0000	0.1202	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0398	0.0000	0.0000
Taipei	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Valencia	0.0000	0.1934	0.0000	0.1655	0.5524	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5539	0.0000	0.0000
Zagreb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0368	0.2179	0.0000	0.0775	0.4540	0.0000	0.0000	0.6287	0.0000	0.0146
Thilisi	0.0000	0.0284	0.0000	0.1621	0.3088	0.1971	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Surat	0.0089	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6310	0.9006	0.0000	0.0000	0.9245	0.0000	0.0000
Doral	0.0000	0.0426	0.0333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0117	0.0000	0.0000
Vaughan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0731	0.1841	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0851	0.0398	0.0000
Torreón	0.0000	0.2008	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000	0.9765	0.8668	0.0000	0.0000	0.0000	0.1718	0.0000
Brisbane	0.0000	0.0590	0.0000	0.0000	0.0052	0.0085	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Saint Agustín de Desnaures	0.0000	0.0098	0.0833	0.0000	0.0000	0.2156	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7042	0.0000	0.0000
La Meca	0.0000	0.1409	0.1000	0.0000	0.1831	0.0455	0.9797	0.0000	0.5625	0.0000	0.8799	1.0000	0.0000
Pune	0.0000	0.0055	0.0000	0.0000	0.0439	0.0000	0.6310	0.0000	0.4976	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000
Mekati	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0979	0.0000	0.0000	0.0000	0.0329	0.0000	0.0000
Mescú	0.0000	0.0044	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1412	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Los Angeles	0.0000	0.1388	0.2167	0.0000	0.1215	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5628	0.0000	0.0000
Tainán	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0254	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Booston	0.0000	0.1365	0.2333	0.0000	0.0776	0.0212	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4468	0.0000	0.0000
San Diego	0.0000	0.0750	0.0000	0.0000	0.0643	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3460	0.0000	0.0000
Toronto	0.0000	0.1541	0.0167	0.0357	0.1105	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Surrey	0.0000	0.0745	0.0217	0.0188	0.0470	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Portland	0.0000	0.0645	0.0000	0.0000	0.0000	0.0249	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4427	0.0000	0.0000
Ahmedabad	0.0000	0.0000	0.0000	0.1464	0.0000	0.0000	0.4716	0.8874	0.0000	0.0000	0.0000	0.1115	0.0000
Shangai	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Redras Negras	0.0000	0.2157	0.3000	0.0000	0.0000	0.2108	0.4347	0.8856	0.0000	0.0000	0.0000	0.0470	0.0000
Oakville	0.0000	0.0137	0.0000	0.0078	0.0985	0.2085	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hai Phong	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.7500	0.9606	0.6100	0.0000	0.0329	0.0000	0.0000
Sitra	0.0000	0.1148	0.0000	0.0018	0.0959	0.0000	0.5833	0.4597	0.0000	0.0000	0.5395	0.0000	0.0000
Gran Melbourne	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.0000	0.1892	0.0154	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
León	0.0000	0.4534	0.0833	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9827	0.9756	0.0000	0.8071	0.3618	0.0000
Ciudad Juárez	0.0000	0.2955	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4347	0.8068	0.0338	0.0000	0.0000	0.1779	0.0000
Buenos Aires	0.0000	0.1366	0.0333	0.0461	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Masélin	0.0000	0.0536	0.2000	0.0493	0.0742	0.0000	0.3939	0.0563	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Bogotá	0.0000	0.0426	0.1667	0.0461	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Guadalajara	0.0000	0.3034	0.1000	0.0000	0.0000	0.1810	0.2910	0.9043	0.0000	0.6658	0.4667	0.1313	0.0000
Ciudad del Cabo	0.0000	0.1987	0.3667	0.1698	0.3953	0.1058	0.7010	0.7636	0.0000	0.0000	0.0034	0.0000	0.0000
Mínna	0.0000	0.0339	0.0500	0.2039	0.0000	0.0000	0.3526	0.1345	0.0000	0.0000	0.0000	0.8375	0.0000
Johannesburgo	0.0000	0.3246	0.4167	0.2369	0.2228	0.0056	0.6829	0.7636	0.0000	0.0000	0.0000	0.2075	0.0000
Arnaín	0.0000	0.0317	0.0333	0.0302	0.0000	0.4523	0.9631	0.9193	0.0000	0.0000	0.0000	0.2465	0.0000
Tshwane	0.0000	0.0655	0.3833	0.2017	0.4815	0.0056	0.6201	0.7636	0.0000	0.0000	0.0144	0.2075	0.0000
Riad	0.0000	0.0383	0.2500	0.0056	0.0000	0.0717	0.3570	0.7749	0.0000	0.0000	0.8799	1.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en las fuentes señaladas en el anexo digital.

#### 4.4.2. Dimensión social

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 4.9: Resultados de la agregación en la dimensión social (por subdimensiones)

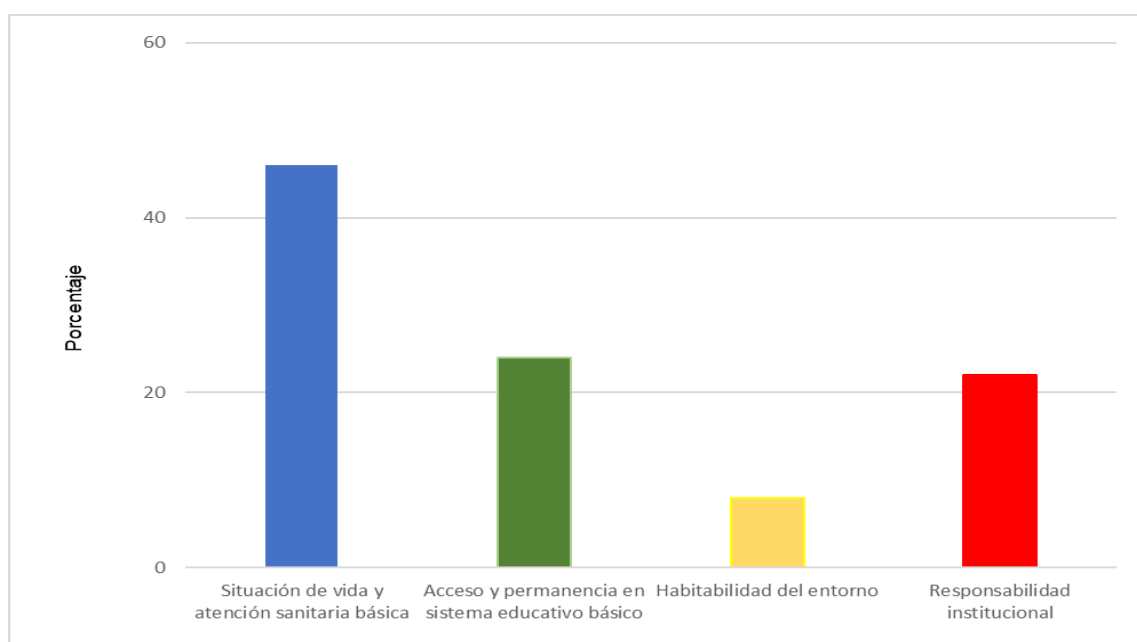
Ciudad	Situación de vida y atención sanitaria básica	Acceso y permanencia en sistema educativo básico	Habitabilidad del entorno	Responsabilidad institucional	Posición Dimensión Social	Ciudad	Situación de vida y atención sanitaria básica	Acceso y permanencia en sistema educativo básico	Habitabilidad del entorno	Responsabilidad institucional	Posición Dimensión Social
Moscú	0,01	0,03	0	0	1	Rotterdam	0,05	0,17	0	0,14	26
Kielce	0,01	0,03	0,01	0	2	Shanghái	0,11	0,01	0,11	0,14	27
Boston	0	0,07	0	0	3	Los Ángeles	0,22	0,11	0	0,04	28
Oporto	0	0,1	0	0,01	4	Oslo	0,08	0,2	0	0,13	29
Brisbane	0	0	0	0,13	5	Sintra	0,14	0,18	0,01	0,12	30
Ámsterdam	0,02	0,03	0	0,09	6	Riad	0,23	0,01	0,04	0,18	31
Taipéi	0	0	0,05	0,1	7	Guadalajara	0,25	0,07	0	0,16	32
Zagreb	0	0,03	0,01	0,11	8	Medellín	0,2	0,08	0,01	0,18	33
Zwolle	0	0,03	0	0,14	9	Amán	0,22	0,11	0,02	0,14	34
Toronto	0,11	0,07	0	0	10	San Diego	0,28	0,14	0	0,07	35
Portland	0,01	0,05	0,09	0,03	11	Ciudad Juárez	0,22	0,1	0,01	0,17	36
Barcelona	0	0,04	0	0,15	12	Buenos Aires	0,11	0,2	0,11	0,11	37
Valencia	0	0,07	0	0,14	13	Makati	0,23	0,07	0,15	0,11	38
Tiflis	0,02	0,07	0,04	0,08	14	Piedras Negras	0,23	0,18	0,01	0,16	39
Londres	0,13	0,01	0	0,09	15	León	0,21	0,09	0,11	0,18	40
La Haya	0,16	0,06	0	0,02	16	Bogotá	0,32	0,07	0,01	0,19	41
Surrey	0,12	0,02	0,02	0,08	17	Ahmedabad	0,26	0,12	0,02	0,19	42
Oakville	0,15	0,08	0	0	18	Haiphong	0,24	0,07	0,18	0,15	43
Doral	0,21	0,03	0,02	0,01	19	La Meca	0,26	0,12	0,27	0,11	44
Gran Melbourne	0,05	0,08	0	0,15	20	Pune	0,23	0,3	0,08	0,17	45
Dubái	0,16	0	0	0,12	21	Ciudad del Cabo	0,32	0,31	0,09	0,17	46
San Agustín de Desmaures	0,16	0,1	0,01	0,03	22	Johannesburgo	0,32	0,47	0,05	0,16	47
Tainan	0,08	0	0,15	0,09	23	Surat	0,27	0,34	0,2	0,2	48
Vaughan	0,33	0	0	0,01	24	Tshwane	0,33	0,38	0,14	0,17	49
Torreón	0,08	0,11	0	0,17	25	Minna	0,45	0,4	0,49	0,16	50

Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse que, en la dimensión social (ver tabla 4.2), todas las ciudades presentan, al menos, una o más carencias. Así, de todas las subdimensiones que conforman la caracterización de “lo social”, es la subdimensión situación de vida y atención sanitaria básica la que presenta la carencia principal en el 46% de las ciudades observadas, seguida del acceso y permanencia en el sistema educativo, con un 24%, con poca diferencia respecto al subdimensión responsabilidad institucional, con un 22% y dejando al subdimensión habitabilidad del entorno con un residual 8%.



Gráfico 4.87: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones sociales



Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que, a su vez, cada una de estas subdimensiones tienen un indicador mayoritario que destaca sobre todos los demás en términos de importancia en la carencia e independientemente de la posición en el ranking de las ciudades. Así, en la subdimensión situación de vida y atención sanitaria básica, es la variable “número de camas hospitalarias por cada cien mil habitantes” la que supone la mayor carencia en veintitrés de las cincuenta ciudades estudiadas, mientras que en la subdimensión acceso y permanencia en el sistema educativo básico es el porcentaje de estudiantes que han completado estudios de educación secundaria en veintinueve de las cincuenta ciudades. En esta subdimensión, cabe resaltar, que la variable que estudia el grado de escolarización femenina solo es la principal carencia en cuatro de las cincuenta ciudades —Pune, Shanghái, Oakville y Riad— lo que sugiere que los entornos urbanos son propensos a facilitar la igualdad de oportunidades en función del sexo de las personas. En relación con la subdimensión habitabilidad del entorno, es el porcentaje de población urbana con acceso a servicio de recogida de aguas residuales la variable que se presenta como principal carencia en la mitad de las ciudades de la muestra. La subdimensión que mayor polarización presenta en términos de carencias en una variable, es el de responsabilidad institucional: cuarenta y dos de cincuenta ciudades tienen un número insuficiente de bomberos por cada cien mil habitantes, presentando

además, el mayor valor medio de déficit de sostenibilidad de todos los indicadores, como puede verse en el cuadro siguiente.

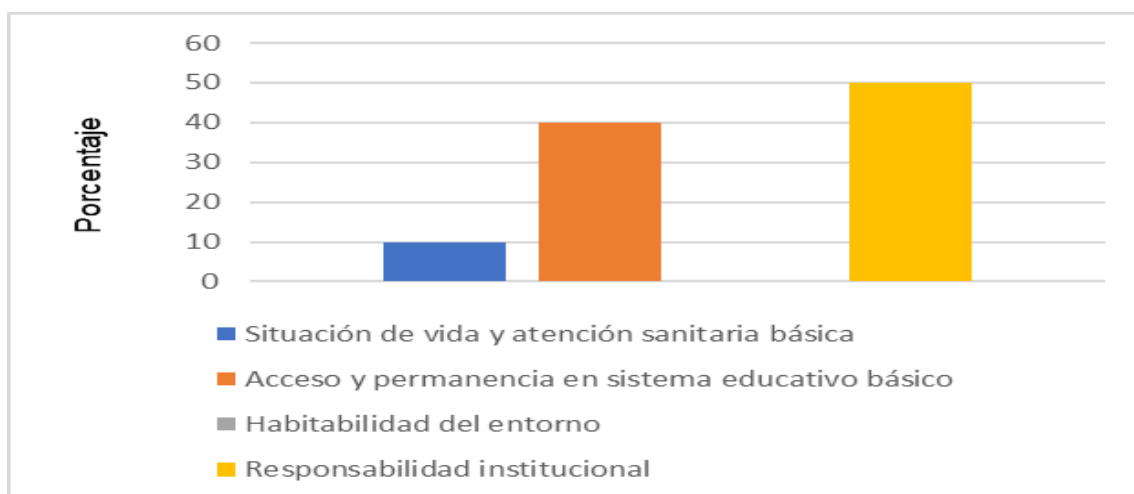
Cuadro 4.10: Valor medio de los déficits de sostenibilidad social por indicador

<b>Indicador individual</b>	<b>Valor medio de los déficits</b>
Esperanza de vida	0,05
Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	0,00
Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	0,01
Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes	0,35
Número de médicos por cien mil habitantes	0,34
Porcentaje de población femenina matriculada en Centros Escolares respecto a la población femenina en edad escolar	0,10
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria (respecto a los inscritos)	0,05
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria (respecto a los inscritos)	0,18
Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar	0,11
Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	0,03
Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	0,04
Porcentaje de población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	0,12
Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	0,02
Número de bomberos por cada cien mil habitantes	0,52
Número de homicidios por cada cien mil habitantes	0,00
Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes	0,02
Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	0,00
Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes	0,00

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que en la dimensión social existe una notable prevalencia de la subdimensión “situación de vida y atención sanitaria básica” en la mayoría de ciudades, independientemente de la clasificación de las mismas en el ranking, puede observarse como la tendencia no es tan clara ni en las diez mejores posicionadas, ni en las diez peores.

Gráfico 4.88: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones sociales en las diez primeras ciudades del ranking



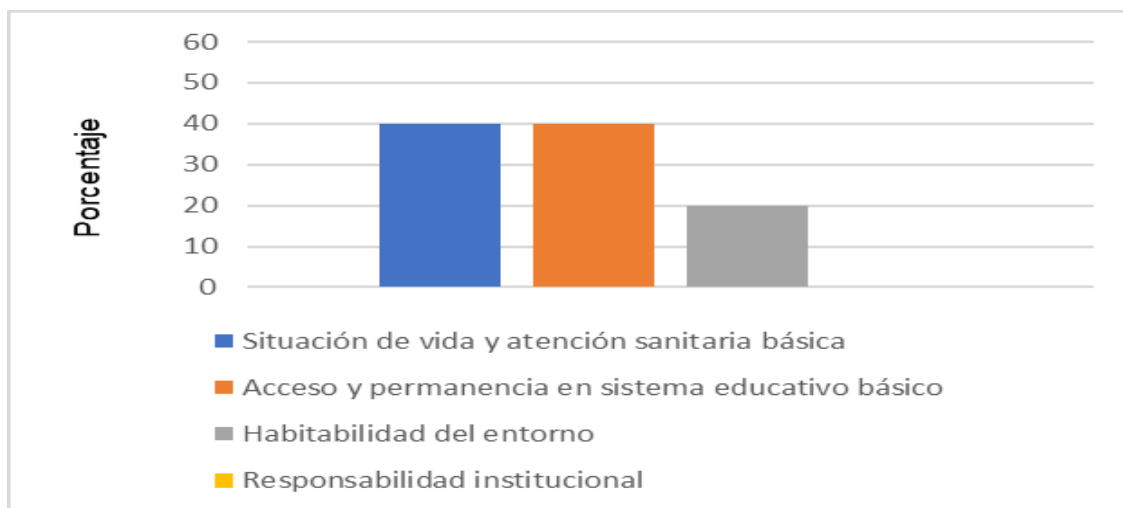
Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 4.88 puede observarse como en las diez primeras ciudades, la subdimensión que más carencias principales presenta es la de responsabilidad institucional —en cinco de ellas—. Sin embargo, la importancia relativa de la variable número de bomberos por cada cien mil habitantes, si bien sigue siendo mayoritaria, se reduce del 84% que tiene, considerando la totalidad de la muestra, al 50% en las ciudades mejor clasificadas, mientras que los delitos contra la propiedad y la tasa de criminalidad aumentan su importancia relativa dentro de esta subdimensión.

Por su parte, el acceso y permanencia en el sistema educativo básico, constituye la carencia principal en cuatro de ellas y tan sólo una —Toronto— lo hace en la subdimensión situación de vida y atención sanitaria básica.

En relación con las diez ciudades situadas en los últimos puestos del ranking:

Gráfico 4.89: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones sociales en las diez últimas ciudades del ranking



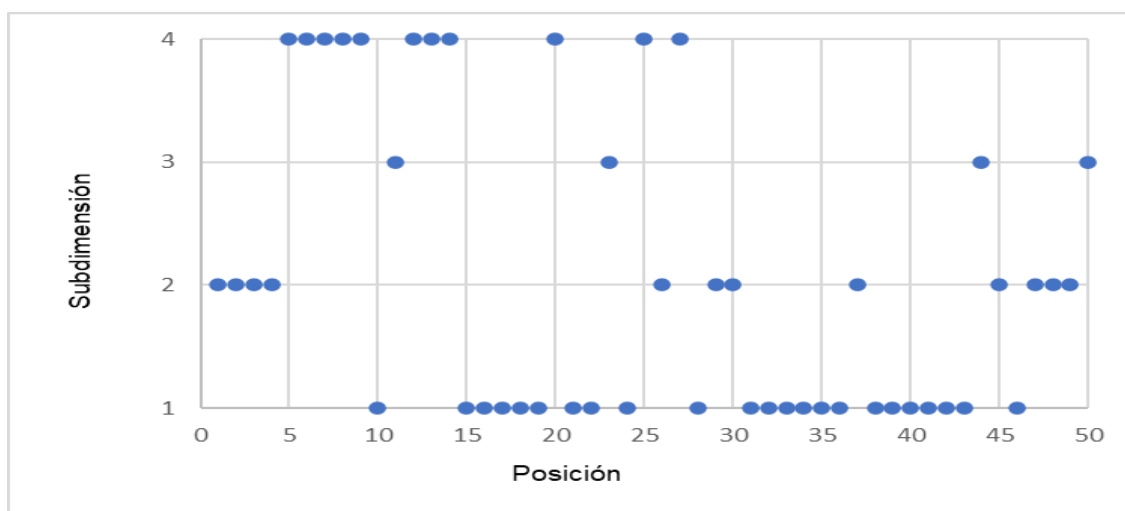
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 4.89 muestra la importancia de la subdimensión situación de vida y atención sanitaria básica, que comparte ser la peor de las situaciones en el 40% de las diez ciudades peor clasificadas, con la subdimensión acceso y permanencia en el sistema educativo básico en otro 40%. Igualmente, la composición cambia respecto a la habitabilidad del entorno. Los datos de principal causa de insostenibilidad social en estas ciudades, sugieren que la precariedad en salud y educación es tal que relativizan las carencias en otras subdimensiones. Así, en las ciudades que presentan mayor carencia en la subdimensión de situación de vida y asistencia sanitaria básica no es el número de camas hospitalarias la mayor carencia, sino el número de médicos por cada cien mil habitantes —Bogotá, Ahmedabad, Haiphong y Ciudad del Cabo—. Sin embargo, en la subdimensión de acceso y permanencia en el sistema educativo básico, sigue habiendo mayor prevalencia de la variable porcentaje de estudiantes que completan la educación secundaria —Johannesburgo y Tshwane— mientras que, en La Meca, es la variable de escolarización femenina la que peor resultado muestra. La escolarización total solo es el mayor fallo en estas diez ciudades en Surat.

En definitiva, aunque la principal causa de insostenibilidad es común a muchas de las ciudades con carácter general, independientemente de su posición en el ranking, sí puede observarse que tanto en las peores

posicionadas como en las mejores, existe una cierta variación en las mismas. La subdimensión 1 es la situación de vida y atención sanitaria básica, la 2 se refiere a acceso y permanencia en el sistema educativo básico, la 3 a la habitabilidad del entorno y la 4 a la responsabilidad institucional.

Gráfico 4.90: Relación ranking- carencia principal (subdimensiones sociales 1 a 4)



Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis Factorial y Clasificación por Clústeres (dimensión social)

Al igual que en la dimensión económica, quizá incluso con más pertinencia, procede realizar un análisis factorial y agrupación por clústeres, puesto que en este caso, el análisis descriptivo no parece ilustrar tan claramente grupos de ciudades. El análisis resulta adecuado en la medida en que el Test de Esfericidad de Bartlett nos permite rechazar la hipótesis de que la matriz de correlaciones es la identidad. Asimismo, el indicador de adecuación simple Kaiser-Meyer-Olkin ofrece un valor alto de 0,78.

Seguiremos el mismo esquema de análisis que en el caso anterior. Así, crearemos una nueva variable que resuma al menos el 70-75% de la varianza total y comprobaremos la adecuación del presente análisis mediante las mismas técnicas aplicadas a los datos de la dimensión económica. Los cuadros siguientes muestran la pertinencia del análisis factorial.

Cuadro 4.11: Comunalidad de los indicadores de la dimensión social

	Inicial	Extracción
Esperanza de vida	1	0,882
Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes	1	0,781
Número de decesos anteriores a los cinco años por cada mil nacimientos vivos	1	0,846
Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes	1	0,698
Número de médicos por cien mil habitantes	1	0,626
Porcentaje de población femenina matriculada en Centros Escolares respecto a la población femenina en edad escolar	1	0,851
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria	1	0,875
Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria	1	0,77
Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar	1	0,835
Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado	1	0,795
Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos	1	0,846
Porcentaje de población urbana con servicio de recogida de aguas residuales	1	0,624
Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable	1	0,83
Número de bomberos por cada cien mil habitantes	1	0,621
Número de homicidios por cada cien mil habitantes	1	0,759
Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes	1	0,625
Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	1	0,865
Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes	1	0,82

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en SPSS

Los resultados del análisis factorial son los siguientes:

El FACTOR1 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación primaria” y valores altos de “Porcentaje de estudiantes completando estudios de educación secundaria”.

El FACTOR2 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de población con servicio de recogida de residuos sólidos”, con valores altos de “Porcentaje de población con acceso al servicio de agua potable” y con valores altos de “Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes”.

El FACTOR3 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar” y valores altos de “Número de bomberos por cada cien mil habitantes”.

El FACTOR4 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de población con uso eléctrico autorizado”.

El FACTOR5 está relacionado con valores altos de “Número de camas de hospital por cada cien mil habitantes” y valores bajos de “Tasa de suicidios por cada cien mil habitantes”.

El FACTOR6 está relacionado con valores bajos de “Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes”.

Estos seis factores explican el 77,5% de la varianza total. Ha sido necesario tomar un sexto factor, ya que un factor menos habría dejado una explicación de la varianza menor. En concreto, del 72,89%.

El cuadro 4.12 muestra los resultados del análisis.

Cuadro 4.12: Varianza total explicada (dimensión social)

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	6,804	37,799	37,799
2	2,255	12,525	50,325
3	1,706	9,476	59,8
4	1,404	7,801	67,601
5	0,951	5,286	72,887
6	0,829	4,607	77,494
7	0,663	3,686	81,179
8	0,633	3,516	84,695
9	0,58	3,221	87,916
10	0,477	2,648	90,564
11	0,431	2,392	92,955
12	0,401	2,226	95,181
13	0,285	1,584	96,765
14	0,203	1,129	97,894
15	0,144	0,801	98,695
16	0,111	0,615	99,31
17	0,072	0,401	99,711
18	0,052	0,289	100

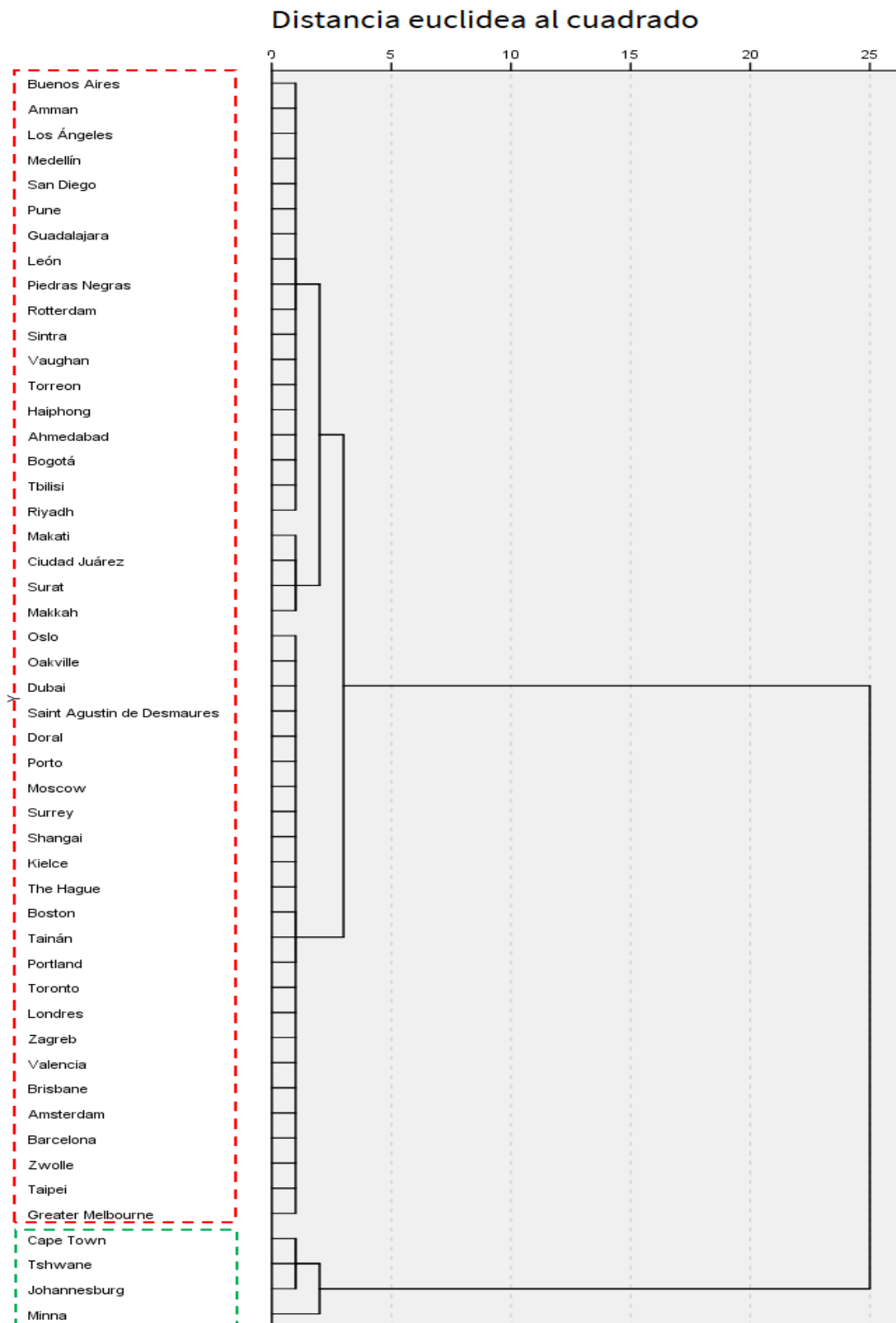
Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en SPSS

Con estos resultados elaboramos un nuevo indicador ISS (Indicador Sintético Social), sobre el que aplicamos el Análisis Clúster. Este indicador tiene en cuenta la importancia de cada factor y se construye como:

$$\text{ISS} = \text{FACTOR1} * \text{RaizCuadrada}(6,804) + \text{FACTOR2} * \text{RaizCuadrada}(2,255) + \text{FACTOR3} * \text{RaizCuadrada}(1,706) + \text{FACTOR4} * \text{RaizCuadrada}(1,404) + \text{FACTOR5} * \text{RaizCuadrada}(0,951) + \text{FACTOR6} * \text{RaizCuadrada}(0,829)$$

Sobre este modelo, las imágenes 4.85 y 4.86 nos permiten visualizar si existen o no diferencias entre los métodos de agrupación de enlace entre grupos y método de Ward.

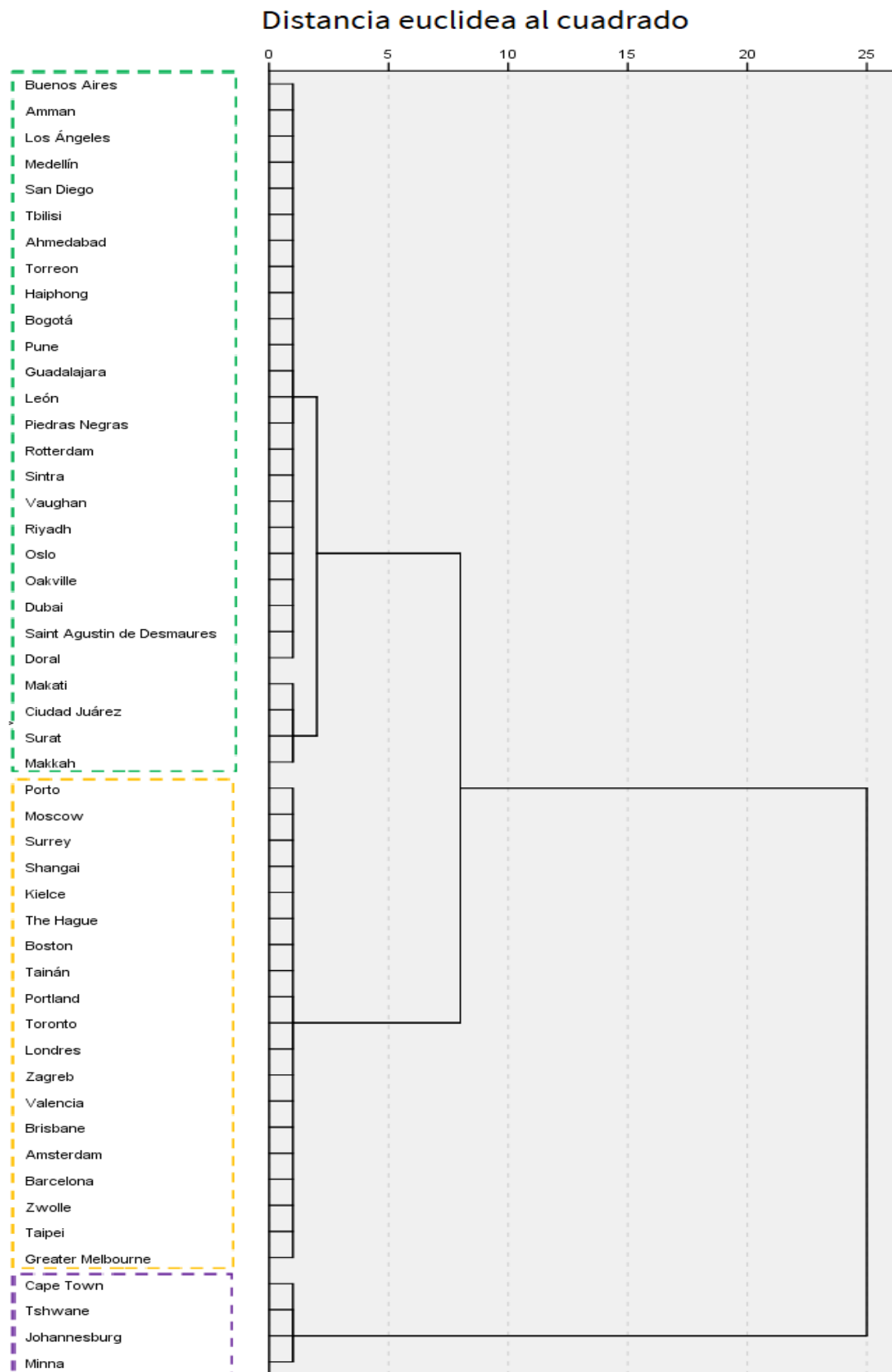
Gráfico 4.91: Dendrograma con método de agrupación enlace promedio entre grupos (dimensión social)



Fuente: Elaboración propia editando imagen obtenida en SPSS



Gráfico 4.92: Dendograma con método de agrupación de enlace de Ward (dimensión social)



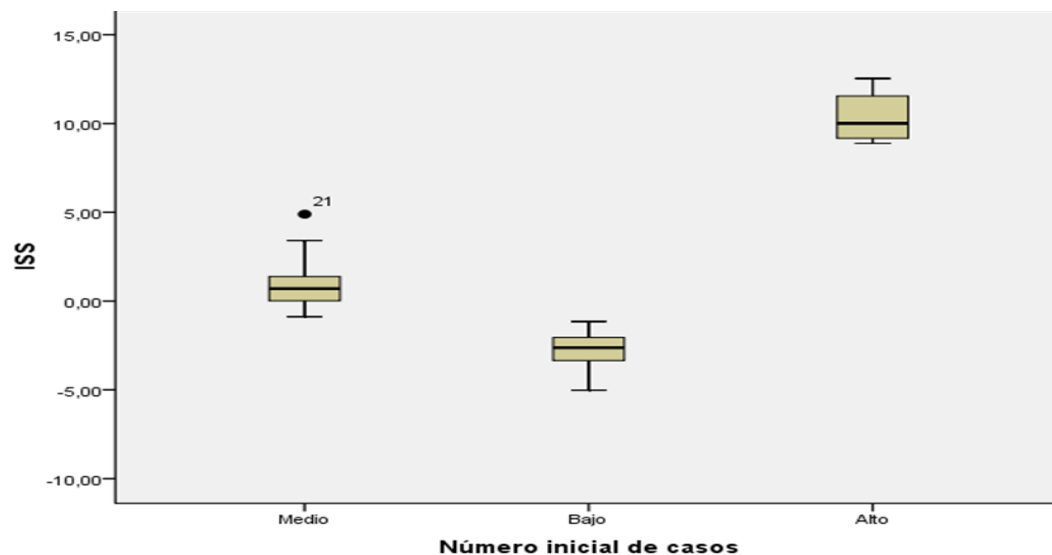
Fuente: Elaboración propia editando imagen obtenida en SPSS

Como puede observarse, en este caso, no parece tan claro que existan dos o tres grupos de ciudades en función del método de agrupación elegido. Si tomamos como referencia la distancia euclídea al cuadrado con valor 5, según el método de Ward, podríamos tomar tres grupos, mientras que, con el método de agrupación de enlace promedio, serían dos los grupos resultantes. En todo caso, y esto es lo que parece más claro en ambos análisis, existe un grupo diferencial claro en las ciudades que peores valores presentan.

Para confirmar la robustez del análisis, al igual que en el caso anterior, tomaremos un análisis clúster no jerarquizado, también denominado, análisis de k-medias, cuya diferencia reside en que le asignamos el número de grupos de manera predeterminada, en este caso, tres grupos, y el programa clasifica automáticamente los grupos basándose en la homogeneidad interna de cada grupo y la mayor diferencia posible con los otros grupos. Así, el análisis ofrece los siguientes resultados:

En primer lugar, la existencia de tres grupos en torno al valor medio del nuevo modelo ISS tiene resultados consistentes según sugieren los resultados. Sin embargo, los dos primeros no parecen estar demasiado alejados entre sí, mientras que el tercer grupo sí presenta claras diferencias respecto al resto. Así, el primero de ellos, agrupado en torno al valor medio (0,89) consta de 23 ciudades, el segundo, agrupado en torno al valor medio (-2,69) consta de 23 ciudades y el último grupo, agrupado en torno al valor medio (10,36) consta de 4 ciudades.

Figura 4.2: Diagrama de caja de grupos de ciudades (dimensión social)



Fuente: Elaboración propia con programa SPSS.

Tan sólo existe un valor atípico, representado por La Meca, que presenta, al menos, un indicador con valores más elevados que los de “su grupo” en todas las subdimensiones de la dimensión social.

Parece razonable centrar el análisis, en la dimensión que nos ocupa, en si ese grupo diferencial de 4 ciudades: Ciudad del Cabo, Tshwane, Johannesburgo y Minna, situadas todas en el continente africano, y tres de ellas en Sudáfrica.

Como puede observarse, existe una práctica coincidencia con la clasificación realizada en nuestro análisis descriptivo, pues a excepción de Surat, las cuatro ciudades citadas, son también las peor situadas en términos de déficits de sostenibilidad social, compartiendo las cuatro ciudades muy malos resultados en las subdimensiones relativas a situación de vida y atención sanitaria básica y a acceso y permanencia en el sistema educativo básico. Los indicadores que explican esta situación en términos de déficits de sostenibilidad en cada una de las subdimensiones son los relativos a infraestructura sanitaria (camas y médicos) y el abandono escolar en los niveles primario y secundario, respectivamente.

Al igual que en la dimensión económica, presentamos a continuación todos los valores de la dimensión social.

Tabla 4.2: Valores de indicadores y ciudades (dimensión social)

Ciudad	Situación de vida y atención sanitaria básica			Acceso y permanencia en el sistema educativo			Habitabilidad del entorno			Responsabilidad Institucional								
	Esperanza de vida	Tasa de suicidios	Mortalidad infantil	Camas de hospital por cada cien mil habitantes	Médicos por cada cien mil habitantes	Población matriculada en Centros Escolares	Estudiantes completando estudios de educación primaria	Estudiantes completando estudios de educación secundaria	Población matriculada en Centros Escolares respecto a la población en edad escolar	Población con uso eléctrico autorizado	Población con servicio de recogida de residuos sólidos	Población con servicio de recogida de aguas residuales	Población con acceso al servicio de aguas potable	Número de bomberos por cada cien mil habitantes	Número de homicidios por cada cien mil habitantes	Delitos contra la propiedad por cada cien mil habitantes	Tasa de criminalidad por cada cien mil habitantes	Accidentes de tráfico mortales por cada cien mil habitantes
Cabo	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.22	0.04	0.33	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.04	0.01	0.00
Amsterdám	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.01	0.00	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.07	0.01	0.00
La Haya	0.00	0.00	0.00	0.39	0.40	0.02	0.00	0.19	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00
Londres	0.00	0.00	0.00	0.43	0.20	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.04	0.02	0.00
Velke	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.09	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Róterdam	0.01	0.00	0.00	0.23	0.01	0.00	0.16	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.05	0.01	0.00
Barcelona	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.09	0.01	0.00
Osaka	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.07	0.19	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
Zurich	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.03	0.00	0.00
Dubai	0.03	0.00	0.00	0.62	0.17	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
Taipei	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Valencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.03	0.01	0.00
Zagreb	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00	0.01	0.01	0.00
Thái	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.24	0.00	0.00	0.12	0.06	0.06	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
Surat	0.21	0.00	0.05	0.16	0.91	0.43	0.05	0.44	0.44	0.01	0.06	0.70	0.03	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00
Doral	0.00	0.00	0.00	1.00	0.04	0.03	0.03	0.02	0.05	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
Vaughan	0.00	0.00	0.00	1.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.00	0.00
Torreón	0.06	0.00	0.01	0.36	0.00	0.12	0.05	0.13	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
Brisbane	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.03	0.00	0.00
Saint Agathe de Desmaures	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.07	0.00	0.23	0.08	0.00	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
La Mecca	0.09	0.00	0.02	0.71	0.50	0.11	0.02	0.15	0.21	0.07	0.34	0.35	0.33	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00
Pune	0.16	0.00	0.02	0.04	0.94	0.01	0.52	0.23	0.39	0.01	0.21	0.03	0.07	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00
México	0.10	0.00	0.02	0.65	0.39	0.00	0.20	0.09	0.00	0.00	0.00	0.58	0.01	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00
México	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Los Angeles	0.00	0.00	0.00	0.57	0.55	0.04	0.15	0.20	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.02	0.00	0.00
Taipei	0.01	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Boston	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.22	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
San Diego	0.00	0.00	0.00	0.55	0.83	0.03	0.06	0.44	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.01	0.00	0.00
Toronto	0.00	0.00	0.13	0.38	0.15	0.08	0.00	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Surrey	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.31	0.00	0.06	0.01	0.00
Portland	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.07	0.07	0.06	0.00	0.31	0.00	0.10	0.00	0.06	0.00	0.00
Atlanta	0.18	0.00	0.03	0.12	0.97	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.08	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00
Shanghai	0.00	0.00	0.00	0.19	0.34	0.06	0.00	0.00	0.20	0.00	0.16	0.27	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
Pedras Negras	0.06	0.00	0.01	0.66	0.40	0.19	0.08	0.25	0.19	0.00	0.00	0.04	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00
Osaka	0.00	0.00	0.00	0.49	0.28	0.17	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Hong Kong	0.08	0.00	0.00	0.44	0.67	0.14	0.00	0.00	0.15	0.00	0.10	0.60	0.02	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Shirya	0.01	0.00	0.00	0.37	0.34	0.14	0.00	0.47	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.01	0.00	0.00
Gran Melbourne	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.14	0.00	0.04	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.04	0.00
León	0.07	0.00	0.01	0.61	0.36	0.17	0.00	0.01	0.18	0.42	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
Ciudad Juárez	0.08	0.00	0.01	0.74	0.29	0.10	0.00	0.17	0.11	0.00	0.04	0.04	0.01	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Buenos Aires	0.04	0.00	0.00	0.51	0.00	0.20	0.08	0.33	0.20	0.07	0.11	0.14	0.11	0.52	0.00	0.00	0.01	0.00
México	0.04	0.00	0.00	0.51	0.46	0.09	0.07	0.11	0.06	0.00	0.00	0.04	0.02	0.91	0.00	0.00	0.01	0.00
Bogotá	0.03	0.00	0.01	0.64	0.92	0.00	0.02	0.03	0.06	0.02	0.00	0.01	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00
Guadalajara	0.06	0.00	0.01	0.79	0.37	0.08	0.01	0.11	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00
Ciudad del Cabo	0.23	0.00	0.02	0.56	0.80	0.25	0.28	0.41	0.28	0.30	0.00	0.07	0.00	0.80	0.00	0.03	0.01	0.00
México	0.33	0.00	0.10	0.91	0.91	0.38	0.18	0.51	0.52	0.02	0.80	1.00	0.13	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00
Johannesburgo	0.21	0.00	0.12	0.52	0.77	0.60	0.38	0.67	0.23	0.08	0.02	0.09	0.00	0.77	0.00	0.00	0.01	0.00
Arán	0.08	0.00	0.01	0.43	0.58	0.08	0.04	0.23	0.09	0.00	0.10	0.10	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00
Taipei	0.23	0.00	0.07	0.61	0.77	0.23	0.38	0.67	0.23	0.19	0.10	0.18	0.07	0.82	0.00	0.01	0.00	0.00
Riad	0.08	0.00	0.00	0.61	0.46	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.15	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.3. Dimensión ambiental

Los resultados obtenidos agrupando los valores de los distintos indicadores que componen cada subdimensión y agregándolos, son los siguientes:

Cuadro 4.13: Resultados de la agregación en la dimensión ambiental (por subdimensiones)

Ciudad	Energía	Agua	Contaminación ambiental	Posición Dimensión Ambiental	Ciudad	Energía	Agua	Contaminación ambiental	Posición Dimensión Ambiental
Oslo	0	0,14	0,22	1	Shanghái	0,18	0,41	0,52	26
Toronto	0	0,17	0,27	2	Johannesburgo	0,31	0,23	0,58	27
Oporto	0,08	0,08	0,44	3	Moscú	0,32	0,4	0,39	28
Oakville	0	0,52	0,1	4	León	0,41	0,34	0,37	29
Zwolle	0,26	0,05	0,35	5	Zagreb	0,34	0,43	0,34	30
Kielce	0,33	0	0,34	6	Medellín	0,16	0,71	0,27	31
Los Ángeles	0	0,43	0,24	7	Tiflis	0,2	0,56	0,41	32
Valencia	0,3	0,11	0,26	8	Tainan	0,32	0,53	0,33	33
Rotterdam	0,28	0	0,39	9	Ahmedabad	0,54	0,44	0,27	34
Boston	0,15	0,1	0,45	10	Dubái	0,33	0,22	0,72	35
Barcelona	0,28	0,26	0,16	11	Surat	0,55	0,44	0,35	36
Gran Melbourne	0,22	0,12	0,37	12	Buenos Aires	0,33	0,78	0,25	37
Ciudad del Cabo	0,16	0,04	0,51	13	San Agustín de Desmaures	0,33	0,58	0,48	38
Makati	0,23	0,14	0,37	14	Piedras Negras	0,67	0,24	0,52	39
Sintra	0,3	0,34	0,15	15	La Meca	0,67	0,2	0,58	40
Londres	0,31	0,13	0,36	16	Guadalajara	0,47	0,6	0,38	41
La Haya	0,32	0,07	0,41	17	Pune	0,8	0,57	0,14	42
Surrey	0,07	0,56	0,2	18	Bogotá	0,56	0,55	0,43	43
Brisbane	0,23	0,13	0,5	19	Torreón	0,73	0,47	0,38	44
Vaughan	0,33	0,23	0,32	20	Haiphong	0,51	0,67	0,55	45
Taipéi	0,23	0,5	0,24	21	Amán	0,88	0,45	0,45	46
Ámsterdam	0,15	0,46	0,37	22	Ciudad Juárez	0,73	0,53	0,53	47
Portland	0,05	0,56	0,42	23	Doral	0,66	0,6	0,66	48
Tshwane	0,45	0,1	0,54	24	Minna	0,88	0,72	0,45	49
San Diego	0,19	0,52	0,39	25	Riad	0,67	0,77	0,65	50

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en la dimensión social, puede observarse que todas las ciudades presentan, al menos, una o más carencias (ver tabla 4.3). Sin embargo, como se deduce del cuadro anterior, las principales causas de insostenibilidad están bastante repartidas, a diferencia de lo que ocurre con las dimensiones anteriores. Así, la subdimensión agua si bien es mayoritaria, lo es en el 36% de las ciudades, seguida muy de cerca por la subdimensión

contaminación ambiental en un 34% y, por último, pero no lejos, la subdimensión energía con un 30%.

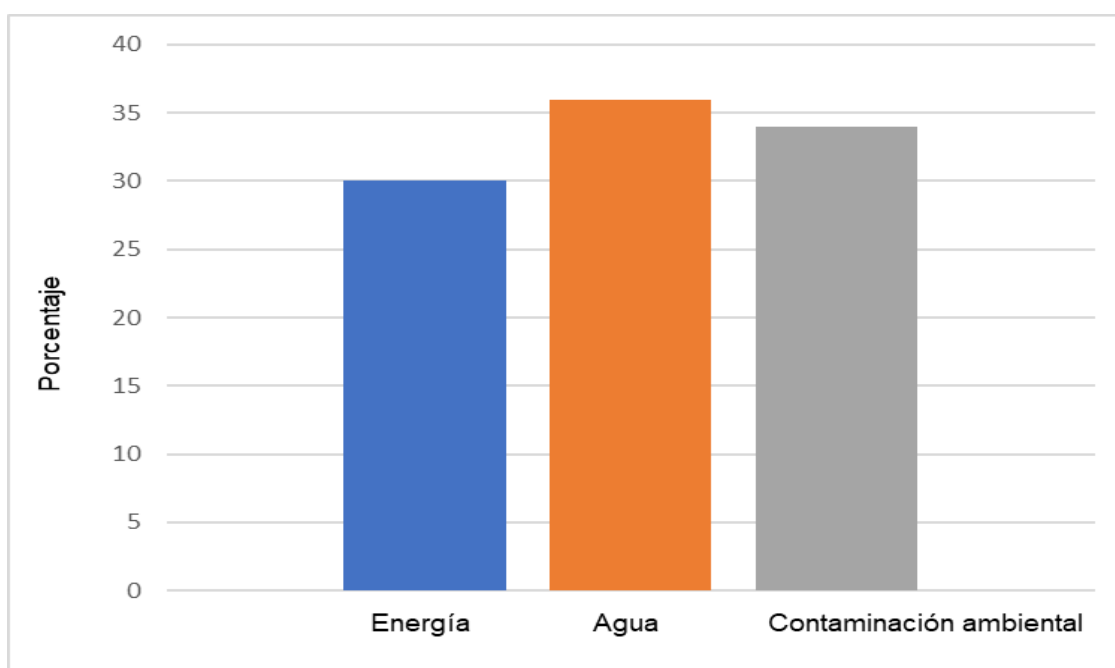
Como puede observarse en el cuadro 4.14, los indicadores de la dimensión ambiental, presentan los valores medios de carencia más elevados en comparación con los relativos a la dimensión económica y la dimensión social.

Cuadro 4.14: Valor medio de los déficits de sostenibilidad ambiental por indicador

Indicador individual	Valor medio de los déficits
Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	0,59
Energía eléctrica consumida por habitante (kWh/año)	0,15
Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	0,30
Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	0,12
Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	0,58
Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	0,39
Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	0,48
Recogida de residuos sólidos por habitante	0,53
Concentración de partículas (PM 2.5)	0,13
Emissiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante	0,42

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4.93: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones ambientales

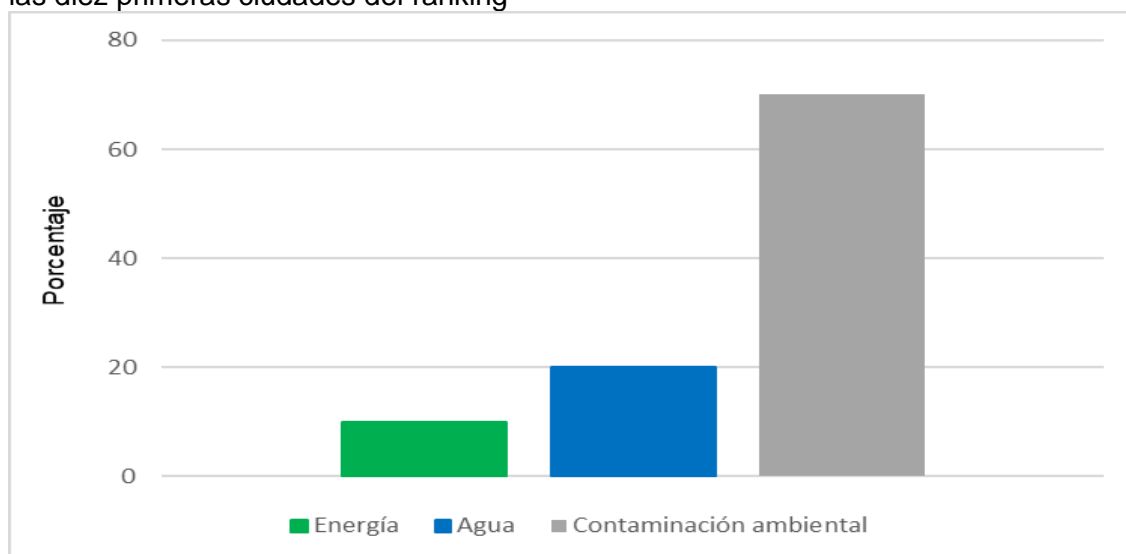


Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, existe otra diferencia en la presente dimensión: casi de forma intuitiva, se perciben tres grupos de ciudades en donde cada una de las carencias es principal. De la número uno a la diecinueve puede observarse como la contaminación ambiental es el principal de los problemas, de la veinte a la treinta y tres, el agua, mientras que de la treinta y cuatro a la cincuenta es la energía el principal problema.

A pesar de que en la dimensión ambiental las principales causas de insostenibilidad están más equilibradas entre todas ellas, no es menos cierto que, en relación con las otras dimensiones, se mantiene una fuerte tendencia diferencial en las ciudades mejor y peor clasificadas.

Gráfico 4.94: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones ambientales en las diez primeras ciudades del ranking



Fuente: Elaboración propia.

Así, en las diez primeras mejor clasificadas, siete de ellas ofrecen sus peores resultados en la subdimensión contaminación ambiental, dentro de la cual, comparten importancia tanto el volumen de residuos recogidos por habitante como las emisiones de gases de efecto invernadero. Ninguna de ellas presenta deficiencias en reciclaje de residuos ni en concentración de partículas PM 2.5.

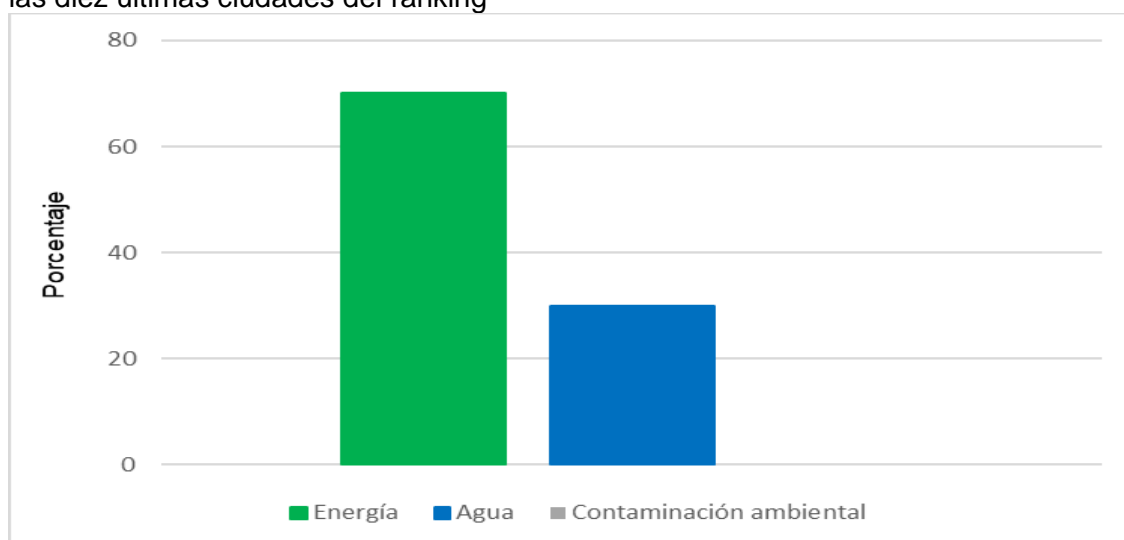
Tan sólo dos de ellas —Los Ángeles y Oakville— tienen en la subdimensión agua sus peores resultados motivados fundamentalmente por el alto consumo y la carencia de tratamientos terciarios respectivamente. Dentro

de este grupo, es Valencia la única ciudad que presenta su principal deficiencia en la subdimensión energía, siendo la escasez de residuos reciclados la principal de sus deficiencias.

Finalmente, ninguna de las diez ciudades peor clasificadas presenta a la contaminación ambiental como la peor de sus deficiencias, sino que es la subdimensión energía la que ocupa ese lugar, motivado en todas ellas, principalmente, por la ausencia de un sistema de transporte público masivo en los términos definidos en la variable (sistema de raíles).

La segunda mayor causa de deficiencias en términos de la subdimensión energía viene derivada de un deficiente nivel de consumo de energías renovables en ocho de ellas.

Gráfico 4.95: Porcentaje de carencias principales por subdimensiones ambientales en las diez últimas ciudades del ranking

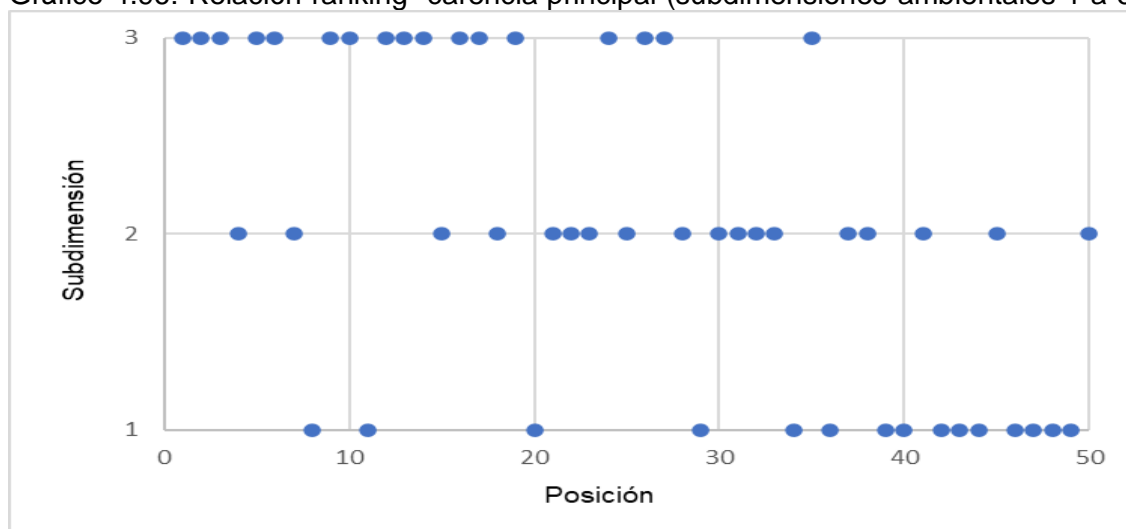


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, al igual que hicimos con las otras dos dimensiones, veamos la relación existente entre el principal déficit de sostenibilidad y su posición en el ranking, siendo 1 la subdimensión energía, 2 la subdimensión agua y 3 la subdimensión contaminación ambiental.



Gráfico 4.96: Relación ranking- carencia principal (subdimensiones ambientales 1 a 3)



Fuente: Elaboración propia.

### Análisis Factorial y Clasificación por Clústeres (dimensión ambiental)

Al igual que en las dos dimensiones anteriores, procede realizar un análisis factorial y agrupación por clústeres. El test de esfericidad de Bartlett permite rechazar la hipótesis de que la matriz de correlaciones es la identidad y el indicador de adecuación simple Kaiser-Meyer-Olkin ofrece un valor alto de 0,72.

Siguiendo el mismo esquema que en las dimensiones anteriores, crearemos una nueva variable que resuma al menos el 70-75% de la varianza total y comprobaremos la adecuación del presente análisis mediante las mismas técnicas aplicadas a los datos de las dimensiones económica y social. Los cuadros siguientes muestran la pertinencia del análisis factorial.

Cuadro 4.15: Comunalidad de los indicadores de la dimensión ambiental

	Inicial	Extracción
Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía	1	0,933
Energía eléctrica consumida por habitante (kWh/año)	1	0,738
Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	1	0,755
Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento	1	0,788
Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento terciario	1	0,848
Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)	1	0,745
Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	1	0,844
Recogida de residuos sólidos por habitante	1	0,544
Concentración de partículas (PM 2.5)	1	0,603
Emisiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante	1	0,832

Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en SPSS

Los resultados del análisis factorial son los siguientes:

El FACTOR1 está relacionado con valores altos de “Emisiones de gases de efecto invernadero medidas en toneladas por habitante”.

El FACTOR2 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento”.

El FACTOR3 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados”.

El FACTOR4 está relacionado con valores altos de “Consumo total de agua doméstica por habitante (litros/día)”.

El FACTOR5 está relacionado con valores altos de “Porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables respecto del total del consumo de energía”.

Estos cinco factores explican el 76,3% de la varianza total.

El cuadro 4.16 muestra los resultados del análisis.

Cuadro 4.16: Varianza total explicada (dimensión ambiental)

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,299	32,995	32,995
2	1,427	14,274	47,269
3	1,126	11,263	58,532
4	0,984	9,842	68,374
5	0,792	7,924	76,297
6	0,762	7,622	83,92
7	0,528	5,278	89,198
8	0,422	4,218	93,416
9	0,341	3,411	96,827
10	0,317	3,173	100

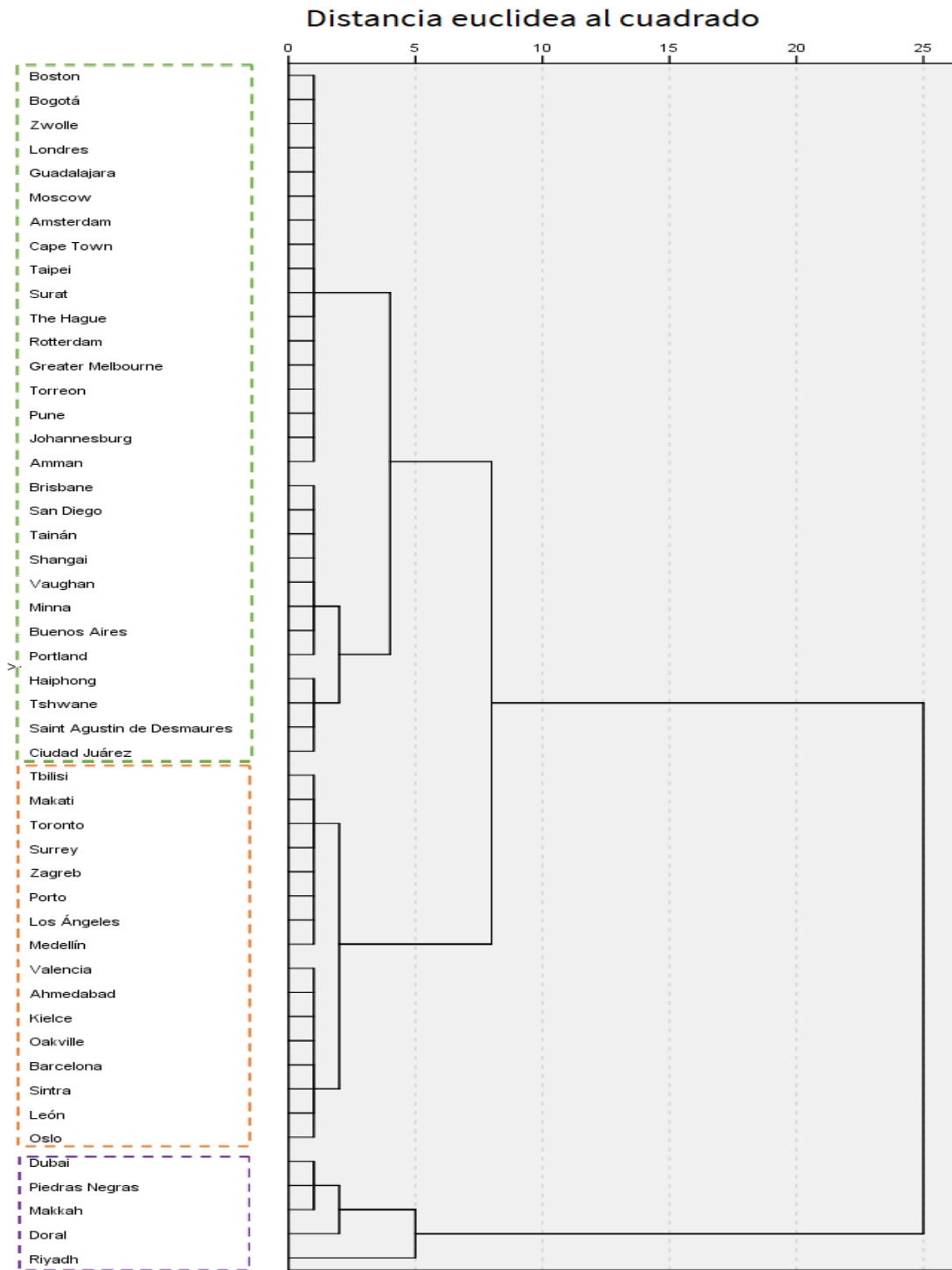
Fuente: Elaboración propia con los resultados obtenidos en SPSS

Con estos resultados elaboramos un nuevo indicador ISA (Indicador Sintético Ambiental), sobre el que aplicamos el Análisis Clúster. Este indicador tiene en cuenta la importancia de cada factor y se construye como:

$$ISA = \text{FACTOR1} * \text{RaizCuadrada}(3,299) + \text{FACTOR2} * \text{RaizCuadrada}(1,427) + \text{FACTOR3} * \text{RaizCuadrada}(1,126) + \text{FACTOR4} * \text{RaizCuadrada}(0,984) + \text{FACTOR5} * \text{RaizCuadrada}(0,792)$$

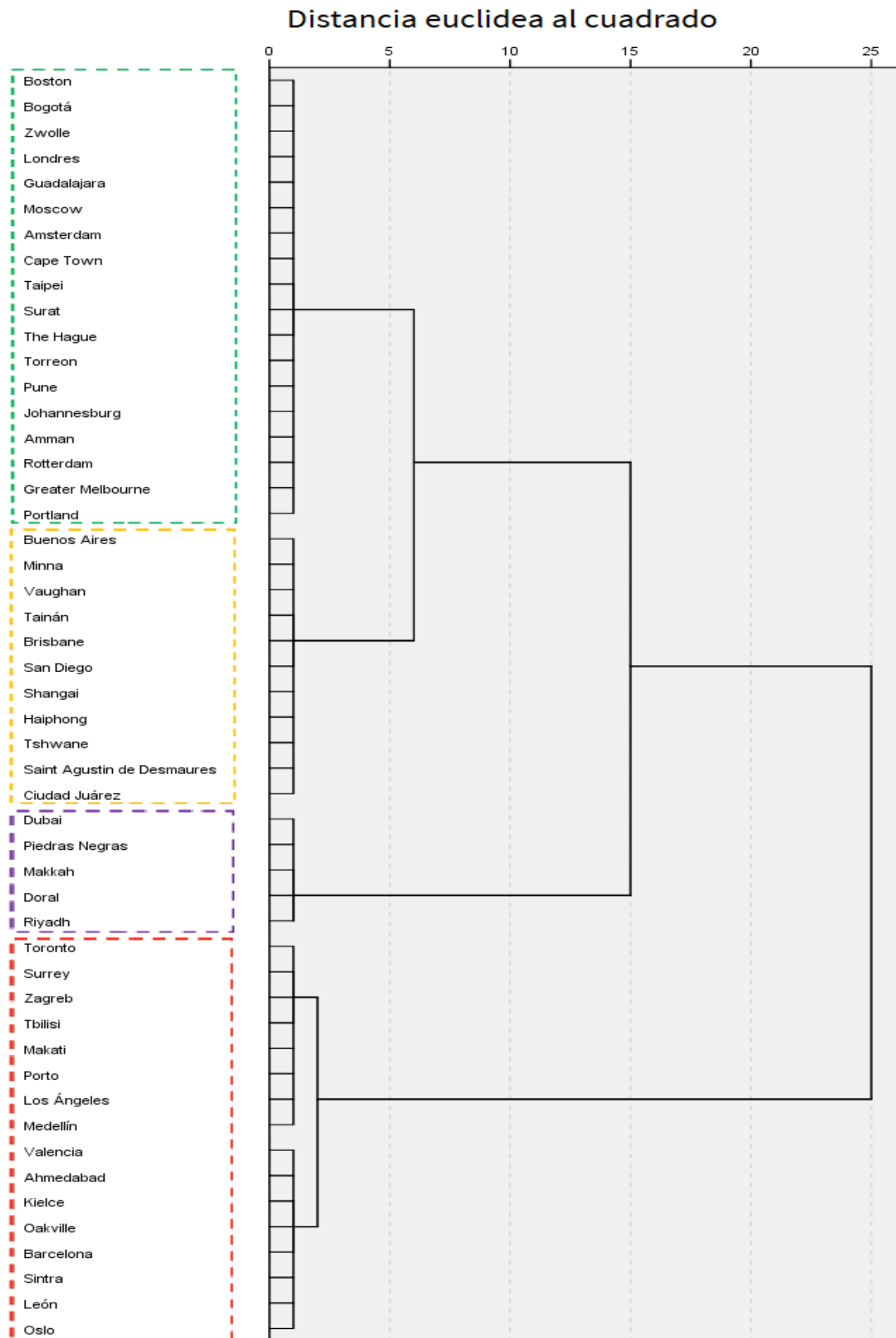
Sobre este modelo, las imágenes 4.85 y 4.86 nos permiten visualizar si existen o no diferencias entre los métodos de agrupación de enlace entre grupos y método de Ward.

Gráfico 4.97: Dendrograma con método de agrupación enlace promedio entre grupos (dimensión ambiental)



Fuente: Elaboración propia editando imagen obtenida en SPSS

Gráfico 4.98: Dendograma con método de agrupación de enlace de Ward (dimensión ambiental)



Fuente: Elaboración propia editando imagen obtenida en SPSS

Puede observarse que, en la dimensión ambiental existen diferencias visibles bastante notables en función del método de agrupación utilizado. A priori, puede identificarse que el método de agrupación mediante enlace promedio ofrece tres grupos trazando una línea imaginaria sobre el valor cinco de la distancia euclídea al cuadrado. Sin embargo, utilizando el método de agrupación de Ward sobre esa misma distancia euclídea, pueden observarse claramente, cuatro grupos diferenciados.

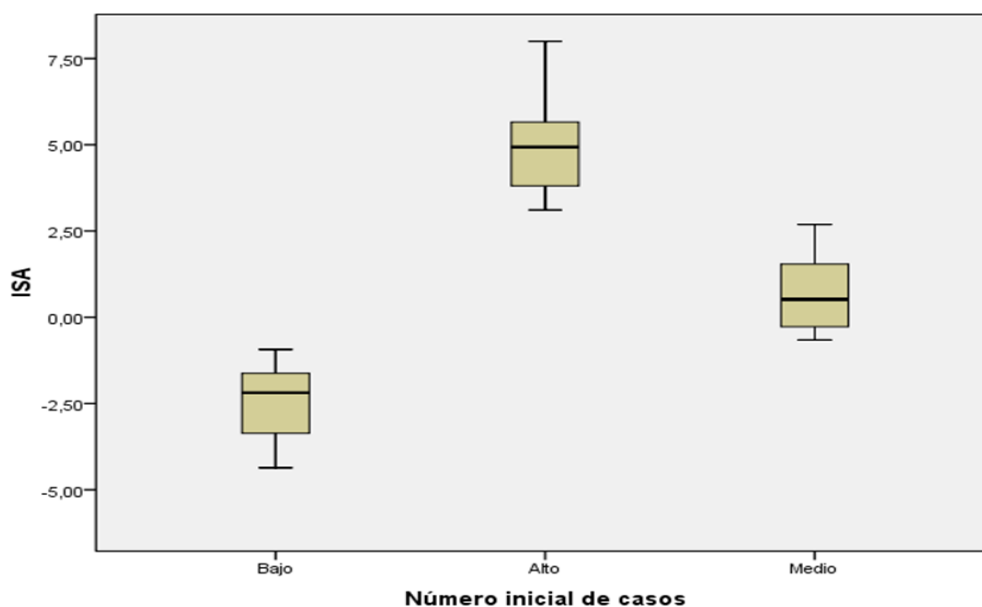
Por tanto, realizaremos un análisis de k medias para poder clarificar cuál de las dos agrupaciones —tres o cuatro grupos de ciudades— puede resultar más adecuada.

El análisis ofrece los siguientes resultados:

En primer lugar, se confirma la existencia de tres grupos entorno al valor medio del nuevo modelo ISA resultante del análisis factorial. Así, el primero de ellos, agrupado en torno al valor medio (-2,42) con 21 ciudades, el segundo, agrupado en torno al valor medio (0,72) con 22 ciudades y el último grupo, agrupado en torno al valor medio (5,00) con 7 ciudades que, como veremos, no coinciden exactamente con la agrupación que ofrecen los dendogramas.

La figura 4.3 representa esa agrupación mediante un diagrama de caja, el cual permite confirmar que, efectivamente, pueden visualizarse tres grupos de ciudades claramente diferenciados.

Figura 4.3: Diagrama de caja de grupos de ciudades (dimensión ambiental)



Fuente: Elaboración propia con programa SPSS.

Las siete ciudades que conforman un grupo con valor medio del ISA más elevado (peor) son: Riad, Ciudad Juárez, Piedras Negras, La Meca, Doral, Dubái y San Agustín de Desmaures. Esta agrupación, fruto de la aplicación del modelo de análisis factorial, conduce a resultados un tanto dispares —a diferencia de las dimensiones económica y social— respecto al ranking de ciudades peor clasificadas. Una primera explicación lógica podría pasar por el hecho de que la dimensión ambiental, respecto a las otras dos, contiene mayores déficits de sostenibilidad medios y que el modelo de clasificación mediante  $k$  medias no recoge toda la información. Sin embargo, puede comprobarse que en cuatro de los cinco indicadores que determinan los factores del modelo: emisiones de gases de efecto invernadero; porcentaje de residuos sólidos que son reciclados; consumo total de agua doméstica por habitante y porcentaje de consumo de energía derivado de fuentes renovables, ese grupo de siete ciudades tienen en común que presentan los peores valores posibles o valores medios más altos que el resto de ciudades. Este hecho es todavía más relevante en cinco de estas siete ciudades que figuran agrupadas en los dos dendogramas y que son: Dubái, Piedras Negras, La Meca, Doral y Riad, presentando déficits muy elevados en el consumo de energía procedente de fuentes renovables, el consumo de agua por habitante y día, así como en las emisiones de efecto invernadero.

Esta reflexión no es baladí, pues la coincidencia entre los grupos de ciudades resultante del análisis clúster y los que pueden deducirse observando el ranking de ciudades fruto de la agregación de los indicadores y subdimensiones, puede interpretarse como una señal de calidad de los indicadores elegidos en el sentido de que en la agregación no se pierde información.

Ya hemos señalado que no puede hablarse de “efecto compensación” en la agregación, en el sentido de que un valor “malo” no puede ser compensado por un valor “bueno” al agregarse sólo valores con déficit de sostenibilidad. Sin embargo, no es menos cierto que en la agregación entre indicadores y subdimensiones, valores bajos “malos” o incluso los valores cero —sostenibles—, por el efecto de cómputo en la agregación mediante la media aritmética, conducen a un valor notablemente inferior respecto de los peores

valores “malos” o próximos a 1 en la agregación final. Por tanto, cuando existen muchas disparidades, en el sentido de que las mismas ciudades tienen valores muy altos en unos indicadores, pero valores muy bajos o incluso sostenibles en otros, la agregación mediante medias aritméticas aún dentro de las dimensiones puede ofrecer cierta distorsión en relación con la gravedad de algunos indicadores individuales. Esta cuestión —en nuestro estudio sólo se produce en la dimensión ambiental— puede ser considerada como una debilidad del modelo.

A continuación, presentamos los valores de la dimensión ambiental.

Tabla 4.3: Valores de indicadores y ciudades (dimensión ambiental)

	Energía			Agua			Contaminación ambiental			
	Consumo de energía derivado de fuentes renovables	Energía eléctrica consumida por habitante (KWh/año)	Kilómetros del sistema público de transporte de alta capacidad por cada cien mil habitantes	Porcentaje de aguas residuales que reciben tratamiento	Porcentaje de aguas residuales que no reciben tratamiento terciario	Consumo total de agua doméstica por habitante	Porcentaje de residuos sólidos que son reciclados	Recogida de residuos sólidos por habitante	Concentración de partículas (PM2.5)	Emissiones de gases de efecto invernadero
Oslo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,26	0,61	0,00	0,00
Amsterdam	0,46	0,00	0,00	0,00	1,00	0,38	0,46	0,57	0,00	0,47
La Haya	0,95	0,01	0,00	0,00	0,00	0,22	0,64	0,67	0,00	0,32
Londres	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,39	0,63	0,00	0,41
Kielce	0,33	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,52	0,00	0,58
Rotterdam	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,95
Barcelona	0,84	0,00	0,00	0,00	0,70	0,08	0,00	0,64	0,00	0,00
Oporto	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,65	0,75	0,00	0,36
Zwolle	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,06	0,70	0,00	0,63
Dubai	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,60	0,87	0,56	0,86
Taipei	0,69	0,00	0,00	0,00	0,99	0,50	0,00	0,59	0,00	0,37
Valencia	0,82	0,08	0,00	0,00	0,32	0,01	0,27	0,59	0,00	0,19
Zagreb	0,97	0,06	0,00	0,04	1,00	0,26	0,61	0,59	0,00	0,18
Tbilisi	0,28	0,33	0,00	0,00	1,00	0,68	1,00	0,54	0,05	0,05
Surat	0,33	0,30	1,00	0,04	0,94	0,32	0,93	0,00	0,18	0,28
Doral	0,99	0,00	1,00	0,00	1,00	0,79	0,96	0,89	0,00	0,79
Vaughan	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,48	0,00	0,79
Torreón	0,99	0,20	1,00	0,04	0,99	0,47	0,97	0,56	0,00	0,00
Brisbane	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,46	0,69	0,00	0,86
Saint Agustín de Desmaures	0,00	0,00	1,00	0,19	1,00	0,56	0,46	0,76	0,00	0,70
La Meca	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,59	1,00	0,62	0,00	0,71
Pune	0,96	0,43	1,00	0,29	0,43	0,43	0,04	0,00	0,52	0,00
Makati	0,41	0,00	0,29	0,00	0,00	0,43	0,94	0,36	0,10	0,07
Moscú	0,96	0,00	0,00	0,00	0,88	0,32	0,60	0,20	0,38	0,40
Los Ángeles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,72	0,00	0,79	0,00	0,18
Tainán	0,95	0,00	0,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,56	0,00	0,75
Boston	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,59	0,50	0,00	0,70
San Diego	0,58	0,00	0,00	0,00	0,92	0,64	0,00	0,83	0,00	0,72
Toronto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00	0,47	0,00	0,61
Surrey	0,00	0,00	0,22	0,00	1,00	0,67	0,00	0,45	0,00	0,37
Portland	0,15	0,00	0,00	0,02	1,00	0,65	0,07	0,90	0,00	0,71
Ahmedabad	0,80	0,67	0,15	0,03	0,99	0,29	0,51	0,27	0,30	0,00
Shangai	0,54	0,00	0,00	0,09	1,00	0,13	0,38	0,47	0,48	0,75
Pedras Negras	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,72	0,67	0,56	0,00	0,84
Oakville	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,40
Haiphong	0,00	0,54	1,00	1,00	1,00	0,01	1,00	0,47	0,00	0,73
Sintra	0,90	0,00	0,00	0,00	0,98	0,03	0,00	0,61	0,00	0,00
Gran Melbourne	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,06	0,58	0,00	0,84
León	0,89	0,36	0,00	0,09	0,92	0,00	1,00	0,33	0,00	0,14
Ciudad Juárez	0,98	0,22	1,00	0,00	1,00	0,58	1,00	0,36	0,22	0,53
Buenos Aires	1,00	0,00	0,00	0,47	1,00	0,88	0,00	0,68	0,00	0,32
Medellín	0,13	0,35	0,00	0,90	1,00	0,21	0,56	0,20	0,11	0,19
Bogotá	0,00	0,67	1,00	0,64	1,00	0,00	0,70	0,53	0,48	0,00
Guadalajara	0,43	0,51	0,47	0,46	0,85	0,51	0,84	0,56	0,00	0,12
Ciudad del Cabo	0,36	0,12	0,00	0,00	0,00	0,13	0,71	0,61	0,20	0,54
Mínya	0,67	0,96	1,00	1,00	1,00	0,17	1,00	0,00	0,80	0,00
Johanesburgo	0,36	0,56	0,00	0,00	0,00	0,68	0,96	0,41	0,51	0,45
Amán	0,99	0,66	1,00	0,00	1,00	0,36	1,00	0,54	0,26	0,00
Tshwane	0,36	0,00	1,00	0,00	0,00	0,29	0,50	0,61	0,68	0,36
Riad	1,00	0,00	1,00	0,90	1,00	0,41	0,81	0,62	0,50	0,68

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Discusión de resultados del indicador sintético UNSI

Tras el análisis realizado en cada dimensión, procede ahora explicar los resultados de la agregación total y comprobar cómo funcionan las medias generalizadas en el indicador. En este punto es donde puede comprobarse una de las novedades que el indicador presenta en la construcción de indicadores sintéticos: el equilibrio entre las dimensiones en función del valor de cada una de ellas. Esta propiedad, que en las próximas líneas se explica con detalle, es especialmente apropiada cuando evaluamos déficits de sostenibilidad, puesto que asigna una importancia relativa mayor a aquella dimensión que presenta un valor especialmente alto respecto a las demás. Por tanto, si se utilizara esta técnica de agregación para evaluar la sostenibilidad en sentido “positivo”, como hacen el resto de indicadores, resaltaría la dimensión que mejores resultados presenta, pudiendo generar problemas de interpretación.

Pasemos ya a considerar los resultados y entrar en detalle en los aspectos técnicos del UNSI.

##### 4.5.1. Resultados de agregación y robustez

Toda agregación de indicadores compuestos debe someterse a pruebas de robustez (Nardo et al., 2008; Greco et al. 2019). Como se ha señalado anteriormente, el objetivo de nuestro indicador es doble: por un lado, mostrar en una escala de 0 a 1 los déficits de sostenibilidad o lo insostenible que es una ciudad y, por otro, realizar comparaciones de ciudades bajo un análisis homogéneo.

Así, el análisis de robustez del indicador propuesto consiste en saber cuánto varía la agregación final cuando hay una variación en el escenario de agregación, es decir, con distintos valores del parámetro  $\gamma$ . Además, se realizarán pruebas de correlación para estudiar cómo esos diferentes valores de  $\gamma$  afectan la clasificación de las ciudades.

¿Cómo afecta el parámetro  $\gamma$  a la agregación final? Tomemos el siguiente ejemplo a partir de las ciudades mostradas en el cuadro 4.17. Todas ellas tienen el mismo valor agregado final y, por lo tanto, el mismo valor medio; es decir, el mismo valor con una media generalizada dando a  $\gamma$  el valor 1. Sin



embargo, la media generalizada con diferentes valores de  $\gamma$  penaliza a la ciudad que tiene un valor más extremo en cualquier índice de dimensión con respecto a los demás y el ranking entre las ciudades permanece constante, independientemente del valor  $\gamma > 1$  elegido.

Así, estas cuatro ciudades, con el mismo valor final de 0,40, tienen diferentes valores en cada dimensión. La ciudad que ofrece el mayor desequilibrio entre valores es Moscú. De un valor total de 0,40, casi la totalidad de ese valor se encuentra en la dimensión ambiental (0,37), por lo que, si optamos por agregar según la media aritmética, obtendríamos un valor de 0,13, que muestra el efecto de optar por la compensación total en la agregación (media aritmética) omitiendo el grave problema ambiental. Sin embargo, una agregación totalmente no compensatoria (máximo) resultaría en 0,37, lo que refleja el problema de la sostenibilidad ambiental de Moscú, pero ocultando el hecho de que, en las dimensiones económica (0,02) y social (0,01), tiene resultados muy cercanos al valor objetivo. Por lo tanto, un punto intermedio entre la compensación total y la no compensación total es muy deseable. Del mismo modo, en las otras tres ciudades, con diferentes equilibrios entre sus valores, se puede observar cómo la agregación con medias generalizadas ofrece un valor final de la UNSI que está más en línea con el equilibrio mostrado entre los valores económicos, sociales y ambientales. Por lo tanto, cuanto más equilibrados estén los tres valores, más cerca está el valor agregado utilizando la media aritmética y la media generalizada. Esto sugeriría que la técnica de la media generalizada ofrece un equilibrio apropiado entre el efecto de la agregación compensatoria y no compensatoria.

Dos ciudades hipotéticas (equilibrio total y máximo desequilibrio entre valores) se han añadido al cuadro 4.17 para una mejor comprensión del funcionamiento de las medias generalizadas.

Cuadro 4.17: Efecto de diferentes valores de  $\gamma$  en ciudades con el mismo valor final

	Dimensiones			Agregación	Media Aritmética	Media Generalizada						
	Económica	Social	Ambiental		$\gamma = 1$	$\gamma = 2$	$\gamma = 3$	$\gamma = 4$	$\gamma = 5$	$\gamma = 10$	$\gamma = 30$	$\gamma = \infty$
Ciudad homogénea	0.13	0.13	0.13	0.40	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Valencia	0.12	0.05	0.23	0.40	0.13	0.1508	0.1645	0.1747	0.1823	0.2017	0.2169	0.23
Makati	0.01	0.14	0.25	0.40	0.13	0.1652	0.1823	0.1936	0.2018	0.2227	0.2395	0.25
Moscú	0.02	0.01	0.37	0.40	0.13	0.2147	0.2574	0.2821	0.2980	0.3327	0.3579	0.37
Los Ángeles	0.09	0.09	0.22	0.40	0.13	0.1491	0.1622	0.1728	0.1810	0.2012	0.2165	0.22
Ciudad con máximo desequilibrio	0	0	0.40	0.40	0.13	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

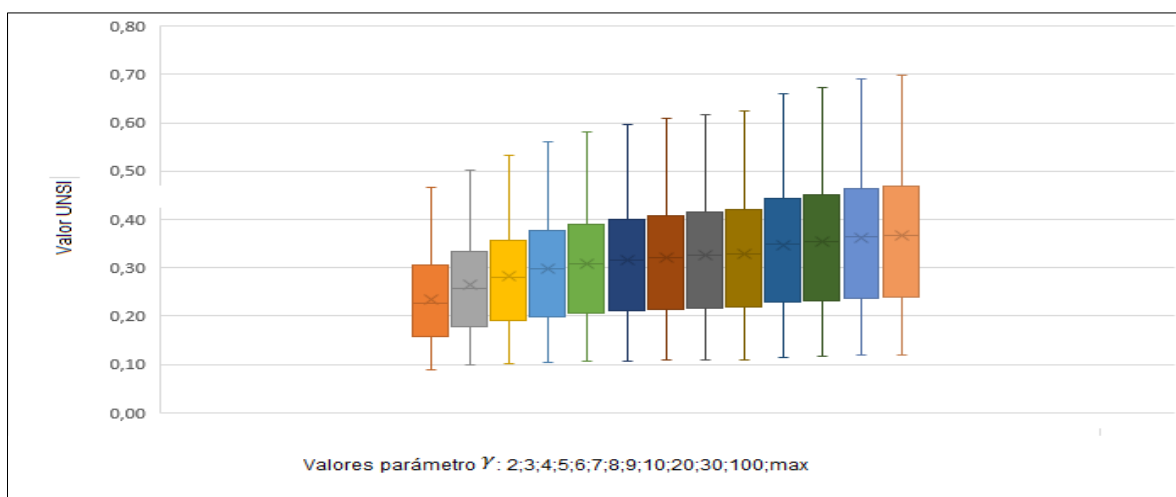
Fuente: Elaboración propia.

Otro posible análisis, podría investigar cómo varía la agregación en función de la asignación de distintas ponderaciones previas a cada dimensión pero, como veremos, podría contribuir a un mayor sesgo y desvirtuar la novedad que supone la incorporación de medias generalizadas como técnica de agregación. Ello es así, en la medida en que las medias generalizadas tienen la propiedad, como acabamos de ver, de “variar la ponderación” en función del desequilibrio existente entre los valores de cada dimensión. Las siguientes líneas explican cómo se produce este efecto en función del valor de  $\gamma$  elegido.

Una vez explicado el efecto de  $\gamma$  en la agregación, conviene justificar la selección del valor gamma entre las diferentes opciones. Por tanto, es recomendable saber qué valor concreto de  $\gamma$  puede reflejar mejor el efecto de la no compensación entre dimensiones.

Para ello, se han tomado diferentes valores de  $\gamma$  (2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 20; 30; 100; máximo) a efectos de comprobar dónde se produce la mayor variación en la agregación. Obviamente, como resultado de una de las propiedades de UNSI, éste crece si crece  $\gamma$ . Sin embargo, se estabiliza a partir de un cierto valor de  $\gamma$ . La Figura 4.4 y el cuadro 4.18 muestran que esto ocurre con  $\gamma = 3$ , como es el caso del Índice de Pobreza Humana de Anand y Senn (1997).

Figura 4.4: Diagrama de caja del UNSI con distintos valores de  $\gamma$



Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4.18 muestra los valores máximo, mínimo, medio y mediano, así como la desviación típica, al calcular el UNSI para diferentes valores. Como se puede ver, todos los valores experimentan su mayor crecimiento cuando pasa de 2 a 3, estabilizándose a partir de ese momento.

Cuadro 4.18: Evolución de diferentes estadísticos con valores diferentes de  $\gamma$

$\gamma$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	100	máx
<b>Max</b>	0.47	0.50	0.53	0.56	0.58	0.60	0.61	0.62	0.62	0.66	0.67	0.69	0.70
<b>Min</b>	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12
<b>Media</b>	0.23	0.26	0.28	0.30	0.31	0.31	0.32	0.33	0.33	0.35	0.35	0.36	0.37
<b>Mediana</b>	0.23	0.26	0.28	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33	0.33	0.35	0.35	0.36	0.37
<b>Desviación Típica</b>	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14

Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, se han realizado pruebas de correlación con diferentes valores de  $\gamma$ , mostrándose los resultados en los cuadros 4.19 y 4.20

Cuadro 4.19: Test de correlación con distintos valores de  $\gamma$

Correlación	$\gamma = 2$	$\gamma = 3$	$\gamma = 4$	$\gamma = 5$	$\gamma = \infty$
$\gamma = 2$	1	0.9927	0.9861	0.9806	0.9627
$\gamma = 3$	0.9927	1	0.9975	0.9952	0.9837
$\gamma = 4$	0.9861	0.9975	1	0.9987	0.99
$\gamma = 5$	0.9806	0.9952	0.9987	1	0.9943
$\gamma = \infty$	0.9627	0.9837	0.99	0.9943	1

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4.20 se ha optado por ordenar las ciudades en grupos de diez para comprobar si existen variaciones significativas, dependiendo del valor elegido ( $\gamma=3$ ), con respecto al valor máximo (agregación totalmente no compensatoria). Los resultados muestran que solo hay diferencias en seis ciudades. Además, esta diferencia implica pasar sólo al grupo inmediatamente anterior o posterior. Así, los resultados sugieren que, al elegir  $\gamma=3$ , obtenemos un equilibrio adecuado entre la agregación totalmente compensatoria y totalmente no compensatoria.

Cuadro 4.20: Grupos de ciudades con  $\gamma = 3$  y  $\gamma = \text{máximo}$

$\gamma=3$ (fila)/ $\gamma=\text{máx}$ (columna)	Ciudades 1-10 con menos problemas de sostenibilidad	Ciudades 11-20 con menos problemas de sostenibilidad	Ciudades 21-30 con menos problemas de sostenibilidad	Ciudades 31-40 con menos problemas de sostenibilidad	Ciudades 41-50 con menos problemas de sostenibilidad o más insostenibles
Ciudades 1-10 con menos problemas de sostenibilidad	Oslo; Toronto; Oporto; Oakville; Kielce; Zwolle; Los Ángeles; Rotterdam; Boston.	Barcelona			
Ciudades 11-20 con menos problemas de sostenibilidad	Valencia	Melbourne; Makati; London; La Haya; Surrey; Sintra; Brisbane; Vaughan	Taipei		
Ciudades 21-30 con menos problemas de sostenibilidad		Ciudad del Cabo	Ámsterdam; Portland; Shanghai; Moscú; San Diego; Zagreb	Medellín; Tiflis; Tainan	
Ciudades 31-40 con menos problemas de sostenibilidad			Johannesburgo; León; Tshwane	Ahmedabad; Dubái; Buenos Aires; San Agustín de Desmaures; Surat; Pedras Negras	Guadalajara
Ciudades 41-50 con menos problemas de sostenibilidad o más insostenibles				La Meca	Bogotá; Pune; Torreón; Haiphong; Ciudad Juárez; Amán; Doral; Riad; Minna.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2. ¿Dónde fallan las ciudades?

En el cuadro 4.21 se muestran los resultados del UNSI ordenándose de más bajo al más alto o insostenible, así como la contribución de cada dimensión al valor final.

Cuadro 4.21: Clasificación por UNSI y aportación de cada dimensión

Ciudad (fila)/Dimensión (columna)	Economica	Social	Ambiental	UNSI	Aportación de la dimensión económica	Aportación de la dimensión social	Aportación de la dimensión ambiental	Puesto
Oslo	0.00	0.10	0.12	0.10	0.00%	39.31%	60.69%	1
Toronto	0.03	0.05	0.15	0.10	0.57%	2.97%	96.46%	2
Oporto	0.08	0.03	0.20	0.14	5.30%	0.27%	94.42%	3
Oakville	0.03	0.06	0.21	0.14	0.23%	2.27%	97.50%	4
Kielce	0.05	0.01	0.22	0.15	1.23%	0.01%	98.75%	5
Zwolle	0.07	0.04	0.22	0.15	2.60%	0.73%	96.66%	6
Los Ángeles	0.09	0.09	0.22	0.16	5.19%	6.30%	88.51%	7
Barcelona	0.06	0.05	0.23	0.16	1.58%	0.84%	97.57%	8
Rotterdam	0.09	0.09	0.23	0.16	5.65%	5.92%	88.42%	9
Boston	0.08	0.02	0.23	0.16	3.41%	0.04%	96.55%	10
Valencia	0.12	0.05	0.23	0.16	13.64%	1.01%	85.35%	11
Gran Melbourne	0.02	0.07	0.24	0.17	0.04%	2.61%	97.36%	12
Makati	0.01	0.14	0.25	0.18	0.01%	15.60%	84.39%	13
London	0.06	0.06	0.27	0.19	1.06%	0.94%	98.00%	14
La Haya	0.06	0.06	0.27	0.19	1.19%	1.03%	97.78%	15
Surrey	0.01	0.06	0.28	0.19	0.01%	0.94%	99.05%	16
Sintra	0.15	0.11	0.26	0.20	14.45%	6.21%	79.34%	17
Brisbane	0.01	0.03	0.29	0.20	0.00%	0.15%	99.85%	18
Vaughan	0.03	0.09	0.29	0.20	0.13%	2.51%	97.36%	19
Taipéi	0.00	0.04	0.32	0.22	0.00%	0.15%	99.85%	20
Ámsterdam	0.07	0.04	0.33	0.23	0.80%	0.13%	99.07%	21
Cape City	0.23	0.22	0.24	0.23	31.42%	30.94%	37.64%	22
Portland	0.04	0.05	0.34	0.24	0.22%	0.24%	99.54%	23
Shanghái	0.00	0.09	0.37	0.26	0.00%	1.52%	98.48%	24
Moscú	0.02	0.01	0.37	0.26	0.01%	0.00%	99.98%	25
San Diego	0.04	0.12	0.37	0.26	0.13%	3.67%	96.20%	26
Zagreb	0.12	0.04	0.37	0.26	3.13%	0.11%	96.77%	27
Medellín	0.07	0.12	0.38	0.26	0.59%	3.16%	96.25%	28
Tiflis	0.06	0.05	0.39	0.27	0.32%	0.23%	99.45%	29
Tainan	0.00	0.08	0.39	0.27	0.00%	0.82%	99.18%	30
Tshwane	0.23	0.25	0.36	0.29	15.73%	21.32%	62.95%	31
Ahmedabad	0.13	0.15	0.42	0.30	3.15%	4.18%	92.67%	32
Dubái	0.10	0.07	0.43	0.30	1.37%	0.48%	98.15%	33
Johannesburgo	0.24	0.25	0.37	0.30	16.95%	19.12%	63.93%	34
León	0.31	0.15	0.37	0.30	35.11%	3.65%	61.24%	35
Buenos Aires	0.02	0.13	0.46	0.32	0.01%	2.38%	97.61%	36
San Agustín de Desmaures	0.08	0.08	0.47	0.32	0.59%	0.42%	98.99%	37
Surat	0.21	0.25	0.44	0.33	7.78%	14.15%	78.07%	38
Piedras Negras	0.17	0.15	0.47	0.34	4.61%	2.66%	92.73%	39
Guadalajara	0.25	0.12	0.48	0.35	12.46%	1.28%	86.27%	40
Bogotá	0.02	0.15	0.51	0.36	0.01%	2.32%	97.67%	41
Pune	0.14	0.20	0.50	0.36	1.99%	5.44%	92.57%	42
La Meca	0.32	0.19	0.48	0.37	22.26%	4.60%	73.14%	43
Torreón	0.19	0.09	0.53	0.37	4.56%	0.47%	94.97%	44
Haiphong	0.20	0.16	0.58	0.41	3.71%	2.02%	94.27%	45
Ciudad Juárez	0.15	0.13	0.60	0.42	1.43%	0.95%	97.62%	46
Amán	0.23	0.12	0.60	0.42	5.69%	0.83%	93.48%	47
Doral	0.01	0.07	0.64	0.44	0.00%	0.11%	99.89%	48
Riad	0.28	0.11	0.70	0.49	6.14%	0.42%	93.44%	49
Minna	0.22	0.38	0.68	0.50	2.69%	13.92%	83.39%	50

Fuente: Elaboración propia.

Lo primero que hay que tener en cuenta y es, quizá la aportación más notable de este análisis, es que todas las ciudades de la muestra son insostenibles. A diferencia de lo que ocurre con el resto de indicadores sobre sostenibilidad urbana existentes, en el UNSI, la ciudad mejor clasificada no es la más sostenible, sino la que tiene menos problemas de sostenibilidad. Este enfoque puede ayudar a evitar confusiones en la interpretación de las clasificaciones o de las prioridades en los aspectos concretos que cada ciudad debe mejorar.

En segundo lugar, podemos observar que los mayores problemas de sostenibilidad surgen en la dimensión ambiental en todas las ciudades de la muestra. De hecho, a excepción de 9 ciudades —Sintra, Ciudad del Cabo, Johannesburgo, Tshwane, León, Surat, Pune, La Meca y Minna—, el ranking sigue el orden correlativo con respecto a la insostenibilidad ambiental, lo que sugiere que la agregación propuesta, sin ser totalmente no compensatoria, refleja claramente la prioridad de los problemas que cada ciudad debe enfrentar. Este resultado constituye otro argumento a favor del valor otorgado al parámetro  $\gamma$ .

Una de las ventajas que aporta el indicador es la deconstrucción. Así, mediante la operación matemática expuesta en el apartado teórico (3.3.2.3) que explicaba la construcción del indicador, podemos determinar la contribución de cada dimensión a la agregación total.

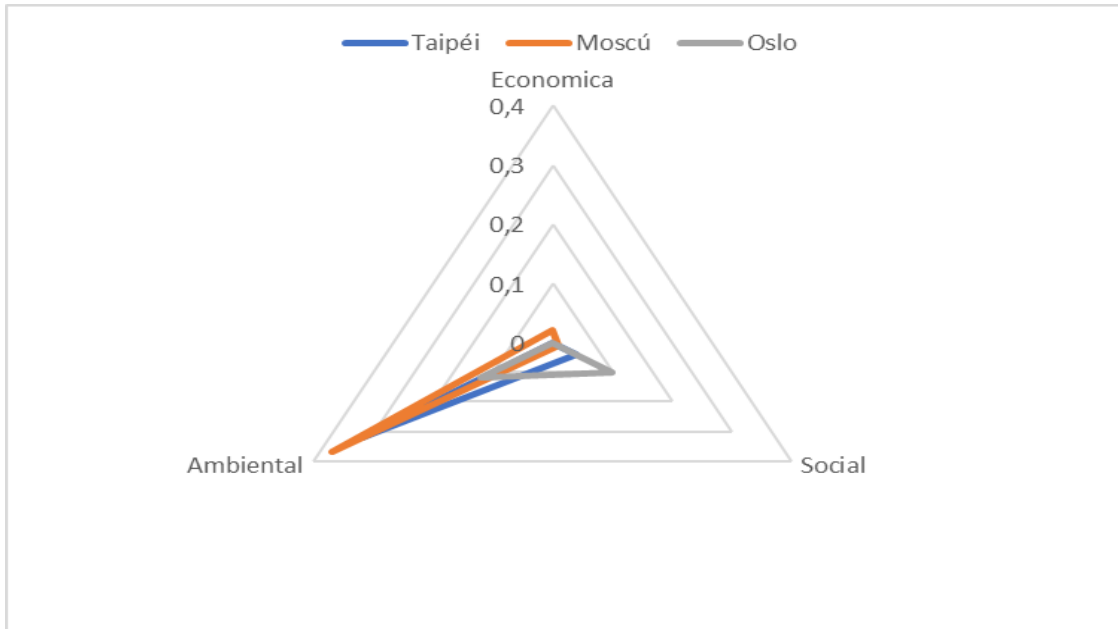
La Tabla 4.8 también muestra que, de un total de cincuenta ciudades, más del 90% de la falta de sostenibilidad se debe a la dimensión ambiental en treinta y cinco de ellas, de las cuales veintiséis lo hacen en más del 95%. Esta deconstrucción demuestra la gravedad de los resultados en sostenibilidad ambiental en el problema global de sostenibilidad.

Las dimensiones económica y social son el segundo problema más importante en la mitad de las ciudades de la muestra. En la dimensión económica, se observan niveles de contribución ligeramente superiores que en la social. Este fenómeno aumenta a medida que las ciudades se vuelven más insostenibles según la agregación total.

Las figuras 4.5 y 4.6 ilustran cómo, a pesar de las notables diferencias en sus perfiles de dimensión económica y social, las tres ciudades que logran la mejor y la peor posición por dimensión, comparten el hecho de que sus

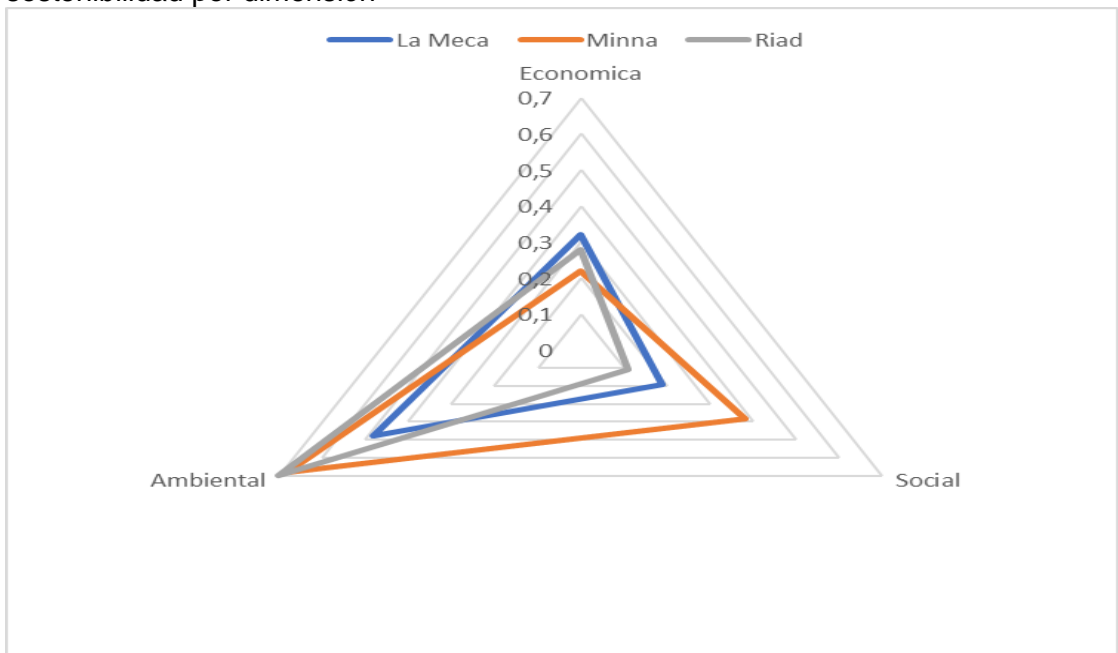
mayores problemas de sostenibilidad radican en la dimensión ambiental. Así, conforme a la definición del indicador, los valores más extremos representan una peor situación.

Figura 4.5: Perfil de insostenibilidad: ciudades más próximas a los objetivos de sostenibilidad por dimensión



Fuente: Elaboración propia.

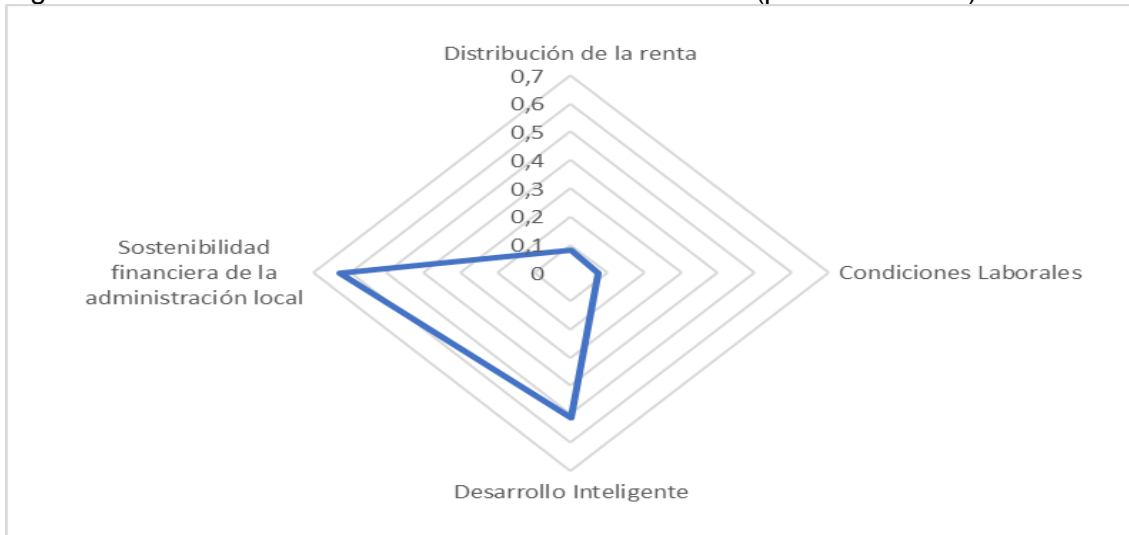
Figura 4.6: Perfil de insostenibilidad: ciudades más lejanas a los objetivos de sostenibilidad por dimensión



Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, la deconstrucción del indicador por dimensiones permite identificar los déficits de las ciudades en términos de subdimensiones. Así, por ejemplo, vemos cómo se puede obtener una idea muy intuitiva de los problemas de las ciudades que peores resultados muestran en cada una de las dimensiones.

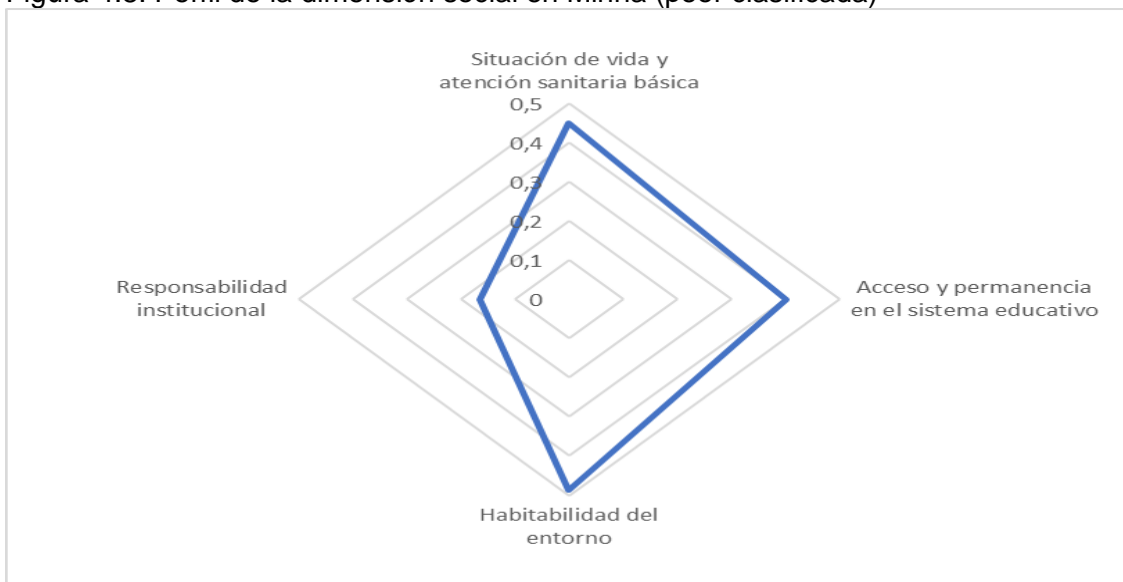
Figura 4.7: Perfil de la dimensión económica en La Meca (peor clasificada)



Fuente: Elaboración propia.

La figura 4.7 muestra los problemas de sostenibilidad económica y desarrollo inteligente de la ciudad peor clasificada, cuyos resultados son coherentes con los señalados para esta dimensión.

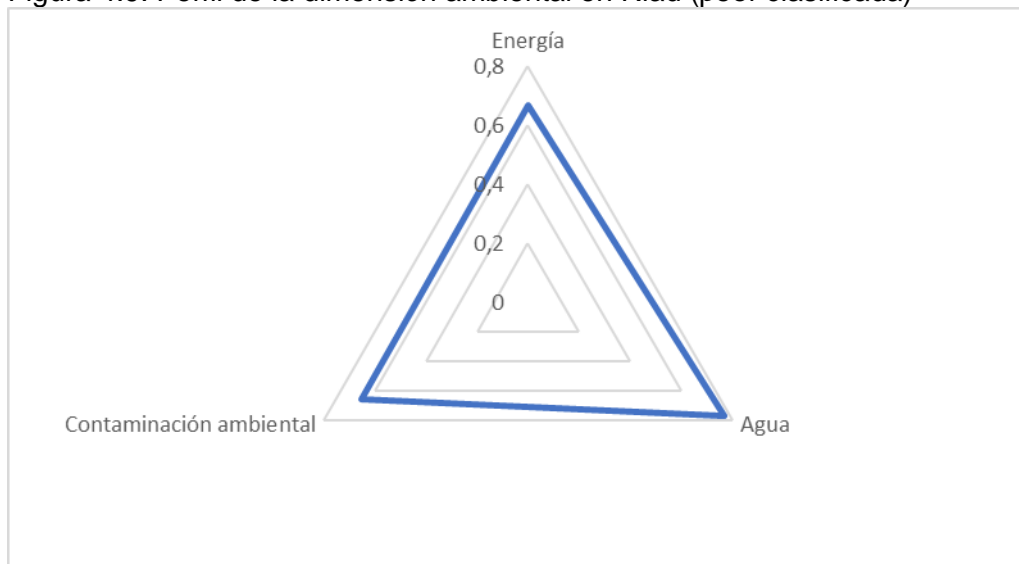
Figura 4.8: Perfil de la dimensión social en Minna (peor clasificada)



Fuente: Elaboración propia.



Figura 4.9: Perfil de la dimensión ambiental en Riad (peor clasificada)



Fuente: Elaboración propia.

En definitiva, con esta propuesta de agregación con la que se obtiene el indicador UNSI, obtenemos un medio para evaluar la sostenibilidad urbana desde una perspectiva opuesta a la habitual. Buscar los problemas y medir la brecha con respecto a los objetivos de sostenibilidad, permite no sólo hacer comparaciones homogéneas entre ciudades, sino también identificar rápidamente dónde debe priorizar cada ciudad su esfuerzo presupuestario para enfrentar los problemas de sostenibilidad. Todo ello sin perjuicio de la participación que le corresponde a la sociedad civil tras el conocimiento del diagnóstico de situación de la ciudad por medio del UNSI.

Los resultados sugieren que el uso de una agregación en tres pasos (indicadores individuales, subdimensiones y dimensiones) es adecuado, en la medida en que las subdimensiones muestran diferencias entre sí, mientras que, en su conjunto, constituyen una línea argumental coherente para definir cada una de las dimensiones: económica, social y ambiental.

Por otra parte, las subdimensiones tienen sentido porque es previsible que, en el futuro, haya más y mejores indicadores y un mayor acceso a los datos urbanos que nos permitan identificar mejor cada una de ellas.

Por último, como hemos visto, el uso de medias generalizadas para la agregación de dimensiones, permite un término medio razonable para resolver el problema de la no compensación tan mencionado en materia de

agregaciones. Esto es así porque, si hay valores muy cercanos al objetivo de sostenibilidad en una dimensión, pero muy lejanos en otra, este método de agregación evitará los problemas de un enfoque puramente no compensatorio (que solo tomaría el peor valor y omitiría el hecho de que la ciudad alcanza logros en otras dimensiones). Además, también se evitarían los valores resultantes de una agregación puramente compensatoria (una media aritmética ocultaría el principal problema de la ciudad). Como sugieren los resultados, los enfoques extremos compensatorios o no compensatorios conducen a pérdidas totales o parciales de información relevante.

En definitiva, se ha observado que la gravedad de los déficits en materia de sostenibilidad urbana se concentra en la dimensión ambiental. Ello es especialmente destacable, en la medida en que sólo se han considerado diez indicadores respecto a los doce de la dimensión económica a o los dieciocho de la dimensión social. Que absolutamente la totalidad de las ciudades de la muestra tengan en la dimensión ambiental su principal problema de sostenibilidad, conduce a reflexionar sobre la prioridad de las políticas públicas que pueden llevarse a cabo para resolver esta situación y cómo, en cada una de las ciudades, debe establecerse una agenda urbana en donde los recursos económicos estén orientados a la resolución de los problemas que cada una de ellas presente conforme a los resultados del indicador UNSI.

Finalmente, para completar la discusión de los resultados del UNSI, cabría comparar sus resultados con los de otros indicadores de sostenibilidad urbana. En este sentido, conviene proceder con la máxima cautela, pues la novedosa técnica de evaluación de la sostenibilidad urbana introducida por el UNSI implica una interpretación de los resultados diferente a los que ofrecen los indicadores que evalúan la sostenibilidad en un sentido positivo. Ningún indicador de los evaluados en la revisión de literatura ofrece un estudio de déficits de sostenibilidad o se detiene en los aspectos comunes que grupos concretos de ciudades comparten como prioridad en políticas de sostenibilidad.

No obstante, realizada esta salvedad, encontramos que entre los indicadores estudiados que presentan una visión integral de la sostenibilidad urbana, el Sustainability Assessment by Fuzzy Evaluation (SAFE), realiza una aportación en términos de “indicadores con mayor potencial de mejora”, lo que

podría interpretarse como un enfoque susceptible de cierto contraste — insistiendo en que no son conceptos análogos— a la visión de déficits de sostenibilidad que presenta el UNSI, en la medida en que SAFE evalúa la sostenibilidad en términos de “cuanto más, mejor”. Sin embargo, existe cierta coincidencia temática en la evaluación de lo que este indicador considera algunos de los indicadores en que existe mayor potencial de mejora, concretamente, en materia de criminalidad, reciclaje de residuos sólidos (el SAFE evalúa el reciclaje de cristal), pobreza, uso de energía renovable, generación de residuos sólidos, emisiones de gases de efecto invernadero, tratamiento de aguas residuales, PIB/hab y desempleo.

Realizada la salvedad interpretativa y considerando las áreas temáticas señaladas, el cuadro 4.22 muestra la coincidencia en el diagnóstico de problemáticas urbanas en las trece ciudades evaluadas por ambos indicadores.

Cuadro 4.22: Coincidencia en el diagnóstico de problemáticas urbanas UNSI-SAFE

	PIB/hab		Desempleo		Pobreza		Criminalidad		Uso de energía renovable		Tratamiento de aguas residuales		Reciclaje		Generación de residuos sólidos		Emisiones de gases de efecto invernadero	
	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI	SAFE	UNSI
Londres						X	X	X	X	X	X			X	X		X	X
Toronto			X		X	X		X	X							X	X	X
Oslo						X	X	X						X	X	X		
Amsterdam			X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X
Los Ángeles						X	X				X	X	X	X	X		X	X
Buenos Aires					X	X	X	X		X	X					X	X	X
Moscú						X	X	X		X	X			X	X		X	X
Riad	X		X			X				X	X			X	X		X	X
Shanghái										X	X			X	X		X	X
Ciudad del Cabo			X	X	X	X	X	X		X				X	X		X	X
Bogotá			X	X	X	X	X	X			X			X	X		X	X
Johanesburgo			X	X	X	X	X	X		X	X			X	X		X	X
Medellín			X	X	X	X	X	X		X	X			X	X		X	X

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de SAFE (Phillis et al., 2017)

El cuadro 4.22 refleja una clara coincidencia en los problemas que detecta el indicador SAFE. De hecho, salvo en el PIB/hab en Riad, el uso de energía renovable en Toronto y la criminalidad en Bogotá, la coincidencia es total. Sin embargo, si hacemos el contraste inverso, puede observarse cómo la capacidad diagnóstica de la problemática urbana es notablemente superior en el UNSI que en el SAFE, especialmente, en relación con aquellos aspectos relacionados con la dimensión ambiental que, además, resultan ser los más críticos en materia de sostenibilidad urbana.

Este resultado sugiere que el enfoque de déficits de sostenibilidad puede resultar muy útil para realizar diagnósticos de situación de ciudades en materia de desarrollo sostenible, pues si bien todos los indicadores sintéticos pueden conducir a un ranking, tan sólo el UNSI es capaz de mostrar cada uno de los indicadores de cada una de las ciudades en términos de “problema versus no problema” y, además, en los casos en que detecta un déficit, ser capaz de relativizarlo respecto a los demás.

No obstante, el indicador UNSI propuesto en este trabajo no está exento de ámbitos de mejora para futuras investigaciones: el primero de ellos, los datos. De los 2.000 datos que hemos necesitado para completar este trabajo, en torno al 30% de ellos no procede de la fuente mayoritaria<sup>46</sup> (World Council on City Data) y, por tanto, aunque se ha tratado de seleccionar y estimar, cuando ha sido necesario, siguiendo los criterios establecidos por ISO 37120:2014 para cada uno de los indicadores, hubiera sido deseable disponer de todos los datos de una misma fuente y de años idénticos, pues aunque la mayoría de datos son de entre los años 2014 a 2018, algunos de ellos son anteriores, como ocurre con algunos de los obtenidos para la ciudad de Shanghái.

Igualmente, aunque la página web del World Council on City Data —ya se ha señalado esta cuestión— afirma que todos los datos están sujetos a auditoría externa y no son controlados por los gobiernos locales o de los países de las ciudades que los envían, lo cierto es que la fuente primaria son las ciudades. Ello es así, en tanto que ISO 37120:2014 es un proceso de estandarización que ofrece mejores niveles de estandarización en función del volumen de datos aportados por la ciudad: de “aspiracional” a “platino”<sup>47</sup>. El hecho de que el World Council on City Data haya retirado en el mes de mayo de 2019 el libre acceso a dichos datos, no ayuda a continuar esa labor de contraste de datos por parte de investigadores imparciales. Por otra parte, el surgimiento de la pandemia de COVID-19 y su notable influencia en la coyuntura de muchos de los indicadores de sostenibilidad elegidos, hace que

---

<sup>46</sup> El detalle de cada fuente y estimaciones puede consultarse en el anexo digital a este trabajo.

<sup>47</sup> El funcionamiento del detalle de estandarización puede consultarse en la página web del World Council on City Data [www.dataforcities.org](http://www.dataforcities.org)

no sea aconsejable tomar en consideración datos disponibles en otras fuentes de 2020 e, incluso, 2021.

En relación con los aspectos internos del indicador, una de las debilidades que puede tener el establecimiento de valores umbral de sostenibilidad como técnica de normalización, es que aquellos casos en que este umbral se toma como referencia respecto a un determinado porcentaje de la mediana, podría variar en función de la calidad y amplitud de la muestra. Sin embargo, la dependencia de la normalización respecto de la calidad de la muestra también ocurre en los métodos de normalización más utilizados como el max-min o la z-estandarización. Además, con estas dos técnicas de normalización, ese efecto ocurre en todos los indicadores, mientras que en el UNSI, la mayoría de umbrales son valores objetivos establecidos sobre la base de criterios de organismos internacionales o estudios técnicos que establecen los valores mínimos o máximos deseables (ver cuadros 4.2 a 4.4). No obstante, el estado de situación ideal pasaría porque todos y cada uno de los indicadores a normalizar, tuvieran una referencia objetiva y no dependieran de los valores resultantes de la muestra. A pesar de lo anterior, consideramos que esta técnica es preferible a la max-min y a la z-estandarización, no sólo porque permite establecer valores objetivos en la mayoría de los indicadores sino porque, además, permite diferenciar entre valores sostenibles y los que realmente deben ser objeto de estudios, esto es, los valores insostenibles.

Por último, si bien es cierto que el UNSI ofrece una posible solución al problema de la compensación entre dimensiones —que es el ámbito en donde la literatura existente sobre sostenibilidad urbana circunscribe el problema— ya se ha señalado que, dentro de cada una de las dimensiones, la agregación hasta el nivel de subdimensión y, posteriormente, entre subdimensiones, no evita una atenuación relativa de algunos valores que pudieran resultar críticos en la evaluación de una subdimensión. Conviene resaltar el concepto de “relativa”, en la medida en que valores “sostenibles” no pueden compensar “déficits de sostenibilidad”, puesto que la técnica de normalización utilizada asigna un valor “0” a aquellos por encima del umbral de sostenibilidad. Por tanto, sólo existe una atenuación —mucho menor que la que existiría agregando valores por encima y por debajo del citado umbral— de la

información contenida en cada subdimensión cuando existen varios valores sostenibles o muy diferentes a alguno que, en concreto, presente un alto déficit de sostenibilidad. Esta circunstancia, tiene menos probabilidad de ocurrir cuanto más elevado es el nivel de agregación, es decir, es menos probable que ocurra cuando ya se ha agregado al nivel de subdimensión, pues prácticamente todas las subdimensiones van a tener un valor superior a cero.

En todo caso, se ha considerado que la atenuación de valores con déficits elevados como consecuencia de otros déficits muy pequeños o incluso los valores cero, es un efecto que refleja adecuadamente el estado de cada subdimensión y dimensión, especialmente, a la hora de realizar comparaciones entre ciudades. Además, como se señalaba al inicio del apartado 4.4, la atenuación de un valor por el efecto de otro —en el nivel de subdimensión o incluso entre subdimensiones— no es un efecto necesariamente pernicioso, en la medida en que puede describir adecuadamente una determinada realidad.

Por otra parte, la deconstrucción del indicador sugiere que la técnica de agregación propuesta para cada nivel ofrece resultados coherentes con la realidad última de las ciudades en términos de sostenibilidad.

Una posible alternativa, podría resultar aplicar la media generalizada como método de agregación desde el primer nivel. Sin embargo, el efecto de prevalencia que esta técnica de agregación otorga a los valores que destacan respecto a los demás, resulta demasiado discriminante cuando se produce la agregación de varios elementos y, por ello, podría hacer perder demasiada información relativa al resto de indicadores. Este inconveniente resulta mayor, obviamente, cuanto mayor es el número de indicadores considerados en la agregación. Esta alternativa ha sido experimentada en un trabajo de evaluación de la salubridad urbana a partir de los datos obtenidos en esta tesis y refiriendo un conjunto de indicadores relativos a salubridad urbana, en concreto, doce indicadores en doce ciudades<sup>48</sup>.

---

<sup>48</sup> El anexo II de la presente tesis contiene ese artículo que ha sido aceptado por la revista “Ciudades”, indexada en Scopus y que será publicado en mayo de 2022.

No se incluyen los resultados de este trabajo en el cuerpo principal de la tesis por evaluar una cuestión que no es el objeto principal de la misma. Sin embargo, puede considerarse una aportación, en la medida en que contempla cómo funciona la media generalizada como única técnica de agregación para un conjunto pequeño de indicadores y, además, ofrece los

Por último, en relación con los resultados de las ciudades, el análisis factorial sugiere que la dimensión ambiental concentra su importancia en unos pocos indicadores: porcentaje de energía consumida cuya fuente es renovable, consumo de agua por habitante y emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, a pesar de esa discordancia, cabe señalar que cada uno de esos indicadores pertenece a cada una de las subdimensiones señaladas para la evaluación de la situación ambiental en cada ciudad.

#### **4.6 Una reflexión sobre la planificación estratégica como metodología para mejorar la sostenibilidad en las ciudades**

Parece oportuno que finalicemos este capítulo con una breve reflexión sobre los principales problemas de sostenibilidad observados en cada dimensión y cómo pueden actuar los gobiernos locales para mejorarla. Para ello, en primer lugar, repasaremos dónde residen los principales problemas y, en qué medida, este diagnóstico es coincidente con algunos de los trabajos existentes sobre este campo. Posteriormente, dedicaremos unas líneas a explicar cómo integrar nuestra propuesta de evaluación de déficits de sostenibilidad urbana en la Agenda Pública local, a través de la planificación estratégica de ciudades.

En relación con el primero de los asuntos, la clara prevalencia de los aspectos relativos al desarrollo inteligente y a la sostenibilidad financiera de la administración local en las ciudades que presentan peores resultados de la dimensión económica en la muestra, los resultados confirman la importancia que UN-Habitat (2016) o el World Bank (2013) otorgan a estos dos aspectos críticos para el desarrollo económico de las ciudades. Es necesario fomentar la capacidad de las personas para disponer de una alta formación que traiga consigo un desarrollo del emprendimiento y la innovación. Igualmente, las ciudades no sólo deben disponer de competencias legales para la implementación de políticas (Guallart, 2012), sino que deben tener fondos disponibles para el ejercicio de las mismas. Los resultados sugieren que, sin

---

resultados comparativos de la ciudad de Medellín bajo esta técnica, entre los años 2017 y 2019.

esas capacidades, no pueden conseguirse ciudades desarrolladas económicamente.

Estas consideraciones son compartidas por el documento “El marco de referencia para ciudades sostenibles: 5 dimensiones y 30 objetivos para una visión europea de las ciudades del mañana” —en adelante RFSC por sus siglas en inglés— (2016) que ha sido puesto a disposición de las ciudades por la Unión Europea. Entre otras cuestiones totalmente compatibles con el diagnóstico que se deduce del estudio de la muestra de ciudades presentada en este trabajo, en relación con la dimensión económica, el RFSC destaca la necesidad de mejorar en materia de empleo —problema detectado especialmente en las ciudades menos insostenibles de la muestra— y la promoción y fomento de la innovación.

Por su parte, en relación con la necesidad de garantizar la cohesión e inclusión social a través del acceso y permanencia en sistema educativo básico, así como mejorar infraestructura sanitaria que permita una mejor calidad de vida y desarrollo de las personas en las ciudades, el diagnóstico resulta claramente coincidente con la Agenda Urbana planteada por UN-Habitat (2016) y también con el RFSC (2016). Así, este último plantea la necesidad de mejorar en materia de inclusión y equidad social, protección y promoción de la salud y promover la formación permanente.

Finalmente, en relación con la dimensión ambiental, la coincidencia en el diagnóstico en relación con la necesidad de mejorar en materia de reciclaje y uso de energías renovables, optimización del ciclo del agua y calidad del aire es notable (UN-Habitat, 2016; RFSC, 2016). La necesidad de implementar la economía circular (Belda, 2018; Raworth, 2018) o la descarbonización de la generación de energía eléctrica y la mejora en la gestión de residuos (McKinsey, 2017) son algunos de los aspectos que más están siendo objeto de estudio en coincidencia con el diagnóstico principal que sobre la dimensión ambiental ofrece esta tesis.

Obviamente, los párrafos anteriores son tan solo unas pinceladas que ilustran, de modo muy genérico, la coincidencia de los resultados de esta tesis con algunas otras publicaciones de relevancia. De hecho, sobre la base de este trabajo, estudios posteriores pueden discutir políticas concretas a implementar en cada ciudad. Sobre este último aspecto, consideramos más oportuno



proponer una metodología más que acciones concretas, dado que, como hemos visto, la aplicación del indicador de sostenibilidad urbana ha puesto de manifiesto las prioridades de la agenda urbana de cada una de las ciudades en las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad. Esta individualización de los problemas de cada ciudad no es un asunto menor puesto que las políticas clave, las palancas de la Nueva Agenda Urbana, deben adaptarse a cada ciudad y sus circunstancias puesto que no existe una “talla única” (UN-Habitat, 2016, pp. 189) en materia de políticas urbanas.

Por tanto, consideramos que el UNSI es una herramienta de evaluación y comparación adecuada entre ciudades. Sin embargo, a la hora de establecer políticas concretas, cada ciudad debería plantear un plan estratégico de desarrollo sostenible de ciudad. Ello es así, porque cuando se plantea la necesidad de ejecutar políticas que requieren de grandes cantidades de recursos, largos periodos de ejecución, múltiples interesados y afectan a millones de personas, es necesario un proceso de planificación bastante complejo. Así, existe un consenso creciente respecto a que “la buena gobernanza —ejercida a través de la planificación— es crucial para desarrollar, mantener y reconstruir ciudades sostenibles y resilientes” (UN-Habitat, 2016, pp. 41-42).

Desde inicios de los años 80 del siglo pasado, la planificación estratégica —adoptada del ámbito empresarial— se ha constituido como una de las metodologías más exitosas de planificación por su capacidad de integrar a todos los interesados, así como su facilidad de diagnóstico, transparencia y adaptabilidad. No obstante, esta metodología no ha estado exenta de críticas, como señala Pascual Esteve (2001), sintetizadas en dos grandes grupos: por una parte, los que consideran que la participación social hace perder calidad técnica y, por otra, aquellos que critican una metodología que —según ellos— está caracterizada por una serie de deficiencias que podrían resumirse en la necesidad de consenso encubriendo los conflictos existentes en la ciudad, la debilidad en la formulación de estrategias y la similitud de objetivos en todos los planes estratégicos. Sin embargo, a pesar de las críticas, entendemos que no es incompatible la búsqueda de la participación de todos los sectores de la ciudad con la calidad del plan, en la medida en que pueden existir aspectos no sujetos a debate —indicadores de sostenibilidad propuestos— de manera que

el plan pueda ser enriquecido con las aportaciones específicas y la idiosincrasia de cada sociedad.

La “cuestión metodológica” así como la asunción de liderazgo son aspectos que sistematiza Fernández Güell (2006) de manera que la planificación estratégica de ciudades es “un proceso sistemático, creativo y participativo que sienta las bases de una actuación integrada a largo plazo, que define el modelo futuro de desarrollo, que formula estrategias y cursos de acción para alcanzar dicho modelo, que establece un sistema continuo de toma de decisiones y que involucra a los agentes locales a lo largo de todo el proceso” (Fernández Güell, 2006, pp.55).

El objeto de este apartado no es profundizar en los aspectos de la planificación estratégica, pero sí parece razonable señalar a ésta como una adecuada herramienta de la que disponen las ciudades para alcanzar sus objetivos de sostenibilidad urbana.

El cuadro 4.23 sintetiza las etapas e ideas clave de la planificación estratégica tomando como referencia la metodología de Fernández Güell (2006).

Cuadro 4.23: Etapas de la Planificación Estratégica de ciudades e ideas clave a resolver en cada una de ellas

Fases o etapas	Ideas clave y aspectos críticos a resolver
La elección del ámbito urbano de referencia	Definición del área metropolitana o límite territorial sobre el que evaluar y aplicar el Plan
	Índice de aglomeración (Banco Mundial, 2009; Raedo, 2014) como criterio para identificar límites territoriales urbanos.
	1 km cuadrado es un área aglomerada si: densidad de población > 150 por km cuadrado; acceso a una ciudad de más de 50.000 hab < 60 minutos por carretera.
La asunción del liderazgo	Órgano que asume la iniciativa: órgano perteneciente a la Administración Pública.
	Debe crear un ente para la elaboración, seguimiento y evaluación del Plan.
	Ha de ser representativo y plural integrando a los principales stakeholders de la sociedad.
El análisis interno del territorio: características físicas, modelo social y modelo económico	Diagnóstico de los determinantes físicos o geográficos, económicos y sociales que puedan hacer "especial" a la ciudad
	De esta etapa se deducirá la necesidad, o no, de incorporar indicadores que reflejen una problemática exclusiva de la ciudad
El análisis externo del territorio: el entorno	Análisis de los riesgos (amenazas) o impactos positivos (oportunidades) a los que puede enfrentarse la ciudad derivados de circunstancias externas
	Necesidad de agruparlos por probabilidad de aparición y establecer, en su caso, indicadores específicos que los evalúen
La identificación de los déficits y las ventajas de la ciudad	Análisis de déficits (y ventajas) desde una perspectiva de sostenibilidad
	Implementación del UNSI
Síntesis de los análisis	Establecimiento de prioridades sobre la base de los resultados del UNSI e indicadores específicos
	Cuantificación presupuestaria
Formulación de la visión estratégica sostenible	Elaboración del Plan y comunicación
Ejecución de políticas	Evaluación anual de cumplimiento mediante el seguimiento de los indicadores aprobados

Fuente: Elaboración propia basada en la metodología de Fernández Güell

En la tercera y cuarta etapas del cuadro 4.19 se identifican, respectivamente, los análisis interno y externo específicos de la ciudad. El primero de ellos, referido al diagnóstico en términos físicos —incluyendo los ambientales—, económicos y sociales, deberá poner de manifiesto si existe algún elemento o aspecto propio de la ciudad, suficientemente relevante y cuya medición es posible. El segundo de los análisis es análogo al anterior, pero referido a aspectos externos de la ciudad que no son susceptibles de control por los agentes económicos, sociales e institucionales que confluyen en la planificación estratégica.

Es en la etapa siguiente, en donde —junto a los indicadores propios del análisis interno y externo— se tomará en consideración el diagnóstico conjunto y cuantificado de todos los indicadores de la ciudad, a través de la aplicación de los indicadores que conforman el UNSI. En esta fase, los responsables de la planificación estratégica pueden utilizar esta propuesta de medición y cuantificación para disponer de la información necesaria en aras de la posterior ordenación de prioridades en la asignación de recursos técnicos, humanos y presupuestarios de la ciudad.

Asimismo, la cuantificación resultante de esta técnica permitirá evaluar los progresos y la eficiencia de las asignaciones citadas y conocer, en definitiva, si se están produciendo o no, avances positivos en la gestión de las políticas públicas locales a lo largo del tiempo.

En definitiva, los análisis de planificación estratégica de ciudades pueden verse enriquecidos mediante la aplicación de las técnicas de cuantificación planteadas en este trabajo, tanto mediante los cuarenta indicadores propuestos como los que, en su caso, pudieran concretarse en cada una de las ciudades consideradas individualmente. Asimismo, la agregación que conduce al UNSI, sobre la base homogénea de los 40 indicadores, permite realizar comparaciones entre ciudades, lo que puede ser útil para la toma de referencias válidas en la aplicación de políticas públicas de sostenibilidad urbana. No obstante, como se ha señalado al principio de esta tesis, esta observación ha de ser tomada con cautela, pues el éxito de ciertas medidas depende de cada contexto urbano y de la enorme diversidad de idiosincrasias y matices económicos, sociales y ambientales que existen en cada ciudad.

## **5. APLICACIONES DEL UNSI EN UNA CIUDAD: EL CASO DE MEDELLÍN**

En el presente capítulo veremos cómo funciona el indicador entre dos momentos de tiempo diferentes. Para ello, tomaremos como ejemplo la ciudad de Medellín (Colombia) y aplicaremos el indicador UNSI sobre los datos disponibles para 2017 y 2019 identificando dónde se encuentran las principales carencias. Así, compararemos nuestro diagnóstico con el que realiza el propio gobierno local y comprobaremos las medidas adoptadas y si estas influyen en los resultados del indicador. Finalizaremos con un análisis de la planificación prevista para la ciudad y una breve crítica sobre si esos planes son los que la ciudad necesita de cara al futuro, conforme a las evidencias que presenta el indicador.

### **5.1. ¿Por qué Medellín?**

El año 2020, seguramente, pasará a la historia como el año de la pandemia causada por el virus SRAS-CoV-2, más conocido como COVID-19. El mundo en general y la actividad económica en particular, se han visto paralizados casi totalmente durante meses y de no ser por el teletrabajo y las facilidades de internet, es muy probable que la actividad mundial se hubiese detenido de forma drástica como consecuencia de los confinamientos. Las ciudades, como centros neurálgicos de la producción, han visto cómo su pulso económico y social se reducía a niveles muy bajos y la mayoría de los ciudadanos se han enfrentado a una situación ciertamente inédita en los últimos años. Particularmente, en el año 2020, las ciudades colombianas presentaron cifras de contagios y fallecidos de las más altas del mundo<sup>49</sup> y Medellín alcanzó una cifra de muertos por cada cien mil habitantes debido al COVID-19 de 110,5 personas<sup>50</sup>. En 1991, en el peor año de violencia derivada del narcotráfico, la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes alcanzó la cifra de 395,5 muertos (Pérez Jaramillo, 2019), es decir, casi 3,6 veces más muertos sólo por violencia que los que ha provocado el virus que ha parado a

---

<sup>49</sup> Disponible en [https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19\\_copia.aspx](https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19_copia.aspx) [consulta: 2/08/21]

<sup>50</sup> Disponible en <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/defunciones-covid19/presentacion-defunciones-covid-2020-02mar-2021-17ene.pdf> [consulta: 7/08/2021]

la humanidad durante un año. Si, por otra parte, comparamos la mortalidad causada por la violencia en 1991, con la existente el año anterior a la pandemia, es decir, 2019, obtenemos una cifra de 23,8 homicidios por cada cien mil habitantes, esto es, casi diecisiete veces menos en un periodo de 28 años.

Visto lo anterior, parece evidente que en Medellín han ocurrido cambios significativos en este periodo de tiempo. Igualmente, es una ciudad paradigmática en tanto que ha visto cómo su población ha crecido casi un 50% en esos años<sup>51</sup>, lo cual, considerando que la ciudad está situada en un valle, implica un notable aumento de su densidad y de los retos que la urbe ha tenido que afrontar a lo largo de este tiempo.

Al principio de este trabajo, señalábamos que la sostenibilidad urbana es un reto urbano de carácter mundial, pero que afecta particularmente a ciudades situadas en países en vías de desarrollo —Colombia ha sido admitida en la OCDE en el año 2020— en donde los retos de la pobreza, las emigraciones masivas del campo a la ciudad y la ausencia de un poder administrativo con capacidad de intervenir en esos asuntos (Guallart, 2012) hacen que el problema de la sostenibilidad alcance una dimensión aún mayor. Todos estos problemas, como veremos, se han dado en Medellín; sin embargo, esta ciudad también ha sido objeto de reconocimiento internacional en forma de premios —ciudad más innovadora en 2013 (Wall Street Journal y Citigroup); mención especial en 2014 y ganadora del Lee Kuan Yew World City Prize en 2015— además de ser ciudad sede del séptimo foro urbano mundial de ONU HABITAT (abril de 2014) e incluso se ha llegado a hablar del “milagro de Medellín” (Maclean, 2015)<sup>52</sup>. Por tanto, parece que coexisten realidades muy diversas que constituyen un auténtico reto para el análisis de sostenibilidad urbana que se plantea en este trabajo.

Medellín muestra contradicciones notables, pues las instituciones locales plantean una urbe referente en términos medioambientales y de innovación — la cuenta oficial de la red social Twitter de la alcaldía de Medellín y del propio alcalde, promueven los hastag #Ecociudad y #ValleDelSoftware—, pero lo

---

<sup>51</sup> Según el DANE Medellín contaba con 1.721.767 habitantes en 1991 y con 2.569.007 habitantes en 2020.

<sup>52</sup> Maclean, K. (2015). *Social Urbanism and the Politics of Violence: The Medellín Miracle*. London: Palgrave Macmillan.

cierto es que siguen existiendo más de 3.000 personas durmiendo en las calles<sup>53</sup>, muchos sectores económicos siguen en manos de grupos mafiosos como la “Oficina de Envigado” y, mientras el lenguaje institucional habla de “empoderamiento” femenino, muchas estudiantes se prostituyen en las calles y en los incontables locales diurnos y nocturnos que operan legal y clandestinamente en la ciudad para poder pagar los elevados precios de las matrículas universitarias<sup>54</sup>.

Medellín es una ciudad en donde su publicidad institucional está repleta de lemas relativos a la innovación, el emprendimiento y la conversión de problemas en oportunidades, cuenta con oficinas de atención psicológica para que las personas puedan desahogarse por teléfono... en definitiva, cuando alguien vive Medellín, más allá de las visitas turísticas, la pregunta inmediata que surge es ¿qué ciudad es la real, la que gana premios a la innovación y el emprendimiento o la que camina rumbo al caos, vive de frases motivadoras y alberga un submundo de exclusión social?

Imagen 5.1: Paradójico mensaje institucional ante el colapso diario de la Avda. San Juan (Calle 44)



Fuente: Elaboración propia.

<sup>53</sup> Disponible en

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/280920-boletines-poblacionales-habitante-callel-2020.pdf> [consulta: 21/12/2021]

<sup>54</sup> Las afirmaciones contenidas en este párrafo son consecuencia del conocimiento directo del autor de personas afectadas o implicadas en las realidades descritas tras dos años residiendo en la ciudad. Dichas afirmaciones pueden corroborarse en <https://www.elcolombiano.com/antioquia/las-u-desconocen-redes-de-prostitucion-en-claustros-ML4049952#success=false> [consulta: 07/08/21]

Responder a esta pregunta es uno de los dos objetivos de este capítulo. Así, aplicaremos el UNSI a la ciudad con los datos existentes en 2019 para ver cómo evoluciona Medellín en las dimensiones económica, social y ambiental. Asimismo, contrastaremos los resultados del UNSI con las políticas y proyectos seguidos por la ciudad a través del análisis del Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial del Valle de Aburrá, el Plan de Gestión Futuro Sostenible y el Presupuesto General.

## **5.2. Antecedentes**

Fundada en 1616 por Don Francisco Herrera Campuzano y elevada a Villa en 1674 por Doña Mariana de Austria, viuda del Rey Felipe IV de España, Medellín vio pasar los siglos como una ciudad dedicada al sector primario y a las actividades comerciales derivadas del mismo hasta mediados del siglo XX. Así, en 1905 tan sólo contaba con una población de, aproximadamente, 60.000 personas. En 1951, rondaba los 360.000 habitantes y a partir de esa década, se produjo un incremento poblacional espectacular hasta llegar a la década de los setenta a más de un millón de habitantes, es decir, cuadruplicar su población en apenas 20 años. Pérez Jaramillo (2019) reflexiona sobre estos datos poblacionales y señala que esta inmensa y rápida expansión urbana se caracterizó por un alto nivel de inmigración, informalidad en el empleo y precariedad, con un importante crecimiento económico, especialmente industrial con prevalencia del sector textil y de capitalización de los beneficios de la explotación agrícola, energética, minera y ganadera del entorno regional.

La desaparición del ferrocarril en 1961<sup>55</sup> y la existencia de nuevos competidores emergentes en Asia, afectó notablemente a las exportaciones de Medellín y a partir de los años setenta comenzó un declive económico y social sin precedentes que trajo, entre otras consecuencias, la transformación de actividades ordinarias de estraperlo en el auge del tráfico ilegal de tabaco y el problema por el que, tristemente, Medellín pasó a ser conocida en todo el mundo y del que hoy aún no se ha llegado a librar: el narcotráfico.

---

<sup>55</sup> El ferrocarril colombiano entró en desuso por varias causas: Crisis institucionales, administrativas y financieras sumadas a la corrupción. Disponible en <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/ya-es-hora/articulo/acabar-con-los-trenes-en-colombia-fue-un-error-lamentable-y-costoso/584912/> [consulta: 15/09/2021]

La debilidad institucional del Estado Colombiano (Pérez Jaramillo, 2019) para hacer frente a esos problemas en los años setenta, acompañado de la inexistencia de un poder local democrático en Medellín hasta 1988, fueron detonantes para la crisis total que la ciudad vivió hasta mediados de la década de los noventa.

Sin embargo, Medellín siempre contó con una tradición planificadora que explicaremos brevemente en los párrafos siguientes. La Universidad y las entidades como la “Sociedad de Mejoras Públicas” tomaron iniciativas en planificación urbanística (Perfetti, 2012)<sup>56</sup> e incluso la ciudad recibió visitas ilustres a finales de los años cuarenta como la de Le Corbusier —en 1947—, Sert y Wiener —entre 1948 y 1952— que inspiraron a generaciones de arquitectos de las universidades de Medellín para el diseño más adecuado de la ciudad. Sin embargo, la presión del crecimiento de la ciudad superó con mucho la capacidad de respuesta de las instituciones y la generación de suelo urbano ha sido del todo espontánea con ocupación ilegal de las áreas periféricas o de protección ambiental (Pérez Jaramillo, 2019), fenómeno común en la mayoría de los países iberoamericanos.

A partir de la Constitución de 1991, en Colombia se exigió gobernar a partir de criterios derivados de la planificación esencial; así, los candidatos locales deben registrar un plan de gobierno antes de las elecciones que, en caso de gobernar, se traducirá en un plan de gobierno que ha de someterse a los planes urbanísticos vigentes, denominados en Colombia Plan de Ordenamiento Territorial y que fueron obligatorias para todas las ciudades colombianas a partir de la Ley de Desarrollo Territorial 388 del año 1997.

Entre 1995 y 1997 y tras dos décadas de sufrimiento y cierre total de la ciudad, en que el narcotráfico había hecho colapsar todo el potencial de la ciudad, Medellín vuelve los ojos de nuevo a la planificación como herramienta de trabajo a largo plazo, pero esta vez, con el pleno convencimiento de integrar a todos los sectores de la ciudad, más allá de la academia o líderes del sector privado. Así, entre 1995 y 1997 se formula el “Plan Estratégico de Medellín y el Área Metropolitana 2015” durante el gobierno de Sergio Naranjo y coordinado por Saúl Pineda (Pérez Jaramillo, 2019).

---

<sup>56</sup> Perfetti, V. (2012). La ciudad de 1913. Universo Centro. (32).  
<http://universocentro.com/NUMERO32/Laciudadde1913.aspx> [consulta: 07/08/2021]



Resulta ilustrativo el impacto que la violencia de las décadas anteriores dejó en la psique colectiva, dado que el lema del Plan era construir “una ciudad para la vida”. El documento contemplaba cinco grandes líneas de actuación:

- i. Medellín y el Área Metropolitana: Ciudad educadora que además sustenta su desarrollo sobre la base de la cualificación del talento humano.
- ii. Medellín y el Área Metropolitana: Epicentro de políticas sociales y culturales en América Latina.
- iii. Ciudad Metropolitana, descentralizada, participativa y centro internacional de la convivencia.
- iv. Medellín y el Área Metropolitana: Centro logístico y de servicios avanzados en la región andina, como base de una nueva dinámica industrial.
- v. Ciudad metropolitana accesible, acogedora, integrada y con calidad ambiental.

De estas líneas se deduce que las prioridades de la ciudad en aquel momento, al menos para la oficina técnica que canalizaba todas las propuestas, eran tanto el mantenimiento del diálogo entre los distintos sectores que constituyen naturalmente la comunidad, así como la creación de capital social y avance tecnológico con un guiño a la sostenibilidad urbana ambiental.

Los indicadores que se utilizaron para evaluar el éxito del plan fueron, fundamentalmente, de carácter económico; así, según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) extraídos de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) y recopilados por Pérez Jaramillo, el desempleo pasó en 2001 de un 18% a un 10,4% en 2014; el índice de Gini era de 0,543 en 2008 a 0,51 en 2019; la pobreza relativa pasó de un 25% en 2008 a un 13,4 en 2017. Finalmente, el PIB ha tenido un crecimiento variable entre el 8,3% y el 3,8% en la década que transcurre entre 2005 y 2015.

Desde una perspectiva de desarrollo económico, lo cierto es que las cifras son incuestionables. No obstante, las carencias estructurales del país han hecho que la crisis del COVID-19 haya revertido muchos de los avances

conseguidos, pues el paro y la pobreza se han disparado durante el año 2020 y 2021<sup>57</sup>.

En todo caso, la visión estrictamente económica de la evolución de Medellín en estas últimas décadas hace intuir la importancia —o la imposibilidad de análisis— que se ha dado a la sostenibilidad urbana como un conjunto integrado por las tres dimensiones económica, social y ambiental.

En el año 2014 se aprobó el Plan de Ordenación Territorial 2014-2027 que ya contempla el avance hacia la sostenibilidad urbana, pero sin contener definición alguna de qué se entiende por tal concepto y que rota sobre cuatro premisas fundamentales:

- i. Adecuación y coherencia con la Ley de Desarrollo Territorial 388 de 1997.
- ii. Construir el Plan de Ordenación Territorial como un “proyecto de proyectos”, constituyendo el nuevo marco de acción estratégica.
- iii. Aprovechar todo el conocimiento técnico de instituciones públicas, estudios y sector privado, así como las críticas realizadas por estos para mejorar en la gestión.
- iv. Armonización de todas las dependencias de gobierno para dotar de un mismo criterio al conjunto de la gestión.

Sin embargo, al poco tiempo de su aprobación, las medidas adoptadas para el cumplimiento de esta última premisa fueron derogadas en 2016 para volver al sistema tradicional con mayor independencia en las distintas secretarías (concejalías) de gobierno.

Por su parte, desde el año 2013, la Ley de ámbito nacional 1625 establece en su artículo séptimo la competencia de las entidades metropolitanas de “formular y adoptar el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial” el cual gozará de prevalencia jerárquica respecto a las normas locales y Planes Municipales de Ordenación. En el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, este Plan se aprobó y publicó en diciembre de 2019 y rota sobre una serie de principios rectores entre los que destaca el principio de “sostenibilidad territorial” al que se refiere en su artículo 5.1 como “factor

---

<sup>57</sup> Disponible en <https://www.elcolombiano.com/cronologia/noticias/meta/desempleo> [consulta: 09/08/2021]

indispensable para lograr altos niveles de calidad de vida para los habitantes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, el cual consiste en consolidar una sociedad más equitativa e inclusiva, generar una economía competitiva a partir de la gestión racional y responsable de los recursos y lograr una mejor calidad ambiental en el entorno”. Llama la atención que en las 51 páginas del documento no aparece ni una sola referencia a indicadores de sostenibilidad o técnicas de medición de cumplimiento de objetivos por lo que el primer principio rector del Plan se caracteriza por su ambigüedad, limitándose a una sana declaración de intenciones con pocos visos de pragmatismo o funcionalidad. Los otros seis principios rectores son: participación, enfoque multiescalar, flexibilidad, concurrencia, gradualidad y equidad social y equilibrio territorial. Por su parte, los objetivos del Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial del Valle de Aburrá se establecen en su artículo séptimo y son:

- i. **Consolidar un modelo metropolitano compacto y de media densidad.** Modificando los patrones de ocupación y construcción, fomentando la creación de espacio público, de espacios dotacionales y la solución a los problemas de movilidad, gestión de los residuos sólidos e integración racional de los servicios públicos domiciliarios que le permita al Área Metropolitana Del Valle de Aburrá contar con un alto índice de calidad de vida y un funcionamiento social y económico eficiente e integral. La localización de las áreas con baja y alta densidad se relaciona con las características fisiográficas y con la capacidad urbana para proveer el soporte necesario de espacios públicos y dotacionales y la capacidad funcional de accesibilidad y movilidad, por consiguiente, con las soluciones parciales que se propongan entre los diversos territorios que conforman el Área Metropolitana.
- ii. **Proteger y conectar ambientalmente la estructura ecológica principal entre sí y con el cauce del río Aburrá, espaciando los procesos de conurbación en los extremos norte y sur del Valle.** La estructura ecológica principal localizada en las zonas medias y altas de las dos vertientes debe fortalecer nexos espaciales y ambientales con el cauce del río, y con ello fomentar un marco de acción para mitigar los problemas derivados de la contaminación

ambiental y prevenir las amenazas generadas por el cambio climático.

- iii. **Fortalecer la relación sistémica entre la estructura ecológica principal y el proyecto parque central de Antioquia.** Relaciones fundamentales en la seguridad alimentaria del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y del departamento de Antioquia, así como en las apuestas ambientales necesarias para asumir el crecimiento urbano del centro del departamento.
- iv. **Fortalecer los procesos de modernización y renovación del corredor urbano del río Aburrá.** Como medio para la integración urbana y social del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, aplicando criterios de sostenibilidad para su desarrollo, entre ellos los elementos de la política metropolitana de construcción sostenible.
- v. **Fortalecer la estructura funcional metropolitana.** Con base en el crecimiento armónico de los municipios que conforman la aglomeración metropolitana y la complementación funcional, buscando la especialización de ellos y de sus áreas centrales como la consolidación del empleo y de los servicios, en el obligado apoyo a los tejidos residenciales.

Decíamos al principio del capítulo cinco que, a la hora de abordar un plan estratégico, la definición del término municipal es fundamental y abogábamos ya por la planificación “metropolitanizada” por las razones que en ese capítulo se expusieron. Comprobar que el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en donde viven casi cuatro millones de personas repartidas en diez municipios muy próximos o, incluso, colindantes, opta por este nivel territorial para su planificación, resulta plausible. Sin embargo, los objetivos del Plan de Ordenación Territorial no contemplan —siendo esta la norma clave para hacerlo— la solución del problema de hacinamiento que se produce en las zonas informales del territorio ni su restitución a la legalidad o su conversión en zonas de protección ambiental.

Igualmente, en relación con la movilidad, realiza una propuesta convincente en materia de transporte público y dotación de carriles bici, así como el creciente protagonismo del peatón. No obstante —al igual que en el caso

anterior— no dedica ni un párrafo a la solución del problema que hoy supone la existencia de diversas compañías de transporte privado que asumen rutas de transporte solapándose entre ellas y, en ocasiones, ajenas al control municipal, utilizando a menudo vehículos obsoletos, altamente contaminantes y que compiten con un sistema de transporte público moderno y poco contaminante como el Metro y los carriles “Bus Rapid Transit” (BRT).

La figura de la concesión pública para la regulación de las líneas de transporte no se contempla en ningún documento oficial.

Imagen 5.2: Colapso de la Carrera 46 (con carril BRT) provocado por “busetas” de compañías privadas



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en materia de gestión, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá aprueba en el año 2020 el plan de gestión denominado, genéricamente, “Futuro Sostenible” con el lema: “Hacia la transformación del Valle de Aburrá en una metrópoli inteligente, con solidaridad territorial, capaz de adaptarse y reinventarse con desarrollo sostenible y competitivo para una mejor calidad de vida de sus habitantes”.

El plan tiene como objetivo general avanzar hacia una metrópoli inteligente, en la que las acciones integrales para el desarrollo sostenible

tengan como herramientas estratégicas la innovación y el uso de las TIC, con el fin de aumentar la calidad de vida del habitante metropolitano, bajo el principio de la solidaridad territorial.

Asimismo, contempla como objetivos específicos los siguientes:

- i. Mejorar la funcionalidad de los sistemas socio-ecológicos con el fin de aumentar la sostenibilidad ambiental y la resiliencia climática del Valle de Aburrá, considerando las tecnologías de la información.
- ii. Fortalecer la integración, articulación, equidad y equilibrio territorial en el Valle de Aburrá, integrando las tecnologías de la información como medio para la innovación.
- iii. Mejorar los sistemas de conectividad física y digital que favorezcan la vitalidad social y económica del Valle de Aburrá
- iv. Aumentar la calidad del desempeño institucional del área metropolitana del Valle de Aburrá, para mejorar su capacidad misional y sus procesos de Gobierno corporativo, en beneficio de todos los habitantes metropolitanos.

Como puede observarse, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá es prolija en materia de planificación. Así, en el momento actual, existen hasta diez planes estratégicos, integrales o de acción que van desde el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial —ya citado— hasta un Plan Integral de Gestión para la Calidad del Aire, un Plan Maestro de Movilidad del Valle de Aburrá o el Plan Metropolitano de Riesgo Sísmico. Sin duda, la actividad reguladora, tanto del Área Metropolitana como de cada una de las ciudades que la componen, es abundante en objetivos generales y específicos, pero, a juicio de quien suscribe, no ha existido una capacidad financiera ni un tamaño de administración óptimo para la gestión de todos esos planes, así como la identificación de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades en los términos que vimos en el análisis de la Planificación Estratégica.

Conocidos los objetivos del conjunto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá en general y de Medellín en particular, cabe señalar que entre ellos se contempla el de desarrollo sostenible. Por tanto, es momento de ver qué resultados ofrece el UNSI y cuál ha sido la evolución de estos.

### **5.3. Análisis del UNSI en Medellín**

#### **5.3.1. Consideraciones previas**

El UNSI es un indicador compuesto o sintético y, como tal, es muy útil para realizar comparaciones entre ciudades, pues el proceso de normalización y agregación es idéntico para todas ellas. Sin embargo, desde el principio hemos señalado que los indicadores compuestos tienen el inconveniente de resultar poco transparentes y pueden ocultar aspectos clave —que en materia de sostenibilidad son muy relevantes— a la hora de agregar varios indicadores individuales. Una de las ventajas que tiene nuestra propuesta es la de su descomposición y transparencia. Así, como hemos visto, de manera muy sencilla se puede calcular el “aporte” de cada dimensión al problema de la falta de sostenibilidad. Sin embargo, a la hora de analizar el estado de situación de una ciudad, resulta conveniente descender hasta el análisis de sus indicadores individuales.

Como se ha señalado, la transparencia y sencillez en el proceso de composición de la información, permite realizar el proceso contrario sin demasiada dificultad. Por tanto, lograremos que el UNSI cumpla no sólo con el objetivo de comparar los resultados entre ciudades, sino también, identificar los aspectos más críticos que cada administración debe abordar en materia de sostenibilidad.

Para lograr este objetivo en la ciudad de Medellín plantearemos el análisis del UNSI con los datos que teníamos en 2017 —o último valor disponible— con un breve análisis de las subdimensiones, comparando después cada uno de los indicadores individuales con el umbral de sostenibilidad y situando los principales problemas de la ciudad en términos de sostenibilidad urbana. En este punto, es preciso señalar que para algunos indicadores, como la población trabajando a tiempo completo, no ha sido

posible su actualización al estar la fuente<sup>58</sup> “estancada” en 2015 como último valor disponible o se han estimado al nivel del departamento (región) de Antioquia, como ocurre con el número de titulados superiores por cien mil habitantes.

Posteriormente, tomaremos esos mismos indicadores en 2019 y veremos qué tendencia siguen para identificar no sólo dónde están los mayores problemas de sostenibilidad, sino el posible riesgo de que indicadores concretos pasen a la “zona de insostenibilidad” al aproximarse al umbral. La técnica que utilizaremos para estudiar tanto la distancia de 2017 al umbral de sostenibilidad como la evolución hasta 2019 es la diferencia en términos porcentuales de cada indicador en 2017 respecto a su umbral de sostenibilidad y la tasa de variación del indicador 2019 respecto a 2017. De esta manera, podremos analizar, sin necesidad de normalizar cada indicador, de la manera más transparente y sin el daño colateral que la normalización de los valores supone en términos de sensibilidad.

Los valores de 2019 se han obtenido, fundamentalmente, del observatorio “Medellín cómo vamos”, el DANE y gracias a la colaboración de la alcaldía de Medellín y su empresa de servicios “Empresas Públicas de Medellín” (EPM), que incluso han facilitado valores hasta de 2020, los cuales no se han incorporado, en la medida en que la pandemia de COVID-19 ha supuesto un impacto que puede resultar distorsionador en algunos indicadores y que sería objeto de otro estudio.

Por tanto, consideraremos que la evolución entre los valores de 2017 y 2019 es lo suficientemente significativa como para entender cómo está evolucionando Medellín en términos de sostenibilidad. Igualmente, en la actualidad puede observarse en la ciudad que el declive de muchos aspectos de carácter económico se achaca a la pandemia. Sin embargo, como veremos, ya se observa declive en algunos indicadores económicos con carácter previo a la pandemia de COVID-19.

En definitiva, con esta propuesta de análisis estaremos realizando un diagnóstico estandarizado de la ciudad, al que habría que añadir —si existieran y estuvieran disponibles— los valores de otros indicadores explícitos que son

---

<sup>58</sup> Estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo, de donde obteníamos los valores para estimar el indicador.



necesarios en Medellín y que completarían dicho diagnóstico de situación más adecuado para implementar una política de sostenibilidad urbana.

### 5.3.2. El UNSI 2017 para Medellín

El cuadro 5.1 muestra el valor total del indicador y la aportación de cada dimensión a la insostenibilidad de la ciudad.

Cuadro 5.1: Aportación de cada dimensión al UNSI

Valores 2017	Dimensión Económica	Dimensión Social	Dimensión Ambiental	UNSI	Contribución Dimensión Económica	Contribución Dimensión Social	Contribución Dimensión Ambiental
	0,07	0,12	0,38	0,26	0,59%	3,16%	96,25%

Fuente: Elaboración propia.

El resultado de 0,26 en el UNSI situaba a Medellín en el puesto 28 de las 50 ciudades de la muestra siendo una en las que la dimensión ambiental contaba con más peso en el conjunto del valor. Por tanto, la primera interpretación que procede realizar del UNSI es que la ciudad está en situación de insostenibilidad debido a causas ambientales.

Si descendemos el análisis al nivel de subdimensiones, encontramos por cada dimensión los siguientes valores.

Cuadro 5.2: Valor de las subdimensiones económicas

Valores 2017	Distribución de la Renta	Condiciones Laborales	Desarrollo Inteligente	Sostenibilidad financiera de la Administración Local
	0,08	0,04	0,15	0

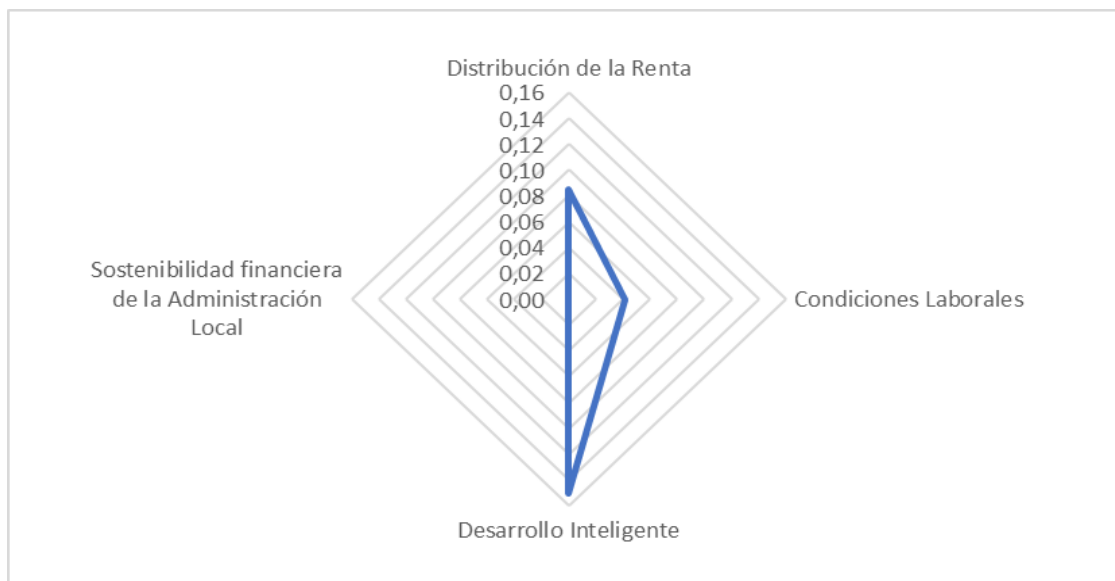
Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 5.2 indica que el principal inconveniente en la ciudad de Medellín en el año 2017 se sitúa en la subdimensión relativa a “desarrollo inteligente”, esto es, la que valora la iniciativa empresarial y el talento de la ciudad, conformado por el número de personas con educación terciaria, el número de empresas existentes en la ciudad y la innovación, evaluada por el número de nuevas patentes concedidas. Igualmente, se observan problemas de menor medida en términos de equidad económica o distribución de la renta y la situación del empleo.

Paradójicamente, la ciudad tiene un excelente desempeño en términos de capacidad económica institucional, medida por la sostenibilidad financiera de la administración local.

El gráfico 5.1 ofrece una perspectiva visual a esos datos.

Gráfico 5.1: Influencia de las subdimensiones en insostenibilidad económica (2017)



Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la dimensión social, los valores de las subdimensiones vienen reflejados en el cuadro 5.3.

Cuadro 5.3: Valor de las subdimensiones sociales

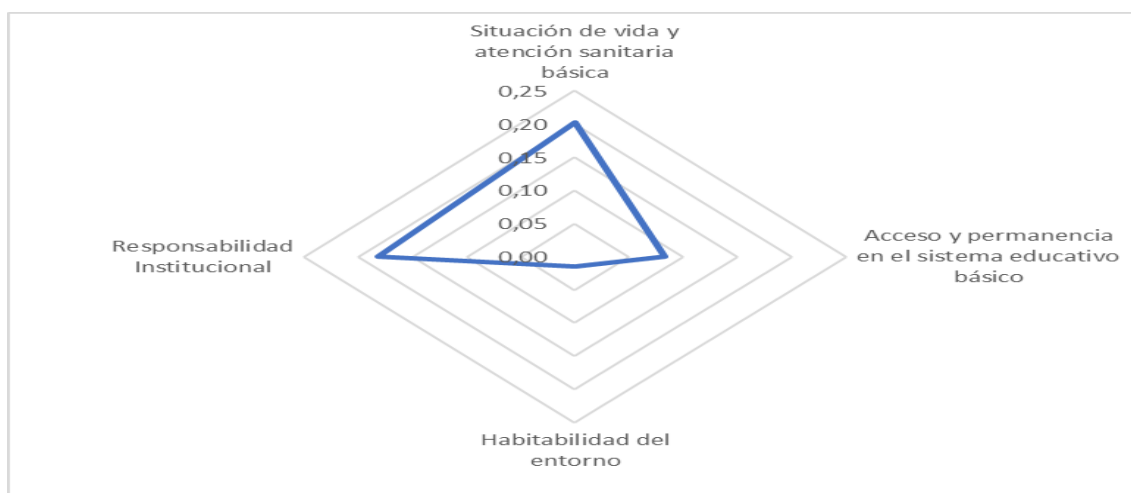
Valores 2017	Situación de vida y atención sanitaria básica	Acceso y permanencia en el sistema educativo básico	Habitabilidad del entorno	Responsabilidad Institucional
	0,2	0,08	0,01	0,18

Fuente: Elaboración propia.

Observamos cómo las condiciones básicas de vida y atención sanitaria, junto con la responsabilidad institucional, son las principales debilidades de la ciudad en el año 2017. Así, la evolución de estas dos variables de cara al año 2019 son muy importantes en aras de identificar la capacidad de la ciudad para resistir el impacto de la pandemia que vendría en 2020. Por su parte, existen problemas en relación con la permanencia en el sistema educativo —como veremos más adelante, el acceso es prácticamente generalizado— y la habitabilidad del entorno, determinada por el acceso a ciertos servicios básicos.

El gráfico 5.2 ilustra la situación.

Gráfico 5.2: Influencia de las subdimensiones en insostenibilidad social (2017)



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la dimensión ambiental —recordemos que es la que más contribuye a la insostenibilidad de la ciudad—, viene fundamentalmente derivada de los problemas existentes en relación con la subdimensión que refleja la gestión del agua como recurso.

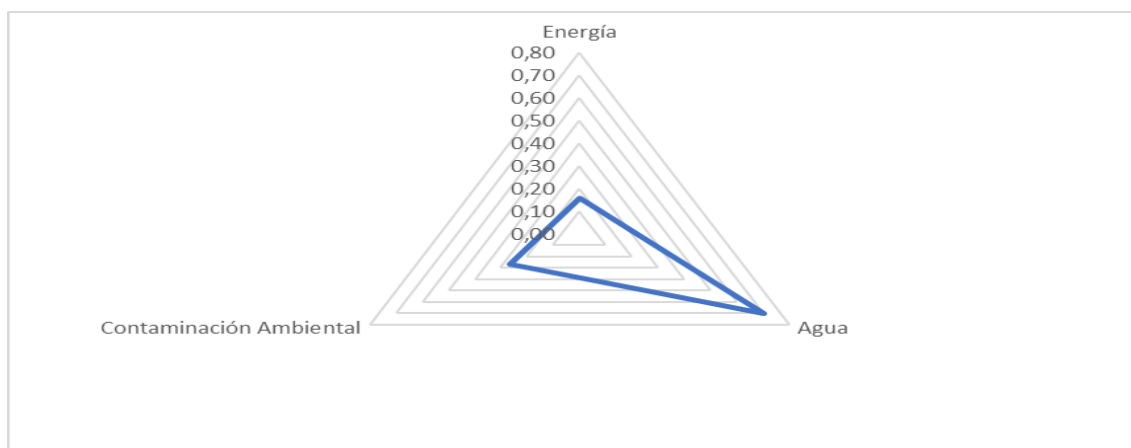
Cuadro 5.4: Valor de las subdimensiones ambientales

Valores 2017	Energía	Agua	Contaminación Ambiental
	0,16	0,71	0,27

Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto que la dimensión energía —aun estando en situación de insostenibilidad— no presenta unos resultados demasiado negativos, la situación derivada de la gestión del agua es crítica.

Gráfico 5.3: Influencia de las subdimensiones en insostenibilidad ambiental (2017)



Fuente: Elaboración propia.

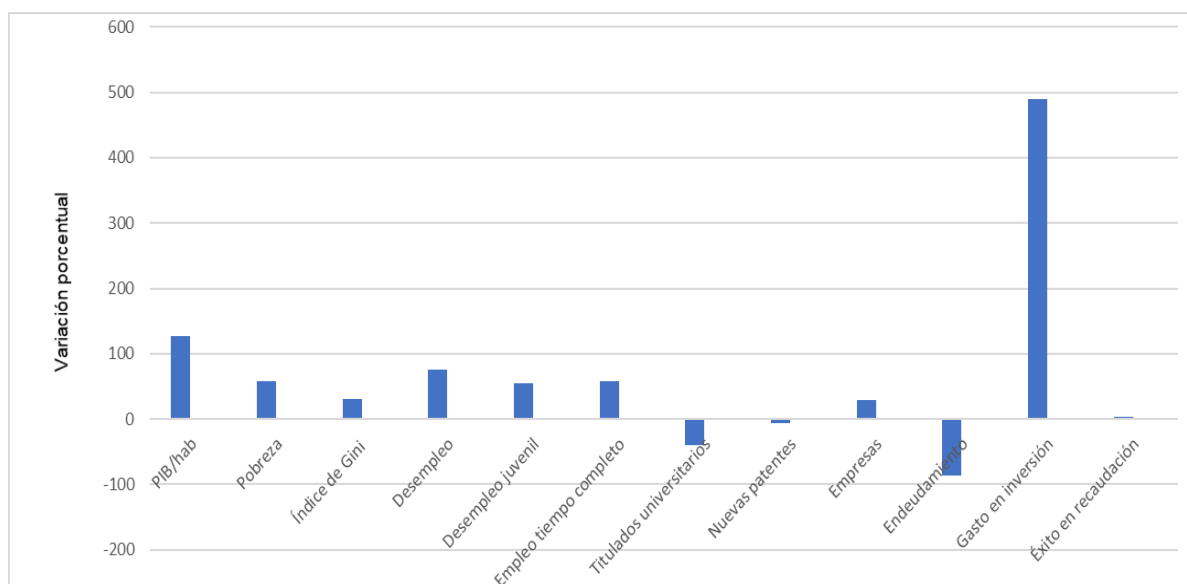
Un análisis superficial como el que acabamos de realizar es ilustrativa sobre dónde buscar los principales problemas de la ciudad. Se refleja así, una de las ventajas del UNSI como indicador compuesto de sostenibilidad y cómo su capacidad de ser descompuesto permite mostrar dichos problemas de modo casi inmediato. Obviamente, descendiendo al nivel de los indicadores individuales vamos a poder conocer de primera mano dónde se encuentran las principales causas de insostenibilidad de cada subdimensión, pero la ventaja que supone la descomposición por subdimensiones es que, de cara a la planificación estratégica, permite saber qué otros indicadores deberíamos añadir al proceso de diagnóstico y evaluación de la ciudad. Así, por ejemplo, en el caso de la insostenibilidad ambiental que provoca la gestión del agua, sabemos que estamos evaluando tres indicadores: cuánta agua residual se depura, la existencia del tratamiento de máxima depuración para dichas aguas y el consumo diario de los habitantes de la ciudad. Dado que Medellín es una ciudad que cuenta con fábricas que producen vertidos de aguas al río, podríamos incorporar —de existir los datos— el número de empresas que disponen de depuradoras propias para que sus vertidos sean no contaminantes.

En el caso de la dimensión social, uno de los grandes problemas que existen y que, como veremos, ha evolucionado a peor, es la tasa de homicidios y criminalidad. Por tanto, podríamos evaluar el número de efectivos de policía existente en Medellín, así como la identificación del perfil de delincuentes y las razones de fondo de la criminalidad para adoptar medidas preventivas.

Por último, en relación con la dimensión económica, la subdimensión desarrollo inteligente podría añadir indicadores como el perfil y permanencia de los titulados en la ciudad, pues no es lo mismo contar con una población graduada en sectores tecnológicos y con alta productividad que no tenerlos.

Veamos ahora cómo se comporta cada indicador por dimensiones. Cabe recordar aquí que lo que se pretende es reflejar con la máxima fidelidad la situación de cada indicador respecto al umbral de sostenibilidad, ya sea por debajo o por encima. Para ello, se presenta la diferencia entre cada indicador y su umbral —sin corregir el sentido y sin normalizar— en términos de variación porcentual. Por tanto, hay que observar en cada indicador si más es mejor o peor, para una correcta interpretación de los gráficos.

Gráfico 5.4: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de indicadores de la dimensión económica (2017)

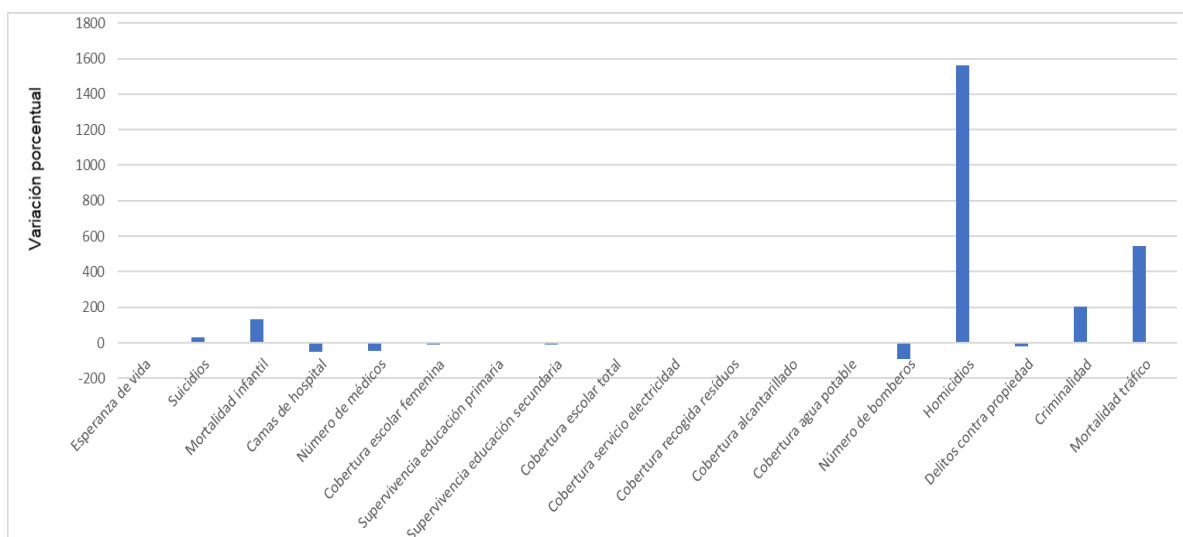


Fuente: Elaboración propia.

En relación con el comentario del párrafo anterior, a modo de ejemplo, cuanto menor endeudamiento, mejor es la situación de la ciudad en la medida en que existe capacidad para acudir a los mecanismos de financiación vía deuda para abordar los problemas que la ciudad presente. Por tanto, una gran diferencia por debajo del umbral es buena. Sin embargo, en el gasto en inversión, cuanto más se invierte en la ciudad, se considera que es mejor, por tanto, una diferencia respecto del umbral por encima, es también buena.

Así, centrándonos en los problemas de la dimensión económica, la ciudad presenta insostenibilidad en seis de los nueve indicadores: pobreza; desigualdad; desempleo; desempleo juvenil; titulados universitarios y nuevas patentes. Igualmente, aunque está en la zona sostenible, el éxito recaudatorio de la ciudad está demasiado cerca del umbral por lo que habrá de prestarse especial atención a su evolución.

Gráfico 5.5: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de indicadores de la dimensión social (2017)



Fuente: Elaboración propia.

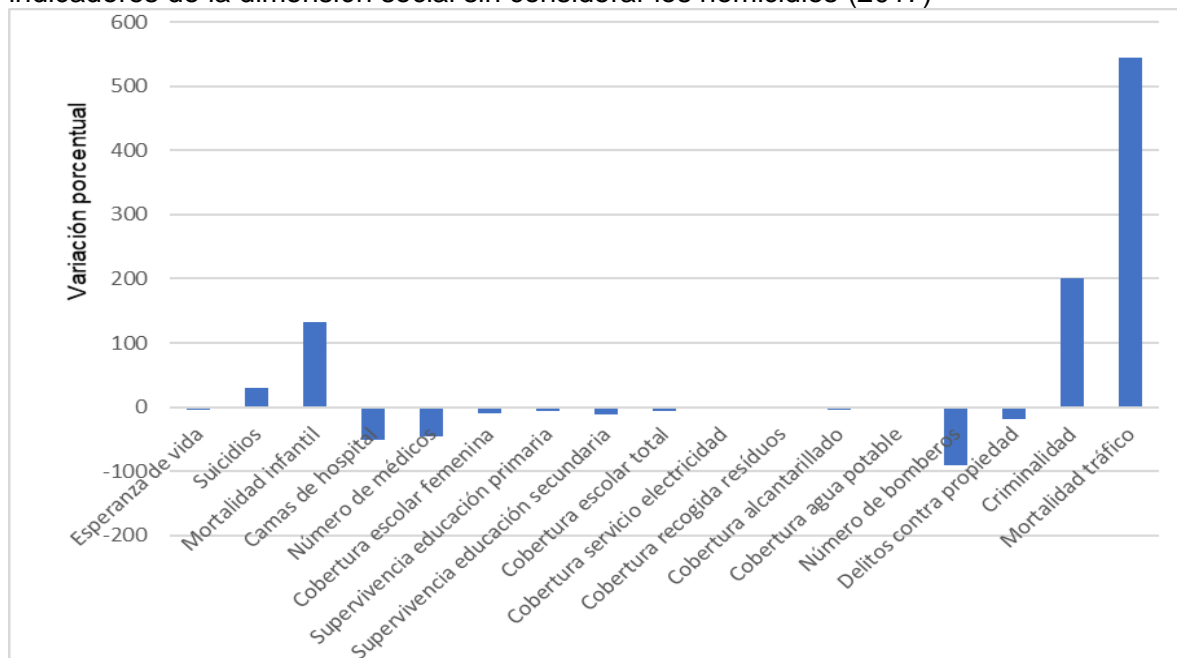
El cálculo en términos de diferencia porcentual respecto al umbral de sostenibilidad nos permite identificar la relevancia de ciertos problemas. En el gráfico destaca inmediatamente la elevadísima cifra de homicidios por cada cien mil habitantes. Obviamente, es cierto que con una tasa de 21,60 por cada cien mil habitantes —542 fallecidos por homicidios— la ciudad está mucho mejor que en el año 1991 con 355,5 o, lo que es lo mismo, más de 7.000 muertos por violencia en un año, es decir, más de 20 muertos al día por violencia.

En la dimensión económica, la máxima diferencia en términos porcentuales era de casi 600%. En la social, los homicidios están casi un 1.600% por encima de lo que hemos considerado sostenible conforme al criterio de establecer el umbral en el 60% de la mediana de las ciudades de la muestra, lo cual demuestra que no es un objetivo especialmente exigente. La magnitud del problema de la violencia en Medellín es tan grande —y tan concentrada en un sector de la ciudad, La Candelaria— que el valor objetivo que el observatorio local “Medellín cómo vamos” establece para el año 2030 es de 10,3 homicidios por cada cien mil habitantes. Esto significa dar por “válido” que en el año 2030 mueran más de 250 personas por violencia al año.

Como acabamos de señalar, la magnitud del problema de los homicidios es tan grande que minimiza todos los demás. Por tanto, es conveniente un

análisis de situación eliminando un factor tan importante. El gráfico 6.6 ofrece una visión menos relativizada sobre el resultado del resto de los indicadores de la dimensión social.

Gráfico 5.6: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de los indicadores de la dimensión social sin considerar los homicidios (2017)



Fuente: Elaboración propia.

Además del número de homicidios por cada cien mil habitantes, la ciudad está en situación de insostenibilidad en todos los indicadores menos el de delitos contra la propiedad, así como cobertura del suministro de electricidad y del servicio de recogida de basuras, es decir, tres indicadores sobre dieciocho.

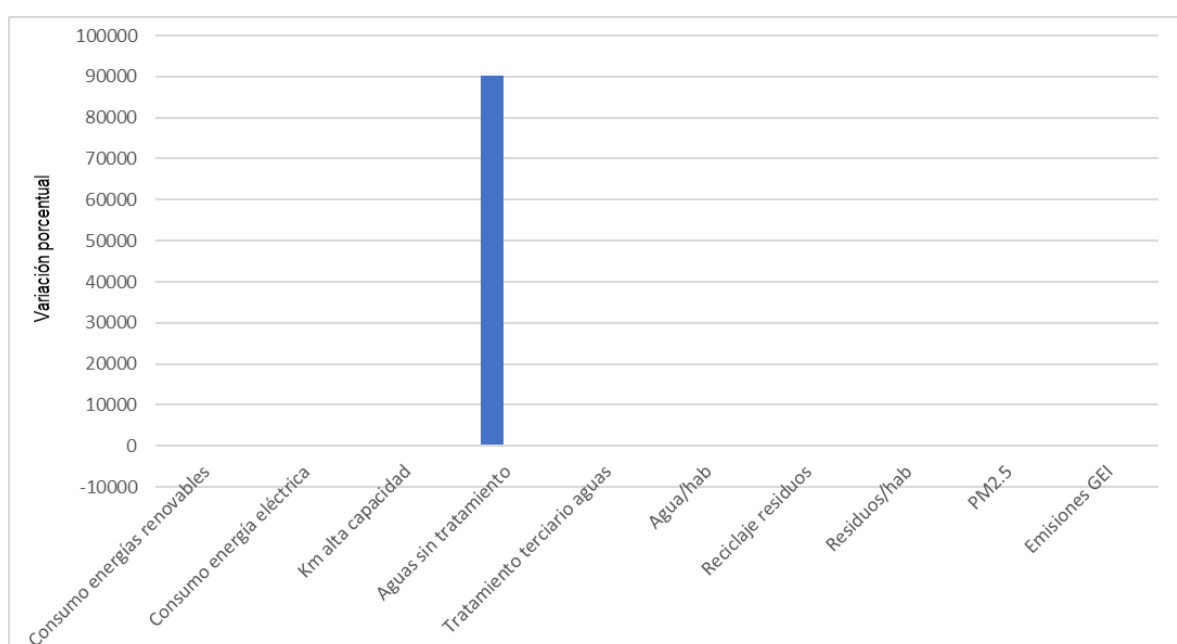
Respecto a los más graves, se observa claramente que la mortalidad en el tráfico —considerando la circulación en trayectos urbanos— es altísima, pues una cifra de 10,3 fallecidos por cada cien mil habitantes supone que en 2017 murieron 262 personas en accidentes de tráfico sólo en la ciudad.

Los tres indicadores siguientes, en términos de atención, son la criminalidad por cada cien mil habitantes con unas cifras de 758,95 delitos con violencia sobre las personas, esto es, 19.349 en total. La mortalidad infantil, considerada en términos de número de niños menores de 5 años fallecidos por cada mil nacidos vivos, casi triplica el objetivo de sostenibilidad, es decir, en Medellín ese valor es de 8,10 mientras que el umbral de sostenibilidad está

situado en 3,5. Este valor es realmente preocupante y refleja —junto al déficit en camas de hospital y médicos— que la atención sanitaria básica es bastante deficiente.

Finalmente, el número de bomberos por cada cien mil habitantes es otro de los grandes déficits de la ciudad, que cuenta con 223 para una población de más de dos millones y medio de habitantes, sin contar con un entorno metropolitano que depende totalmente de la atención prestada por la ciudad.

Gráfico 5.7: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de indicadores de la dimensión ambiental (2017)



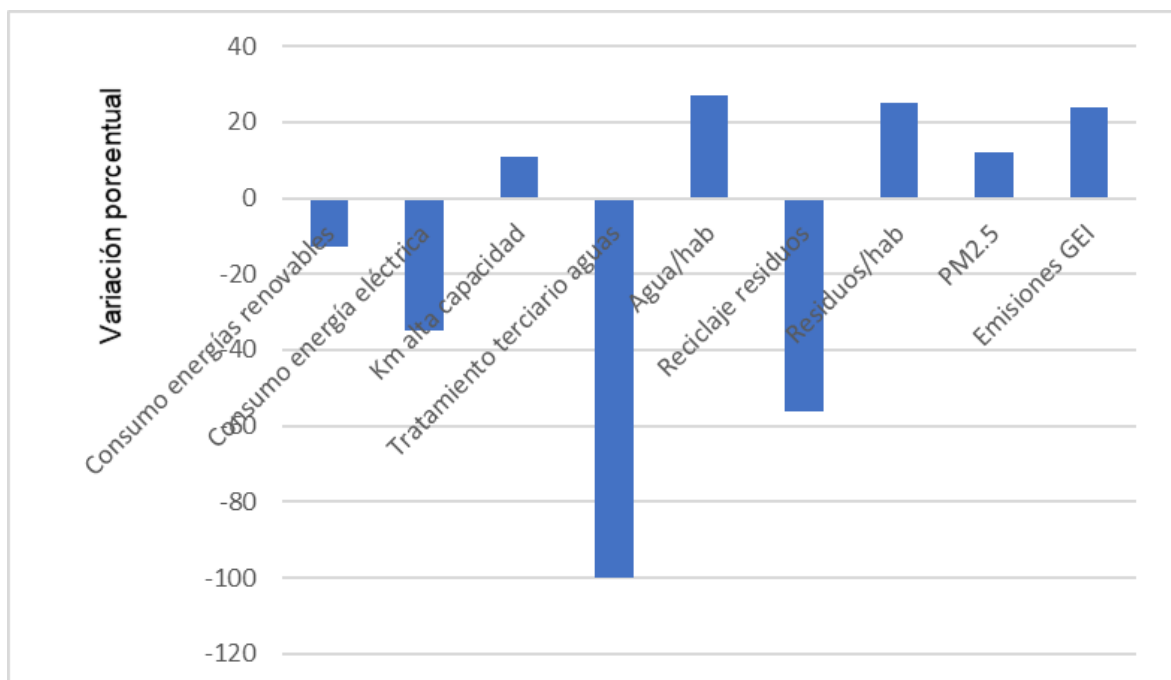
Fuente: Elaboración propia.

En este caso, ocurre lo mismo que con la dimensión social; esto es, un indicador con resultados muy negativos relativiza completamente el resultado de todos los demás. Según fuentes directas de Empresas Públicas de Medellín, se informó al autor que en el 2017 apenas se depuraban un 10% de las aguas residuales de Medellín, pero que existía una planta de depuración en construcción que, efectivamente, entró en funcionamiento posteriormente. Este hecho se verá reflejado en los datos de 2019.

Si eliminamos el efecto de las aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, el gráfico queda como sigue.



Gráfico 5.8: Variación porcentual respecto al umbral de sostenibilidad de los indicadores de la dimensión ambiental sin considerar las aguas residuales que no reciben tratamiento (2017)



Fuente: Elaboración propia.

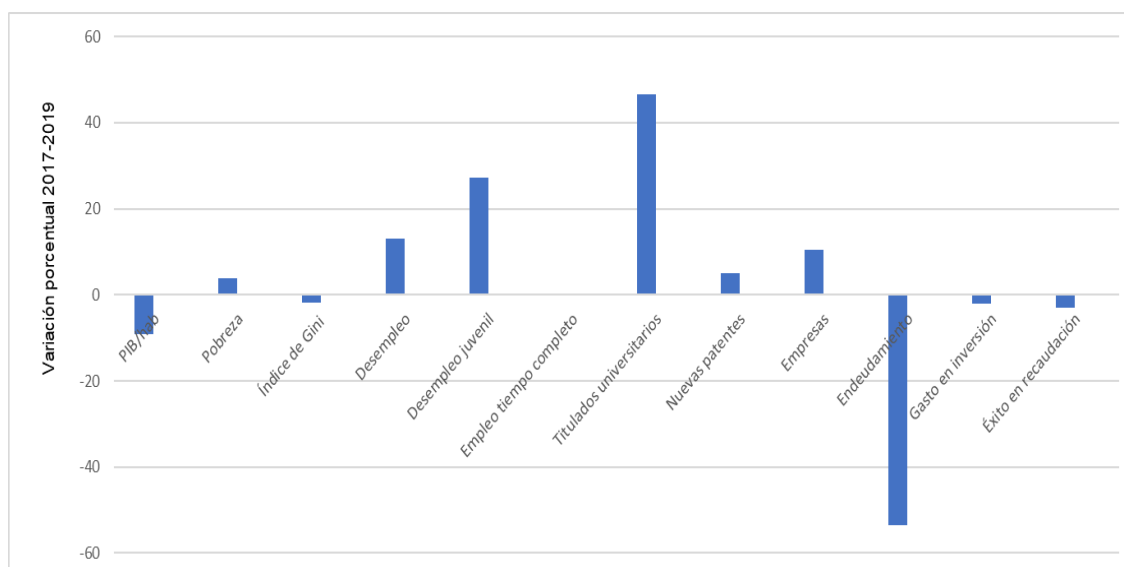
Como puede observarse, tan sólo en sistema de transporte de alta capacidad, la ciudad está por encima de los objetivos de sostenibilidad, revelándose el resto de indicadores como incumplidos. Sin embargo, en comparación con la magnitud de otros problemas, en materia de contaminación ambiental, especialmente en los que se refiere a partículas PM 2.5 y emisión de gases de efecto invernadero, la ciudad estaba en 2017 relativamente cerca de conseguir sus objetivos.

En definitiva, podemos concluir que los principales problemas que debía abordar la ciudad —sin perjuicio de atender todos aquellos que se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad— tenían relación con el incremento del grado de innovación y talento, medido por el número de titulados en educación terciaria y el número de patentes. Igualmente, la situación socio sanitaria de la ciudad, en términos de camas, médicos y mortalidad infantil, junto con la violencia existente en las calles requería de atención urgente. Finalmente, en materia ambiental, la depuración de aguas residuales y la reducción de emisiones son los principales problemas que debían abordarse.

### 5.3.3. El UNSI 2019 para Medellín

Veamos ahora los resultados del UNSI en 2019 desde la perspectiva del resultado relativo de los indicadores individuales, para observar si la tendencia es positiva o negativa. Para ello, evaluaremos la variación porcentual existente en cada uno de ellos para, finalmente, ver cuánto aporta cada dimensión al problema global de insostenibilidad.

Gráfico 5.9: Evolución de los indicadores individuales de la dimensión económica (variación porcentual 2017-2019)



Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse que, en relación con la distribución de la renta, el PIB/hab tiene una evolución negativa, al igual que ocurre con la pobreza relativa, que se ha visto incrementada. Por su parte, el desempleo y el desempleo juvenil creció, siendo especialmente notable en este último caso. Sin embargo, las dos variables que afectaban al desarrollo inteligente, han mejorado sustancialmente, especialmente, el número de titulados superiores por cien mil habitantes. Llama la atención la significativa reducción del coste del endeudamiento en 2019 respecto a 2017, acompañados de una leve caída en el gasto de inversión y el éxito de la recaudación. Cabe llamar la atención a la caída en el éxito recaudatorio de 2019 pues como ya se señaló para el análisis del valor de 2017, aunque sigue por encima del 80% establecido como umbral sostenible, es una variable que habrá que vigilar especialmente, pues la caída

de la renta, el aumento de la pobreza y la caída del empleo hace prever que los impagos tributarios pueden incrementarse en el futuro.

A pesar de que en este momento estamos analizando la evolución de las variables más significativas, independientemente de si están o no por encima de los umbrales de sostenibilidad, procede comparar la evolución de las subdimensiones ante las variaciones acaecidas en este período de tiempo.

La influencia de estas variaciones se observa en el cuadro 5.5.

Cuadro 5.5: Comparativa valores subdimensiones económicas (2017-2019)

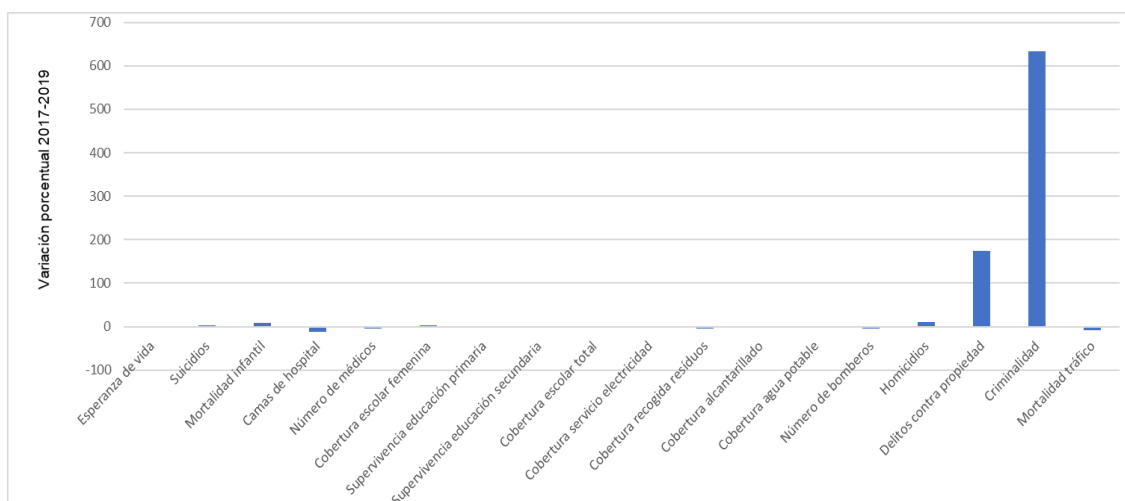
Distribución de la renta 2017	0,0845	Condiciones de empleo 2017	0,0412	Desarrollo Inteligente 2017	0,1500	Sostenibilidad financiera de la administración local 2017	0
Distribución de la renta 2019	0,0808	Condiciones de empleo 2019	0,0651	Desarrollo Inteligente 2019	0,0404	Sostenibilidad financiera de la administración local 2019	0

Fuente: Elaboración propia.

La evolución de las variables sólo va a tener influencia en aquellas que estén por debajo de los umbrales de sostenibilidad, dada nuestra técnica de normalización que pone el foco en los déficits. Así, puede observarse una mejora sustancial de la subdimensión que peores resultados presentaba gracias a la mejora en los indicadores señalados de patentes y titulados universitarios. Sin embargo, las condiciones de empleo reflejan un empeoramiento derivado de las tasas de desempleo que estaban por debajo del umbral de sostenibilidad. No ocurre lo mismo con la distribución de la renta que presenta una muy leve mejoría debido a la influencia del índice de Gini.

En relación con la dimensión social, el gráfico 6.10 muestra la evolución de los indicadores individuales.

Gráfico 5.10: Evolución de los indicadores individuales de la dimensión social (variación porcentual 2017-2019)

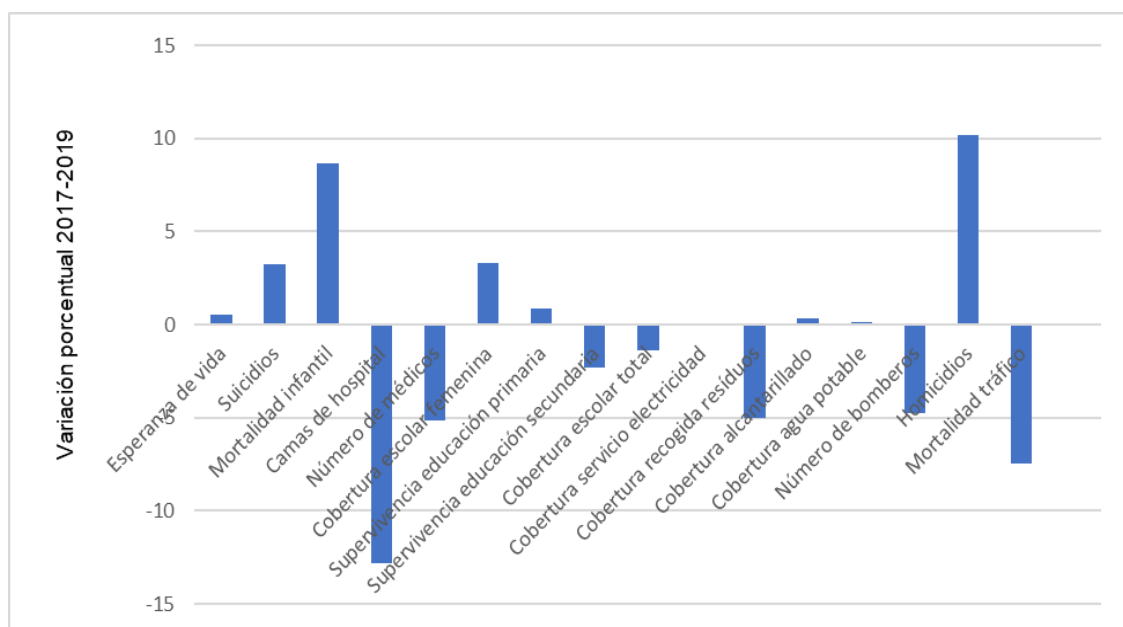


Fuente: Elaboración propia.

La tasa de criminalidad presenta una evolución en el periodo de tiempo 2017-2019 de más del 600%, al igual que los delitos contra la propiedad que se incrementan en casi un 200%. La tasa de homicidios que, como vimos, era muy elevada, se ha elevado aún más, aunque no tanto como las dos anteriores. En definitiva, la ciudad ha empeorado en términos de seguridad ciudadana en todos sus indicadores, aunque la mortalidad por tráfico ha mejorado levemente. Si en 2017 señalábamos que el problema de la violencia en la ciudad debía atajarse, la evolución de los indicadores relativos a delincuencia se ha incrementado de manera inasumible. Sin duda, este es un problema crítico de la ciudad que debe acometerse de manera inminente.

Eliminando el efecto tan importante que tienen la criminalidad y los delitos contra la propiedad en el gráfico, veamos la evolución del resto de indicadores en una escala más adecuada.

Gráfico 5.11: Evolución de los indicadores individuales de la dimensión social sin considerar criminalidad ni delitos contra la propiedad (variación porcentual 2017-2019)



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 5.11 muestra que los homicidios han aumentado un 10% más, elevándose hasta los 23,8 por cien mil habitantes o, considerando la población de la ciudad en 2019 de 2.549.537 habitantes, 607 homicidios en la ciudad. Igualmente, las condiciones de atención sanitaria básica siguen empeorando en Medellín. La única variable en donde se produce una mejora y en la que habíamos puesto el foco en el año 2017, es la de mortalidad por tráfico, cayendo casi un 10%, aunque todavía muy lejos del objetivo de sostenibilidad de 1,6 fallecidos por cada cien mil habitantes.

Considerando las salvedades en términos de influencia en los valores agregados de cada subdimensión, el cuadro 5.6 ilustra cómo queda cada una de ellas.

Cuadro 5.6: Comparativa valores subdimensiones sociales (2017-2019)

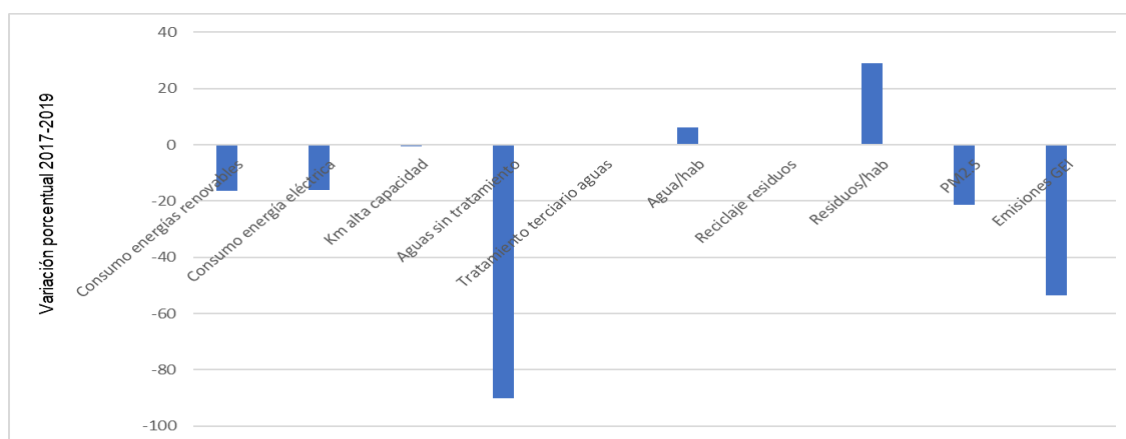
Situación de vida y atención sanitaria básica 2017	0,2019	Acceso y permanencia en el sistema educativo básico 2017	0,0833	Habitabilidad del entorno 2017	0,0144	Responsabilidad institucional 2017	0,1823
Situación de vida y atención sanitaria básica 2019	0,2192	Acceso y permanencia en el sistema educativo básico 2019	0,0823	Habitabilidad del entorno 2019	0,0218	Responsabilidad institucional 2019	0,1945

Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse que, salvo la subdimensión relativa al acceso y permanencia en el sistema educativo básico, el resto de subdimensiones reflejan claramente el empeoramiento de la situación registrado en Medellín entre 2017 y 2019. Así, a pesar de que la normalización y agregación de todo indicador sintético, empequeñecen los resultados individuales y pierden sensibilidad de manera notable, el UNSI y su capacidad de descomposición son capaces de seguir reflejando el empeoramiento que hemos podido observar entre los dos periodos de tiempo considerados.

Respecto a la evolución de las variables de la dimensión ambiental, es aquí donde se han conseguido los mayores logros, revertiendo la tendencia en el sentido de conseguir superar los objetivos de sostenibilidad en los puntos más críticos.

Gráfico 5.12. Evolución de los indicadores individuales de la dimensión ambiental (variación porcentual 2017-2019)



Fuente: Elaboración propia.

Señalábamos en relación con los resultados de 2017, que los aspectos críticos eran el tratamiento de aguas residuales, el cual ha mejorado sustancialmente, al pasar de apenas un 10% a más del 90% al entrar en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales. De este modo, aunque aún no se ha conseguido alcanzar el nivel de sostenibilidad requerido, el avance es notable. Por su parte, las partículas en suspensión PM 2.5 no sólo se han reducido de 28 a 22, sino que han conseguido estar por debajo de los niveles requeridos, al igual que ocurre con la emisión de gases de efecto invernadero, que también han bajado del nivel de sostenibilidad establecido.

Así, aunque en términos de la subdimensión energía, al igual que con el incremento del consumo de agua y el aumento de residuos por habitante, los resultados han empeorado, el impacto de las mejoras en los aspectos que eran críticos sobre el valor de la dimensión ambiental, va a ser muy elevado. Veamos cómo se ha transformado cada una de las subdimensiones.

Cuadro 5.7: Comparativa valores subdimensiones ambientales (2017-2019)

Energía 2017	0,1585	Agua 2017	0,7055	Contaminación ambiental 2017	0,2652
Energía 2019	0,2401	Agua 2019	0,4492	Contaminación ambiental 2019	0,2350

Fuente: Elaboración propia.

De nuevo, puede observarse que el indicador conserva cierta sensibilidad también a la hora de agregar la subdimensiones ambientales. Así, el notable avance en el tratamiento de agua, le hace mejorar casi un 60% en esa subdimensión. Igualmente, la mejora en las variables relativas a contaminación ambiental se ven reflejadas en la agregación de esta subdimensión, obviamente, en menor medida, dado que se han incrementado los residuos generados por habitante. Por su parte, la subdimensión energía, refleja el empeoramiento en el consumo de energía renovable y de consumo de energía eléctrica.

En definitiva, podemos concluir que, aunque hay indicadores clave que han empeorado, la ciudad, en términos agregados de sostenibilidad se encuentra ligeramente mejor, en la medida en que ha presentado mejores resultados en términos de innovación, fundamentalmente debido al número de nuevas patentes que pasa a estar por encima del umbral de sostenibilidad. Sin embargo, en la dimensión social se produce un empeoramiento debido al deterioro de todos los indicadores que ya presentaban valores que debían mejorar. Tan solo la mortalidad por tráfico ha presentado una mejoría sustancial y los pocos indicadores que han presentado mejores resultados, como la esperanza de vida, lo han hecho de una forma muy pequeña.

Como veremos en el cuadro siguiente, es el trabajo en aspectos críticos de la dimensión ambiental —concentración de partículas P.M. 2.5 y emisiones de gases de efecto invernadero— el que hace que el conjunto del UNSI presente una leve mejoría respecto al valor de 2017 bajando cuatro décimas, lo cual, aunque constituye una mejoría total, resulta muy modesta pues, como

vemos en el cuadro 5.8, a pesar de esos resultados, los indicadores restantes de la dimensión ambiental siguen lejos de los umbrales de sostenibilidad. Ello, junto con el hecho del empeoramiento significativo de las variables de la dimensión social y las relativas a empleo de la dimensión social, hacen que los resultados sean preocupantes, pues considerando que el resto de las ciudades permanecen constantes, apenas se avanzaría hasta el puesto número veinte en el ranking del total de cincuenta ciudades.

Cuadro 5.8: Comparativa UNSI resultados 2017-2019

	Dimensión Económica	Dimensión Social	Dimensión Ambiental	UNSI	Contribución Dimensión Económica	Contribución Dimensión Social	Contribución Dimensión Ambiental
Valores 2017	0,07	0,12	0,38	0,26	0,59%	3,16%	96,25%
Valores 2019	0,05	0,13	0,31	0,22	0,39%	6,88%	93,26%

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4. La agenda urbana de Medellín en materia de sostenibilidad desde la perspectiva del UNSI

En este apartado trataremos de dar respuesta a la pregunta de si Medellín y su gobierno tienen en la actualidad una agenda política acorde con las necesidades que el UNSI ha detectado. Para ello, analizaremos el Plan de Gestión Metropolitano que es el marco que deben seguir todas las entidades del Valle de Aburrá.

#### 5.3.4.1. *El Plan de Gestión Metropolitana 2020-2023*

El Plan de Gestión Metropolitana 2020-2023 fue publicado en junio del año 2020 por el órgano de Gobierno del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Contiene diez apartados. El primero de ellos justifica el contexto metropolitano como elemento territorial óptimo para la definición del plan de gestión que afecta a los municipios integrantes de dicho órgano administrativo. El segundo punto, los procesos de planeación metropolitana en donde se describen los diez planes integrales y estratégicos a los que se hacían referencia en apartados anteriores. El tercer punto, se refiere a las agendas



internacionales que sirven de elemento de referencia para guiar dicho plan — Objetivos de Desarrollo sostenible y la nueva Agenda Urbana—. El punto cuarto hace referencia al impacto que ha supuesto la pandemia de COVID-19; el quinto punto describe el enfoque del plan de gestión 2020-2023 bajo la perspectiva de las ciudades inteligentes y del desarrollo sostenible. El punto sexto se dedica a los objetivos del plan de gestión 2020-2023 diferenciando objetivo general y objetivos específicos. El séptimo punto se refiere a la estrategia que ha de seguirse para la ejecución del plan; el octavo se refiere a la propuesta programática en donde por primera vez aparece un diagnóstico estructurado en distintas áreas y que recoge las principales deficiencias del Valle de Aburrá. Finalmente los puntos noveno y décimo versan sobre la articulación de planes de desarrollo en el sentido de cómo se van a integrar cada uno de los planes existentes y cómo se deben de coordinar las distintas ciudades que constituyen el área metropolitana, para finalizar con los aspectos financieros del plan de gestión en donde tras establecer un plan económico de ejecución entre los años 2020 y 2023, se finaliza con un diagnóstico de la situación financiera del área metropolitana del Valle de Aburrá.

A efectos de la aplicación del indicador UNSI, nos vamos a centrar en si el plan de gestión 2020-2023 identifica los mismos problemas que ha detectado nuestro indicador. En este sentido hay que decir que, de forma mayoritaria, los problemas de sostenibilidad detectados por el UNSI son también parte esencial del diagnóstico que se realiza en el plan de gestión 2020-2023. Así, problemas como la desigualdad o el desempleo, la criminalidad, la proliferación de viviendas ilegales —no identificado en UNSI pero sí referenciado en los apartados anteriores— la informalidad en el empleo —indicador deseable al que nos referíamos en el capítulo de indicadores relativos a la subdimensión condiciones de empleo—, la movilidad y la alta accidentalidad, la calidad de las aguas y su tratamiento, la gestión de los residuos o la escasa dotación de infraestructura hospitalaria en términos de camas por cien mil habitantes, son algunos de los problemas principales identificados en el diagnóstico del Plan Estratégico de Gestión, al igual que en el UNSI. Cabe añadir que, como ya se ha dicho en páginas anteriores, uno de los problemas principales a los que se enfrenta la ciudad es que la población y sus “acciones” se anticipan a la

previsión y capacidad de la propia administración local, algo que se reconoce abiertamente en el Plan Estratégico en su página 253.

Por último, es preciso señalar qué no puede realizarse un análisis presupuestario riguroso sobre la viabilidad de la ejecución del plan de gestión 2020-2023 en la medida en la que como el propio plan reconoce en su página 381 “la declaratoria de pandemia que realizó la OMS el 11 de marzo de 2020 se convierte en un anuncio que modifica las respuestas institucionales y las prioridades de gestión de todo de las organizaciones públicas. El área metropolitana no es ajena a este cambio; este plan financiero 2020-2023, está registrando los escenarios de impacto financiero que marcarán este período que será de transición frente a la situación previa a la existencia de COVID-19 y la forma como la institución y los municipios del territorio metropolitano deben adaptarse para salvaguardar la vida y garantizar la sostenibilidad”. Es decir, que las previsiones económicas del presupuesto general del año 2020 no pueden ser consideradas ejecutables por el cambio estructural en las prioridades que ha supuesto la pandemia.

No obstante, tenemos que decir que el UNSI se revela como un indicador útil, no solo en su propuesta agregada en la medida en la que identifica dónde están los problemas de la ciudad desde un punto de vista dimensional, sino que también demuestra como los indicadores elegidos y la calidad de los datos encontrados permiten realizar un diagnóstico acertado de la situación de la ciudad de Medellín y, por tanto, hemos de concluir que uno de los objetivos principales del UNSI —realizar diagnósticos que sirvan de base para la elaboración de planes estratégicos de ciudad enfocados hacia la sostenibilidad urbana— ha sido conseguido.

A modo de conclusión del presente capítulo, respondiendo a la pregunta de ¿qué ciudad es la real, la que gana premios a la innovación y el emprendimiento o la que camina rumbo al caos, vive de frases motivadoras y alberga un submundo de exclusión social?

Todo parece indicar que, aunque hay buenas acciones que se han manifestado en indicadores ambientales críticos, lo cierto es que todo indica

que la tendencia no es muy esperanzadora. Si examinamos los motivos<sup>59</sup> que llevaron a Medellín a ser considerada la ciudad más innovadora del mundo en 2013, vemos que muchos de ellos ya no se cumplen y otros fueron inversiones puntuales. Así, según información oficial del Gobierno de Colombia, Medellín fue la ciudad más innovadora por:

*1. Innovación sobre la necesidad: las escaleras eléctricas de la Comuna 13 son únicas en el mundo y se convierten en la solución más innovadora para la necesidad de sus habitantes, quienes deben ascender el equivalente a 28 pisos.*

Si bien es cierto que es una actuación que ha supuesto un enorme avance en términos de accesibilidad, “ser la más grande” no significa ser la primera, ni tampoco implica que unas escaleras mecánicas como las que operan en los centros comerciales o aeropuertos de todo el mundo desde hace décadas sean precisamente algo innovador.

*2. Tecnología en estructuras: el Edificio Inteligente de las Empresas de Medellín es otra de las evidencias de la innovación y el desarrollo; símbolo de una ciudad innovadora y desarrollada.*

Las características técnicas del edificio pueden encontrarse en la web de su arquitecto diseñador<sup>60</sup> y aunque, como estructura técnica, es sin duda un edificio de singulares características entre las que destaca su capacidad para adaptarse a las necesidades tecnológicas de la empresa y su propia configuración espacial, no reúne las características que señalábamos en el capítulo cinco de este trabajo en materia de reciclaje y generación de energía o aprovechamiento y utilización de agua entre otros.

*3. Parques hechos biblioteca: iniciativas como los parques biblioteca reflejan una estrategia para despertar la cultura, con toques de innovación. La Biblioteca España representa un nuevo modelo de inclusión para los habitantes de la ciudad.*

---

<sup>59</sup> Disponible en <https://www.urnadecristal.gov.co/gestion-gobierno/por-qu-medell-n-es-ciudad-m-s-innovadora-mundo> [consulta: 18/08/21]

<sup>60</sup> Disponible en <https://prezi.com/fbxy4jm3f2bd/edificio-inteligente-epm/?frame=67f17142c54362da31c283839184a1b34dc1eda0> [consulta: 18/08/21]

El único parque “hecho biblioteca” fue precisamente el que alberga el edificio de la Biblioteca España<sup>61</sup>, que derivó en grandes deficiencias constructivas y un debate con acusaciones de corrupción y despilfarro público<sup>62</sup>.

Imagen 5.3: Estado actual del Parque y Edificio Biblioteca España, cerrados al público (agosto 2021)



Fuente: Elaboración propia.

*4. El Metro reduce contaminación: el solo hecho de que Medellín sea la única ciudad con Metro en Colombia, ya lo hace una ciudad con un toque de desarrollo en innovación, por sobre todas las demás en el país. A esto lo acompaña la reducción de más de 175 mil toneladas de Dióxido de Carbono. Este sistema de transporte, moviliza al menos medio millón de personas.*

Esta infraestructura, si bien es fundamental para la movilidad de los ciudadanos de Medellín, es francamente mejorable en el sentido de que su conectividad es fundamentalmente norte-sur. Los recientes avances que han supuesto los tranvías y el Metrocable —ambos impulsados por energía eléctrica— suplen esta deficiencia aunque, a juicio de quien suscribe, algunas zonas del metro que se hicieron elevadas sobre plazas públicas legendarias

---

<sup>61</sup> Disponible en <https://corrupcionaldia.com/parque-biblioteca-espana/> [consulta: 18/08/21]

<sup>62</sup> Disponible en <https://www.concejodemedellin.gov.co/sites/default/files/2018-09/Texto-del-acta-447-de-junio-03-de-2014.pdf> [consulta: 18/08/21]

por su antigüedad y belleza arquitectónica, han condenado a las mismas a ser guetos de criminalidad en horas nocturnas.

Imagen 5.4: Metro atravesando la Plaza Botero y el Parque Berrio, zona central de La Candelaria, el barrio con mayor criminalidad de Medellín



Fuente: Elaboración propia.

*5. La cultura entre los más necesitados: una construcción como el Centro Cultural Moravia, con moderna infraestructura, se hace más valioso cuando contribuye al desarrollo y a la igualdad al beneficiar a los más necesitados, ya que está construido en uno de los sectores más pobres.*

Si bien dicha infraestructura se considera muy atractiva y ha contribuido al desarrollo y el bienestar de los más necesitados, la acción como tal no tiene ningún punto de innovación sino que, más bien, obedece a una necesaria política de integración de infraestructuras y equipamientos públicos en zonas deprimidas de la ciudad.

6. *Menos criminalidad: entre 1991 y 2010 las tasas de criminalidad se redujeron en un 80%. En dos décadas Medellín pasó de la inseguridad, a la innovación y el desarrollo.*

A este último punto, poco puede añadirse tras el repaso de las cifras de homicidios, delitos contra la propiedad y criminalidad entre los años 2017 y 2019, con un repunte exponencial en todas ellas y sin que la “innovación” haya resultado efectiva.

Así, Medellín hoy no conserva prácticamente ninguna de las características que le otorgó el premio en 2013 del que aún hoy presumen, mientras las cifras de desempleo, criminalidad y atención sanitaria presentaban ya antes de la pandemia de COVID-19 unos valores altamente preocupantes. Da la sensación de que todos esos planes estratégicos, toda la tarea que refleja la comunicación institucional de Medellín (ver imagen 5.5)<sup>63</sup>, se queda en nada y cualquier falta de logro se justificará por la “situación transitoria hasta 2023” a la que se alude en el propio Plan Estratégico de Gestión 2020-2023.

Imagen 5.5: Ejemplos de comunicación institucional del alcalde y la alcaldía que contrastan con la realidad encontrada en algunos indicadores significativos.



Fuente: Elaboración propia obtenida de la cuenta del alcalde Quintero en la red social Twitter

<sup>63</sup> Con las cifras de criminalidad más altas en los últimos años, el mensaje es confiar todo a unas cámaras. Con el número de bomberos un 100% por debajo de lo requerido, lo importante es que “las mujeres salvan vidas” y, también, que los consejos de gobierno construyen la “Medellín Futuro” por sí solos.

En definitiva, mientras la ciudad —y el país— siga en la cultura de la estratificación, mientras no se reconozca de forma abierta el diagnóstico de situación que existe en la ciudad o los problemas surgidos como consecuencia de los desplazamientos derivados de conflictos territoriales y políticos, entre otros, Medellín puede correr el riesgo de sufrir lo que podríamos calificar como el efecto “Demolition Man”, alusivo a aquella ciudad distópica descrita en la película de homónimo título (1993) en que existía una pequeña sociedad culta, educada y no violenta mientras que en las alcantarillas de la ciudad, la mayoría pasaba hambre y recurría a la violencia para poder subsistir.

## 6. CONCLUSIONES

Para finalizar, haremos un repaso a las cuestiones que se planteaban en el capítulo introductorio de este trabajo y que conducían al establecimiento de los objetivos de investigación, de manera que podamos sintetizar las principales aportaciones de la tesis, así como posibles líneas futuras de investigación en este campo.

Respecto a la controversia encontrada en la revisión de literatura en relación con el marco conceptual de la sostenibilidad urbana y que nos llevaba al primero de esos objetivos: “Proponer un marco conceptual de sostenibilidad urbana que conduzca a una definición que sirva como punto de partida para su estudio en ciudades muy diversas”, se ha optado por incluir las dimensiones económica, social y ambiental como los tres ejes básicos que incluyen el desarrollo sostenible urbano, al igual que otros enfoques doctrinales en este campo (WCED, 1987; Mori y Christodoulou, 2012, World Bank, 2013; Akande et al., 2019). Sin embargo, se ha optado por hacerlo desde un enfoque deductivo que ha servido de guía para realizar una propuesta fundamentada de qué se entiende por dimensión “económica”, “social” o “ambiental” lo que, a su vez, ha llevado a un proceso de definición de subdimensiones, aspecto recomendado por autores como Michalina et al. (2021) y que ha servido de guía para seleccionar indicadores. Esta metodología deductiva y sus conclusiones, obviamente, pueden ser objeto de discusión o controversia, pero aporta una sistematización conceptual no encontrada en otras propuestas sobre sostenibilidad urbana que optan —en los casos en que se detienen a aportar un marco teórico o una selección de indicadores— por proponer directamente un número de dimensiones y unos indicadores (Cohen, 2017).

Por otra parte, consideramos que la definición de sostenibilidad urbana propuesta: “culminación de un proceso de desarrollo cuantificable mediante el que, desde los poderes públicos, y con la colaboración de los agentes económicos y sociales, se produce una transformación de la ciudad hacia unos objetivos económicos, sociales y ambientales”, recoge la visión de Pollesch y Dale (2015) acerca de la naturaleza aspiracional de la sostenibilidad



incorporando la tan demandada necesidad de objetivos (Toumi et al., 2017; Cohen, 2017; Feleki et al., 2020; Michalina et al., 2021) que permitan evaluar las políticas implementadas por los gobiernos locales para alcanzar esa aspiración. Asimismo, la definición propuesta no excluye del ámbito conceptual de la sostenibilidad a los aspectos institucionales pero, a diferencia de otros enfoques (Toumi et al., 2017; Michalina et al., 2021), las instituciones son considerados instrumentos —no exclusivos, pero sí fundamentales— para alcanzar la sostenibilidad urbana.

En definitiva, podría afirmarse que la definición propuesta aporta una visión de la sostenibilidad urbana que integra la mayoría de los aspectos que la revisión de literatura ha señalado como necesarios para este campo de estudio (Cohen, 2017; Verma y Raghubanshi, 2018; Michalina et al., 2021).

El segundo de los espacios encontrados para la investigación, relacionado con el diseño de un indicador sintético que pudiera suponer una aportación a este campo de estudio, determinaba el siguiente objetivo: “Diseñar un indicador compuesto que permita identificar cuantitativamente los principales déficits de sostenibilidad que existen en las ciudades”. Este punto supone la proyección del marco conceptual de la sostenibilidad urbana a su ámbito empírico, mediante la construcción de un indicador sintético que incorpora distintos aspectos novedosos en el ámbito de la evaluación de la sostenibilidad de las ciudades. Así, la técnica de normalización utilizada ha permitido aportaciones notables al ámbito de estudio de la pobreza (Prieto, 2016) pero nunca había sido puesta en práctica en materia de sostenibilidad urbana. La consideración de umbrales de sostenibilidad para determinar dónde se encuentran los déficits o carencias, permite centrar la importancia del análisis en aquellos aspectos que requieren de atención, evitando el problema de la compensación —entendida como el intercambio de valor entre indicadores con resultados sostenibles e indicadores con déficits de sostenibilidad entre dimensiones distintas— tan problemática a la hora de agregar valores para construir indicadores sintéticos.

Por otra parte, el establecimiento de valores objetivos fundados en criterios internacionalmente aceptados, evita que la normalización dependa de los resultados de la muestra. Así, una normalización max-min puede conducir a que los valores máximos considerados que van a relativizar todos y cada uno de los valores de la muestra, resulten ser distintos de los máximos poblacionales existentes y, por tanto, conduzcan a una deficiente evaluación de todo el conjunto. Igualmente, la conocida como z-estandarización, considera la media aritmética como uno de los elementos que condicionan el resultado final de los valores normalizados y, por tanto, van a sesgar igualmente los resultados si la muestra no es buena.

Lamentablemente, algunos de los indicadores que hemos seleccionado carecen de criterios generalmente aceptados y se ha tenido que recurrir al establecimiento de valores objetivo sobre la base de los resultados de la muestra para ese indicador, siendo esta una de las deficiencias que pueden mejorarse en líneas de investigación futuras.

La necesidad de aplicar los indicadores en una muestra de ciudades lo suficientemente diversa, ha sido uno de los elementos comúnmente demandados en distintos trabajos en este campo (Cohen, 2017; Steiniger et al., 2020; Michalina et al., 2021) y motivación del tercero de los objetivos: “Aplicar ese indicador en una muestra de ciudades que permita, no sólo realizar comparaciones entre ellas, sino también, determinar las políticas a implementar y su orden de prioridad para el establecimiento de una Agenda Urbana de sostenibilidad”. En relación con esta cuestión, puede considerarse que la muestra de ciudades elegida, obedece a un criterio de diversidad desde el punto de vista geográfico, de desarrollo e, incluso, poblacional.

Obviamente, habría sido deseable una muestra en la que hubiera existido aún más diversidad de países. Sin embargo, las limitaciones de las estadísticas urbanas han impedido esa tarea. A pesar de todo, podría afirmarse que existen elementos de juicio suficientes como para considerar cumplido el tercer objetivo, incluso, más allá de la propia literalidad de su enunciado. Así, —como pone de manifiesto el capítulo de discusión de resultados— se han podido comparar las ciudades, tanto desde la perspectiva dimensional, como

desde la perspectiva agregada, y determinar las prioridades de su agenda urbana en función de los resultados obtenidos. En resumen, se ha podido determinar que, en relación con el ámbito económico de la sostenibilidad urbana, las ciudades necesitan fomentar la innovación y dotar a sus instituciones de la financiación suficiente que permita una adecuada inversión pública que sea un elemento dinamizador de los aspectos críticos de la economía local, a la vez que garantizar la inclusión social y el progreso de todos los ciudadanos. Asimismo, se ha observado un perfil diferenciado en función de los problemas económicos de las ciudades y cómo el desempleo, la pobreza o la distribución de la renta son aspectos que afectan mayoritariamente a las ciudades que más cerca están de los objetivos de sostenibilidad económica.

Igualmente, se han encontrado diferencias en relación con la dimensión social. Así, la atención sanitaria básica y el acceso y permanencia en el sistema educativo son los principales aspectos a los que debe hacer frente la política social de las ciudades con mayores problemas de sostenibilidad en este ámbito y causa fundamental de su deficiente situación social, mientras que la responsabilidad institucional destaca entre los déficits encontrados en las ciudades que menos problemas de sostenibilidad tienen.

Por su parte, la dimensión ambiental resulta ser la que más cuantiosos y elevados déficits ha mostrado y, por tanto, la dimensión más importante en el estudio de la sostenibilidad urbana, especialmente en lo relativo al uso de energías renovables, consumo de agua y emisión de gases de efecto invernadero; todos ellos, aspectos muy relacionados con el enfoque metabólico y que obligan a plantear la relevancia de esta metodología como una extensión a la detección de los problemas e, incluso, a incorporar una precisión en el concepto mismo de sostenibilidad urbana, muy similar a la conocida distinción entre sostenibilidad “débil” y “fuerte”. Así, cabría entender la definición propuesta en este trabajo como un sentido amplio de sostenibilidad, referida al desarrollo urbano sostenible y que incorpora a las tres dimensiones: económica, social y ambiental. Sin embargo, podría argüirse un sentido estricto de sostenibilidad referido a la “estabilidad” del mismo modo que lo hace la

Ingeniería (World Bank, 2013) en el uso de recursos y generación de residuos, es decir, si el flujo de materiales, recursos y residuos se produce a un ritmo estable o, al menos, adecuado de modo que pueda ser compensado por la evolución tecnológica o si, por el contrario, se está produciendo un agotamiento de recursos que “comprometa la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”.

La aplicación del análisis de clústeres en la muestra ha puesto de manifiesto que, salvo en la dimensión ambiental, los grupos de ciudades resultantes obedecen a criterios relacionados con déficits concretos en los indicadores señalados en el párrafo anterior. No obstante, la evidencia muestra que una serie de ciudades —las tres sudafricanas y Minna— comparten el grupo que presenta mayores problemas en la dimensión social. Por su parte, Johannesburgo y Ciudad del Cabo, además, pertenecen también al grupo de las peor situadas en la dimensión social.

Desde la perspectiva ambiental, existe un denominador común climático en el grupo de ciudades conformado por Dubai, Piedras Negras, La Meca, Doral y Riad. Todas ellas son ciudades con escasa pluviometría y altas temperaturas que tienen deficientes sistemas de reciclaje, altas emisiones de gases de efecto invernadero y los peores valores de uso de energía procedente de fuentes renovables.

Decíamos al principio de la explicación referida al tercer objetivo que existen elementos de juicio suficientes como para considerarlo cumplido más allá de la propia literalidad de su enunciado. Esta afirmación encuentra su fundamento en el hecho de que la aplicación del indicador a una muestra de cincuenta ciudades ha permitido realizar pruebas sobre las distintas posibilidades que permite la técnica de medias generalizadas, encontrando su óptimo en el valor  $\gamma=3$ , confirmando la elección del valor  $\gamma$  de otros estudios que han probado esta técnica de agregación (Sen y Annad, 1997).

Las medias generalizadas nunca han sido utilizadas como técnica de agregación en indicadores sintéticos de sostenibilidad urbana. Dicha utilización puede ser considerada una aportación a este campo, en la medida en que,

además, viene sustentada por las distintas pruebas empíricas mostradas en el capítulo cuarto. Su principal ventaja es que aporta un equilibrio natural entre la agregación de dimensiones evitando optar por un enfoque compensatorio o no compensatorio en la agregación. Por otra parte, ya se ha señalado que la técnica de normalización evita la compensación entre dimensiones. Sin embargo, dentro de ellas, existen atenuaciones de valor derivadas del efecto de la agregación de valores cero o muy pequeños en la media aritmética. A pesar de esta posible limitación teórica, los resultados sugieren que ningún valor importante dentro de las subdimensiones ha dejado de ser detectado por dicha atenuación y que las subdimensiones que presentan algún indicador con un valor excepcionalmente elevado, no lo pasan por alto en términos de detección de problemas.

Por último, la aplicación del indicador a la muestra de ciudades ha puesto de manifiesto que, a diferencia de lo que sostienen los enfoques convencionales de “ciudades sostenibles”, ninguna ciudad resulta ser sostenible, como demuestran los resultados. Todas presentan déficits que deben atenderse con la prioridad que refleje, en cada caso, la magnitud del valor normalizado entre 0 y 1. En este sentido, cabe señalar que futuras líneas de investigación deberían tomar la normalización con escala de 0 a 100 para que, de esta manera, la sensibilidad de la evaluación de los déficits de sostenibilidad pueda resultar mayor. Sin embargo, independientemente de la escala elegida, esta técnica puede resultar relevante a la hora de elaborar planes estratégicos de ciudades, como hemos visto en el último apartado del capítulo cuarto. Igualmente, resulta muy deseable que los datos del World Council on City Data vuelvan a estar a disposición de los investigadores y puedan cubrir la totalidad de ciudades e indicadores para garantizar un contraste con garantías totales de acierto en los diagnósticos sobre sostenibilidad urbana.

Finalmente, la necesidad de un análisis del indicador desde una perspectiva temporal, así como una visión de su utilidad como herramienta de diagnóstico para una ciudad concreta, motivaba el último de los objetivos: “Estudiar la validez del indicador para evaluar la evolución, en términos de

sostenibilidad, de una ciudad en el tiempo”. Así, la aplicación del indicador a una ciudad con muy buena calidad en los datos y que ha sufrido cambios muy relevantes en todos los aspectos de la sostenibilidad en las últimas décadas, ha demostrado resultar útil en el diagnóstico y evaluación de las políticas aplicadas en la ciudad. En este sentido, no sólo se ha pretendido evaluar el funcionamiento y validez del indicador desde una perspectiva temporal, sino que, además, se ha realizado un contraste entre las prioridades detectadas por el indicador UNSI respecto a las establecidas por los planes de desarrollo existentes en la ciudad, existiendo una notable coincidencia en los aspectos principales, pero poniendo de manifiesto la notable diferencia entre la capacidad de diagnóstico de la ciudad y su capacidad institucional para resolver los problemas que pueden lastrar su desarrollo futuro.

Quizá hubiera sido deseable una mayor amplitud del intervalo de estudio temporal de la ciudad. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 ha alterado sustancialmente algunos de los resultados en los que, precisamente, la ciudad presentaba mayores problemas. Así, la siniestralidad vial, la criminalidad u otros indicadores dependientes del número de interacciones sociales, disponibles para 2020, no resultan comparables en la medida en que han existido periodos largos de confinamiento que impiden una evaluación homogénea de estos aspectos.

En todo caso, considerando los resultados obtenidos en este trabajo, puede señalarse que el estudio de los déficits de sostenibilidad urbana, frente al enfoque tradicional de “medición de lo inmensurable” (Böhringuer y Jochem, 2007; Bell y Morse, 2008), constituye una perspectiva alternativa e interesante para evaluar la situación de las ciudades en términos de sostenibilidad, la cuantificación de sus déficits y, en consecuencia, la determinación de prioridades en materia de políticas públicas de sostenibilidad urbana.

Valladolid, marzo de 2022.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akande, A.; Cabral, P.; Gomes, P.; Casteleyn, S. (2019): "The Lisbon ranking for smart sustainable cities in Europe", *Sustainable Cities and Society*, 44, pp. 475-487., doi: 10.1016/j.scs.2018.10.009
2. Anders, R. (1991): The sustainable cities movement. Working paper nº. 2. Institute for Resources and Security Studies, Cambridge, MA, USA.
3. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2020): "Plan de Gestión del Área Metropolitana del Vallé de Aburrá 2020-2023". Disponible en [https://www.metropol.gov.co/Documentos\\_SalaPrensa/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%202020-2023%20Futuro%20sostenible.pdf](https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%202020-2023%20Futuro%20sostenible.pdf) [consulta: 15/08/2021]
4. Arcadis. (2016): *Sustainable Cities Index*. Disponible en [https://issuu.com/arcadisuk/docs/sci\\_global](https://issuu.com/arcadisuk/docs/sci_global) [consulta: 27/11/2017]
5. Banco Mundial. (2009): *Informe sobre el desarrollo mundial. Una nueva geografía económica*. Mayol, Bogotá.
6. Belda Hériz, I. (2018): *Economía Circular: un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Tébar Flores, Madrid.
7. Bell, S. y Morse, S. (2008): *Sustainability Indicators: measuring the immeasurable?*, Earthscan, London, UK.
8. Bell, S. y Morse, S. (2018): "Sustainability Indicators Past and Present: What Next?", *Sustainability*, 10, 1688, doi:10.3390/su10051688
9. Bennich, T.; Belyazid, S.; Stjernquist, I.; Diemer, A.; Seifollahi-Aghmiuni, S.; Kalantari, Z. (2021): "The bio-based economy, 2030 Agenda, and strong sustainability e A regional-scale assessment of sustainability goal interactions", *Journal of Cleaner Production*, 283, 125174., doi: 10.1016/j.jclepro.2020.125174
10. Bermejo, R. (2001): *Economía Sostenible, Principios, Conceptos e Instrumentos*. Bakeaz, Bilbao.
11. Best Foot Forward. (2002). *City Limits. A resource Flow and Ecological Footprint Analysis of Greater London*. Disponible en <http://www.citylimitslondon.com> [consulta: 27/01/2022]
12. Böhringer, C. y Jochem, P.E.P. (2007): "Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices". *Ecological Economics*, 63, pp. 1-8., doi:10.1016/j.ecolecon.2007.03.008
13. Brambilla, M. (Director). (1993): *Demolition Man* [Película]. Warner Bros Pictures.
14. Briassoulis, H. (2011): "Sustainable development and its indicators: Through a (planner's) glass darkly", *Journal of Environmental Planning and Management*, 44, pp. 409–427., doi:10.1080/09640560120046142
15. Brunner, P.H. y Rechberger, H. (2004): *Practical Handbook of Material Flow Analysis*,doi: 10.1016/B978-1-85617-809-9.10003-9
16. Bybee, R. W. (1991). "Planet Earth in crisis: how should science educators respond?", *The American Biology Teacher*, 53 (3), pp. 146-153., doi:10.2307/4449248
17. Cain, S.A. (1968): "The importance of ecological studies as a basis for land use planning". *Biological Conservation*, 1, pp. 33–36., doi:10.1016/0006-3207(68)90012-8.
18. Calthorpe, P. (2016): "Urbanismo y expansión urbana global", en *Ciudades Sostenibles: Del sueño a la acción: la situación del mundo 2016*, Icaria, Barcelona, pp.143-164.
19. Camagni, R. (1996): *Economia e pianificazione della città sostenibile*. Il Mulino, Bologna.
20. Camagni, R. (2005): *Economía Urbana*. Antoni Bosch, Barcelona.
21. Carpintero, O. (2005): "*El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*". Ed. Fundación César Manrique.
22. Carpintero, O.; Sastre, S.; Lomas, P.; Arto, I.; Bellver, J.; Delgado, M.; Doldán, X.; Fernández, J.; Frías, J.; Ginard, X.; González, A.C.; Gual, M.; Murray, I.; Naredo, J.M.; Ramos, J.; Velázquez, E.; Villasante, S. (2015). *El metabolismo económico regional español*. FUJHEM Ecosocial, Madrid.
23. Carter, N.; Nunes da Silva, F.; Magalhaes, F. (2000): "Local Agenda 21: Progress in Portugal", *European Urban and Regional Studies*, 7 (2), pp. 181-186., doi:10.1177/096977640000700207
24. Céspedes-Restrepo, J.D.; Morales-Pinzón, T. (2018): "Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis and research perspectives", *Resources, Conservation & Recycling*, 131, pp. 216-224., doi: 101016/j.resconrec.2017.12.023

25. Chakravarty, S.R. y Majumder, A. (2005): "Measuring Human Poverty: A Generalized Index and an Application Using Basic Dimensions of Life and Some Anthropometric Indicators", *Journal of Human Development*, 6, pp. 275–299., doi:10.1080/14649880500287605
26. Chakravarty, S.R. (2017): *Analyzing Multidimensional Well-Being: A Quantitative Approach*. Wiley, New Jersey.
27. Cherchye, L.; Moesen, W.; Rogge, N.; Van Puyenbroeck, T.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Liska, R.; Tarantola, S. (2006): *Creating composite indicators with DEA and robustness analysis: The case of the Technology Achievement Index*. Center for Economic Studies. Discussions Paper Series (DPS) 06.03
28. Chevalier, S.; Choinière, R.; Bernier, L.; Sauvageau, Y.; Masson, I.; Cadieux, E. (1992): *User guide to 40 Community Health Indicators*. Community Health Division, Health and Welfare, Ottawa.
29. Cinco Días. (2012): España, el país con la normativa más rígida de la Unión Europea. Disponible en [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2012/02/11/economia/1328943385\\_850215.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2012/02/11/economia/1328943385_850215.html) [consulta: 10/07/2019]
30. Co.Exit (2012): "What Exactly Is a Smart City?". Disponible en <https://www.fastcompany.com/1680538/what-exactly-is-a-smart-city> [consulta: 05/12/2015].
31. Cohen, M. (2017). "A Systematic Review of Urban Sustainability Assessment Literature", *Sustainability*, 9 (11), 2048., doi: 10.3390/su9112048
32. Comisión Europea. (2015): Orientaciones para los Estados miembros. Desarrollo sostenible integrado en el medio urbano, Luxemburgo.
33. Comisión Europea. (2018): "Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, Al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones. Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra". Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=SL> [consulta: 01/10/2020].
34. Concejo de Medellín. (2014). Acta sesión ordinaria de 3 de junio de 2014. Disponible en <https://www.concejodemedellin.gov.co/sites/default/files/2018-09/Texto-del-acta-447-de-junio-03-de-2014.pdf> [consulta: 18/08/21].
35. Corbusier, L. (1971): *La ciudad del futuro*. Ediciones Infinito, Buenos Aires.
36. Corrupción al día. (2019): Parque Biblioteca España. El elefante blanco en Medellín que vale \$21 mil millones. Disponible en <https://corrupcionaldia.com/parque-biblioteca-espana/> [consulta: 18/08/21].
37. Cruciani, C.; Giove, S.; Oinar, M.; Sostero, M. (2013): *Constructing the FEEM sustainability index: a Choquet Integral application*. Fondazione Eni Enrico Mattei, Venice., doi:10.2139/ssrn.2232729
38. Czamanski, S. (1964): "A model of urban growth", *Papers and proceedings of the Regional Science Association*, 13, pp. 177-200.
39. Davis, M.J.M.; Jácome Polit, D.; Lamour, M. "Social Urban Metabolism Strategies (SUMS) for Cities", *Procedia Environmental Sciences*, 34, pp.309-327., doi: 10.1016/j.proenv.2016.04.028
40. Díaz-Balteiro, L. y Romero, C. (2004): "In search of a natural systems sustainability index", *Ecological Economics*, 49, pp. 401–405., doi: 10.1016/j.ecolecon.2004.02.005
41. Diaz-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*, 6, pp. 663–671., doi:10.1002/sd.1735
42. Duch Brown, N. (2011): *La teoría de la localización*. Universidad de Barcelona, Barcelona.
43. Earth Overshoot Day. (2021): El día del sobregiro de la Tierra es el 29 de julio, la fecha más temprana en la historia de la humanidad. Disponible en <https://www.overshootday.org/newsroom/press-release-june-2019-spanish/> [consulta: 18/02/2022]
44. Economist Intelligence Unit (Siemens). (2009): European Green City Index. Disponible en <https://impact.economist.com/sustainability/circular-economies/the-european-green-city-index> [consulta: 26/11/2017]



45. El Colombiano. (2016). Prostitución acecha a universitarias de Medellín. Disponible en <https://www.elcolombiano.com/antioquia/las-u-desconocen-redes-de-prostitucion-en-claustros-ML4049952#success=false> [consulta: 07/08/21].
46. El Colombiano. (2021). Desempleo. Disponible en <https://www.elcolombiano.com/cronologia/noticias/meta/desempleo> [consulta: 09/08/2021].
47. El Confidencial. (2021): Captura de CO<sub>2</sub>: cómo frenar el reloj del cambio climático. Disponible en [https://www.elconfidencial.com/medioambiente/clima/2021-08-13/captura-co2-como-frenar-reloj-cambio-climatico\\_2959051/](https://www.elconfidencial.com/medioambiente/clima/2021-08-13/captura-co2-como-frenar-reloj-cambio-climatico_2959051/) [consulta: 13/08/21].
48. El tiempo. (2017). Efectos de la despoblación en Zamora. Disponible en <http://www.foro.eltiempo.es/efectosdeladespoblacionenelcamposonyaimportantesenzamora> [consulta: 19/08/2017].
49. España, Cortes Generales. (1988): Carta Europea de Autonomía Local. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/pdf/1989/BOE-A-1989-4370-consolidado.pdf> [consulta: 04/10/2020]
50. España, Cortes Generales. (2004): Texto Refundido de la Ley de Haciendas Locales, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/pdf/2004/BOE-A-2004-4214-consolidado.pdf> [consulta: 04/11/2016].
51. España, Cortes Generales. (2013): Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno. Disponible en <https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12887> [consulta: 13/10/2017].
52. España, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. (2013): Orden HAP/1781/2013, de 20 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción del modelo normal de contabilidad local. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-10268> [consulta: 04/11/2016]
53. European Commission. (1996): *Targeted Summary of the European Sustainable Cities Report for Local Authorities*. European Commission. Brussels, Belgium.
54. European Commission. (2012): *“Smart cities and communities- European innovation partnership”*. Communication from the commission, Brussels
55. European Court. (1964): Judgment of the Court of 15 July 1964.- Flaminio Costa v E.N.E.L. Case 6/64. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A61964CJ0006> [consulta: 21/08/2018]
56. Feleki, E.; Vlachokostas, C.; Moussipoulos, N. (2018): “Characterisation of sustainability in urban areas: An analysis of assessment tools with emphasis on European cities”, *Sustainable Cities and Society*, 43, pp. 563-577., doi: 1016.j.scs.2018.08.025
57. Feleki, E.; Vlachokostas, C.; Moussipoulos, N. (2020): “Holistic methodological framework for the characterization of urban sustainability and strategic planning”, *Journal of Cleaner Production*, 243, 118432.,doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118432
58. Fernández Güell, J.M. (2006): *Planificación estratégica de ciudades: nuevos instrumentos y procesos*. Reverté, Barcelona.
59. Florida, R. (2009): *Las ciudades creativas*. Paidós, Barcelona.
60. Freire, M.; Hoornweg, D.A. (2013): *Building sustainability in an urbanizing world. A Partnership Report*. Disponible en <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/publication/building-sustainability-urbanizing-world> [consulta: 01/03/2022]
61. Fresco, L.O. y Kroonenberg, S.B. (1992): “Time and spatial scales in ecological sustainability”, *Land Use Policy*, 9 (3), pp. 155-168., doi: 10.1016/0264-8377(92)90040-4
62. Freudenberg, M. (2003): “Composite indicators of country performance: A critical Assessment”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 16, pp. 1–34, doi:10.1787/405566708255
63. Fundación BBVA. (2006): *Esperanza de vida en España a lo largo del siglo XX*. Disponible en [https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DT\\_2006\\_11.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DT_2006_11.pdf) [consulta: 27/11/19].
64. Gan, X.; Fernández, I.C.; Guo, J.; Wilson, M.; Zhao, Y.; Zhou, B.; Wu, J. (2017): “When to use what: Methods for weighting and aggregating sustainability indicators”, *Ecological Indicators*, 81, pp. 491-502., doi:10.1016/j.ecolind.2017.05.068
65. Gardner, G. (2016): *Ciudades sostenibles. Del sueño a la acción: la situación del mundo 2016*. Icaria, Barcelona.

66. Giffinger, R.; Fertner, C.; Kramar, H.; Kalasek, R.; Pichler-Milanovic, N.; Meijers, E. (2007): *Smart Cities-Ranking of European Medium-sized Cities*. Centre of Regional Science, Vienna University of Technology, Vienna.
67. Girardet, H. (1990): *Cities, People, Planet, State of the World. Urban Sustainability*. Schumacher Lectures, Liverpool, UK.
68. Glaesser, E. (2011): *El triunfo de las ciudades. Como nuestra mejor creación nos hace más ricos, más inteligentes, más ecológicos, más sanos y más felices*. Santillana, Madrid.
69. Gonella, F. (2019): "The Smart Narrative of a Smart City", *Frontiers in Sustainable Cities*, doi:10.3389/frsc.2019.00009
70. Greco, S.; Ishizaka, A.; Tasiou, M.; Torrisi, G. (2019): "On the methodological framework of composite indices: A review of the Issues of Weighting, Aggregation and Robustness", *Social Indicators Research*, 141, pp. 61-94., doi: 10.1007/s11205-017-1832-9
71. Guallart, V. (2012): *La ciudad autosuficiente. Habitar en la sociedad de la información*. RBA, Barcelona.
72. Hacking, T.; Guthrie, P. (2008): "A framework for clarifying the meaning of Triple Bottom-Line, Integrated, and Sustainability Assessment", *Environmental Impact Assessment Review*, 28, pp. 73–89., doi:10.1016/j.eiar.2007.03.002.
73. Haider, H; Hewage, K; Umer, A; Ruparathna, R; Chhipi-Shrestha, G; Culver, K; Holland, M; Kay, J; Sadiq, R. (2018): "Sustainability assessment framework for small-sized urban neighbourhoods: An application of fuzzy synthetic evaluation", *Sustainable Cities and Society*, 36, pp.21-32., doi: 10.1016/j.scs.2017.09.031
74. Holling, C.S. (1978): *Adaptive environmental assessment and management*. Wiley, Nueva York.
75. Hoover, E.M. (1968): "The evolving form and organization of the metropolis" en Perloff, H.S., Wingo, L. *Issues in Urban Economics*. Editors, Baltimore, pp. 237-283.
76. Huang, S.L. (1998): "Materials flow analysis and emergy evaluation of Taipei's urban construction", *Landscape Urban Planning*, 63, pp. 61-74., doi: 10.1016/j.landscape.1997.01.015
77. International Standardization Organization [ISO]. (2014): *ISO 37120: Sustainable Development of Communities—Indicators for City Services and Quality of Life*. ISO, Geneva.
78. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. (1980): *World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*, Switzerland.
79. Jacobs, J. (1961): *The Death and Life of Great American Cities*, Random House, Nueva York. Edición Española (1967): *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Península, Madrid.
80. Jacobs, J. (1971): *La economía de las ciudades*. Península, Barcelona.
81. Jacobs, J. (1986): *Las ciudades y la riqueza de las naciones*. Ariel, Barcelona.
82. Jordá, A. (2015): "Por una Smart City eficiente, cambios en la estrategia municipal" en *Libro de Comunicaciones del I Congreso de Ciudades Inteligentes*, Madrid 24-25 de marzo de 2015, Tecma Red, Madrid.
83. Kahn, M.E. (2006): *Green Cities: Urban Growth and the Environment*. Brooking Institution Press, Washington D.C.
84. Kaur, H. y Garg, P. (2019): "Urban sustainability assesment tools: A review", *Journal of Cleaner Production*, 210, pp. 146-158., doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.09
85. Kennedy, C.; Cuddihy, J.; Engel-Yan, J. (2007): "The changing metabolism of cities", *Journal of Industrial Ecology*, 11, pp.43-59., doi: 10.1162/jie.2007.11.07
86. Kennedy, C.; Pincetl, S., Bunje, P. (2011): "The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design", *Environmental Pollution*, 159, pp. 1965-1973., doi: 10.1016/j.envpol.2010.10.022
87. Kennedy, C. A., I. Stewart, A. Facchini, I. Cersosimo, R. Mele, B. Chen, M. Uda, A. Kansal, A. Chiu, K-g. Kim, C. Dubeux, E. Lebre La Rovere, B. Cunha, S. Pincetl, J. Keirstead, S. Barles, S. Pusaka, J. Gunawan, M. Adegbile, M. Nazariha, S. Hoque, P.J. Marcotullio, F. González Otharán, T. Genena, N. Ibrahim, R. Farooqui, G. Cervantes, A. Duran Sahin. (2015): *Energy and material flows of megacities*, PNAS. Disponible en <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1504315112> [consulta: 02/02/2022]
88. King, L.O. (2016): "Functional sustainability indicators", *Ecological Indicators*, 66, pp. 121-131., doi: 10.1016/j.ecolind.2016.01.027

89. Kroll, C. (2015): *Sustainable Development Goals: Are the Rich Countries Ready?* Disponible en <https://www.bertelsmann-stiftung.de/en/publications/publication/did/sustainable-development-goals-are-the-rich-countries-ready/> [consulta: 03/10/2021]
90. Kühner, T.; Da Silva Pinto, C.V.; David Amorim, C.N. (2021): "International urban agendas and sustainable integrated urban development in developing countries: The case of Brazil", *Cidades, Comunidades e Territórios*, 21, pp. 120–138., doi:10.15847/cct.20208
91. Lampard, E.E. (1955): "The history of cities in economically advanced areas", *Economic development and cultural change*, 2, pp. 81-136.
92. Lasso de la Vega, C.; Díez, H.; Urrutia, A. (2008): "Multidimensional unit-and subgroup-consistent inequality and poverty measures: Some characterizations", *Research on Economic Inequality*, 16, pp. 189–211, doi:10.1016/S1049-2585(08)16009-4
93. Lasso de la Vega, C. y Urrutia, A. (2011): "Characterizing how to aggregate the individual's deprivations in a multidimensional framework", *The Journal of Economic Inequality*, 9, pp. 183-194., doi:10.1007/s10888-010-9139-y
94. Legrand, N.; Planche, S.; Rabia, F. (2007): *Intégration d'indicateurs de développement durable dans un Outil d'Aide a la Decision de la ville de Paris*, Paris.
95. Lehner, A.; Erlacher, C.; Schlögl, M.; Wegerer, J.; Blaschke, T.; Steinnocher, K. (2018): "Can ISO-Defined Urban Sustainability Indicators Be Derived from Remote Sensing: An Expert Weighting Approach", *Sustainability*, 10, (4), 1268., doi: 10.3390/su10041268
96. Little R.J.A y Rubin D.B. (2002): *Statistical Analysis with Missing Data*. Wiley, New Jersey.
97. Lowry, I.S. (1966): *A model of Metropolis*. RAND Corporation, Santa Monica.
98. Lucas, R. (1988): "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22, pp. 3-42.
99. Lynam, J.K.; Herdt, R.W. (1989): "Sense and Sustainability: Sustainability as an Objective in International Agricultural Research", *Agricultural Economics*, 3 (4), pp. 381-398., doi: 10.1111/j.1574-0862.1989.tb00098.x
100. Maclean, K. (2015): *Social Urbanism and the Politics of Violence: The Medellín Miracle*. Palgrave Macmillan, London.
101. Marina, J.A. (2003): *La creación económica*. Deusto, Vizcaya.
102. Mazziotta, M. y Pareto, A. (2018): "Measuring Well-Being Over Time: The Adjusted Mazziotta-Pareto Index Versus Other Non-compensatory Indices", *Social Indicators Research*, 136, pp. 967-976., doi: 10.1007/s11205-017-1577-5
103. McKinsey y C40cities. (2017): "Focused acceleration: A strategic approach to climate action in cities to 2030". Disponible en <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/a-strategic-approach-to-climate-action-in-cities-focused-acceleration> [consulta:02/04/2019].
104. Merino-Saum, A.; Halla, P.; Superti, V.; Boesch, A.; Binder, C.R. (2020): "Indicators for urban sustainability: Key lessons from a systematic analysis of 67 measurement initiatives", *Ecological Indicators*, 119, 106879., doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106879
105. Michalina, D.; Mederly, P.; Diefenbacher, H.; Held, B. (2021): "Sustainable Urban Development: A review of urban sustainability indicator frameworks", *Sustainability*, 13 (16), 9348., doi: 10.3390/su13169348
106. Ministerio de Vivienda y Hogares Sostenibles de la República de Francia; Consejo de Municipios y Regiones Europeo; Red Francesa de Agencias de Planificación. (2016): "The Reference Framework for Sustainable Cities: 5 dimensions and 30 objectives for a european vision on tomorrow's cities". Disponible en <http://rfsc.eu/wp-content/uploads/2016/03/30-objectives-1.pdf> [consulta: 02/01/2018].
107. Moffatt, I. (2000): "Ecological Footprints and Sustainable Development", *Ecological Economics*, 32, pp. 359-362.
108. Moher, D.; Liberati, A.; Tetzlaff, J.; Altman, D.G. (2009): "The PRISMA group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement", *Journal PLoS ONE*, 6, pp.1-6.
109. Mori, K. y Christodoulou, A. (2012): "Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI)", *Environmental Impact Assessment Review*, 32, pp. 94-106., doi:10.1016/j.eiar.2011.03.001

110. Mori, K. y Yamashita, T. (2015): "Methodological framework of sustainability assessment in City Sustainability Index (CSI): A concept of constraint and maximisation indicators", *Habitat International*, 45, pp.10-14., doi: 10.1016/j.habitatint.2014.06.013
111. Muiño, E.S. (2016): "Del melanoma urbanístico a la ciudad bosque: pensar la transición hacia la sostenibilidad urbana", en *Ciudades Sostenibles: Del sueño a la acción: la situación del mundo 2016*, Icaria, Barcelona, pp.329-348.
112. Munda, G. y Nardo, M. (2009): "Non-compensatory/non-linear composite indicators for ranking countries. A defensible setting", *Applied Economics*, 41, pp. 1513-1523., doi:10.1080/00036840601019364
113. Muth, R.F. (1968): *Differential growth among large US cities*. Institute for Urban and Regional Studies, Washington.
114. Naciones Unidas. (2002): Programa 21. Disponible en <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21toc.htm> [consulta: 10/01/2017].
115. Naciones Unidas. Biblioteca Digital. (2019): World urbanization prospects: the 2018 revision. Disponible en <https://digitallibrary.un.org/record/3833745?ln=es> [consulta: 12/03/2022]
116. Nardo, M. y Munda, G. (2005): *Constructing Consistent Composite Indicators: The Issue of Weights*. European Commission, Luxembourg.
117. Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S.; Hoffmann, A.; Giovannini, E. (2008): *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. OECD Publishing, Paris.
118. Naredo, JM. Y Frías, J. (2003): "El metabolismo económico de la conurbación madrileña", *Economía Industrial*, 351, pp.87-114.
119. Newcombe, K. (1975): "Energy use in Hong Kong: part I, an overview", *Urban Ecology*, 1, pp.87-113., doi: 10.1016/0304-4009(75)90008-X
120. Newman, P.W.G. (1999): "Sustainability and cities: extending the metabolism model", *Landscape and urban planning*, 44, pp. 219-226.
121. Newman, P. W.G. y Jennings, I. (2008): *Cities as Sustainable Ecosystems*, Island Press. Washington DC, USA.
122. Niza, S., Rosado, L., Ferrao, P. (2009): "Urban metabolism: methodological advances in urban material flow accounting based on the Lisbon case", *Journal of Industrial Ecology*, 3 (13), pp. 384-405., doi: 10.1111/j.1530-9290.2009.00130.x
123. Olsen, S. (1982): "Urban Metabolism and Morphogenesis", *Urban Geography*, 3, pp.87-109., doi: 10.2747/0272-3638.3.2.87
124. Organización Mundial de Comercio. (2009): La globalización y el empleo informal en los países de desarrollo. Disponible en [https://www.wto.org/spanish/res\\_s/booksp\\_s/jobs\\_devel\\_countries\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/jobs_devel_countries_s.pdf) [consulta: 10/07/2019]
125. Organización Mundial de la Salud. (2014): Prevención del suicidio: un imperativo global. Disponible en [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/136083/9789275318508\\_spa.pdf;jsessionid=E5588B8FF22A9EB34BD852471AB56347?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/136083/9789275318508_spa.pdf;jsessionid=E5588B8FF22A9EB34BD852471AB56347?sequence=1) [consulta: 06/02/2020]
126. Organización Mundial de la Salud. (2021): Contaminación del aire ambiente (exterior). Disponible en [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) [consulta: 22/10/2021].
127. Ott, W. (1978): *Environmental Indices: Theory and Practice*. Ann Arbor Science, Michigan.
128. Otto-Zimmerman, K. (1994): Local implementation of Agenda 21, *Marine Policy*, 18 (2), pp. 112-115.
129. Panda, S.; Chakraborty, M.; Misra, S.K. (2016): "Assessment of social sustainable development in urban India by a composite index", *International Journal of Sustainable Built Environment*, 5, pp. 435-450., doi:10.1016/j.ijbsbe.2016.008.001
130. Pascual Esteve, J.M. (2001): *De la planificación a la gestión estratégica de las ciudades*. Diputación de Barcelona, Barcelona.
131. Pearce, D.W. y Turner, R.W. (1990): *Economics of the Natural Resources and the Environment*, London, Harvester Whearshaf.
132. Peña, D. (2002): *Análisis de Datos Multivariantes*. McGrawHill. Madrid
133. Pérez Jaramillo, J. (2019): Medellín. Urbanismo y sociedad. Delfín, México D.F.

134. Perfetti, V. (2012): "La ciudad de 1913". Disponible en <http://universocentro.com/NUMERO32/Laciudadde1913.aspx> [consulta: 07/08/2021].
135. Pfons, W. (1958): "Reply to Harris on testing the Base Theory", *Journal of American Institute of Planners*, 24, pp. 238-43.
136. Phillis, Y.A.; Kouikoglou, V.S.; Verdugo, C. (2017): "Urban sustainability assessment and ranking of cities", *Computers, Environment and Urban Systems*, 64, pp. 254-265., doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2017.03.002
137. Pineo, H.; Zimmermann, N.; Cosgrave, E.; Aldridge, R.W.; Acuto, M.; Rutter, H. (2018): "Promoting a healthy cities agenda through indicators: development of a global urban environment and health index", *Cities & Health*, 2 (11), pp. 1-19., doi: 10.1080/23748834.2018.1429180
138. Pinter, L.; Hardi, P.; Martinuzzi, A.; Hall, J. (2012): "Bellagio STAMP: Principles for sustainability assessment and measurement", *Ecological Indicators*, 17, pp. 20-28., doi: 10.1016/j.ecolind.2011.07.001
139. Polèse, M. y Rubiera Morollón, F. (2009): *Economía Urbana y Regional*. Civitas, Navarra.
140. Pollesch, N. y Dale, V.H. (2015): "Applications of aggregation theory to sustainability assessment", *Ecological Economics*, 114, pp. 117-127., doi:10.1016/j.ecolecon.2015.03.011
141. Porter, M. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*. Plaza y Janés, Barcelona.
142. Pred, A.R. (1966): *The special dynamics of US Urban Industrial growth 1800-1914*. MIT Press, Massachusetts.
143. PREZI. (2021): Edificio Inteligente (EPM). Disponible en <https://prezi.com/fbxy4jm3f2bd/edificio-inteligente-epm/?frame=67f17142c54362da31c283839184a1b34dc1eda0> [consulta: 18/08/21].
144. Prieto Aláiz, M.; González González, Y.; García Carmelo, C. (2016): "La pobreza en España desde una perspectiva multidimensional", *Revista de Economía Aplicada*, 70, pp. 77-110.
145. Pupphachai, U. y Zuidema, C. (2017): "Sustainable indicators: A tool to generate learning and adaptation in sustainable urban development", *Ecological Indicators*, 72, pp. 784-793., doi:10.1016/j.ecolind.2016.09.016
146. Raedo, R. (2014): *Valladolid y su entorno: Una propuesta estratégica*. [Trabajo de fin de máster, Universidad de Valladolid].
147. Raworth, K. (2018): *Economía Rosquilla: 7 maneras de pensar la economía del siglo XXI*. Paidós, Barcelona.
148. República de Colombia. Ministerio de Salud (2021): Reportes y Tableros de Control. Disponible en [https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19\\_copia.aspx](https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/PET/Paginas/Covid-19_copia.aspx) [consulta: 2/08/2021]
149. República de Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). (2021): Defunciones por COVID-19 Disponible en <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/defunciones-covid19/presentacion-defunciones-covid-2020-02mar-2021-17ene.pdf> [consulta: 7/08/2021]
150. República de Colombia. Ministerio de Salud. (2020): Personas en situación de calle. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/280920-boletines-poblacionales-habitante-callel-2020.pdf> [consulta: 21/12/2021]
151. Richardson, H.W. (1971): *Urban economics*. Penguin Books Ltd, Harmandsworth, Middlesex.
152. Rogmans, T. y Ghunaim, M. (2016): "A framework for evaluating sustainability indicators in the real estate industry", *Ecological Indicators*, 66, pp.603-611., doi: 10.1016/j.ecolind.2016.01.058
153. Roll, E. (1938): *Historia de las doctrinas económicas*. Fondo de cultura económica, México D.F.
154. Rosado, L.; Kamykova, Y.; Patrício, J. (2016): "Urban metabolism profiles. An empirical analysis of the material flow characteristics of three metropolitan areas in Sweden", *Journal of Cleaner Production*, 126, pp. 206-217., doi: 10.1016/j.jclepro.2016.02.139
155. Ruíz, N. (2011): "Measuring the joint distribution of household's income, consumption and wealth using nested atkinson measures", *OECD Statistics Working Papers*, 5, pp. 1-37., doi:10.1787/5k9cr2xxh4nq-en

156. Sáez, L.; Heras-Saizarbitoria, I.; Rodríguez-Núñez, E. (2020): "Sustainable city rankings, benchmarking and indexes: Looking into the black box". *Sustainable Cities and Society*, 53, 101938, doi:10.1016/j.scs.2019.101938
157. Salvati, L. y Carlucci, M. (2014): "A composite index of sustainable development at the local scale: Italy as a case study", *Ecological Indicators*, 43, pp. 162–171., doi:10.1016/j.ecolind.2014.02.021
158. Sands, G.R.; Podmore, T.H. (2000): "A generalized environmental sustainability index for agricultural systems". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79, pp. 29–41., doi:10.1016/S0167-8809(99)00147-4.
159. Schreiber, F. y Carius, A. (2016): "Ciudades inclusivas: planeamiento urbano para la diversidad y la cohesión social", en *Ciudades Sostenibles: Del sueño a la acción: la situación del mundo 2016*, Icaria, Barcelona, pp.293-314.
160. Seabrooke, W.; Yeung, S.C.W.; Ma, F.M.F.; Li, Y. (2004): "Implementing sustainable urban development at the operational level (with special reference to Hong Kong and Guangzhou)", *Habitat International*, 28 (3), pp. 443-466., doi:10.1016/S0197-3975(03)00043-2
161. Semana. (2018): Acabar con los trenes en Colombia fue un error lamentable (y costoso). Disponible en <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/ya-es-hora/articulo/acabar-con-los-trenes-en-colombia-fue-un-error-lamentable-y-costoso/584912/> [consulta: 15/09/2021].
162. Sen, A. y Annad, S. (1997): *Concepts of Human Development and Poverty: A multidimensional Perspective. Poverty and Human Development: Human Development Papers*. United Nations Development Programme, New York.
163. Seto, K.C.; Fragkias, M.; Güneralp, B.; Reilly, M.K. (2011): "A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion", *Journal PLOS ONE*, 6, doi:10.1371/journal.pone.0023777
164. Sharifi, A. (2021): "Urban sustainability assessment: An overview and bibliometric analysis", *Ecological Indicators*, 121, 107102., doi:10.1016/j.ecolind.2020.107102
165. Shahrokni, H.; Arman, L.; Lazarevic, A.N.; Brandt, N. (2015): "Implementing Smart Urban Metabolism in the Stockholm Royal Seaport: Smart City SRS", *Journal of Industrial Ecology*, 19 (5), pp.917-929., doi: 10.1111/jiec.12308
166. Shmelev, S.E. y Shmeleva, I.A. (2018): "Global Urban Sustainability Assessment: A multidimensional approach", *Sustainable Development*, 26, pp. 904-920., doi: 10.1002/sd.1887
167. Shen, L.; Ochoa, J.J.; Shah, M.; Zhang, X. (2011): "The application of urban sustainability indicators – A comparison between varios practices", *Habitat International*, 35, pp.17-29., doi:10.1016/j.habitatint.2010.03.006
168. Shen, L.; Yan, H.; Zhang, X.; Shuai, C. (2017): "Experience mining based innovative method for promoting urban sustainability", *Journal of Cleaner production*, 156, pp. 707-716., doi: 10.1016/j.jclepro.2017.04.074
169. Spaiser, V.; Ranganathan, S.; Swain, R.B.; Sumpter, D. (2017): "The sustainable development oxymoron: Quantifying and modelling the incompatibility of sustainable development goals", *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 24, pp. 457–470., doi:10.1080/13504509.2016.1235624
170. Steiniger, S; Wagemann, E; de la Barrera, F; Molinos-Senante, M; Villegas, R; de la Fuente, H; Vives, A; Arce, G; Herrera, JC; Carrasco, JA; Pasten, PA; Munoz, JC; Barton, JR. (2020): "Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process", *Cities*, 101, 102683., doi: 10.1016/j.cities.2020.102683
171. Subirats, J. (2005): *El reto de la ciudad inclusiva. La ciudad del conocimiento: La respuesta de la tecnología a los retos urbanos*. Ed. Cotec, Madrid.
172. Tanguay, G.A.; Rajaonson, J.; Lefebvre, J.F.; Lanoie, P. (2010): "Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators", *Ecological Indicators*, 10, pp. 407–418., doi:10.1016/j.ecolind.2009.07.013
173. Tarabusi, E. C. y Guarini, G. (2013): "An Unbalance Adjustment Method for Development Indicators", *Social Indicators Research*, 112, pp. 19–45., doi: 10.1007/s11205-012-0070-4
174. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/> [consulta: 18/08/2017]

175. Thomas, R.; Hsu, A.; Weinfurter, A. (2021): "Sustainable and inclusive-evaluating urban sustainability indicators' suitability for measuring progress towards SDG-11", *Environmental and planning B-Urban analytics and city science*, 48, 8, pp. 2346-2362., doi: 10.1177/2399808320975404
176. Thompson, W. R. (1965): *A preface to Urban Economics*. John Hopkins Press, Baltimore.
177. Toumi, O; Le Gallo, J; Ben Rejeb, J. (2017): "Assessment of Latin American sustainability", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, pp. 878-885., doi:10.1016/j.rser.2017.05.013
178. Transparency Market Research (2014): "Global smart cities market-Industry análisis, size, share, growth, trends and forecast, 2013-2019". Disponible en <http://www.transparencymarketresearch.com/smart-cities-market.html> [consulta: 15/04/2017].
179. UICN. (1991). *Cuidar la Tierra. Estrategia para el Futuro de la Vida*. UICN, PNUMA y WWF. Gland, Suiza.
180. Uitermark, J.L. (2002): "Agenda 21: The transition to Sustainability", *European Planning Studies*, 10 (5), pp. 673-675.
181. Ullman, E. (1958): "Regional development and the geography of concentration", *Papers and proceedings of the Regional Science Association*, 9, pp. 7-23.
182. UNCED (The United Nations Conference on Environment and Development, earth Summit). 1992: *Rio Declaration on Environment and Development*, Rio de Janeiro.
183. Unión Europea, Tribunal Europeo de Derechos Humanos (2004): Asunto Moreno Gómez contra el Reino de España. Disponible en [https://www.mjusticia.gob.es/es/AreaInternacional/TribunalEuropeo/Documents/1292427045207-Demanda\\_Mart%C3%ADnez\\_Mart%C3%ADnez.pdf](https://www.mjusticia.gob.es/es/AreaInternacional/TribunalEuropeo/Documents/1292427045207-Demanda_Mart%C3%ADnez_Mart%C3%ADnez.pdf) [consulta: 05/12/2018]
184. United Nations (2014): *World Urbanization Prospects. 2014 REVISION*. United Nations, New York.
185. United Nations (2020): Department of Economic and Social Affairs. Statistics Division. Disponible en <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/> [consulta: 1/03/2020]
186. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2020): *Sustainable Smart Cities*. Disponible en <https://unece.org/housing/sustainable-smart-cities> [consulta: 1/03/2020]
187. United Nations Environment Programme (UNEP). (2013): *City level decoupling: Urban resource flows and the governance of infrastructure transitions*. Disponible en <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8488>. [consulta: 17/03/2018]
188. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (1996): *Declaración de Estambul sobre los Asentamientos Humanos*. Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/aghab/adecestambul.html> [consulta: 25/01/2022]
189. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2016): *Urbanization and Development: Emerging Futures*. UN-Habitat, Nairobi.
190. Urna de Cristal. (2018): ¿Por qué Medellín es la ciudad más innovadora del mundo? Disponible en <https://www.urnadecristal.gov.co/gestion-gobierno/por-qu-medell-n-es-ciudad-m-s-innovadora-mundo> [consulta: 18/08/21].
191. Verma, P.; Raghubanshi, A.S. (2018): "Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities", *Ecological Indicators*, 93, pp. 282–291., doi:10.1016/j.ecoind.2018.05.007
192. Wackernagel, M. y Rees, W.E. (1996): *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, Philadelphia:New Society Publishers.
193. Wendling, Z. A.; Emerson, J. W.; de Sherbinin, A.; Esty, D. C. (2020). *2020 Environmental Performance Index*. Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven.
194. Wolman, A. (1965): "The metabolism of cities", *Scientific American*, 213. pp. 179-190.
195. Wong, C. (2014): "A framework for 'City Prosperity Index': Linking indicators, analysis and policy", *Habitat International*, 45, pp.3-9., doi:10.1016/j.habitatint.2014.06.018
196. World Bank Group. (2018): Disponible en <http://documents.worldbank.org/curated/en/703901468147574810/Social-development-putting-people-first> [consulta 01/06/2021].
197. World Bank. (2019): Databank. Disponible en <https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.LE00.IN> [consulta: 27/11/19].
198. World Commission on Environment and Development. (WCED). (1987): *From One Earth to One World: An Overview*. Oxford University Press, Oxford.

199. World Council on City Data. (2014): About ISO 37120. Disponible en <https://www.dataforcities.org/iso-37120> [consulta: 3/01/2022]
200. 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", *Sustainable Cities and Society*, 45, pp. 348-365., doi: 10.1016/j.scs.2018.11.033
201. Zhang, Y.; Yang, Z.; Yu, X. (2015): "Urban Metabolism: A review of Current Knowledge and directions for future Study", *Environmental Science & Technology*, 49,19, pp. 11247-11263., doi: 10.1021/acs.est.5b03060
202. Ziemba, P. (2019): "Towards Strong Sustainability Management -A Generalized PROSA Method", *Sustainability*, 11 (6), 1555., doi: 10.3390/su11061555
203. Zucchetto, J. (1975): "Energy-economic theory and mathematical models for combining the systems of man and nature, case study: the urban region of Miami, Florida", *Ecological Modelling*, 1, pp.-241-268., doi: 10.1016/0304-3800(75)90010-1



## **ANEXO I.**

Raedo, R. (2021): "Urban Sustainability Deficits: The Urban Non-Sustainability Index (UNSI) as a Tool for Urban Policy", *Sustainability*, 13 (22), 12395

DOI: <https://doi.org/10.3390/su132212395>

## **ANEXO II.**

Raedo, R. (2022): "Ciudades insalubres: una propuesta de medición", *Ciudades*, (25), 41-57.

DOI: <https://doi.org/10.24197/ciudades.25.2022.41-57>